POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

La pianificazione delle aree protette: evoluzione dei supporti cartografici per la redazione dei Piani d’Area/The planning of protected areas: evolution of cartographic supports for the

Original
La pianificazione delle aree protette: evoluzione dei supporti cartografici per la redazione dei Piani d’Area/The planning of protected areas: evolution of cartographic supports for the drafting of Area Plans / De Chiaro, M., Garnero, G., Guerreschi, P., La Riccia, L., Minella, A., Voghera, A.. - In: BOLLETTINO DELL'ASSOCIAZIONE ITALIANA DI CARTOGRAFIA. - ISSN 0044-9733. - ELETTRONICO. - 180:(2024), pp. 130-140. [10.13137/2282-572X/37649]

Availability:
This version is available at: 11583/3006389 since: 2026-01-19T18:02:56Z

Publisher:
EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Published
DOI:10.13137/2282-572X/37649

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

19 November 2026

Bollettino della Associazione Italiana di Cartografia

Bulletin of the Italian Cartographic Association

Aprile / *April*
2024 (180)

ISSN 2282-572X (ONLINE)
ISSN 0044-9733 (PRINT)

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA

SCOPI E QUADRO DI RIFERIMENTO

Scopo della rivista è quello di promuovere la ricerca scientifica in ambito cartografico nonché divulgare la cultura cartografica. Non tralasciando le tradizionali metodologie di produzione del formato cartaceo, il focus della rivista è oggi la cartografia digitale, con particolare riferimento alle sue interconnessioni con i GIS e il telerilevamento. La rivista ospita articoli dedicati a tematiche eterogenee, che hanno come comune denominatore la cartografia.

AIMS AND SCOPES

The aim of the journal is to promote the scientific research in the field of mapping. Besides, other targets are to teach and disseminate mapping issues. The traditional cartographic process remains one of the main topics. However, the today focus of the journal is the digital cartography. Particular attention is also paid to maps, GIS and remote sensing technology connections. Printed papers deal with different topics, having in common the topic of cartography and its main purposes.

EDITORE / *PUBLISHER*

Associazione Italiana di Cartografia
Autorizzazione del Tribunale di Firenze
n. 1564 del 30/12/1964

DIRETTORE RESPONSABILE / *EDITOR IN CHIEF*

Giuseppe Scanu (Presidente / *President* AIC)

VICEDIRETTORE RESPONSABILE / *VICE EDITOR IN CHIEF*

Andrea Favretto (Vicepresidente / *Vice President* AIC)

COMITATO SCIENTIFICO / *SCIENTIFIC COMMITTEE*

Vittorio Amato, Università di Napoli Federico II; Teresa Amodio, Università di Salerno; Margherita Azzari, Università di Firenze; Stefania Bertazzon, University of Calgary; Salvo Cannizzaro, Università di Catania; Mario Cataudella, Università di Salerno; Elena Dai Prà, Università di Trento; Giuseppe Borruso, Università di Trieste; Laura Canali, Redazione di *Limes*; Andrea Cantile, Università di Firenze – IGM; Laura Cassi, Università di Firenze; Carlo Donato, Università di Sassari; Giuseppe Evangelista, Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautiche; Andrea Favretto, Università di Trieste; Flavio Ferrante, Servizi Cartografici Agenzia delle Entrate; Francesca Krasna, Università di Trieste; Piergiorgio Landini, Università di Pescara-Chieti; Lamberto Laureti, Università di Pavia; Manuela Milli, Istituto Idrografico della Marina; Marco Pantaloni, ISPRA – Serv. Geol. d'It.; Lorenzo Papa, Università di Genova; Dusan Petrovic, University of Ljubljana; Marco Pierozzi, Istituto Idrografico della Marina; Sergio Pinna, Università di Pisa; Maria Prezioso, Università di Roma2; Mariagiovanna Riitano, Università di Salerno; Luigi Scrofani, Università di Catania; Gianmarco Ugolini, Università di Genova; Domenico Tacchia, ISPRA – Serv. Geol. d'It.

COMITATO EDITORIALE / *EDITORIAL BOARD*

Camillo Berti, Massimiliano Grava, Giovanni Mauro, Cinzia Podda, Maria Ronza, Giannantonio Scaglione, Paola Zamperlin

Gli articoli inviati al Bollettino vengono sottoposti, in forma anonima, al giudizio di due o più referees. Gli scritti pubblicati impegnano solo la responsabilità dell'autore.
Manuscripts submitted are anonymously reviewed by two or more referees. Authors are responsible for the contents of the papers.

Gli articoli referati sono contrassegnati dal logo
Refereed papers are marked with a specific logo

Questo volume è stato realizzato con il contributo di
This issue is realized with the contribution of
Federazione Italiana
delle Associazioni Scientifiche per le
Informazioni Territoriali e Ambientali

Opera sottoposta a *peer review* secondo il protocollo
UPI – University Press Italiane
Peer reviewed work under the
UPI – Italian University Press – protocol

ISSN 2282-572x (online)
ISSN 0044-9733 (print)

© copyright 2025 EUT Edizioni Università di Trieste

EUT Edizioni Università di Trieste
via Weiss 21, 34128 Trieste
https://eut.units.it

La versione digitale del fascicolo è distribuita con licenza
Creative Commons Attribuzione-NonCommerciale-NonOpereDerivate 4.0
Internazionale (CC BY-NC-ND 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Disponibile al link: https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA **2024 (180)**

http://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9933

INDICE / *SUMMARY*

Alberto Cardillo, Emiliano Canali, Chiara D'Angeli
1 *La Carta degli ecosistemi naturali potenziali dell'Emilia-Romagna: strumento di conoscenza ed interpretazione del territorio inglese*

Filiberto Ciaglia, Davide Pavia
19 *Sull'evoluzione della Media Valle dell'Aterno dal XVI secolo a oggi: cartografia storica e tecnologie geografiche per un'analisi del contado aquilano*
About the territorial evolution of the Middle Aterno Valley since the 16th century. Historical cartography and geographical technologies for an analysis of the countryside of L'Aquila, Italy

Federico Cuomo, Gavino Mariotti
38 *Parchi e turismo in Campania: le sfide della comunicazione digitale*
Parks and tourism in Campania: the challenges of digital communication

Riccardo Giovanni Bruno, Enrica Giaccaglia
51 *Il riconoscimento Riserve della Biosfera MAB UNESCO: tra ricerca scientifica e produzione di innovative pratiche di governance territoriale*
The UNESCO Man and the Biosphere (MAB) Reserves Designation: between scientific research and the development of innovative territorial governance practices

Stefano De Falco
67 *Un'analisi dei differenziali geografici in relazione alle perdite idriche. Approccio regressivo per la ricerca di eventuali fattori di contesto.*
An Analysis of Geographical Differentials in Relation to Water Losses: A Regression-Based Approach to Investigating Potential Contextual Factors

Andrea Favretto, Alberto Furlanut
84 *Il telerilevamento a supporto del controllo ambientale: il caso di una valle da pesca in Laguna di Grado*
Remote sensing in support of environmental monitoring: the case of a fishing valley in the Grado Lagoon

Michela Lazzeroni, Paola Zamperlin
94 *Mapping the Fourth Industrial Revolution in Italy: Innovation and Inequality Dynamics*
Mappare la quarta rivoluzione industriale in Italia: dinamiche di innovazione e disuguaglianza

Anna Rosa Candura, Luca Fois, Emanuele Poli
110 *Per una didattica cartografica del tempo: Quirico Filopanti e i fusi orari*
For cartographic didactics of time: Quirico Filopanti and time zones

Michele De Chiaro, Gabriele Garnero, Paola Guerreschi, Luigi La Riccia, Andrea Minella, Angioletta Voghera
130 *La pianificazione delle aree protette: evoluzione dei supporti cartografici per la redazione dei Piani d'Area*
The planning of protected areas: evolution of cartographic supports for the drafting of Area Plans

Sebastiano Rossi
141 *"Con tutta l'esattezza possibile". Il* Corpus *cartografico della famiglia Rosmini di Rovereto*
"With all possible accuracy". The Cartographic *Corpus* of the Rosmini Family of Rovereto

Noemi Mannucci
156 *Ubicazione ottimale di Soluzioni Basate sulla Natura alla scala comunale a supporto della pianificazione territoriale*
Optimal siting of Nature-Based Solutions at the municipal scale to support spatial planning

Chiara Lo Destro, Elena Dai Prà
174 *Schedatura della cartografia storica trentina. Un progetto in itinere di approccio digitale a sostegno delle analisi geostoriche territoriali locali*
Cataloguing the historical cartography of Trentino. An ongoing digital approach project supporting local territorial geo-historical analyses

ZISSN 2282-572X (online)
AIC 2024 (180) 174-185 ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 1-18

DOI: 10.13137/2282-572X/37396

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

La Carta degli ecosistemi naturali potenziali dell'Emilia-Romagna: strumento di conoscenza ed interpretazione del territorio inglese

ALBERTO CARDILLO*, EMILIANO CANALI*, CHIARA D'ANGELI*

*ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale, alberto.cardillo@isprambiente.it

Riassunto

La Strategia europea e nazionale per la Biodiversità per il 2030 e il Regolamento Europeo sul ripristino della natura pongono l'Italia di fronte a importanti sfide ambientali. Per indirizzare correttamente le azioni di tutela e recupero della natura è necessario analizzare il territorio da un punto di vista dinamico, confrontando lo stato attuale con uno ideale. Quest'ultimo viene identificato con l'insieme degli ecosistemi che si svilupperebbero in un territorio se tutte le influenze antropiche cessassero immediatamente, raggiungendo subito la fase dinamica terminale.

A questo scopo questo studio si propone di identificare, caratterizzare e rappresentare gli ecosistemi potenziali dell'Emilia-Romagna. Il prodotto finale, la Carta degli Ecosistemi Naturali Potenziali, è una cartografia regionale a media scala (1:100.000), elaborata in ambiente GIS, che individua aree omogenee per caratteristiche biotiche e abiotiche attraverso l'*overlay analysis*.

La carta così prodotta permette di valutare lo stato del territorio, identificando quali ecosistemi siano rimasti in condizioni di naturalità, coerenti con il loro stato potenziale, e quali siano stati invece parzialmente o completamente sovvertiti dall'azione antropica. In questo modo essa rappresenta uno strumento prezioso utile per la programmazione e pianificazione territoriale e per indirizzare azioni di conservazione e ripristino.

Parole chiave

Ecosistemi potenziali; biodiversità; ripristino degli ecosistemi; analisi di sovrapposizione.

Abstract

EU Biodiversity Strategy for 2030 and the Regulation on Nature Restoration request Italy to face important environmental challenges. In order to properly address the actions required to protect and restore nature, it is necessary to analyse the territory from a dynamic perspective. This involves comparing the current state with an ideal state, in which human activity would cease immediately, and ecosystems would be able to develop and reach their terminal climax phase.

The aim of this study is to identify, characterise, and represent the potential natural ecosystems of Emilia-Romagna. The final product is the Map of Potential Natural Ecosystems, a medium-scale regional map (1:100,000) processed through overlay analysis in a GIS environment and representing homogeneous areas, identified according to their biotic and abiotic characteristics.

The map is useful for the interpretation of the regional territory, identifying which ecosystems remain consistent with their potential state, and therefore in a natural condition, and which have been partially or completely overturned by anthropogenic action. In this way it represents a valid tool for territorial planning and for directing ecosystem conservation and restoration actions.

Keywords

Potential ecosystems, biodiversity, ecosystem restoration, overlay analysis.

1. Introduzione

Gli obiettivi della strategia europea e nazionale per la Biodiversità per il 2030 (EU, 2020; Mite, 2022) pongono il nostro Paese davanti a importanti sfide a lungo termine, come quello di ampliare e rendere coerente la rete europea di aree protette, di ripristinare gli ecosistemi compromessi dall'attività umana, di adottare misure più efficaci per la *governance* e di migliorare le conoscenze sulla biodiversità. In questo contesto, conoscere come i sistemi ambientali siano distribuiti sul territorio, le loro caratteristiche e lo stato in cui si trovano, risulta fondamentale per compiere scelte consapevoli e corrette in ambito di programmazione e pianificazione territoriale, di conservazione e tutela della natura.

Per indirizzare correttamente le azioni di tutela e recupero ambientale è inoltre necessario analizzare il territorio da un punto di vista dinamico, confrontando lo stato attuale con uno ideale in cui non ci siano state trasformazioni prodotte dall'azione umana (Etter *et al.,* 2017).

L'Emilia-Romagna, situata al confine tra le regioni biogeografiche mediterranea e continentale, vanta una biodiversità straordinaria nel contesto italiano (Alessandrini, Bonafede, 1996; Besio *et al*., 2015). Tuttavia, la regione è anche altamente urbanizzata e industrializzata, con un'agricoltura molto sviluppata. I paesaggi e gli ecosistemi che la caratterizzano sono il risultato di un'interazione millenaria tra l'uomo e la natura, che ha portato al mantenimento di aree ad alta naturalità accanto a zone ampiamente influenzate dalle attività umane (Scalenghe *et al*., 2011; Smiraglia *et al*., 2015). Ciò crea un territorio complesso e contraddittorio, che rappresenta un'opportunità ideale per iniziative concrete volte alla tutela e al ripristino ambientale. Infatti, per essere sana e resiliente, una società deve garantire, sia all'uomo che alla natura, i giusti spazi e le funzioni necessarie per realizzare uno sviluppo sostenibile dei territori (Baker *et al*.,1997; Bossel, 1999).

Il principale scopo di questo studio è quello di identificare, caratterizzare e localizzare gli ecosistemi naturali potenziali presenti in Emilia-Romagna, laddove il concetto di ecosistema potenziale può essere definito, surrogando il concetto di vegetazione potenziale (Tuxen, 1956; Van der Maarel, Weshoff, 1973; Pedrotti, 2004), come l'ecosistema che si svilupperebbe in un territorio se tutte le influenze antropiche sul sito e nei suoi dintorni cessassero immediatamente, raggiungendo subito la fase dinamica terminale. Gli ecosistemi potenziali sono quindi ambienti ipotetici, distinguibili grazie alla combinazione delle condizioni climatiche, geologiche, pedologiche, morfologiche e biotiche attuali. Tale analisi, di conseguenza, si discosta dal grande filone delle scienze paleoambientali, a partire dalla paleoecologia (Zapolska *et al*., 2023), che ha come finalità quella di indagare l'ambiente presente prima dell'inizio dell'antropocene (Crutzen, 2006; Certini, Scalenghe, 2011; Ruddiman, 2013; Braje, Erlandson, 2013).

Negli anni sono state prodotte numerose cartografie della vegetazione potenziale a diverse scale: dal livello continentale fino a quello locale (Bohn *et al*., 2000; Neuhauslova, 2001; Kaiser, 2024; Orsomando *et al*., 1999; Pedrotti, 1981). Al contrario, le cartografie degli ecosistemi, sia reali che potenziali, non sono state mai ampiamente sviluppate e, ad oggi, risultano disponibili solo pochi lavori come la Carta degli Ecosistemi Mondiali (Sayre *et al*., 2020) o la Carta degli Ecosistemi Potenziali della Colombia (Etter et al, 2017). A livello Europeo e nazionale, le poche cartografie di ecosistemi reali disponibili (Maes *et al*., 2020; Blasi *et al*., 2021) derivano principalmente da aggregazioni geometriche e tipologiche di cartografie di copertura del suolo; questo si ripercuote sulle loro classificazioni che risultano incentrate principalmente sulle distribuzioni delle coperture biofisiche della superficie terrestre. Al contrario questo lavoro vuole proporre un approccio ecosistemico e multifattoriale per l'individuazione degli ecosistemi potenziali come aree omogenee sia per caratteristiche biotiche che abiotiche.

Lo studio è stato effettuato durante i lavori per la produzione della cartografia degli habitat di Carta della Natura in Emilia-Romagna (Amadei *et al*., 2004; Cardillo *et al*., 2021, Laureti, 2023). Ciò ha permesso di sviluppare un secondo filone dello studio riguardante la valutazione dello stato di qualità degli ecosistemi potenziali. Il rapporto tra gli ecosistemi e gli habitat è strettamente correlato (Zonneveld, 1989; Schindler, Scheuerell, 2002; Hong *et al*., 2004; Begon, Townsend, 2020) e, avendo a disposizione entrambe le cartografie, è stato possibile effettuare diverse considerazioni sulle condizioni, sulla stabilità e sulla funzionalità degli ecosistemi stessi.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

2. Metodologia

La Carta degli Ecosistemi Naturali Potenziali è stata ideata come una carta a media scala (1:100.000), continua, con una unità minima cartografabile (*Minimum Map Unit* - MMU) pari a 0.4 km^2 e un formato vettoriale poligonale.
La metodologia di produzione si basa sull'individuazione di aree omogenee in un territorio, sia per le caratteristiche biotiche (in particolare vegetazione), sia per le componenti abiotiche (aria, acqua, suolo), che le caratterizzano. L'insieme di questi fattori risulta determinante per la presenza e la caratterizzazione di un ecosistema potenziale (Odum, 1971).
Il processo prevede quindi inizialmente l'individuazione di porzioni di territorio omogenee sia per vegetazione che per caratteristiche morfologiche, climatiche ed edafiche locali. Queste variabili in una regione variano nelle due componenti spaziali: orizzontale e verticale. Ad esempio, il grado di salinità nelle acque superficiali diminuisce in maniera proporzionale all'aumentare della distanza dalla costa, mentre la temperatura media annuale diminuisce in maniera proporzionale all'aumentare dell'altitudine. Di conseguenza devono essere individuati intervalli spaziali con caratteristiche simili sia sul profilo altitudinale che latitudinale-longitudinale.
A seguito dell'individuazione delle aree omogenee, ad esse vengono assegnati i corretti ecosistemi potenziali capaci di instaurarsi in quella porzione di territorio. Essi risultano individuabili attraverso le formazioni naturali *climax* se attualmente presenti, oppure, nel caso di aree fortemente antropizzate, vengono desunti a partire dalle caratteristiche degli habitat naturali residui valutando la loro possibile evoluzione in base alle caratteristiche del territorio.
L'intero processo è implementato in ambito GIS (ESRI ArcGIS 10.5), utilizzando principalmente gli strumenti di *overlay analysis* (Bailey, 1988; Bonham-Carter, 1994; Chang, 2008; Wang *et al.*, 2015) su informazioni geospaziali già disponibili per il territorio preso in esame. Queste possono essere desunte da cartografie della vegetazione, del clima, geologiche o pedologiche e topografiche.

2.1 Distretti e piani altitudinali

La prima fase del processo consiste nella produzione di due cartografie funzionali all'individuazione degli ecosistemi potenziali, frutto della scomposizione delle componenti orizzontale e verticale delle caratteristiche ambientali prese in esame: la Carta dei distretti e la Carta dei piani altitudinali.

Vengono definiti *Distretti* porzioni di territorio omogenee con aspetti ambientali ed ecologici simili, quali il clima, le caratteristiche edafiche e i paesaggi vegetali.

I *Piani Altitudinali* rappresentano, invece, degli intervalli di quota che sono caratterizzati da una flora, una vegetazione e un'ecologia sostanzialmente omogenea; sono determinabili in base a caratteristiche topografiche, climatiche o vegetazionali. Sebbene la loro informazione spaziale sia bidimensionale, in quanto riprodotta su una cartografia vettoriale poligonale, esprimono un'informazione tipicamente altitudinale, in quanto rappresentano orizzonti altimetrici.

2.2 Ecosistemi potenziali

La sovrapposizione dei distretti con i piani altitudinali evidenzia delle porzioni di territorio caratteristiche in cui si instaurano ecosistemi ben specifici adattati a quelle condizioni topografiche e climatiche, definiti ecosistemi zonali. Essi possono essere ancora differenziati, in particolare nelle aree collinare e montane, in base a caratteristiche geomorfologiche (es. esposizione, pendenza, caratteristiche strutturali) che influiscono direttamente sulla disponibilità di acqua e sulla preferenza delle piante all'irradiazione solare (eliofilia-sciafilia). Si riconoscono, di norma, quindi due *facies*, una più arida ed una più umida, legate a sotto-caratteristiche geomorfologiche ma pur sempre correlate alle condizioni climatiche, edafiche ed altimetriche generali.
Oltre agli ecosistemi zonali, dipendenti dai distretti e dai piani, possiamo trovare gli ecosistemi azonali, extrazonali e intrazonali, in cui l'ecosistema potenziale che si instaura è indipendente dalla variabilità distretto/piano altitudinale.
L'ecosistema azonale si può sviluppare ovunque nel territorio perché i fattori che lo determinano sono così del tutto particolari che prevalgono sulle caratteristiche edafiche, climatiche ed altimetriche generali. Un esempio è rappresentato dagli ambienti legati alle acque correnti, dove la presenza del fiume crea un ecosistema potenziale caratterizzato dall'alveo (ad es. acqua corrente, greto, banchi sabbiosi) , dalla vegetazione riparia ad elofite, dai

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

cespuglieti e boschi ripariali, tutti indissolubilmente legati alla presenza del corso d'acqua stesso.
Gli ecosistemi extrazonali sono quelli che si sviluppano al di fuori della propria zona tipica in quanto legati ad uno specifico microclima. Un esempio è rappresentato dai boschi supramediterranei a leccio che si riscontrano in prossimità dei grandi laghi alpini. In questo caso sono i microclimi locali, influenzati dalle grandi masse d'acqua dei laghi, che permettono la presenza dell'ecosistema in territori a clima temperato naturalmente non idonei per questo ecosistema forestale.
Infine, gli ecosistemi intrazonali sono quelli che si innestano per particolari condizioni, ad esempio edafiche, all'interno di ecosistemi zonali. Un esempio è rappresentato da un affioramento ofiolitico che, a causa della presenza di metalli pesanti disciolti nel terreno e dell'elevata aridità superficiale, condiziona pesantemente i popolamenti vegetali che vi si sviluppano. Tali caratteristiche risultano così selettive da influenzare in maniera determinante l'ecosistema che vi si stabilisce; di conseguenza si può instaurare all'interno di qualsiasi distretto o piano altitudinale del territorio preso in esame.

3. La Carta degli ecosistemi potenziali dell'Emilia-Romagna

La regione Emilia-Romagna si sviluppa su 22.451 km^2 e i suoi limiti territoriali sono delimitati da elementi naturali ben definiti: è bagnata dal Mar Adriatico ad oriente; il limite settentrionale segue il corso del fiume Po; il confine meridionale invece coincide, per la maggior parte, con la linea spartiacque della dorsale appenninica. Dal punto di vista fisico la regione è quindi dominata da due sistemi principali che occupano estensioni simili: la Pianura Padana e il Sistema Appenninico (collinare-montano).
Le vallate appenniniche sono incise da numerosi fiumi e torrenti con andamento caratteristico da Sud-Ovest a Nord-Est. I fiumi emiliani che nascono sugli Appennini, per lo più a carattere torrentizio, sono affluenti di destra del Po; a partire dal Reno, invece sfociano direttamente in Mar Adriatico hanno anch'essi un carattere torrentizio e sono generalmente di minor lunghezza data la vicinanza della dorsale appenninica con la costa.
Il territorio regionale è caratterizzato da un clima temperato, con tratti subcontinentali nella zona più occidentale e con una piccola fascia subatlantica sopra i 900-1.000 m, nella zona montana e aspetti spiccatamente submediterranei nelle aree collinari più orientali e in quelle costiere.
Per poter individuare e valutare tutti i fattori che contribuiscono alla presenza degli ecosistemi sono state selezionate ed acquisite diverse cartografie regionali: la Carta fitoclimatica dell'Emilia-Romagna 1:500.000 (Ubaldi *et al.*, 1996), la Carta del paesaggio geologico dell'Emilia-Romagna (Bertolini *et al.*, 2009), l'Atlante climatico regionale (Marletto *et al.*, 2010), la Carta delle Aree forestali[1], la Carta dei suoli - 1:250.000 (Filippi, Sbarbati, 1994), il Digital Terrain Model (DTM)[2] a risoluzione di 20 metri, la Carta Topografica Regionale in scala 1:25:000 della Regione Emilia-Romagna, e l'ortofoto regionale AGEA 2011, con bande sia nel visibile che nell'infrarosso.

3.1 I distretti dell'Emilia-Romagna

L'analisi delle cartografie disponibili, con particolare attenzione alle caratteristiche fisiche e climatiche, ha permesso di individuare sette distretti sull'intero territorio regionale, tre di pianura e quattro appenninici (figura 1).
La pianura è stata divisa in: Pianura costiera, Pianura del Po, Pianura appenninica. La Pianura costiera è direttamente influenzata dalla deposizione dei sedimenti operata dal moto ondoso e dalle correnti marine; è caratterizzata da cordoni di sabbia paralleli alla linea di costa alternati ad aree acquitrinose salmastre o salate. La Pianura del Po coincide con la piana alluvionale del fiume e risulta stretta lungo il corso fluviale, allargandosi in prossimità del delta e creando zone acquitrinose dulciacquicole attualmente in gran parte bonificate. La Pianura appenninica è la piana alluvionale legata alle dinamiche dei fiumi e torrenti appenninici siano essi affluenti del Po o che sfocino direttamente nell'Adriatico.

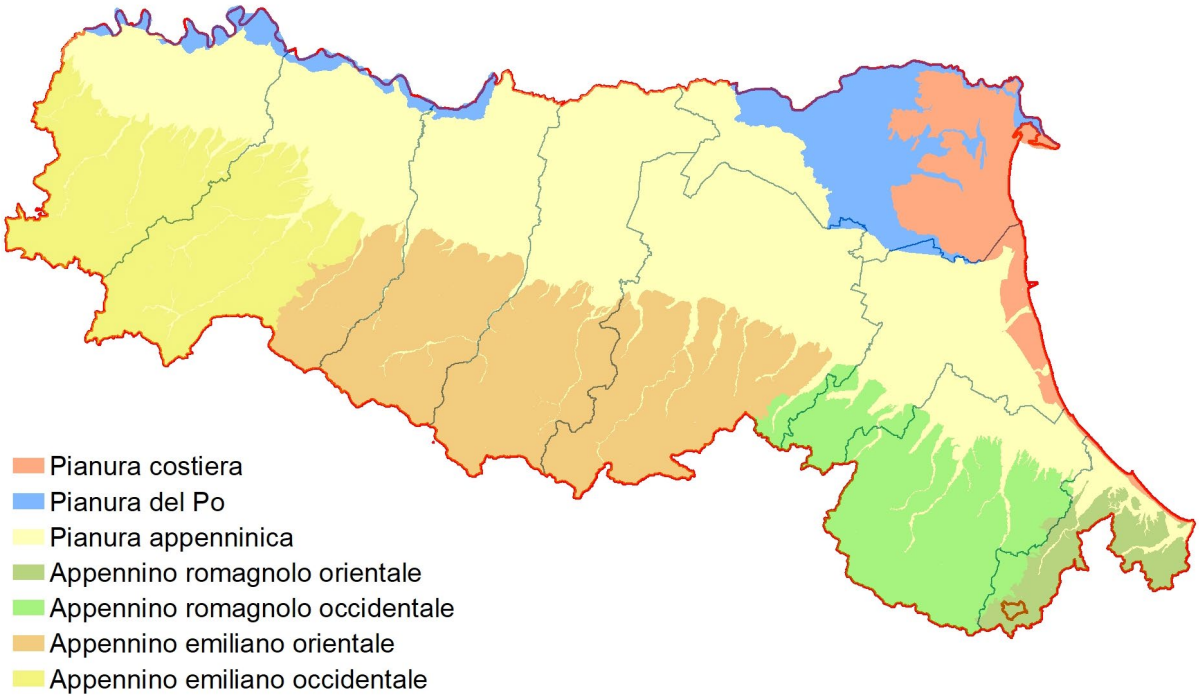
1 https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/dataset/aree-forestali-2014

2 http://wms.pcn.minambiente.it/ogc?map=/ms_ogc/WMS_v1.3/raster/DTM_20M.map&service=wms&request=getCapabilities&version=1.3.0

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Il territorio appenninico è stato suddiviso in quattro distretti, due per il territorio emiliano e due per quello romagnolo. Il limite tra queste macroaree coincide approssimativamente con la Valle del Torrente Sillaro. L'appenino romagnolo nella sua porzione orientale è caratterizzato da un elevato contingente di specie stenomediterranee, mentre quella occidentale si distingue per un clima subatlantico dovuto alle masse di aria umide provenienti dal vicino Mar Adriatico. In Emilia il contingente di specie termofile mediterranee diminuisce nettamente e viene compensato da una flora legata a climi temperati submediterranei. La presenza in Emilia orientale delle più alte vette del crinale appenninico e una esposizione prevalentemente settentrionale dei versanti crea condizioni climatiche subcontinentali con una flora ricca di specie mesofile e caratterizzata da diversi relitti glaciali presenti unicamente in questo settore appenninico. Nell'Emilia occidentale le condizioni diventano man mano più steppiche con impronta continentale e si assiste alla scomparsa delle specie termofile mediterranee (Ubaldi *et al.*, 1996; Bassi, Bassi, 2000; Alessandrini, Tosetti, 2001).

FIGURA 1 - Distretti dell'Emilia-Romagna.



FONTE: immagine prodotta dagli autori.

3.2 I piani altitudinali e le fasce dell'Emilia-Romagna

Il profilo altimetrico della regione, caratterizzato da quote che variano dal livello del mare fino ai 2.165 metri slm del Monte Cimone, è stato dapprima suddiviso in quattro piani altitudinali principali: basale, collinare, montano ed alpino; il piano basale è stato quindi ulteriormente frazionato in costiero, planiziale e fluviale andando a definire così sei piani altitudinali. Ogni piano è stato poi ulteriormente suddiviso in due fasce altimetriche: una inferiore ed una superiore, ad esclusione del piano basale fluviale che non prevede fasce e del basale costiero che è stato diviso in fascia interna ed esterna (tabella 1 e figura 2).

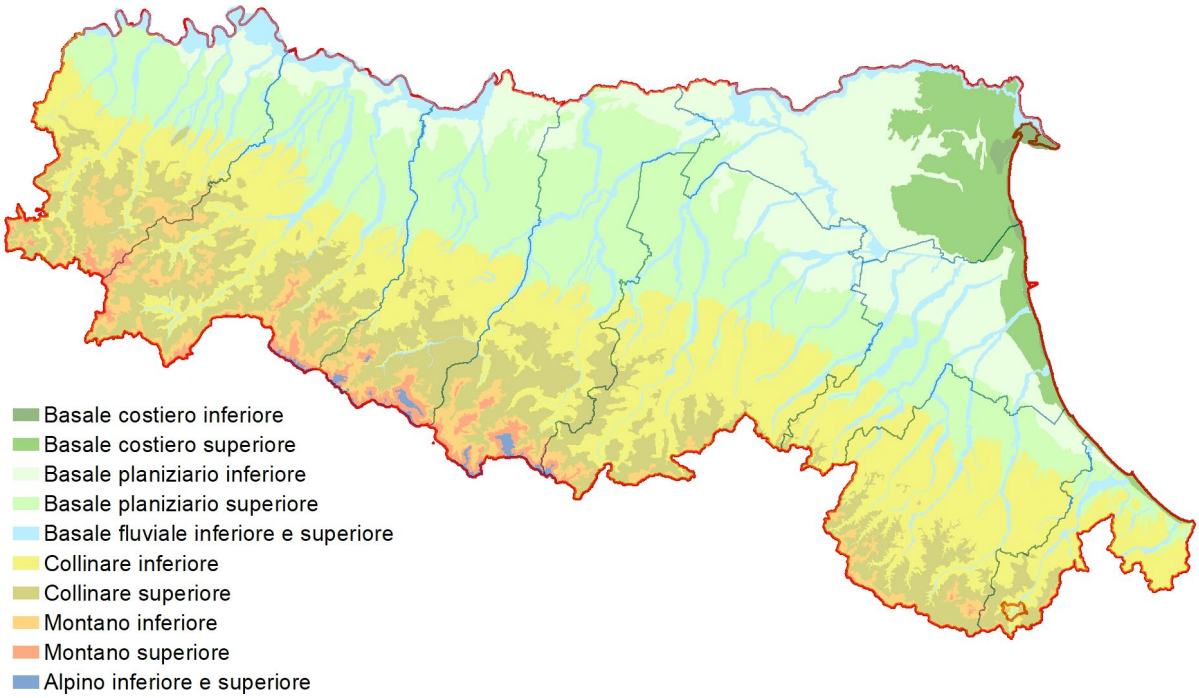
ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

TABELLA 1 - Piani altitudinali e fasce dell'Emilia-Romagna.

PIANO ALTITUDINALE	FASCIA	DESCRIZIONE
Basale costiero	Esterna	Litorale a ridosso della costa
	Interna	Area retrodunale comprendente le acque salmastre
Basale planiziale	Inferiore	Bassa pianura (aree depresse planiziali)
	Superiore	Alta pianura (aree dei terrazzi alluvionali)
Basale fluviale	-	Sistema fluviale comprendente l'alveo e le sponde adiacenti
Collinare	Inferiore	Area basso e medio collinare (≈ 200-600m s.l.m.)
	Superiore	Area alto collinare e submontana (≈ 600-900m s.l.m.)
Montano	Inferiore	Area basso montana (≈ 900-1300m s.l.m.)
	Superiore	Area alto montana (≈ 1300-1700m s.l.m.)
Alpino	Inferiore	Area subalpina
	Superiore	Area alpina

FONTE: tabella prodotta dagli autori.

FIGURA 2 - Piani altitudinali e Fasce dell'Emilia-Romagna.



FONTE: immagine prodotta dagli autori.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

3.3 Gli ecosistemi potenziali dell'Emilia-Romagna

Dalla sovrapposizione dei distretti, dei piani, delle fasce, e delle *facies*, sono stati individuati gli ecosistemi zonali. Attraverso l'utilizzo di ortofoto e della carta tecnica regionale sono stati evidenziati gli ecosistemi azonali. L'impiego della Carta del paesaggio geologico dell'Emilia-Romagna ha permesso infine di individuare gli ecosistemi intrazonali.

La Carta degli ecosistemi potenziali naturali dell'Emilia-Romagna ha evidenziato quindi un totale di 31 ecosistemi potenziali, rappresentati in 664 *patches* (figura 3).
Gli ecosistemi naturali potenziali così individuati, sono stati successivamente raggruppati in dieci macrocategorie (tabella 2).
Tutte le aree sono state validate attraverso dati bibliografici e fotointerpretazione. Infine, i confini dei poligoni sono stati modellati in coerenza con la scala cartografica della carta.

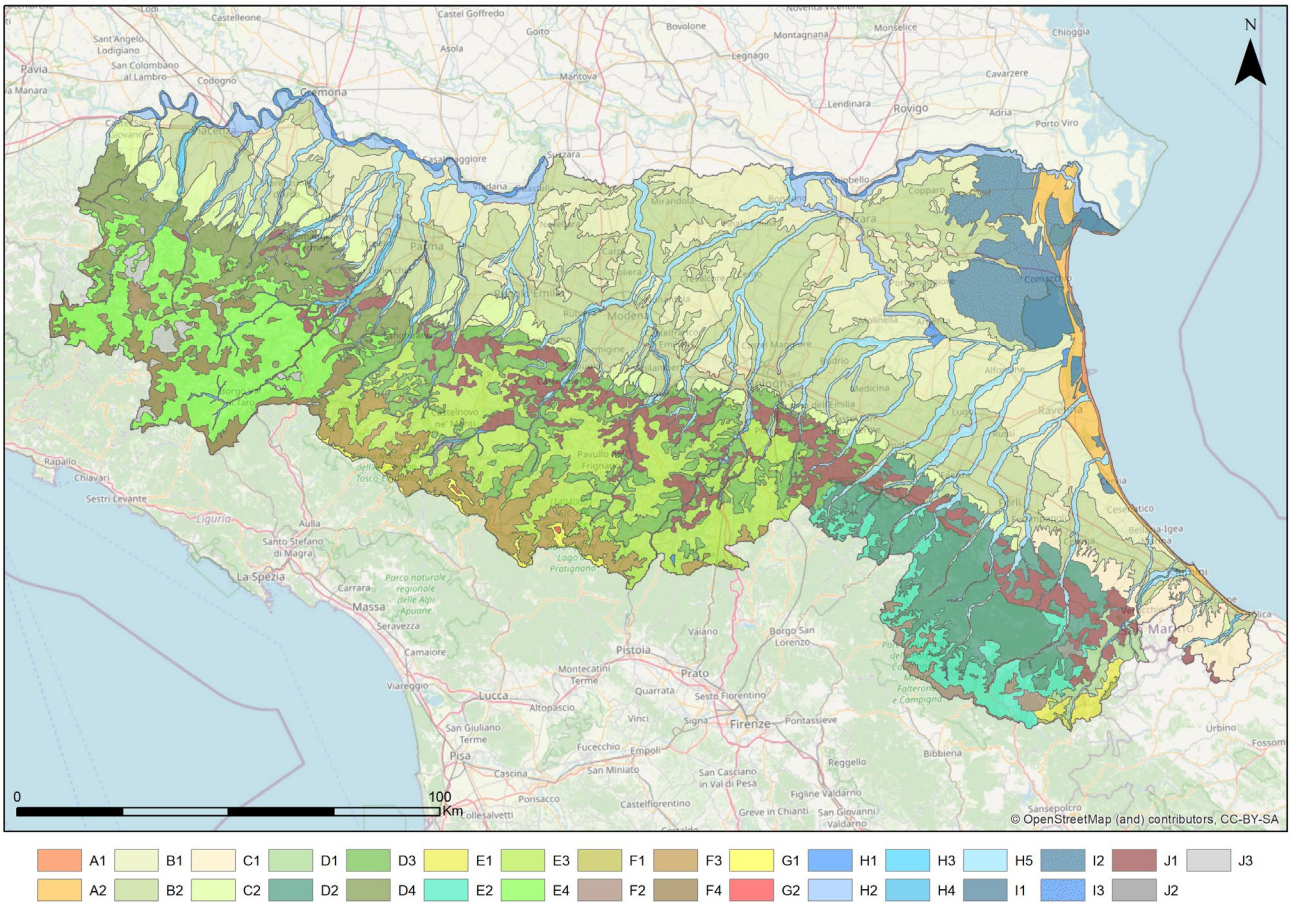
TABELLA 2 - Ecosistemi potenziali dell'Emilia-Romagna.

MACROCATEGORIA		ECOSISTEMA	
A	Dune e boschi mediterraneo costieri	A1	Spiagge e dune
		A2	Boschi retrodunali termofili o igrofili
B	Boschi e foreste della pianura alluvionale	B1	Boschi planiziali umidi e palustri
		B2	Boschi planiziali mesofili
C	Boschi submediterranei dei primi colli	C1	Boschi misti su substrati calcarei dell'alta pianura e delle prime colline
		C2	Boschi misti su substrati acidofili dell'alta pianura e delle prime colline
D	Boschi submediterranei termofili	D1	Boschi submediterranei termofili delle colline romagnole orientali
		D2	Boschi submediterranei termofili delle colline romagnole occidentali
		D3	Boschi submediterranei termofili delle colline emiliane orientali
		D4	Boschi submediterranei termofili delle colline emiliane occidentali
E	Boschi submediterranei mesofili	E1	Boschi submediterranei mesofili delle colline romagnole orientali
		E2	Boschi submediterranei mesofili delle colline romagnole occidentali
		E3	Boschi submediterranei mesofili delle colline emiliane orientali
		E4	Boschi submediterranei mesofili delle colline emiliane occidentali
F	Boschi temperati	F1	Boschi temperati dell'Appennino romagnolo orientale
		F2	Boschi temperati dell'Appennino romagnolo occidentale
		F3	Boschi temperati dell'Appennino emiliano orientale
		F4	Boschi temperati dell'Appennino emiliano occidentale
G	Praterie e brughiere alpine	G1	Brughiere subalpine dell'Appennino settentrionale
		G2	Praterie primarie alpine dell'Appennino settentrionale
H	Alvei e boschi ripariali	H1	Alveo del Po
		H2	Boschi e ambienti umidi ripariali del fiume Po
		H3	Alvei dei fiumi e torrenti appenninici nel tratto planiziale
		H4	Alvei dei fiumi e torrenti appenninici nel tratto collinare
		H5	Boschi e ambienti umidi ripariali dei fiumi e torrenti appenninici
I	Acque dolci e salmastre	I1	Acque salate, salmastre e vegetazione alofila
		I2	Paludi e valli salmastre
		I3	Acque dolci e relativa vegetazione
J	Aree rupestri e detritiche	J1	Calanchi
		J2	Affioramenti gessosi
		J3	Affioramenti ofiolitici

FONTE: Rapporti ISPRA 354/2021 (Cardillo *et al.*, 2021).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 3 - Carta degli Ecosistemi Potenziali dell'Emilia-Romagna.



FONTE: Rapporti ISPRA 354/2021 (Cardillo *et al.*, 2021).

3.4 Descrizione degli ecosistemi potenziali dell'Emilia-Romagna

A1 - Spiagge e dune

Ecosistema litorale caratterizzato da spiagge e dune progressivamente vegetate da formazioni erbacee, arbustive e forestali allontanandosi gradualmente dalla linea di costa. L'ecosistema si sviluppa su sedimenti sabbiosi, più o meno consolidati, alternati ad argille e limi pressoché in piano o con dislivelli dell'ordine massimo di qualche metro. Le spiagge sabbiose risultano prive di vegetazione nella loro porzione interessata dalle maree, successivamente parzialmente vegetate da specie pioniere (*Cakile maritima, Atriplex prostrata, Eryngium maritimum*). L'azione congiunta del vento e dell'aerosol marino produce una caratteristica sequenza di dune embrionali caratterizzate dalla presenza di *Thinopyrum junceum*, *Calystegia soldanella* e *Medicago marina*; dune bianche a *Ammophila arenaria*, dune consolidate ricoperte da vegetazione psammofila; depressioni interdunali; arbusteti, ginepreti, macchie e prati retrodunali spesso a contatto con boschi su cordoni dunali caratterizzati dalla presenza del leccio (*Quercus ilex*) e di pini mediterranei (*Pinus pinea*, *Pinus pinaster*). Lungo le spiagge e sulle prime dune nidificano la beccaccia di mare (*Haematopus ostralegus*), il fratino (*Charadrius alexandrinus*), il fraticello (*Sternula albifrons*) e depone le sue uova la tartaruga comune (*Caretta caretta*).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

A2 - Boschi retrodunali termofili o igrofili

Ecosistema forestale retrodunale che si sviluppa su dune fossili caratterizzate da un susseguirsi, per lo più parallelo alla costa, di zone depresse ed aree sopraelevate. La consistenza dei suoli, per lo più composti di sabbie crea ambienti aridi nelle zone sopraelevate dove domina *Quercus ilex* consociato con querce caducifoglie (*Quercus pubescens*) e pini mediterranei. Nelle aree depresse si accumulano strati di argilla sopra le sabbie creando condizioni di ristagno parziale d'acqua, che in funzione del contenuto dei sali disciolti può evolvere verso diverse formazioni. Nel caso prevalgano acque salmastre si formeranno ambienti prativi dominati da giunchi (*Juncus acutus*, *Juncus maritimus*) alternati a canneti (*Phragmites australis*, *Erianthus ravennae*) o alofili. Nel caso prevalgano le acque dolci è più probabile la comparsa di boschi con *Quercus robur*, *Ulmus minor*, *Populus alba*, *Carpinus orientalis* e *Carpinus betulus*.

B1 - Boschi planiziali umidi e palustri

Ecosistema forestale caratterizzato da un susseguirsi di boschi umidi, palustri ed acque stagnanti. Diffuso nelle aree alluvionali della pianura padana inondate regolarmente e dove la falda freatica si trova in prossimità della superficie, su suoli formati da materiali fini di solito impermeabili o poco permeabili. Boschi misti, riferibili alla classe dei querco-ulmeti, sono caratterizzati dalla compresenza di *Ulmus minor*, *Quercus robur*, *Populus alba* e *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*. In prossimità dei corsi d'acqua prevalgono *Populus nigra* e *Salix alba*; su suoli prettamente idromorfi scompare la farnia che viene sostituita da specie più adattate a queste condizioni quali: A*lnus glutinosa*, *Salix cinerea*, *Frangula alnus*. Negli stagni e nelle aree palustri possono instaurarsi importanti formazioni di elofite ed idrofite. Specie faunistiche caratteristiche dell'ecosistema sono: la rana di Lataste (*Rana latastei*), la testuggine palustre europea (*Emys orbicularis*), il mignattaio (*Plegadis falcinellus*).

B2 - Boschi planiziali mesofili

Ecosistema forestale caratterizzato da specie temperate continentali a gravitazione europea. Boschi misti, riferibili alla classe dei querco-carpineti, caratterizzati dalla compresenza di *Quercus robur* e *Carpinus betulus* a cui si associano molte altre entità localmente dominanti. Si sviluppano sui terrazzi padani contraddistinti da suoli alluvionali profondi, drenanti ma comunque provvisti di acqua durante l'intero ciclo vegetazionale. Nello strato arboreo possono essere presenti: *Quercus petraea, Q. cerris* e *Castanea sativa*; mentre nello strato arbustivo: *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Rubus ulmifolius, R. caesius*, *Cornus sanguinea* e *Sambucus nigra*.

C1 - Boschi misti su substrati calcarei dell'alta pianura e delle prime colline

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza di *Quercus pubescens*. Boschi xerotermofili, radi e su suoli poveri e primitivi, in cui la roverella occupa anche i versanti settentrionali delle colline e non viene sostituita da specie più mesofile come avviene nella maggior parte degli altri ambiti regionali. La struttura a boscaglia aperta favorisce la presenza di ginestreti (*Spartium junceum*), macchie, garighe e prati aridi.

C2 - Boschi misti su substrati acidofili dell'alta pianura e delle prime colline

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza di querce. Boschi che si sviluppano su suoli acidificati dominati da: *Quercus petraea*, *Quercus robur* e *Quercus cerris*; alle querce spesso si accompagna *Castanea sativa*. Nel sottobosco e sull'orlo forestale possono svilupparsi, localmente estese, formazioni a *Pteridium aquilinum*, più raramente ad *Erica arborea*, a *Spartium junceum* nelle situazioni più xeriche, a *Juniperus communis* e *Cytisus sessilifolius* in situazioni più mesiche.

D1 - Boschi submediterranei termofili delle colline romagnole orientali

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza di *Quercus pubescens* su suoli calcarei o moderatamente alcalini, a tessitura media o fine con buona disponibilità di ossigeno. Boschi termofili, talora aperti, spesso misti in cui insieme alla roverella si associano altre specie quali *Fraxinus ornus*, *Prunus avium*, *Acer campestre*. Nello strato arbustivo sono frequenti *Cytisus sessilifolius*, *Juniperus communis* e *Cornus sanguinea* nelle condizioni più umide, mentre *Spartium junceum* in quelle più aride.

D2 - Boschi submediterranei termofili delle colline romagnole occidentali

Ecosistema forestale caratterizzato dalla codominanza di *Quercus pubescens* e *Ostrya carpinifolia*. Si instaura

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

su pendii ripidi costituiti da suoli che possono variare da superficiali a profondi, da calcarei a moderatamente alcalini. Si tratta di boschi termofili, talora aperti, spesso dominati dal carpino nero con presenza significativa, localmente abbondante e dominante, di roverella; altre specie frequenti sono *Fraxinus ornus* e *Acer campestre*. Nelle radure e lungo gli orli dei boschi sono frequenti nello strato arbustivo *Spartium junceum*, *Juniperus communis* e localmente in particolari condizioni di aridità su suoli acidi *Juniperus oxycedrus*.

D3 - Boschi submediterranei termofili
delle colline emiliane orientali

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza di *Quercus pubescens*. Boschi e boscaglie termofile, spesso aperte, in cui alla roverella si accompagnano frequentemente *Fraxinus ornus*, *Acer campestre* e *Quercus cerris*, più raramente *Ostya carpinifolia*, *Sorbus domestica* e *Prunus avium*. Formazioni steppiche continentali con poche specie mediterranee d'accompagno; il sottobosco è caratterizzato dalla presenza *Juniperus communis*, *Cytisophyllum sessilifolium* e *Crataegus monogyna*. Si sviluppano principalmente su esposizioni meridionali, su pendii ripidi con suoli calcarei o moderatamente alcalini a tessitura media, poco profondi e localmente superficiali. Questo ecosistema, nel medio Appennino tra le provincie di Parma e Bologna, è caratterizzato dalla presenza di diverse pinete relitte a *Pinus sylvestris* in cui il pino si consocia con latifoglie in formazioni steppiche aperte.

D4 - Boschi submediterranei termofili
delle colline emiliane occidentali

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza di *Quercus pubescens*. Si sviluppa in boschi e boscaglie steppici puri o misti con *Quercus cerris*, con impronta continentale, caratterizzati dalla presenza di *Cotinus coggygria*, in cui sono completamente assenti specie termofile mediterranee. Si instaura preferibilmente su pendii ripidi, con suoli pietrosi, calcarei o moderatamente alcalini è un ecosistema che si struttura quasi esclusivamente su versanti con esposizioni meridionali e con buona insolazione.

E1 - Boschi submediterranei mesofili
delle colline romagnole orientali

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza di *Quercus cerris*. Boschi rigogliosi su suoli profondi ed acidi che si sviluppano in ambito submontano in aree poco acclivi o sub-pianeggianti. Possono essere frequenti in questi boschi *Ostrya carpinifolia* e *Acer campestre*, localmente anche abbondanti, mentre risulta sporadico e localizzato il *Carpinus betulus*.

E2 - Boschi submediterranei mesofili
delle colline romagnole occidentali

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza o codominanza di *Quercus cerris*, *Ostrya carpinifolia* e *Castanea sativa* a cui si associano *Fraxinus ornius*, *Acer campestre* e *Prunus avium*. Boschi freschi, rigogliosi e compatti di notevoli dimensioni che si sviluppano su versanti frequentemente molto ripidi, con suoli profondi o molto profondi, acidi (localmente alcalini), a tessitura media.

E3 - Boschi submediterranei mesofili
delle colline emiliane orientali

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza o codominanza di *Quercus cerris*, *Quercus petraea* e *Castanea sativa*. Boschi lussureggianti su versanti poco ripidi con suoli molto profondi, da acidi a neutri a tessitura media o fine. Sottobosco costituito da specie acidofile quali *Pteridium aquilinum*, *Calluna vulgaris* e *Erica* spp.. Il clima freddo e piovoso permette, nella fascia submontana del distretto a contatto con i boschi temperati, la diffusione di boschi umidi *Alnus incana*.

E4 - Boschi submediterranei mesofili
delle colline emiliane occidentali

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza di *Quercus cerris* od *Ostrya carpinifolia*. Boschi freschi per lo più diffusi su versanti settentrionali caratterizzati dalla dominanza del cerro su versanti poco pendenti con suoli profondi, moderatamente alcalini o neutri della collina, e dalla dominanza del carpino nero su suoli calcarei, superficiali e pietrosi in condizioni orografiche di pendenze elevate soprattutto nell'ambito submontano.

F1 - Boschi temperati dell'Appennino
romagnolo orientale

Ecosistema forestale caratterizzato dalla codominanza di *Fagus sylvatica* con altre essenze. Faggete miste con abbondanza di *Acer platanoides* e *Quercus*

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

cerris, caratterizzate da versanti con pendenze dolci e suoli profondi, a quote massime intorno ai 1300 metri slm (per questo è presente solamente l'orizzonte basso montano). È l'ambito più termofilo di tutto il territorio regionale per quanto concerne i boschi temperati in cui è possibile riscontrare formazioni di faggio su rupi ad esposizione settentrionale in prossimità di leccete supramediterranee.

F2 - Boschi temperati dell'Appennino romagnolo occidentale

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza di *Fagus sylvatica*. Nell'orizzonte montano inferiore alle quote più basse, su suoli debolmente acidi e su pendii ripidi, il faggio forma consociazioni con *Acer platanoides, A. opalus, A. pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Ostrya carpinifolia*, *Ulmus glabra* e *Sambucus nigra*. Alle quote più alte, data l'elevata umidità, proveniente dalla vicinanza con la costa adriatica, si hanno condizioni pseudo-oceaniche, qui il faggio si accompagna con *Abies alba*,. Nell'orizzonte montano superiore il faggio diventa dominante fino a formare boschi pressoché puri che si instaurano su suoli profondi fortemente acidi in condizioni microtermiche; lo strato arbustivo è assente o poco consistente.

F3 - Boschi temperati dell'Appennino emiliano orientale

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza di *Fagus sylvatica*. Nell'orizzonte montano inferiore le faggete si sviluppano in consorzi misti con *Quercus cerris*, *Ostrya carpinifolia*, *Prunus avium*, *Populus tremula*. Su terreni profondi da neutri a fortemente acidi al faggio si accompagna frequentemente *Castanea sativa*. Nel piano montano superiore questi boschi si sviluppano su substrati prevalentemente arenacei su suoli acidi, più o meno profondi e ripidi. *Fagus sylvatica* è la specie che domina nettamente lo strato arboreo, talvolta risulta mista a conifere (A*bies alba*) creando boschi di impronta boreale, ciò trova oggettiva corrispondenza nell'assetto climatico di questo settore di appennino, che mostra una diffusa continentalità termica e precipitazioni abbondanti; al faggio possono associarsi *Sorbus aucuparia* e *Acer pseudoplatanus*. A conferma del microclima tipicamente continentale, in questi boschi si rinvengono sporadici e localizzati individui naturali di *Picea abies*. Lo strato arbustivo si presenta molto povero. Questo ecosistema si caratterizza anche per un cospicuo numero di piccoli laghi glaciali, torbiere e zone umide che racchiudono una elevata biodiversità.

F4 - Boschi temperati dell'Appennino emiliano occidentale

Ecosistema forestale caratterizzato dalla dominanza di *Fagus sylvatica*. Nell'orizzonte montano inferiore, su pendii ripidi con suoli profondi da neutri a debolmente acidi, le faggete risultano miste, spesso codominate da *Acer pseudoplatanus* e *A. campestre*. Lo strato arbustivo risulta particolarmente povero, solo *Corylus avellana* è presente con una certa frequenza. Nel piano alto montano, su versanti ripidi con suoli profondi e acidi, il faggio diviene nettamente dominante; ad esso sporadicamente si possono associare *Sorbus aucuparia, S. aria* e *Acer pseudoplatanus*. Al limite superiore della fascia silvatica, su suoli primitivi e con elevata roccia affiorante, i popolamenti di faggio divengono pionieri, frammisti, o spesso dominati, da *Pinus mugo* subsp. *uncinata* e *Abies alba*.

G1 - Brughiere subalpine dell'Appennino settentrionale

Ecosistema di brughiera subalpina, situato nella fascia suprasilvatica, caratterizzato dalla presenza di arbusti prostrati compatti, continui e bassi, tra cui il più frequente risulta essere *Vaccinium myrtillus*. Il vaccinieto, al di sopra del limite degli alberi, rappresenta il massimo stadio evolutivo possibile su versanti molto ripidi con suoli superficiali, da acidi a fortemente acidi, con buona disponibilità idrica e innevamento prolungato. A *Vaccinium myrtillus* si accompagnano altre specie di brughiera tra cui: *Vaccinium uliginosum* subsp. *microphyllum*, *V. vitis-idaea*, *Empetrum hermaphroditum* e *Juniperus communis* nella sua forma prostrata.

G2 - Praterie primarie alpine dell'Appennino settentrionale

Ecosistema di praterie primarie intervallate da affioramenti rocciosi e accumuli detritici nel piano alpino. In funzione delle caratteristiche e profondità del suolo possono instaurarsi diverse comunità vegetali formando praterie più o meno continue. Su substrati poveri di calcare, su rocce arenacee, si sviluppano praterie chiuse dominate o codominate da *Nardus stricta*, *Brachypodium genuense* e *Festuca paniculata*. In prossimità delle creste sommitali delle cime più elevate, su

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

suoli iniziali e discontinui, diventano frequenti *Trifolium alpinum*, *Silene acualis* subsp. *exscapa* e *Festuca riccerii*. Su suoli marnosi ricchi di basi e profondi dominano *Festuca puccinelli* e *Anemome narcissiflora*. Specie faunistiche caratteristiche dell'ecosistema sono: l'arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*), lo spioncello (*Anthus spinoletta*) e il sordone (*Prunella collaris*).

H1 - Alveo del Po

Ecosistema fluviale di tipo lineare che segue il corso del Fiume Po. La maggior parte della superficie è occupata da ambienti lotici di acque correnti, effimeri e mutevoli in quanto legati al regime del fiume e quindi sottoposti ai cambiamenti stagionali della sua portata; si tratta di un susseguirsi di acque correnti, banchi di sabbia, limi e fanghi, laghetti temporanei, isole con vegetazione ripariale. Il corso d'acqua, che scorre nella pianura alluvionale, risulta strutturato in meandri molto sinuosi dovuti a fenomeni erosivi e di accumulo di sedimenti. Nelle acque di questo ecosistema possiamo ritrovare il persico sole (*Lepomis gibbosus*) ed il pesce gatto (*Ameiurus melas*).

H2 - Boschi e ambienti umidi ripariali del fiume Po

Ecosistema forestale palustre caratterizzato da estesi boschi alternati ad aree lacustri e palustri di acqua dolce. Si sviluppa nelle aree golenali e nella pianura alluvionale del Po, che sono caratterizzate da un apporto di acque e sedimenti del fiume durante le piene maggiori. Per questo motivo si instaura un intricato mosaico di boschi palustri e ripariali e di aree lacustri anche soggette a disseccamento stagionale. I boschi sono dominati da *Populus alba, P. nigra* e *Salix alba* nelle aree in cui il ristagno d'acqua è temporaneo, da *Alnus glutinosa* e *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* dove il ristagno è continuativo. Nelle aree lacustri e palustri possono formarsi estese comunità di elofite (*Phragmites australis, Scirpus lacustris, Typha* spp.) ed idrofite. Nelle aree soggette a frequente sommersione prevalgono associazioni erbacee igro-nitrofile.

H3 - Alvei dei fiumi e torrenti appenninici nel tratto planiziale

Ecosistema fluviale di tipo lineare che segue il corso dei torrenti e fiumi appenninici nel loro tratto di pianura. L'alveo generalmente è di notevoli dimensioni a causa del regime torrentizio, con piene primaverili importanti, e risulta composto principalmente da ghiaie e ciottoli, ma presenta anche banchi di materiali più fini che tendono a depositarsi dove la velocità delle acque diventa minore. I salici arbustivi (*Salix triandra, S. elaeagnos, S. purpurea*) sono gli arbusti pionieri che si instaurano su alluvioni grossolane. Nei terrazzi invasi saltuariamente dalle acque sono presenti praterie più o meno aperte, da aride a semi-mesofile, appartenenti alla classe *Festuco-Brometea*. Lungo le sponde su suoli limo-argillosi si sviluppano boschetti ripariali in cui dominano *Salix alba* e *Populus nigra*. Lungo i greti e nelle isolette circoscritte dal corso d'acqua nidificano l'occhione (*Burhinus oedicnemus*) e la sterna comune (*Sterna hirundo*); nelle acque dei fiumi e torrenti sono presenti il barbo canino (*Barbus meridionalis*), la lasca (*Chondrostoma genei*) e il cavedano (*Leuciscus cephalus*).

H4 - Alvei dei fiumi e torrenti appenninici nel tratto collinare

Ecosistema fluviale di tipo lineare che segue il corso dei torrenti e dei fiumi appenninici nel loro tratto collinare. Alvei ciottolosi e ghiaiosi, generalmente più contenuti rispetto a quelli di pianura, sono caratterizzati da mantelli di *Salix purpurea, S. triandra e S. elaeagnos* e boschi igrofili delle anse ed isole sedimentarie (*Alnus glutinosa, Populus nigra e Salix alba*). Nelle acque fresche e limpide vive la trota fario (*Salmo trutta*), mentre nei tratti submontani e montani fa la sua comparsa il merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*).

H5 - Boschi e ambienti umidi ripariali dei fiumi e torrenti appenninici

Ecosistema forestale palustre caratterizzato da estesi boschi alternati ad aree lacustri e palustri di acqua dolce. Sono le aree a ridosso dell'alveo interessate dalle piene, quindi più umide, dove si sviluppano estesi boschi dominati da *Populus nigra, P. alba* e *Salix alba*; mentre *Quercus robur*, *Ulmus minor* e *Sambucus nigra* occupano le zone più asciutte. Nelle aree dove permane per lunghi periodi un ristagno d'acqua prevale *Alnus glutinosa*. Nelle aree lacustri e palustri possono formarsi estese comunità di elofite (*Phragmites australis, Scirpus lacustris, Typha* spp.) ed idrofite. Nelle aree soggette a frequente sommersione dominano associazioni erbacee igro-nitrofile.

I1 - Acque salate, salmastre e vegetazione alofila

Ecosistema lagunare e delle aree salmastre. La maggior parte della superficie è occupata da acque salmastre delle

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

lagune, dei laghi costieri e delle valli. Lungo le loro sponde e nelle aree in cui l'acqua è poco profonda si instaurano, su fanghi o argille, praterie di specie pioniere annuali (*Salicornia veneta, Suaeda maritima*) o perenni (*Spartina maritima, Juncus acutus, J. maritimus*) in funzione del prolungarsi del periodo di inondamento. In ambienti salmastri lagunari, con periodi di aridità estiva, prevalgono arbusteti fitti di salicornie perenni (*Arthrocnemum fruticosum, Halimione portulacoides*). Questo è l'ambiente di nidificazione scelto da un nutrito gruppo di uccelli, tra cui la pettegola (*Tringa totanus*), il cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*), l'avocetta (*Recurvirostra avosetta*), il fenicottero (*Phoenicopterus roseus*). Nelle acque salmastre passano fasi importanti del loro ciclo vitale l'anguilla (*Anguilla anguilla*), il cefalo (*Mugil cephalus*), la spigola (*Dicentrarchus labrax*) e l'orata (*Sparus aurata*).

I2 - Paludi e valli salmastre

Ecosistema palustre salmastro instaurato su vaste aree sotto il livello del mare all'interno del Delta del Po. Territori caratterizzati da un susseguirsi di aree emerse e specchi d'acqua a differente salinità. L'afflusso di acqua dolce, proveniente dal Po, e salata, che risale in ambito terrestre durante le grandi maree attraverso canali ed estuari, crea condizioni mutevoli nel tempo, che favoriscono l'instaurarsi di ambienti ricchissimi di vita con una flora e una fauna specializzate.

I3 - Acque dolci e relativa vegetazione

Ecosistema lacustre d'acqua dolce. Ambiente azonale costituito da acque dolci, più o meno profonde, presenti in tutti i piani altitudinali. Le acque possono essere o prive di vegetazione o popolate da idrofite, natanti o radicate, totalmente o parzialmente sommerse. Le sponde possono essere occupate da elofite (*Phragmites australis, Typha* spp., *Scirpus* spp.) o da praterie allagate afferenti al *Magnocaricion*. Nelle acque nuotano il luccio (*Esox lucius*), la carpa (*Cyprinus carpio*), la tinca (*Tinca tinca*); nei fanghi limitrofi alle aree umide della Pianura Padana vive il pelobate fosco (*Pelobates fuscus*).

J1 - Calanchi

Ecosistema aperto caratterizzato da aree ad erosione accelerata intervallate da praterie, arbusteti e piccole boscaglie. Si instaura su suoli ad elevata pendenza, argillosi con poca disponibilità di ossigeno. Le argille affioranti sono un ambiente inospitale per la vegetazione a causa dell'instabilità del terreno, della sua ricchezza in sali e dei lunghi periodi di aridità estiva. Vengono quindi occupate per lo più da praterie pioniere a sviluppo primaverile e disseccamento estivo ricche in terofite. Intorno si formano praterie aperte in cui localmente possono essere dominanti da *Sulla coronaria* o *Elymus repens*. Alla base dei pendii o negli impluvi, in zone dove in alcuni periodi può perdurare un ristagno delle acque superficiali, sono frequenti nello strato arboreo *Ulmus minor*, *Salix caprea* e *S. alba*. Nelle zone marginali e negli incolti abbandonati a ridosso dei calanchi si sviluppano arbusteti radi e pionieri a *Rosa canina*, *Crataegus monogyna* e *Prunus spinosa* o fitti cespuglieti *Spartium junceum*, che hanno un importante funzione di stabilizzazione dei terreni. Dai boschi limitrofi possono fare la comparsa nelle aree calanchive anche individui isolati o piccole boscaglie di ornielli e roverelle.

J2 - Affioramenti gessosi

Ecosistema rupestre caratterizzato da affioramenti evaporitici a gessi. Ampi affioramenti gessosi sono presenti in regione nell'alta valle del Secchia (Gessi Triasssici) e lungo la dorsale preappenninca tra Bologna e Faenza (Vena del gesso). Questi affioramenti si caratterizzano per un paesaggio peculiare in cui i banchi gessosi di notevoli dimensioni si elevano rispetto alle colline circostanti. La forte permeabilità di questa roccia favorisce la penetrazione dell'acqua in profondità attraverso inghiottitoi e doline, sviluppando, di norma, importanti cunicoli e grotte sotterranee. L'aridità superficiale del suolo favorisce un alternarsi di aree aperte (prati e garighe), arbustive e boschive. I prati aridi, gli affioramenti di gesso e le garighe sono caratterizzati da una vegetazione adattata alle particolari condizioni ambientali, composta da muschi, licheni e piante erbacee, spesso ricca di endemismi. In Romagna, lungo i versanti caldi ad esposizione meridionale, accanto a ginestreti e ginepreti, crescono specie tipicamente mediterranee come *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia* e *Pistacia terebinthus*, alternati a boscaglie con *Quercus pubescens*, *Fraxinus ornus* e *Acer monspessulanum*. Nei versanti settentrionali più freschi, prevalgono, invece, boschi misti con *Quercus pubescens*, *Quercus cerris*, *Ostrya carpinifolia* e *Acer campestre*. In Emilia, nei querceti dei versanti meridionali compare *Pinus sylvestris*; nei versanti settentrionali crescono boschi, non particolarmente strutturati, di carpino nero e castagno.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

J3 - Affioramenti ofiolitici

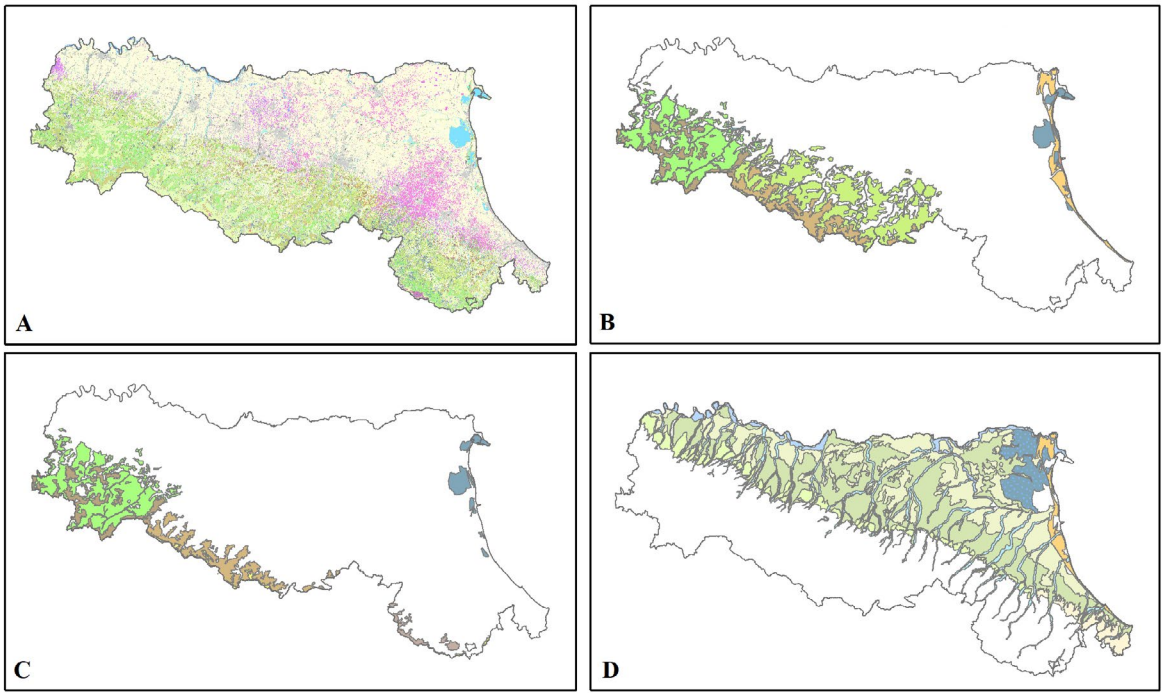
Ecosistema rupestre caratterizzato da affioramenti di serpentini. Ampiamente diffusi nell'Emilia occidentale, gli affioramenti di ofioliti creano un ambiente del tutto particolare con ampie zone rocciose e detritiche, steppe, garighe, praterie aride discontinue, aree arbustive e boscate. I suoli che derivano dalle rocce ofiolitiche hanno una caratteristica composizione ricca in metalli pesanti che seleziona una flora del tutto particolare adattata a queste condizioni, spesso composta da specie endemiche e rare. Tra gli arbusti che si instaurano a margine delle steppe e garighe il più diffuso è il *Juniperus communis*, mentre caratterizzante risulta *Genista desoleana*; gli alberi sono rari, spesso con individui isolati e contorti di *Sorbus aria* e *Fraxinus ornus*.

4. Risultati e discussione

Dall'osservazione della carta emerge come le foreste rappresentino l'ecosistema potenzialmente dominante sul territorio regionale, coprendone la maggior parte della superficie. Le ampie formazioni boschive individuate mostrano diversi livelli di dominanza, in base alle caratteristiche ecologiche locali, e si alternano in maniera quasi ininterrotta. Fanno eccezione alcune discontinuità individuate in corrispondenza degli ambienti lacustri, fluviali e palustri, caratterizzati dalla presenza di acque dolci lotiche e lentiche, greti nudi, banchi di limi, argille e sabbie, e degli ambienti costieri dove sono presenti spiagge, dune, stagni ed aree salmastre. Oltre il limite naturale dei boschi, nell'ambito alpino della dorsale appenninica emiliana, vi sono invece ampie aree aperte dove si alternano brughiere, praterie primarie e ambienti rupestri e detritici.

La carta è stata confrontata con la Carta degli Habitat della regione, prodotta nell'ambito del progetto Carta della Natura (Cardillo *et al.*, 2021; figura 4A); quest'ultima, di maggior dettaglio rispetto alla Carta degli Ecosistemi (MMU = 1ha), descrive 144 tipi di habitat differenti, distribuiti su 208.993 *patches* e rappresenta la distribuzione reale, laddove il concetto di habitat può essere surrogato proprio da quello di ecosistema.

FIGURA 4 - A: Carta degli habitat di Carta della Natura. B: Ecosistemi con habitat esclusivi. C: Ecosistemi dominati da formazioni climaciche. D: Ecosistemi sovvertiti dell'azione antropica.



FONTE: immagine prodotta dagli autori.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Il confronto della distribuzione delle tipologie di habitat nei vari ecosistemi è stato effettuato comparando l'area occupata dai singoli habitat nei differenti ecosistemi potenziali. L'analisi ha evidenziato come quarantatré habitat (pari a circa il 30% del totale) hanno una percentuale di diffusione in un unico ecosistema superiore al 75%. Tra questi, in particolare, tredici habitat[3] (pari al 9% del totale) risultano addirittura esclusivi di un ecosistema. Di norma si tratta di habitat differenziali e caratteristici che possono rappresentare i motivi per cui è stato distinto l'ecosistema rispetto agli altri simili (figura 4B).

Una seconda analisi ha permesso di valutare lo stato dei cambiamenti avvenuti sul territorio, analizzando quali ecosistemi siano rimasti coerenti con il loro stato potenziale, e quindi in condizioni di naturalità, e quali risultassero parzialmente o completamente sovvertiti dall'azione antropica. Quindici ecosistemi su trentuno (pari al 48% del totale) risultano dominati da formazioni naturali o seminaturali dimostrando un discreto stato di conservazione e un buon potenziale equilibrio ecosistemico. Per otto di essi[4] (26% del totale), in particolare, la situazione risulta addirittura ottimale in quanto risultano dominati dalle formazioni naturali *climax* attese. Si tratta in entrambi i casi di ecosistemi più frequentemente localizzati nel settore appenninico dove la presenza umana, e di conseguenza il suo impatto sul territorio, risulta ridotta rispetto a quella nella Pianura Padana, con interessanti eccezioni quali alcuni ecosistemi delle aree umide salmastre e di acqua dolce (figura 4C).

Al contrario vi sono otto ecosistemi[5] che risultano completamente sovvertiti dall'azione dell'uomo e dominati da aree agricole, urbane, industriali e commerciali. Anche in questo caso non stupisce la loro collocazione che corrisponde in particolare con i territori della pianura Padana e dei primi colli appenninici, con penetrazioni nel settore appenninico lungo le pianure alluvionali dei torrenti dove di norma si trovano i centri urbani più importanti di queste aree (figura 4D). Non è casuale che tra questi ecosistemi siano inclusi quelli poi sconvolti dalle recenti alluvioni avvenuti nel 2023 e 2024 in Emilia-Romagna, in quanto la resilienza di tali ambienti ampiamente impattati dall'azione umana risulta decisamente più scarsa rispetto alle loro condizioni se fossero in equilibrio naturale ed ecologico.

5. Conclusioni

Le informazioni contenute all'interno della Carta degli ecosistemi naturali potenziali dell'Emilia-Romagna rivestono una notevole importanza dal punto di vista delle conoscenze del territorio regionale. Infatti, qualsiasi azione da intraprendere, capace di interrompere il declino della biodiversità, di recuperare la resilienza degli ecosistemi, di migliorare le funzioni e i servizi ecosistemici, di interrompere la degradazione e la frammentazione degli habitat e di restituire l'integrità e la connettività ecologica, non può prescindere da una corretta interpretazione del territorio e dalla consapevolezza di quali comunità e specie lo compongono.

Inoltre, la distribuzione degli ecosistemi potenziali, se confrontata con altre cartografie che forniscono una rappresentazione attuale del territorio, permette un'analisi sullo stato di conservazione degli ecosistemi che, per quanto meritevole di approfondimenti successivi, risulta già di particolare utilità per iniziative di ripristino (Sayre *et al.*, 2009). La carta prodotta consente infatti di indicare zone a priorità d'intervento, su cui intervenire al fine di

3 Elenco degli habitat esclusivi, tra parentesi il codice dell'ecosistema in cui sono presenti: Spiagge sabbiose prive di vegetazione (A1), Pinete a pino marittimo (A2), Pinete a pino domestico (A2), Dossi sabbiosi interni (A2), Lagune e laghi salmastri costieri (I1), Stagni costieri salati e salmastri soggetti a disseccamento prolungato (I1), Macchia mediterranea (I1), Corsi d'acqua con vegetazione (H4), Brughiere subalpine acidofile (G1), Peccete dell'Appennino (F3), Torbiere alte (F3), Torbiere di transizione e torbiere instabili (F3), Noccioleti da frutto (E3).

4 Elenco degli ecosistemi dominati da formazioni climaciche attese: E4 - Boschi submediterranei mesofili delle colline emiliane occidentali, F1 - Boschi temperati dell'Appennino romagnolo orientale, F2 - Boschi temperati dell'Appennino romagnolo occidentale, F3 - Boschi temperati dell'Appennino emiliano orientale, F4 - Boschi temperati dell'Appennino emiliano occidentale, G1 - Brughiere subalpine dell'Appennino settentrionale, G2 - Praterie primarie alpine dell'Appennino settentrionale, I1 - Acque salate, salmastre e vegetazione alofila.

5 Elenco degli ecosistemi sovvertiti dall'azione antropica: A2 - Boschi retrodunali termofili o igrofili, B1 - Boschi planiziali umidi e palustri, B2 - Boschi planiziali mesofili, C1 - Boschi misti su substrati calcarei dell'alta pianura e delle prime colline, C2 - Boschi misti su substrati acidofili dell'alta pianura e delle prime colline, H2 - Boschi e ambienti umidi ripariali del fiume Po, H5 - Boschi e ambienti umidi ripariali dei fiumi e torrenti appenninici, I2 - Paludi e valli salmastre.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

raggiungere gli ambiziosi impegni che l'Italia ha ratificato approvando il Regolamento 2024/1991 sul ripristino della natura all'interno delle politiche della *Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030*. Riattivare i cicli naturali in questi ecosistemi degradati, sovvertiti dall'azione millenaria operata dall'uomo, attraverso la regolazione dell'aria, dell'acqua e del clima, il miglioramento della salute del suolo, la salvaguardia degli impollinatori, nonché la protezione dai rischi e dalle catastrofi naturali, sono solo esempi di azioni utili al raggiungimento di tali obiettivi.
Le indicazioni presenti in questo lavoro, pertanto, possono essere utilizzate in diversi campi di applicazione, a partire da interventi di programmazione e pianificazione territoriale fino a qualsiasi studio che preveda la tutela, la conservazione e il ripristino della natura o infine per progetti o programmi di ricerca e innovazione in particolare incentrati sulla sostenibilità. Di conseguenza anche la platea di possibili interessati a tale prodotto risulta ampia e variegata e prevede sia amministrazioni regionali, provinciali o locali, sia professionisti, studenti e ricercatori di università o enti di ricerca, sia anche singoli cittadini interessati alle tematiche trattate.
Il dato è liberamente scaricabile dal Open Access Repository di ISPRA (Cardillo, 2021).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Alessandrini A., Bonafede F. (1996), *Atlante della Flora protetta della Regione Emilia-Romagna*. Regione Emilia-Romagna, Assessorato Territorio, Programmazione e Ambiente

Alessandrini A., Tosetti T. (2001), *Habitat dell'Emilia-Romagna – Manuale per il riconoscimento secondo il metodo europeo "CORINE Biotopes",* IBC Regione Emilia-Romagna, Bologna.

Amadei M., Bagnaia R., Laureti L., Lugeri F.R., Lugeri N., Rossi O., Ferrarini A., Rossi P., Feoli E., Dragan M., Fernetti M., Vuerich L.G., Gulic D., Oriolo G., Ortolan I. (2004), *Il progetto Carta della Natura alla scala 1:50.000: Metodologia di realizzazione,* Manuali e linee guida 30/2004, APAT, Rome, Italy. ISBN: 88-448-0120-5

Baker S., Kousis M., Richardson D., Young S. (1997, a cura di), *The politics of sustainable development: theory, policy and practice within the European Union*, Taylor & Francis.

Bailey R.G. (1988), "Problems with using overlay mapping for planning and their implications for geographic information systems", *Environmental Management* 12, pp. 11–17. DOI: 10.1007/BF01867373

Bassi S., Bassi S. (2000, a cura di), *Attraverso le regioni forestali d'Italia (vol. I). Emilia-Romagna*, Fondazione S. Giovanni Gualberto, Edizioni Vallombrosa.

Begon M., Townsend C.R. (2020), *Ecology: from individuals to ecosystems*, John Wiley & Sons.

Bertolini G., Cazzoli M.A., Centineo M.C., Cibin U., Martini A. (2009), *Carta del paesaggio geologico dell'Emilia-Romagna.* Regione Emilia-Romagna.

Besio F., Biondi M.V., Bubani P., Carboni S., Cera M.C., Lizzani A., Palazzini M., Simonati W., Spotorno C., Valbonesi E. (2015, a cura di), *Biodiversità in Emilia-Romagna. Tutela e gestione,* Regione Emilia-Romagna, Assessorato alla difesa del suolo e della costa, protezione civile e politiche ambientali e della montagna Servizio Aree Protette, Foreste e Sviluppo della Montagna

Blasi C., Capotorti G., Bonacquisti S., Copiz R., Del Vico E., Facioni L., Zavattero L. (2021), *Carta degli Ecosistemi d'Italia V 2.0*, MATTM-SBI.

Bohn U., Neuhäusl R., Gollub G., Hettwer C., Neuhäuslová Z., Raus Th., Schlüter H., Weber H. (2000), *Karte der natürlichen Vegetation Europas (Map of the natural vegetation of Europe). Maßstab / Scale 1: 2 500 000.* Landwirtschaftsverlag, Münster, Germany, pp. 656.

Bonham-Carter G.F. (1994), *Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS,* Pergamon Press (Elsevier Science Ltd), Oxford, UK. ISBN: 978-0-08-041867-4. DOI: 10.1016/C2013-0-03864-9

Bossel H. (1999), *Indicators for sustainable development: theory, method, applications*, International Institute for Sustainable Development, Winnipeg.

Braje T.J., Erlandson J.M. (2013), "Human acceleration of animal and plant extinctions: a Late Pleistocene, Holocene, and Anthropocene continuum". *Anthropocene* 4, pp. 14–23. DOI: 10.1016/J.ANCENE.2013.08.003.

Cardillo A., Augello R., Canali E., Capogrossi R., Ceralli D., D'Angeli C., Laureti L. (2021), *Carta della Natura della regione Emilia-Romagna: cartografia e valutazione degli habitat alla scala 1:25.000,* ISPRA, Rapporti 354/2021, Rome, Italy. ISBN: 978-88-448-1081-8.

Cardillo A. (2021), *Map of Potential Natural Ecosystems of Emilia-Romagna [Data set].* DOI: 10.15161/oar.it/211360

Certini G., Scalenghe, R. (2011), "Anthropogenic soils are the golden spikes for the Anthropocene", *Holocene* 21, pp. 1269–1274.DOI: 10.1177/0959683611408454

Chang, K.T. (2008), *Introduction to geographic information systems*, McGraw-Hill, Boston, USA. ISBN: 978-0-07-310171-2.

Crutzen, P. J. (2006), *The "anthropocene". Earth system science in the anthropocene.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 13-18.

Etter A., Andrade A., Saavedra K., Amaya P., Arevalo P. (2017), *Risk assessment of Colombian continental ecosystems. An application of the Red List of Ecosystems methodology (Vers. 2.0).* Final Report. Pontificia Universidad Javeriana and Conservación Internacional-Colombia, Bogotá.

European Commission, 2020. EU Biodiversity Strategy for 2030. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Com (2020) 380 final. Brussels, 20.05.2020.

Filippi N., Sbarbati L. (1994, a cura di), *Carta dei suoli in scala 1:250.000*, Regione Emilia-Romagna.

Hong S.K., Kim S., Cho K.H., Kim J.E., Kang S., Lee D. (2004), "Ecotope mapping for landscape ecological assessment of habitat and ecosystem" *Ecol Res* 19, pp. 131–139. DOI: 10.1111/j.1440-1703.2003.00603.x

Kaiser T. (2024), "Karte der potenziellen natürlichen Vegetation (PNV) für Niedersachsen – auf Basis der Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 (BK50)", *Inform.d. Naturschutz Niedersachs.* 43 (3), pp. 143-213.

Laureti L. (2023, a cura di), *Carta della Natura: documento a supporto della redazione di capitolati tecnici per la realizzazione e l'aggiornamento delle carte regionali degli habitat*, Pubblicazioni Tecniche SNPA, Rome, Italy. ISBN 978-88-448-1195-2

Maes J., Teller A., Erhard M., Conde S., Vallecillo Rodriguez S., Barredo Cano J.I., Paracchini, M.L., ... & Santos-Martín, F. (2020), *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU ecosystem assessment*, Publications Office of the European Union, Luxembourg. DOI: 10.2760/757183, JRC120383

Marletto, V., Antolini, G., Tomei, F., Pavan, V., Tomozeiu, R. (2010), *Atlante idroclimatico dell'Emilia-Romagna 1961-2008.* Arpae Emilia-Romagna

Ministero della Transizione Ecologica (2022). *Strategia Nazionale per la Biodiversità 2030*.

Neuhauslova Z. (2001), "Potential natural vegetation of the Czech Republic", *Braun-Blanquetia* 30:1–80.

Odum, E.P. (1971), *Fundamentals of ecology*. Printing Company Ltd.

Orsomando E., Catorci A., Pitzalis M., Raponi M. (1999), *Carta fitoclimatica dell'Umbria.* SELCA, Florence.

Pedrotti F. (1981), "Carte de la végétation de la région des Marches (Italie centrale) à l'échelle du l:300.000", *Doc. Cart. Ecol.*, 24: 15-16.

Pedrotti F. (2004), *Cartografia geobotanica.* Pitagora Editrice, Bologna, Italy. ISBN: 978-88-371-1487-9.

Ruddiman W.F. (2013), "The Anthropocene", *Annu. Rev. Earth Planet Sci.* 41, pp. 45–68. DOI: 10.1146/ANNUREV-EARTH-050212-123944.

Sayre R., Comer P., Warner H., Cress J. (2009), *A new map of standardized terrestrial ecosystems of the conterminous United States: U.S. Geological Survey Professional Paper 1768*, US Geological Survey Reston, VA, USA.

Sayre R., Karagulle D., Frye C., Boucher T., Wolff N. H., Breyer S., Wright D., Martin M. , Butler K., Van Graafeiland K., Touval J., Sotomayor L., McGowan J., Game E.T., Possingham, H. (2020), "An assessment of the representation of ecosystems in global protected areas using new maps of World Climate Regions and World Ecosystems", *Global Ecology and Conservation*, *21*, e00860. DOI: 10.1016/j.gecco.2019.e00860

Scalenghe R., Malucelli F., Ungaro F., Perazzone L., Filippi N., Edwards A.C. (2011), "Influence of 150 years of land use on anthropogenic and natural carbon stocks in Emilia-Romagna Region (Italy)", *Environmental science & technology*, 45(12), pp. 5112-5117. DOI: 10.1021/es1039437

Schindler D. E., Scheuerell M. D. (2002), "Habitat coupling in lake ecosystems" *Oikos* 98(2), pp. 177-189.

Smiraglia D., Ceccarelli T., Bajocco S., Perini L., Salvati L. (2015), "Unraveling Landscape Complexity: Land Use/Land Cover Changes and Landscape Pattern Dynamics (1954–2008) in Contrasting Peri-Urban and Agro-Forest Regions of Northern Italy", *Environmental Management* 56, pp. 916–932. DOI: 10.1007/s00267-015-0533-x

Tüxen R. (1956), "Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung", *Angewandte Pflanzensoziologie* 13, pp. 5–42.

Ubaldi D., Puppi G., Zanotti A.L. (1996), *Carta fitoclimatica dell'Emilia-Romagna*. Collana studi e documentazioni Area Ambiente, Regione Emilia-Romagna, Bologna.

Van der Maarel E., Weshoff V. (1973), "The Braun-Blanquet approach", in: Whittaker R.H. (a cura di), *Classification and ordination of plant communities*. Junk, The Haag, pp 617–726.

Wang J., Wang K., Zhang M., Zhang C. (2015), "Impacts of climate change and human activities on vegetation cover in hilly southern China". *Ecological Engineering* 81, pp. 451-461. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.04.022

Zapolska A., Serge M.A., Mazier F., Quiquet A., Renssen H., Vrac M., Fyfe R., Roche D.M. (2023), "More than agriculture: analysing time-cumulative human impact on European land-cover of second half of the Holocene", *Quat. Sci. Rev.*,314, Article n.108227. DOI: 10.1016/j.quascirev.2023.108227

Zonneveld I.S. (1989), "The land unit - A fundamental concept in landscape ecology, and its applications" *Landscape ecology* 3, pp. 67-86.

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 19-37

DOI: 10.13137/2282-572X/37571

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

Sull'evoluzione della Media Valle dell'Aterno dal XVI secolo a oggi: cartografia storica e tecnologie geografiche per un'analisi del contado aquilano[1]

About the territorial evolution of the Middle Aterno Valley since the 16th century. Historical cartography and geographical technologies for an analysis of the countryside of L'Aquila, Italy

Filiberto Ciaglia*, Davide Pavia**

*Sapienza Università di Roma, filiberto.ciaglia@uniroma1.it; **Sapienza Università di Roma, davide.pavia@uniroma1.it

Riassunto

La presente ricerca rappresenta una proposta di analisi dell'evoluzione territoriale della Media Valle dell'Aterno in età moderna, attraverso lo studio della cartografia storica e in una prospettiva di applicazioni digitali per la ricerca geografica. Il contributo richiama, nella prima parte, le carte specifiche raffiguranti l'Abruzzo a partire dalla seconda metà del XVI secolo, e nella seconda si sofferma su raffigurazioni commissionate localmente per porzioni più ristrette di territorio, queste ultime inscritte nella vertenza giuridico territoriale attorno al ripristino dell'integrità della città-territorio, rotta dall'infeudazione dei castelli siglata da un provvedimento regio nel 1529. L'ultima parte del lavoro è dedicata invece alla georeferenziazione di elementi della serie "25V" IGM tramite Google Earth Pro, con l'obiettivo di facilitare la lettura e l'interpretazione della geomorfologia locale, anche in chiave diacronica, rappresentando l'Aternino in un ambiente di lavoro tridimensionale.

Parole chiave

Cartografia storica, Georeferenziazione, Abruzzo, Media Valle dell'Aterno

Abstract

This research analyses the territorial evolution of the Middle Aterno Valley in the modern age through the study of the representation of the geographical context in historical cartography. The contribution recalls, in the first part, the specific maps depicting Abruzzo from the second half of the 16th century onwards, and in the second part it dwells on locally commissioned representations for smaller portions of the territory, the latter being inscribed in the legal-territorial dispute around the restoration of the integrity of the city-territory, broken by the enfeoffment of the castles sealed by a royal decree in 1529. The last part of the work is focused on georeferencing elements of the Italian Military Geographic Institute's "25V" series by using the tools and functions of Google Earth Pro, in order to provide a better understanding of the study area's local features in a three-dimensional environment.

Keywords

Historical cartography, Georeferencing, Abruzzo, Middle Aterno Valley

1 Il paragrafo 1, 2, 2.1 e 2.2 sono da attribuirsi a Filiberto Ciaglia, il paragrafo 3 e 3.1 a Davide Pavia, e il paragrafo 4 a entrambi gli autori.

1. Introduzione

Nell'ambito del rapporto tra L'Aquila e il suo contado tra medioevo e tarda età moderna, l'indagine geostorica ha assistito – per l'età moderna – a una prevalenza di ricerche orientate all'analisi dell'evoluzione territoriale del solo contesto urbano, polo attrattivo nel suo ruolo di cerniera settentrionale delle territorialità regnicole angioine prima e in un secondo momento aragonesi. Nella sua connotazione di città di fondazione, la vicenda aquilana non può tuttavia prescindere da un'attenzione al contado non solo per gli interessi materiali e immateriali che lo hanno storicamente legato alla città, ma anche per la sua veste di territorio speculare dei "locali" cittadini, vale a dire degli spazi riservati ai castelli nel processo di inurbamento alla base della fondazione. In questa direzione l'apporto della cartografia storica appare essenziale nello studio delle dinamiche territoriali delle università feudali della zona a partire dal XVI secolo, accanto ad altre fonti documentali.

In una prima fase il lavoro interrogherà le carte a partire dalle prime rappresentazioni dell'area prodotte nel XVI secolo. Quanto agli elementi fisici e antropici, una specifica sottolineatura verrà data al rapporto tra carte regionali e carte commissionate localmente per la rappresentazione di più circoscritte porzioni di territorio. L'analisi si soffermerà sull'interpretazione del paesaggio in relazione all'evoluzione della rappresentazione della valle circa il sistema insediativo storico dei castelli del contado, la resa del sistema idrografico del fiume Aterno, la viabilità principale e minore, la toponomastica storica e la restituzione dei confini meridionali della realtà amministrativa. Per quanto riguarda le carte specificatamente realizzate per la raffigurazione di tutto il contado o di una parte, l'approfondimento si calerà sul rapporto tra committenza e rappresentazione per decodificare complessità e finalità delle fonti, gettando nuove luci sulle interrelazioni tra cartografia e scritture coeve nel contesto delle produzioni letterarie erudite aquilane del secondo Settecento.

L'ultimo paragrafo si focalizzerà, invece, sull'uso delle geotecnologie per la georeferenziazione della cartografia storica, con l'obiettivo di produrre dei modelli digitali della Valle dell'Aterno in grado di fornire un utile supporto non solo all'analisi diacronica del territorio, prerogativa delle ricerche di geografia storica, ma anche per una migliore comprensione delle relazioni spaziali tra centri e nuclei abitati dell'area di studio, indispensabile alla *governance* e alla progettazione di scenari a lungo termine.

2. La Media Valle dell'Aterno nella cartografia storica

La Media Valle dell'Aterno appare caratterizzata, come tutto l'Abruzzo interno, dall'ingombro dei gruppi montuosi dell'Appennino centrale che almeno fino a tutto il XVIII secolo furono contraddistinte da una sostanziale grossolanità nella rappresentazione. Il dato fu marcato nel suo primo pionieristico lavoro di raccordo delle carte storiche abruzzesi da Roberto Almagià, il quale evidenziò come principale conseguenza l'imprecisa distribuzione dei centri abitati, "specie per i distretti montuosi poco noti e raramente percorsi" (Almagià, 1912, p. 204)[1]. Solo nella seconda metà del XVI secolo si assistette alla realizzazione di raffigurazioni specifiche della regione, che prima d'allora comparve con linguaggi ripetitivi e un certo ritardo nell'aggiornamento orografico, urbanistico e idrografico nelle carte generali della penisola o del regno (Mattiocco, Pace, 2019, p. 41).

Il focus sull'area in esame consente di riscontrare un primo aggiustamento del tracciato fluviale solo nella rappresentazione di Giacomo Gastaldi del 1561 (Geminiani, 2016), con una netta svolta orientale del fiume a nord di Castelvecchio Subequo, rompendo la precedente tendenza alla raffigurazione del corso d'acqua limitata alla direttrice ovest-est, predominante nelle elaborazioni tolemaiche avvicendatesi tra XV e XVI secolo. Tuttavia, l'Aterno non è ancora contrassegnato dallo sdoppiamento dell'idronimo tra "conca aquilana e conca peligna", risultando esclusivamente il lemma "Pescara" collocato nei pressi di Chieti.

L'aggiornamento è riscontrabile nella carta del 1587 intitolata *Abruzzo Ulteriore*, degna di particolare attenzione, che fu realizzata da Natale Bonifacio (Fig. 1) e dedicata, come si evince dal cartiglio, allo scienziato Federico Cesi (Borroni, 1971). Dal carattere pseudo-prospettico, la carta raffigura il territorio settentrionale della regione

1 L'enfatizzazione del rilievo ha in qualche maniera perpetrato quell'idea di stereotipato isolamento della regione, forse ancora a suo modo incidente, finché la rinnovata ottica derivante dalle riflessioni poste dalla scuola delle *Annales* non ha conferito alla montagna una connotazione di luogo di costruzione spaziale e non più di mera invalicabile barriera (Sabatini, Sansa, 2007, p. 51).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

abbracciando nella parte superiore feudi e università umbri a nord-ovest e a nord-est un lembo di terra marchigiana al di là del fiume Tronto; mentre le città di Chieti e Tagliacozzo si configurano quali estremità, rispettivamente, sud-orientale e sud-occidentale. Al netto delle inesattezze nella resa dei sistemi fluviali e nella dislocazione dei centri abitati, già acclarate dalla letteratura (Almagià, 1933; Brancaccio, 1991), emergono elementi stimolanti per una disamina della valle e della sua evoluzione storica.

FIGURA 1 – Stralcio della carta dell'*Abruzzo Ulteriore* di Natale Bonifacio (1587) centrata sulla Media Valle Aterno



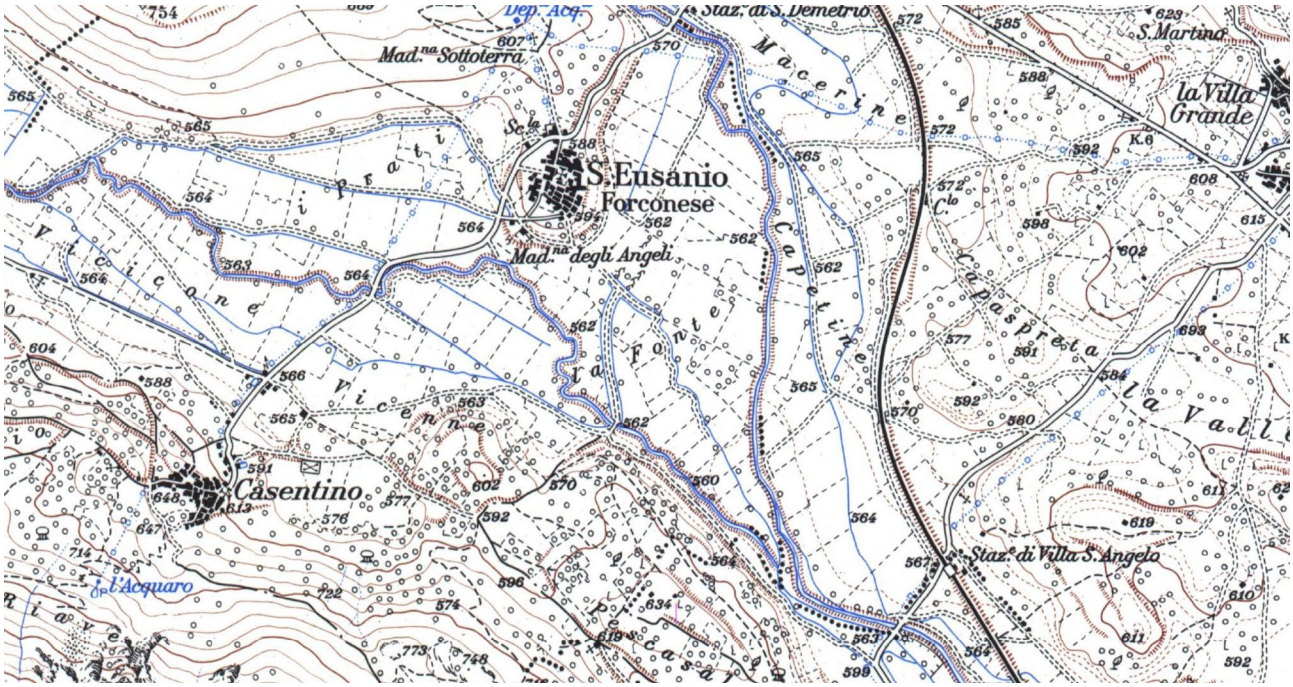
FONTE: Elaborazione dell'autore su dati: BNF Gallica

La rappresentazione orografica evidenzia la catena del Gran Sasso d'Italia, ove spicca il "Monte Corno" e il gruppo montuoso appare grossolanamente inciso dal fiume "Maone", l'odierno Mavone tributario del Vomano. Inoltre, benché nel medio corso del fiume la valle sia sovrastata dalla catena del Sirente in direzione occidentale, nella

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

carta il gruppo montuoso si presenta appena abbozzato senza l'indicazione del toponimo, mancando dunque di chiarire il suo ruolo di spartiacque tra il contesto vallivo e l'Altopiano delle Rocche, nel segno di quella carenza grafica già rilevata da Almagià in relazione a un tratto saliente della morfologia regionale, "cioè la successione di grandi pianalti e conche, separati da erte dorsali" (Almagià, 1912, p. 204). Il sistema insediativo storico risulta caratterizzato da un simbolismo essenziale, mentre la raffigurazione delle città ne dettaglia enormemente l'impianto fortificato accentuando la verticalità stilizzata di torri, vessilli, campanili e fortezze, sebbene nel caso aquilano il castello cittadino risulti piuttosto fedele all'originale nel suo schematico prospetto architettonico. Considerando la porzione di carta riferibile alla Media Valle dell'Aterno, il cartografo evidenziò l'andamento NO-SE del corso d'acqua. Va specificato che, rispetto a orografia e insediamenti, i sistemi idrografici hanno carattere planimetrico zenitale, dunque in contrasto con la resa prospettica degli altri elementi (Maestri *et al*., 1992, p. 29). Si è di fronte alla tipica soluzione riscontrabile nelle carte moderne a partire dal periodo rinascimentale, che tendenzialmente privilegiavano "un punto di vista intermedio, a volo d'uccello o 'a cavaliere', nella rappresentazione dei centri abitati e del territorio" (Guarducci, 2018, p. 37). Il tracciato fluviale lambisce il tratto occidentale delle mura urbiche accresciuto dalle acque provenienti dal Lago Vetoio, per poi incunearsi nel più stretto lembo di valle meridionale scorrendo fiancheggiato da un altro corso d'acqua, fino a convergere entrambi a est di Santa Maria del Ponte. Per quanto riguarda l'anonimo affluente, la provenienza nord-orientale delle sorgenti legittimerebbe l'ipotesi di uno sproporzionato allungamento delle acque del Vera, tributario che "corre per lo territorio di *Intervera* [Tempera] [...] e mette foce nell'Aterno" (Giustiniani, 1816, p. 204). Altra ipotesi, invece, potrebbe associare il fiume parallelo alla ramificazione dell'Aterno che si origina dalle pertinenze di Fossa e vi si ricongiunge a sud, nei pressi del centro di Villa Sant'Angelo. Dato che l'abitato di Sant'Eusanio Forconese risulta essere l'unico centro ad essere ricompreso tra l'Aterno e la sua breve ramificazione, denominata Fosso di Fossa, la comparsa di "S. Sano" (antico toponimo di S. Eusanio) tra i due fiumi nella carta avvalora altresì questa configurazione territoriale (Fig. 2).

FIGURA 2 - Stralcio della tavoletta "San Demetrio De' Vestini" (foglio: 146; quadrante: IV; orientamento: NO; anno: 1956) con un focus sulla localizzazione di S. Eusanio Forconese



FONTE: Elaborazione dell'autore su dati: IGM

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Relativamente all'accuratezza del sistema idrografico parrebbe essere più fedele la restituzione del fiume Aterno presente nell'affresco *Aprutium* realizzato da Egnazio Danti per Gregorio XIII nel 1581, visibile presso la Galleria delle Carte Geografiche dei Musei Vaticani, benché si sia scritto di un'influenza dantiana più o meno diretta della raffigurazione di Bonifacio (Maestri *et al*., 1992). In effetti, in relazione alla Media Valle dell'Aterno si notano delle differenze sostanziali non solo in relazione alla raffigurazione del fiume, che in Danti manca del corso parallelo e si avvicina all'odierno tracciato fluviale, ma anche in merito agli insediamenti. Se è vero che nella carta del 1581 il repertorio toponomastico è quantitativamente inferiore, la localizzazione dei centri rispetto al corso d'acqua risulta tuttavia più puntuale della carta bonifaciana.

Una rappresentazione della valle più vicina a quella del 1587 è ravvisabile nell'*Aprutii Ulterioris Descriptio* inserita all'interno dell'edizione del 1592 del *Theatrum Orbis Terrarum* di Abraham Ortelius. La carta è esplicitamente esemplata sull'opera di Bonifacio, come si evince dalla dicitura *Natalis Bonifacius se benicensis describeb* in basso a sinistra, restituendo il medesimo numero di centri e lo sdoppiamento del fiume Aterno.

Pecca relativamente all'area, al contrario, la carta *Abruzzo et Terra di Lavoro* realizzata da Mercatore nel 1589 e pubblicata nel 1602, ove tuttavia nello scarno repertorio di toponimi si riscontra quello di "Guriano" (Goriano Valli), correttamente posto alla destra idrografica del fiume, assente nella rappresentazione bonifaciana. Per un arricchimento del simbolismo bisognerà attendere l'operato di Giovanni Antonio Magini, che nella sua carta d'insieme dell'Italia pubblicata nel 1608 recepì la conoscenza cartografica trasmessa da Gastaldi, Ortelio e Mercatore integrando i dati inediti frutto delle ricognizioni avviate dal Regno di Napoli a partire dagli anni '90 del XVI secolo e fino ad allora non confluite in una pubblicazione (Palagiano *et al*., 1984, p. 108; Mattiocco, Pace, 2019, pp. 43-44).

La tecnica acquisita per l'esecuzione del 1608 permise di evolvere il lavoro nella produzione dell'atlante regionale italiano del 1620, ove figura la carta dell'*Abruzzo Citra et Ultra*. La rappresentazione, soggetta come tutta l'opera maginiana a riproposizioni nel corso dei secoli, mostra un sostanziale incremento dei toponimi per i centri della valle con l'inserimento di "Veffi" (Beffi), "Acciano", "Goriano de Valli" e "R-Preuini" (presumibilmente Roccapreturo) che non compaiono nelle cartografie precedenti. Nell'ambito dell'idrografia si nota la scomparsa dello sdoppiamento dell'Aterno, ora più fedele al vero tracciato fluviale, con un arretramento verso nord del corso d'acqua parallelo precedentemente raffigurato da Bonifacio, Ortelio e Mercatore, coincidente nell'esecuzione maginiana al percorso del Vera. Relativamente ai sistemi montuosi, l'intero Appennino si presenta nella veste di un'unica dorsale longitudinale caratterizzata dalla quasi totale assenza di oronimi.

L'impronta del Magini persistette in un consistente repertorio di carte per tutto il XVII secolo e per parte del XVIII, fino alla svolta sostanziale delineata dall'operato di Giovanni Antonio Rizzi Zannoni, dapprima nell'*Abruzzo Ulteriore e Citeriore* (1783) presente all'interno dell'*Atlante Veneziano* di Zatta e poi con i fogli dell'*Atlante Geografico del Regno di Napoli*, frutto dei rilievi geodetici. Già nella realizzazione del 1783 si distingue un assetto idrografico più particolareggiato, e di molto si perfeziona la rappresentazione orografica evidenziando i rilievi del Sirente, sebbene non compaia con quel toponimo e tutto il gruppo venga denominato come "Monte Nattella". Spicca nella porzione di carta il notevole progresso della dislocazione dei centri componenti il sistema insediativo storico della valle – i cui toponimi corrispondono pressappoco alle odierne denominazioni –, e un asse viario di fondovalle che precorre in parte la strada statale 261 Subequana ultimata nel negli anni '60 del secolo scorso.

L'accuratezza della rappresentazione si amplifica evidentemente nel foglio zannoniano dell'Abruzzo Ultra II, completato nel 1806 (Fig. 3). Ivi l'ingrandimento della scala favorito dalle misurazioni sul terreno permette di calarsi nella capillarità dei sistemi insediativi, includendo nuclei e caseggiati sparsi. È il caso delle ville di Fagnano Alto (Ripa, Castello, Corbellino, Le Frascate, Opi, San Sostio, Il Colle, Valle Cupa, Castello), tra le quali il cartografo pone l'accento sulla struttura difensiva di Castello mediante una marcatura della cinta muraria. Per la prima volta compaiono, inoltre, i villaggi d'altura delle Pagliare che nella carta figurano con i toponimi "Stalle del Tione" e "Stalle di Fontecchi". Si distinguono, inoltre, gli edifici religiosi rurali quali il Monastero di Santa Maria a Graiano nei pressi di San Pio, indicato con il toponimo "Le Monache", ove si coglie la presenza di orti e giardini interni attraverso lo spazio bianco inscritto nel manufatto isolato (Carbone, Smurra, 1993, p. 95).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

L'idrografia e la viabilità si arricchiscono mediante la resa sempre più fedele del tracciato fluviale dell'Aterno, attorno al quale si particolareggiano i torrenti tributari e si delinea la viabilità che lambisce le due sponde del fiume, con i ponti che ne collegano le opposte rive. Rispetto alla carta del 1783 - ove risaltano le connessioni con il polo urbano aquilano e la Valle Subequana in direzione dell'arteria tiburtina - si nota inoltre la strada che da Campana volge in direzione di Fonteavignone, connettendo l'area al contesto territoriale dell'Altopiano delle Rocche, diviso dalla valle da un sistema di rilievi in questa sede più articolato mediante la raffigurazione delle "Montagne del Sirente". Alla sinistra idrografica dell'Aterno, invece, si distingue con una certa nitidezza il sistema di vallette e terrazze montuose che separa la media valle dall'Altopiano di Navelli, cui si accede anche oggi attraverso la tortuosa salita da Acciano in direzione orientale verso San Benedetto in Perillis o proseguendo a nord di Fagnano Alto.

FIGURA 3 - Porzione del foglio 2 dell'Atlante Geografico del Regno di Napoli raffigurante la Media Valle Aterno (1806)



ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

2.1 Due carte storiche prodotte appositamente per il contado. Sulle rappresentazioni di Fonticulano (XVI sec.) e Vandi (XVIII sec.)

Vale la pena riservare una trattazione distinta per due rappresentazioni cartografiche della Media Valle dell'Aterno, in quanto ascrivibili a carte commissionate specificamente per la restituzione dei confini della realtà amministrativa storica del *comitatus*. Benché le due rappresentazioni siano state prodotte a due secoli di distanza, entrambe intesero riprodurre la città dell'Aquila e il suo contado nella veste di città-territorio, dando rilievo alla promiscuità tra contado e polo urbano quando questa configurazione territoriale era già stata rotta, nel 1529, da un provvedimento regio che relegò i confini della città alle sole mura urbiche e rese autonomi i castelli circostanti. Nelle loro diversità stilistiche e d'intento, le raffigurazioni si inseriscono in qualche modo nel ruolo cruciale ricoperto dalla cartografia in età moderna non solo nella legittimazione dei confini esterni degli Stati preunitari, ma anche nella richiesta di riconfigurazione liminare interna agli Stati medesimi, un processo decisivo per il quale la carta talvolta ricoprì il ruolo di "dispositivo retorico per la legittimazione dei nuovi ritagli amministrativi" (Sturani, 2018, p. 51).

Si fa riferimento, in primo luogo, alla rappresentazione schematica di città e contado realizzata dal matematico Geronimo Pico Fonticulano intorno al 1575 e acclusa alla sua *Geometria*. La carta presenta una veduta pseudo-prospettica della città che risalta le principali caratteristiche urbanistiche, quali la cinta di mura, le porte d'ingresso e un asse viario nord-sud che in realtà attraversa la città in direzione est-ovest (D'Ascenzo, 2016, p. 168). Rispetto al contado, Fonticulano raffigura tutti i castelli appartenuti alla città-territorio fino all'infeudazione del 1529 con una realizzazione dei centri piuttosto stilizzata, ma utile nella lettura di aspetti funzionali allo studio del rapporto tra città e territorio. Il semplice sistema di segni è articolato in casette singole riferibili ai castelli abitati e in quadretti che richiamano le località ormai disabitate, utilizzando dal punto di vista toponomastico la dicotomica formula di "abitato" e "diruto" – nel senso di diroccato, abbandonato – che ci informa sulle dinamiche di inurbamento e di spopolamento rurale. La schematica dislocazione dei centri della valle, tutti popolati, appare nella sua effettiva localizzazione in rapporto al tracciato fluviale dell'Aterno, che non viene raffigurato con l'andamento del corso ma al suo posto presenta due linee parallele ascrivibili forse alla viabilità di fondovalle. Non pare secondario sottolineare la provenienza di Fonticulano, nativo del castello di Fontecchio, come elemento valevole a sottolineare la sua conoscenza del contesto vallivo e più in generale del contado.

Di due secoli successive sono le altre due rappresentazioni d'interesse, entrambe su disegno dell'ingegnere bolognese Antonio Francesco Vandi e frutto del lavoro dell'incisore napoletano Francesco Cepparuli. Si tratta della *Carta Topografica del contado e della diocesi dell'Aquila* e di una carta che rappresenta *Stato e denominazione presente del Tenimento e de' confini del Castello di S. Benedetto*, ai confini meridionali del *comitatus*, quest'ultima oggetto del paragrafo successivo. Le due carte sono state commissionate dal giurista aquilano Carlo Franchi nella sua *Difesa per la fedelissima città dell'Aquila contro le pretensioni de' Castelli, Terre, e Villaggi, che componeano l'antico Contado Aquilano*, un dato che ci permette di interpretare le fonti tenendo conto dell'impegno politico e giuridico profuso dall'autore, che con il suo scritto sostenne il ripristino dell'integrità di città e contado venuta meno con l'infeudazione dei castelli nel 1529. Poco si conosce a proposito della figura di Vandi, al netto delle carte realizzate per il giureconsulto abruzzese – tra le quali è bene ricordare anche la *Pianta della Città dell'Aquila ripartita ne' suoi locali* del 1753, terza carta acclusa alla sua opera –, dei lavori di rilevamento sulla mappa topografica di Carafa del 1750 e di una menzione di Ferdinando Galiani in una lettera inviata da Parigi nel 1762 (Valerio, 1993, pp. 76, 83).

Relativamente alla carta topografica del contado del 1752 (Fig. 4), l'attenzione specifica ai confini del *comitatus* costituisce un tratto distintivo della raffigurazione, che presenta in secondo piano i toponimi degli antichi contadi e delle diocesi che delinearono la configurazione territoriale amministrativa della conca aquilana sino alla fondazione della città, ovvero l'*Antico Contado e Diocesi di Amiterno* e l'*Antico Contado e Diocesi di Forcone*, sui quali si sovrappone con un carattere maggiore la dicitura *Contado e Diocesi dell'Aquila*. A sud del territorio forconese figura la Media Valle dell'Aterno, denominata nella carta semplicemente come *Vallata*, ove compare la formula *Porzione dell'Antico Contado e Diocesi Valvense*, che richiama il

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

passaggio a più riprese nella sfera d'influenza del polo aquilano. La committenza di Franchi insistette non casualmente sulla chiarificazione delle pregresse entità territoriali che prelusero alla nascita della città-territorio, affinché il lettore fosse redarguito sulla storicità del processo.

FIGURA 4 – Stralcio della carta di Vandi del 1752 con focus sulla Media Valle dell'Aterno



FONTE: Elaborazione dell'autore su dati: (Franchi, 1752)

Focalizzando l'attenzione sulla porzione di valle in esame, spicca la minuziosa resa del tracciato fluviale e delle piste di battuto nel fondovalle, che appaiono arricchite dall'aggiunta di viabilità parallele minori tra i centri di Fontecchio e Santa Maria del Ponte, così come nei pressi di Tione. In relazione a queste strade, si è riscontrata la presenza particolarmente interessante di due collegamenti: il primo è un tragitto che da Santa Maria del Ponte si inerpica sul crinale a est dell'abitato e si interrompe sulla linea di cresta, con ogni probabilità coincidente con l'odierna viabilità che conduce alla chiesa rurale di San Pancrazio. La seconda strada si diparte invece dal centro di Fontecchio in direzione sud-ovest e valica i rilievi alla destra idrografica del fiume, interrompendosi in una zona corrispondente quasi certamente al territorio che ospita le Pagliare edificate dagli abitanti della medesima località. Tenendo conto dell'assenza dei due collegamenti nel foglio zannoniano del 1806, ove resta impareggiabile la ricchezza semantica della rappresentazione, il dato fornisce qualche spunto aggiuntivo sulla conoscenza dei territori raffigurati da parte del cartografo e, evidentemente, dell'esperto giurista committente. A proposito del repertorio toponomastico, le denominazioni dei centri risultano inferiori rispetto alla quantità di simboli riferibili ai vari castelli[2].

Seguendo il corso del fiume, la valle si interrompe a sud-est in corrispondenza dei confini del *comitatus* emblematicamente simboleggiati dal toponimo

2 Nell'area d'interesse, in effetti, la carta fa menzione dei centri di Campana, Fontecchj, S. Maria del Ponte, Beffi, Goriano delle Valli, Rocca Preturo, Acciano, Tione e Ripa di Fagnano, riportando la simbologia corrispondente alle ville di Fagnano Alto, di Tione e di Beffi.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

di "Orno Putrido", antica delimitazione della città-territorio scandita dal diploma di fondazione dell'Aquila, ove si scrive che l'estensione del contado comprendeva il territorio compreso "ab Ornu Putrido etc. usque per totum Amiternum" (Monti, 1933, p. 249). Sullo studio di questa località di confine vale ancora oggi come principale riferimento un breve rimando di Roberto Almagià, riemerso dalla sezione delle note e delle comunicazioni della Rivista Geografica Italiana, nei primi anni del Novecento (Almagià, 1909). Il geografo, trattando il tema dell'origine dei toponimi di alcune valli abruzzesi, accostò il sito a una più estesa località attestata come *Valle Putrida* già nella bolla di Pasquale II del 1115 in merito ai confini orientali della diocesi dei marsi – ove compare come "Portella di Valle Putrida" (Faraglia, 1891), richiamata nella carta della medesima diocesi realizzata da Muzio Febonio del 1678 e poi riproposta nella rappresentazione dell'Abruzzo Ulteriore e Citeriore di Giovanni Maria Cassini del 1790 (Almagià, 1909, p. 480). In un contributo sulla toponomastica storica della Marsica pubblicato l'anno successivo, Almagià recuperò brevemente il problema del sito specificando che la sua estensione nella carta del 1790 abbraccia il territorio compreso tra Molina Aterno e Popoli, seguendo il basso corso del fiume Aterno (Almagià, 1910, pp. 320-321).

La giustapposizione tra *Valle Putrida* e *Orno Putrido* è operata da Almagià per la sola coincidenza dell'aggettivo "Putrido", rilevando tuttavia che "Quanto alla ragione dell'appellativo *Putrida* non saprei neppure immaginarlo" (*ibidem*). Sebbene il geografo proponga di seguito una localizzazione del sito sulla base documentaria, "sulla sinistra dell'Aterno presso l'attuale villaggio di S. Benedetto in Perillis" (*ibidem*), la notazione si rifaceva ai dati acquisiti dalla documentazione medievale e dalle carte già citate, con l'aggiunta in nota della *Carta topografica del contado e diocesi dell'Aquila* di Vandi del 1752. Sorprende, sotto questo aspetto, l'assenza della menzione a una seconda carta acclusa dal Franchi alla sua opera e riferibile proprio al territorio di San Benedetto in Perillis. La correlazione tra quest'ultima rappresentazione e inediti particolari manoscritti provenienti dalla produzione letteraria erudita ha portato alla luce nuovi spunti su questa importante delimitazione storica.

2.2 Nuove luci sul confine meridionale del contado da una carta di San Benedetto in Perillis

In via preliminare, è fondamentale ricucire il nesso tra testo e rappresentazione per comprendere l'utilità della carta, intitolata *Stato, e denominazione presente del Tenimento, e de' Confini del Castello di S. Benedetto* (Fig. 5), nell'ottica di Carlo Franchi. Nell'articolata trattazione della vicenda storica della città l'autore si dilungò sui dissidi che condizionarono il clima aquilano prima dell'ascesa al trono del Regno di Napoli della casata aragonese, una pagina ampiamente problematizzata dalla storiografia rispetto alle istanze sollevate dalla fervida componente cittadina filoangioina (Clementi, 2009). Il giurista evidenziò quanto una volta sovrano Alfonso d'Aragona, "dimentico della costanza usata da questa città per sostenere le parti angioine" (Franchi, 1752, p. 183), si distinse per la sua determinazione nel riconoscimento dei confini della città-territorio attraverso una serie di provvedimenti che nel testo vengono trascritti nelle parti d'interesse, "affinché dalle sue formule vieppiù si ponga in chiaro, che la vera idea si fu, di rendere sempre più ampio il Contado, e di considerarlo, come un solo Territorio, e vero Distretto della Città medesima" (Ivi, p. 184). Si richiama soprattutto il "solenne Istrumento" stipulato il 29 agosto 1455 tra Camerario, rappresentanti delle arti aquilane, del castello di San Benedetto in Perillis e dell'università di Popoli, come esito di una vertenza che con ogni probabilità spiega la commissione di quella rappresentazione. La genesi della controversia riguardava il pagamento "delle Collette di alcuni Tenimenti" (Ivi, p. 186) poiché parte dei terreni era registrata nel catasto di Popoli e apparteneva a proprietari di San Benedetto e parte, al contrario, apparteneva ad abitanti di Popoli ed era accatastata a San Benedetto. Poiché

> "ravvisasi il Castello di S. Benedetto designato per primo Termine del Distretto, e Territorio Aquilano nel Diploma di Federico II[3] sotto il nome di Urno Putrido di essere già nel 1455 compreso nel Distretto dell'Aquila: pagarsi nella medesima le Collette; ed esercitarvisi piena giurisdizione dal Magistrato Aquilano" (*ibidem*).

3 L'errato rimando a Federico II è ascrivibile alla falsa attribuzione del diploma fondativo lungamente protrattasi nella storiografia erudita, finché si è giunti alla riconduzione alla figura di Corrado IV.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Tra le tre rappresentazioni in coda al testo, questa raffigurazione è l'unica a soffermarsi su una più ristretta porzione di territorio, con una restituzione pseudo-prospettica per i rilievi e zenitale per la viabilità. Il centro abitato è circondato interamente da boschi e rilievi particolarmente impervi, sui quali si inerpicano i tornanti della strada che culmina sulla linea di cresta che divide la Media Valle dell'Aterno dall'Altopiano di Navelli. Il toponimo di Orno Putrido compare subito a sud dell'abitato, in corrispondenza di un bosco denominato *Selvetta di alberi detti Orni Putridi*, dunque legato puntualmente a questa porzione di vegetazione. Sembra verosimile che Franchi abbia successivamente indagato l'etimologia del sito, forse con l'apporto di un naturalista. In effetti, in un'opera pubblicata nel 1754 in risposta alla scrittura di un giovane giurista connessa al tema dei castelli del contado l'autore tornò sulla località nei pressi di San Benedetto in Perillis e aggiornò i dati forniti un biennio prima. Su Orno Putrido, soggiunse che

> "ci è anche riuscito di rintracciarne la vera etimologia: poiché in quelle vicinanze vedesi ancor'oggi una selvetta di alberi detti Orni Putridi, dacché scaturiscono una specie di Manna naturalmente putrida. Ed affinché di tutto ciò se ne avesse più chiara, e distinta Idea, lo abbiamo inciso in un Rame[4], in cui si vede il vero sito dell'antico Monistero di S. Benedetto, e della vicinissima Selvetta di Orni Putridi" (Franchi, 1754, p. 9)

Il dato riscontrabile in Franchi è utile a precisare la natura del confine: la selvetta di cui si parla, tenendo conto dell'aspetto concernente la produzione della manna e del sostantivo "Orno", richiamerebbe una significativa incidenza di frassini (*fraxinus ornus*) da cui si estrae una linfa dolce nota come manna[5].

Sul tema si è rivelata fruttuosa l'interrogazione del manoscritto della *Corografia storica degli Abruzzi* di Anton Ludovico Antinori, alla voce di San Benedetto in Perillis. Il lemma, oltre alla consueta repertoriazione di informazioni desunte – e qualche volta interamente trascritte – da fonti manoscritte per tracciare un'evoluzione storica della località a partire dall'età antica, presenta una lunga digressione relativa ai confini della località di San Benedetto. Su questo tema Antinori dà già conto nel primo paragrafo dedicato al centro, nel quale richiamò la Bolla di Papa Clemente III che nel 1188 traslò il monastero ivi edificato sotto la protezione pontificia, prescrivendo l'osservanza benedettina. Le delimitazioni del sito, "cioè terre culte ed inculte, vigne, orti, prati, selve" si snodano "dentro i confini da Caprella a Scopulo, Orno Putrido, Pietrasolida, Macchia Longa, Motulo, Macchia Spinosa, Forcelle, Arvinciale, Calamentina, da cui si ritorna al confine" (Antinori, XVIII sec., Vol. 39, p. 141/c. 108). Questa prima sezione toponomastica è riscontrabile altresì nell'opera di Franchi, che in appendice pensò di accludere per intero la bolla papale affinché potesse "porre in chiaro, quale fosse il Territorio alla nuova città assegnato" con la fondazione (Franchi, 1752, p. 282). Da Antinori, però, emerge un'aggiuntiva e più articolata enumerazione di toponimi e microtoponimi, frutto della trascrizione di un altro manoscritto, che ricalca quasi integralmente le località presenti nella carta incisa da Cepparuli nell'opera di Franchi.

Si è a conoscenza dei rapporti intercorsi tra Anton Ludovico Antinori e Carlo Franchi, tra i più eminenti protagonisti del panorama intellettuale cittadino del XVIII secolo ed entrambe figure di spicco nella stratificazione della storiografia erudita della città (Mantini, 2009, p. 317). La prossimità della descrizione manoscritta alla carta può indurre a ipotizzare un'interlocuzione tra i due studiosi nella precisazione dei confini di San Benedetto in Perillis, giacché la lettura di Antinori pare riprodurre un'autentica escursione in senso orario delle località su carta a partire dal sito di "Valle d'Uomo morto" sino a "Orno Putrido", a proposito del quale vale la pena soffermarsi sul manoscritto per gettare ulteriore luce sul confine meridionale del contado[6].

Sebbene, come scritto in precedenza, il nome offrisse già spunti per decodificare le sue origini, la spiegazione di Antinori pare essere sfuggita ai pochi studi sulla geografia storica del contado, certo anche a causa della non facile reperibilità della fonte manoscritta. L'autore specificò che Orno Putrido si trovava tra "Colle Scropolo" e "Valle delle Gatte", ricalcando quanto restituito dalla carta di

4 Può trattarsi giustappunto della rappresentazione incisa da Francesco Cepparuli, già pubblicata un biennio precedente.

5 Sull'appellativo "putrida" resta più complesso pronunciarsi, ma si può ipotizzare un collegamento con la linfa una volta fuoriuscita dalla corteccia, che al contatto con il sole si rapprende e solidifica. Meno probabile è l'eventualità che venisse così definita per possibili pericoli legati alla salute, in quanto la manna estratta dal frassino è storicamente nota per le sue proprietà medicamentose.

6 A complicare una decodifica delle possibili chiavi di lettura sulla ragione che ha condotto l'erudito a questa corposa sezione microtoponomastica della località ha concorso lo stato di conservazione della documentazione, che per le carte in esame presenta delle porzioni di testo non leggibili preminentemente nelle aree riservate alla citazione delle fonti.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

San Benedetto in Perillis, per poi dilungarsi sulle peculiarità vegetazionali che verosimilmente diedero impulso alla denominazione. Riportò che nella zona vi era:

> "piantata di molti arbori comunemente chiamati Orni [gustadi?] da tutti, diversi dagli Ornelli tanto nelle foglie quanto ne frutti, producendo grappoli a foggia d'uva, ma di acini della grandezza del pepe e di colore rusco ma allorché sono maturi, e prima torchini, de quali sono vaghi le taccole/zoccole e dalle fronde de quali che si servono i conciatori di pelle" (Antinori, XVIII sec., Vol. 39, p. 161).

La sostanziale tangenza tra la rappresentazione cartografica commissionata da Franchi e l'estratto dell'Antinori, all'interno della *Corografia*, legittima dunque l'eventualità che la circolazione di una delle due fonti abbia favorito una disquisizione, diretta o a distanza, a proposito del confine meridionale del contado. La circostanza non può essere esclusa soprattutto alla luce delle plurime convergenze che dovettero unire le due ricerche, quand'anche originate da due domande differenti.

La conoscenza geografica maturata da Antinori nutrì le riflessioni di Franchi nella sua articolata tesi a favore della promiscuità territoriale tra città e contado, ma resta difficile stabilire con approssimazione la consequenzialità dell'utilizzo di carta e scritto nella predisposizione delle due analisi su San Benedetto in Perillis. Resta plausibile, in questa direzione, anche l'eventualità che il solo Antonio Francesco Vandi abbia consultato l'elenco dei toponimi di Antinori e integrato tutto nella raffigurazione da consegnare al giurista per la stampa dell'opera. Si chiarirebbe, sulla scia di questa ipotesi, la vaghezza in merito all'origine toponomastica del confine meridionale da parte di Franchi, risolta solo nella successiva pubblicazione del 1754 in risposta alle tesi avverse al ripristino dell'integrità territoriale.

In attesa di future esplorazioni archivistiche che possano chiarire questa dinamica territoriale resta l'interessante tema della prossimità tra le due fonti, che si inserisce nelle linee di ricerca storico-geografica più attuali riguardanti gli antichi stati italiani, volte all'analisi della "circolazione dei prodotti cartografici, dei cartografi, delle idee e delle tecniche tra contesti geografici" (Guarducci, Pressenda, 2023, p. 3).

La disquisizione, più o meno diretta, tra Franchi, Vandi e Antinori testimonia in questo senso la necessità di far emergere la rete di scambio e circolazione di carte e manoscritti nell'ambiente erudito che caratterizzò il dibattito culturale aquilano del secondo Settecento, quando da una parte il monumentale *corpus* antinoriano e dall'altra l'ultimo afflato della lunga questione territoriale della Bonatenenza rinvigorirono le conoscenze geostoriche del *comitatus* fornendo una mole di informazioni ancora oggi imprescindibile negli studi geostorici dell'Abruzzo.

FIGURA 5 - Carta di San Benedetto in Perillis acclusa all'opera di Carlo Franchi



FONTE: Elaborazione dell'autore su dati: (Franchi, 1752)

3. Tra passato e presente attraverso i *geobrowser*: Google Earth Pro per la georeferenziazione delle tavolette IGM

L'assetto morfologico riconducibile alla Media Valle dell'Aterno, assieme all'importanza rivestita dalle carte storiche per il progetto di ricerca presentato, rendono questo studio un utile banco di prova per la sperimentazione di funzioni e *tool* di un software geoinformatico

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

di lungo corso come GEP (Google Earth Pro), globo virtuale o "mappamondo" (Favretto, 2009, p. 15) che il colosso tecnologico di Mountain View comincia a sviluppare da ottobre 2004, data di acquisizione del prototipo creato in precedenza dalla Keyhole (Siniscalchi, 2011, pp. 425-426).

Tale *geobrowser*, oggi (gennaio 2024) arrivato alla versione 7.3, possiede un'ampia gamma di strumenti e funzionalità riconducibili alle due categorie di "visualizzazione" e "interazione" suggerite da Favretto (2016, p. 17), per mezzo delle quali navigare sulla superficie di un modello digitale della Terra misurabile nelle sue principali proprietà geometriche.

Pur in assenza di *tool* di *geoprocessing* capaci di manipolare il contenuto dei dati spaziali, parte dei quali disponibili all'interno della piattaforma *cloud* Google Earth Engine (Gandhi, 2023, p. 4), GEP viene comunque ritenuto un'apripista per l'apprendimento delle applicazioni GIS professionali (Tomaszewski, 2020, p. 419), permettendo agli utenti di muovere i primi passi nel complesso ambiente di lavoro dei sistemi informativi di carattere geografico.

La più marcata differenza tra le due tipologie di software consiste però nella gestione dei *coordinate system* (CS), giacché il *geobrowser* non consente di cambiare alcuna impostazione relativa al suo sistema di riferimento "WGS 84" (EPSG: 4326). Ciononostante, l'uso delle librerie GDAL consente a GEP di riconoscere ed elaborare i dati riferiti a un'ampia pletora di *datum*[7], come Roma40 e RDN2008, offrendo un luminoso esempio del funzionamento dei *mash-up* citati da Goodchild (2007, p. 214), tramite cui procedere alla visualizzazione di molteplici livelli provenienti da una varietà di fonti tra di loro eterogenee.

Oltre a costituire il principale *trait d'union* tra GEP e i software GIS professionali, la possibilità di personalizzare il contenuto del globo virtuale ha consentito lo sviluppo di viaggi virtuali e applicazioni di natura interdisciplinare, dalla geomatica (Casella *et al*., 2010) alla vulcanologia (Pesaresi, 2012) fino alle migrazioni (Pavia, 2022), al turismo (Spagnoli, Varasano, 2024) e al catasto (Ferrante, Garnero, 2013), soltanto per citare alcuni esempi provenienti dall'Italia.

Sul potenziale del programma è stato scritto molto, sia dalla prospettiva cartografica (Borruso, 2007; Frančula, 2019; Pulighe *et al*., 2016) sia da quella didattica (Giorda, 2006; Pesaresi, 2020; Thankachan, Franklin, 2013). Meno bibliografia si trova invece sull'uso di GEP per la georeferenziazione della cartografia antica, dunque sull'utilizzo di *tool* e funzioni del programma di potenziale interesse per gli studi e le ricerche di geografia storica. Il prossimo paragrafo descriverà la serie di passaggi operativi necessari alla georeferenziazione di una tavoletta della Serie25V dell'IGM nell'ambiente di lavoro offerto dall'applicazione.

3.1 La georeferenziazione della tavoletta "San Demetrio De' Vestini"

La tavoletta georeferenziata con Google Earth Pro è stata "San Demetrio De' Vestini" (foglio: 146; quadrante: IV; orientamento: NO)[8], prodotta nel secondo dopoguerra (1956) tramite l'ausilio di rilievi aero-fotogrammetrici. Oltre alla volontà di replicare nel *geobrowser* una procedura (i.e. la georeferenziazione delle tavolette) reiterata in letteratura[9], l'operazione ha avuto l'obiettivo di ricostruire nel globo virtuale una passata configurazione dell'area di studio, riconducibile al periodo precedente a quel *boom* edilizio che, nel corso dei decenni successivi, avrebbe portato a un consumo di suolo "bulimico" dello Stivale (Salvatori, 2011, p. 20).

Sebbene GEP disponga dal 2009 della funzionalità chiamata "Historical Imagery" (Luo *et al*., 2018, p. 4), tramite cui sostituire le fotografie dall'alto più recenti con immagini datate, gran parte della base dati di Google Earth Pro viene acquisita dagli anni Novanta in poi (Dodsworth, Nicholson, 2015, p. 16). Nel caso della Media Valle dell'Aterno, l'arco temporale disponibile a gennaio del 2024 spazia dalla primavera del 2021 all'inverno del 1985, anno per il quale sono disponibili dei fotogrammi Landsat che risultano illeggibili alle scale intravallive.

7 L'elenco dei CS compatibili con il *geobrowser* si trova nel file chiamato "gcs.csv", memorizzato nella *folder* della libreria GDAL posta all'interno del percorso relativo "Google\Google Earth Pro\client\res\gdal".

8 Per il documento scansionato della tavoletta "San Demetrio De' Vestini" si ringrazia vivamente il Lab. GeoCartografico "Giuseppe Caraci" dell'Università Roma Tre.

9 Dallo studio di Santini (2008) sui toponimi dell'isola del Giglio alla georeferenziazione delle tavolette della Serie25V per una ricerca relativa all'agibilità degli edifici terremotati (Pesaresi, Gallinelli, 2019), tra gli altri.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

La bassa qualità di queste immagini ha fornito un ulteriore slancio alla georeferenziazione della tavoletta che, nell'edizione utilizzata degli anni Cinquanta, colora le isoipse e gli elementi di carattere orografico nel colore bistro (Cantile, 2004, p. 33): in considerazione delle ombre che si estendono lungo i versanti esposti a nord della Penisola, che impattano notevolmente sulla leggibilità dei relativi fotogrammi (Favretto, 2013, p. 86), la sovrapposizione tra la carta topografica e il modello digitale del *geobrowser* è risultato essere il migliore compromesso per la visualizzazione dell'orografia locale, utilizzando la navigazione *fly-by* per l'osservazione dei particolari da molteplici punti di vista (De Vecchis, Pesaresi, 2011, pp. 79-89).

Senza trovare copia della tavoletta nella "David Rumsey Map Collection" (Mares, Moshek, 2013, p. 67), si è proceduto alla georeferenziazione della sua scansione attraverso il comando "Image Overlay". Tralasciando la versione del comando che consente di spostare, ruotare e ridimensionare il raster solamente con il mouse, sprovvista di specifici controlli sulla precisione del processo, si è scelto di procedere mediante la modalità "Location", fornendo per i quattro angoli del raster il valore delle relative coordinate espresse in gradi sessagesimali.

Tale modalità, descritta da Favretto nel 2016 (p. 59), presenta delle analogie con il processo di georeferenziazione che si basa sui *Ground Control Points* (GCP) utilizzato dai programmi GIS professionali: seppure in assenza di strumenti equiparabili a dei veri e propri punti di controllo, l'utente del *geobrowser* può associare agli angoli del raster delle coordinate espresse nel formato relativo alla seconda cifra decimale del secondo, giungendo a precisioni interessanti.

La georeferenziazione è stata svolta, dunque, sul raster della tavoletta "San Demetrio De' Vestini" tramite la serie di passaggi che verrà descritta nell'elenco sottostante:

1. sbordatura della tavoletta per la rimozione delle celle relative alla cornice della carta;
2. trasformazione delle coordinate angolari della tavoletta dal CS "Monte Mario / Italy zone 2" (EPSG: 3004; *datum* Roma40) al "WGS 84" (EPSG: 4326)[10];
3. georeferenziazione della tavoletta tramite la modalità "Locate" di "Image Overlay", specificando per ciascun parametro le coordinate precedentemente calcolate (Fig. 6).

Il risultato dell'operazione è la georeferenziazione della tavoletta che, così facendo, si adagia sulla parte del globo virtuale che coincide con una porzione della Media Valle dell'Aterno (Figg. 7-8), con precisioni che l'utente avrebbe modo di quantificare con l'ausilio combinato del righello e della visualizzazione intermittente del livello della carta topografica. Infatti, come per gli altri strati informativi del globo virtuale, anche le celle della tavoletta assumono le forme tridimensionali del modello digitale del terreno sottostante, rappresentato dal *layer* "Terrain", con evidenti benefici per la visualizzazione tridimensionale dei rilievi e delle depressioni.

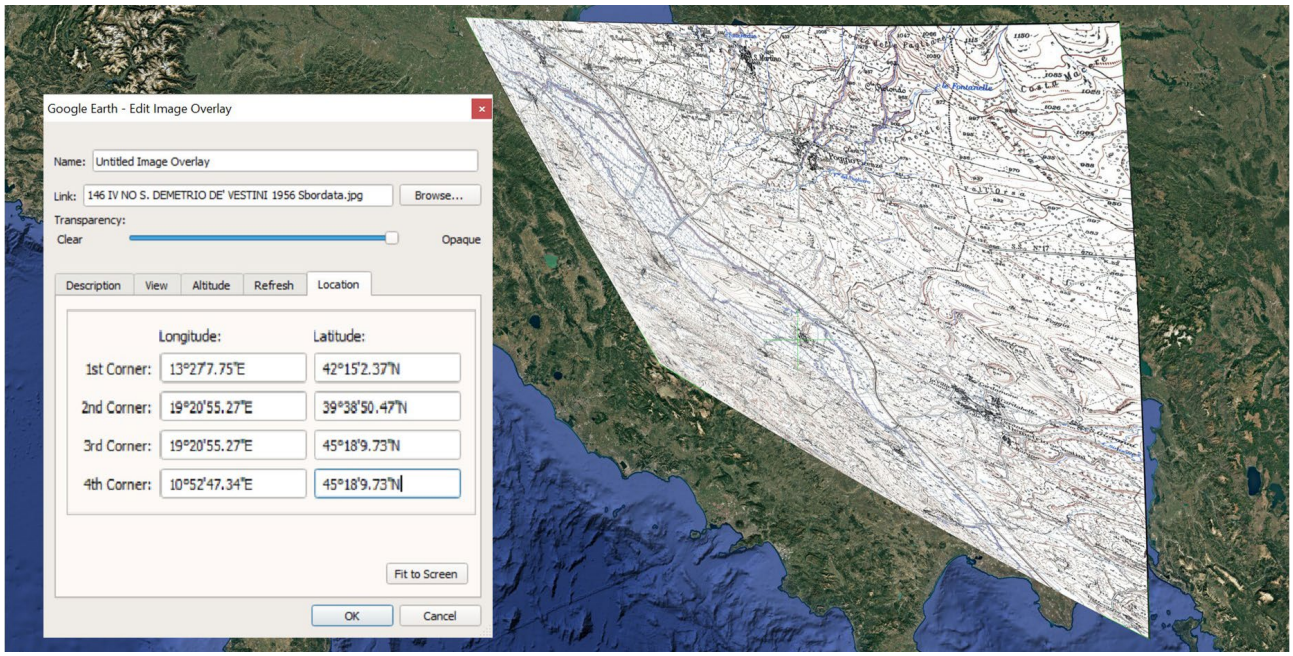
Così facendo, l'utente avrebbe modo di tracciare agevolmente l'andamento dei crinali che sovrastano la valle, per poi memorizzarli in un KML per poterli elaborare successivamente in un ambiente di lavoro dotato di processi per l'analisi spaziale tridimensionale. Un'altra applicazione potenziale potrebbe rivolgersi all'analisi della toponomastica locale, utilizzando i segnaposti del *geobrowser* per marcare la presenza dei toponimi dell'IGM, nell'ottica di svolgere confronti tra il loro significato e il territorio nella sua attuale configurazione rilevata dalle immagini dall'alto e quelle realizzate dai contributori di Street View, se disponibili.

Senza raggiungere la precisione offerta dalle applicazioni GIS professionali, le funzioni descritte nel paragrafo si aggiungono alle potenzialità di uno strumento ventennale come GEP, abilitando i numerosi utenti alla georeferenziazione delle carte storiche direttamente nell'ambiente di lavoro del *geobrowser* (Azzari, 2010), con ricadute positive per l'analisi diacronica del territorio e per gli aspetti relativi alla didattica svolta mediante Google Earth.

10 La trasformazione è stata svolta tramite le librerie del software ArcGIS Pro, giacché i servizi di trasformazione disponibili sui siti dell'IGM (www.igmi.org/vol) e del MASE (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica) (gn.mase.gov.it/portale/conversione-coordinate) non sono consentono trasformazioni dal e nel sistema di riferimento "WGS 84". La consultazione di ambedue i portali è stata svolta in data 23/5/2025.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 6 – Elaborazione di screenshot e immagini della georeferenziazione della tavoletta "San Demetrio De' Vestini" tramite Google Earth Pro, scattate a seguito della digitazione delle coordinate relative all'angolo sud-ovest (o "1st Corner") della carta topografica.



FONTE: elaborazione propria su dati: Google Earth, IGM.

FIGURA 7 – La tavoletta "San Demetrio De' Vestini" georeferenziata e sovrapposta ai contenuti del globo virtuale di Google Earth Pro.



FONTE: elaborazione propria su dati: Google Earth, IGM.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 8 – Lo strato informativo della tavoletta con, visualizzati in sovrapposizione, i *layer* del globo virtuale "Borders and Labels", "Places" e "Roads".



FONTE: elaborazione propria su dati: Google Earth, IGM.

Conclusione

La coniugazione di analisi storico-cartografica e sperimentazione di applicativi geografici ha permesso di restituire un'analisi dell'evoluzione storico-territoriale di particolare importanza, per almeno due ragioni. In primo luogo, la ricomposizione critica della cartografia pregeodetica, metodologicamente interrogata - quando possibile - in rapporto alle reti identificabili tra rappresentazioni, committenze, scritture coeve a stampa e manoscritti (Guarducci, Pressenda, 2023), ha consentito di decodificare aspetti funzionali allo studio diacronico dei sistemi insediativi storici e della dialettica politico-amministrativa tra L'Aquila e contado. Secondariamente il processo di georeferenziazione su globo virtuale della cartografia IGM ha offerto una modalità di compulsazione delle tavolette che potrebbe agevolare una lettura comparata della produzione cartografica, specie nell'interpretazione dei paesaggi montani e per quanto concerne l'analisi della toponomastica. In questa direzione la sperimentazione applicativa, offrendo una lettura toponimica della cartografia che può trarre vantaggio dalla visualizzazione a tuttotondo di Google Earth Pro, acquisisce una potenzialità considerevole in prospettiva dell'apporto di ulteriori fonti documentali geostoriche: si pensi, primariamente, al concorso di ulteriore materiale cartografico relativo - ad esempio - alla produzione agrimensoria sette-ottocentesca, custodita presso l'Archivio di Stato dell'Aquila e in buona parte repertoriata (Maestri *et al.*, 1992), in attesa di analisi specifiche con approccio multifonte.

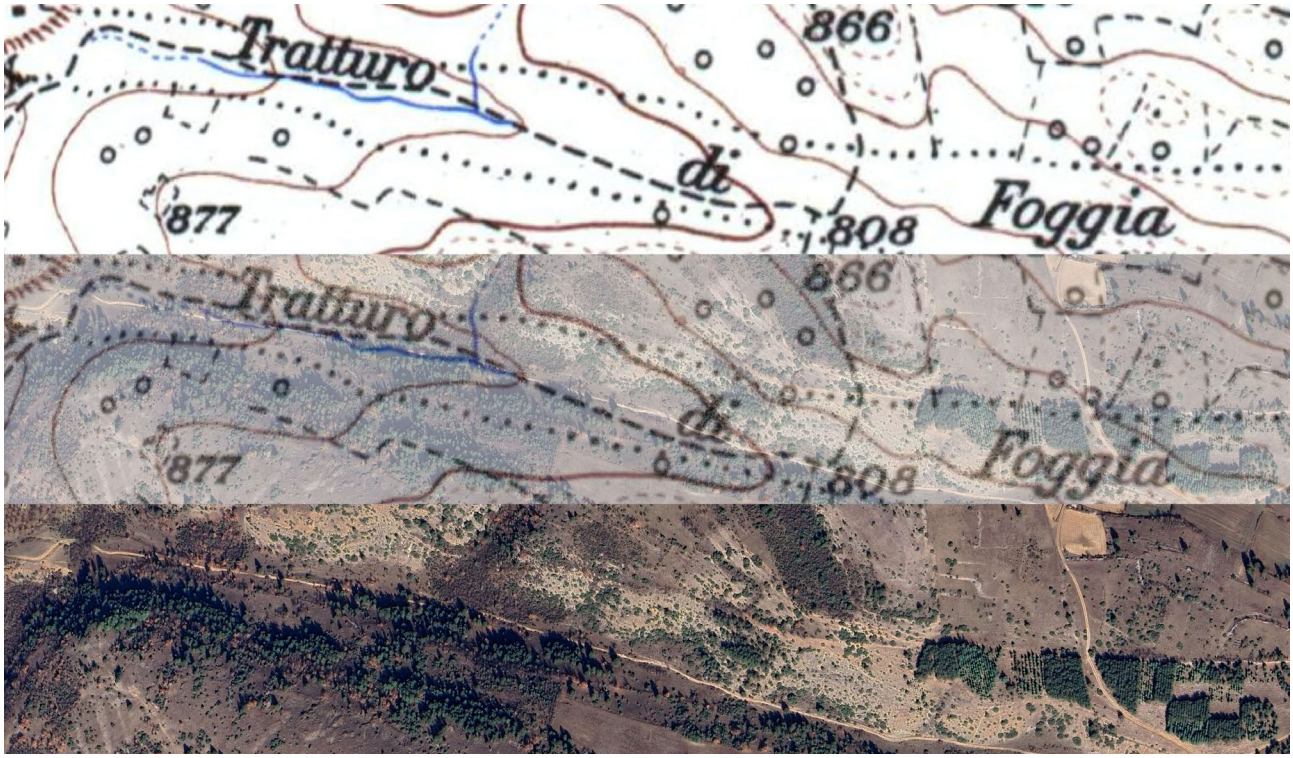
Come si può constatare dall'esempio riportato di seguito (Fig. 9), la sovrapposizione di cartografia e globo virtuale presenta immediati riscontri su significativi mutamenti territoriali occorsi tra la metà del Novecento e la visualizzazione più aggiornata dell'immagine satellitare. Si prenda come riferimento la porzione di Regio Tratturo che si sviluppa in direzione ovest-est tra i centri di Poggio Picenze e San Demetrio ne' Vestini: al momento della rilevazione i simboli del bosco misto non paiono intaccare la viabilità storica che – nell'assenza di vegetazione - manteneva ancora negli anni '50 del Novecento un tratto distintivo del suo assetto paesaggistico.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Sarebbe poi necessario, accanto allo studio delle rappresentazioni, procedere alla consultazione approfondita delle rilevazioni catastali preonciarie e onciarie, fonti descrittive che pur mancando di restituzione planimetrica risultano ricchissime di toponimi e microtoponimi (Ciaglia, 2025).

Complessivamente, in termini di interpretazione di segni e forme del paesaggio, la centralità dello studio storico-cartografico nel contesto della Media Valle dell'Aterno consentirebbe di disporre di una ulteriore e imprescindibile chiave di lettura da integrare al quadro delle politiche di programmazione territoriale inscritte nelle ricostruzioni post-sisma 2009, sottolineando il rapporto tra carta, dimensione patrimoniale e progettualità nell'individuazione di potenzialità territoriali "latenti, per lo più ignorate da chi pianifica e governa il territorio anche perché non conosciute e/o non ri-conosciute" (Dai Prà, 2010, p. 12).

FIGURA 9 – Zoom sulla porzione della tavoletta relativa al tratto del Regio Tratturo tra Poggio Picenze e San Demetrio, visualizzato in semi-trasparenza e trasparenza sulle immagini dall'alto del *geobrowser*.



FONTE: elaborazione propria su dati: Google Earth, IGM.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Almagià R. (1909), "Sui nomi storici di alcune vallate dell'Abruzzo e specialmente sul nome 'Valle Siciliana'", *Rivista Geografica Italiana*, XVI, pp. 476-484.

Almagià R. (1910), "La Marsica. Contributo al Glossario dei nomi territoriali italiani", *Bollettino della Società Geografica Italiana*, 4 (11), pp. 470-480.

Almagià R. (1912), "Primo saggio storico di cartografia abruzzese", *Rivista abruzzese di scienze, lettere ed arti*, XXVII, I, pp. 188-204.

Antinori L.A. (XVIII sec.), C*orografia storica degli Abruzzi*, (manoscritti custoditi presso la Biblioteca Regionale Salvatore Tommasi dell'Aquila)

Azzari M. (2010), "Prospettive e problematiche d'impiego della cartografia del passato in formato digitale", *Bollettino dell'Associazione italiana di Cartografia*, 138, pp. 217-224.

Borroni (1971), *Natale Bonifacio*, in: *Dizionario biografico degli Italiani*, 12, (https://www.treccani.it/enciclopedia/bonifacio-natale-detto-bonifacio-da-sebenico-o-natale-dalmatino_%28Dizionario-Biografico%29/)

Borruso G. (2007), "Nuovi strumenti di diffusione e comunicazione geografica, cartografia e GIS", in: *Atti della 11° Conferenza nazionale ASITA (Torino, 6-9 novembre 2007)*, pp.1-6.

Brancaccio G. (1991), *Geografia, cartografia e storia del Mezzogiorno*, Guida Editore, Napoli.

Cantile A. (2004), "Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare", in: *Atlante dei tipi geografici*, IGM, Firenze, pp. 28-48.

Carbone A., Smurra A. (1993), *Segni e sistemi di segni nell'Atlante zannoniano*, in: Principe I. (a cura di), *L'Atlante del Regno di Napoli di Giovanni Antonio Rizzi Zannoni*, Rubbettino Editore, Soveria Mannelli (CZ), pp. 81-97.

Casella V., Franzini M., Padova B., Spalla A., Bruneo M.G. (2010), "L'accuratezza della georeferenziazione delle immagini Google Earth: un caso-studio sul Comune di Pavia", in: *Atti della 14° Conferenza nazionale ASITA (Brescia, 9-12 novembre 2010)*, pp. 515-519.

Ciaglia F. (2025), *I catasti antichi del contado aquilano e la ricerca storico-geografica. Una proposta di lettura della rilevazione su Fagnano e Ripa (XV secolo)*, in: D'Ascenzo A., Mastrovito D. (a cura di), *Interdisciplinarità e geotecnologie. Dalla ricerca all'applicazione dei saperi*, Laboratorio geocartografico "Giuseppe Caraci", Roma, pp. 153-169

Clementi A. (2009), *Storia dell'Aquila*, Laterza, Bari.

Dai Prà. (2010), "Introduzione. Per un nuovo approccio applicativo all'ermeneutica cartografica", in: Dai Prà E., *La Cartografia storica da bene patrimoniale a strumento progettuale. Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia*, 2, pp. 11-15.

De Angelis M. (1754), *Difesa della scrittura formata a pro de' castelli dell'abolito contado dell'Aquila*, Lancillotti, Napoli.

De Vecchis G., Pesaresi C. (2011), *Dal banco al satellite: fare geografia con le nuove tecnoliogie*, Carocci, Roma.

Dodsworth E. H., Nicholson A. (2015), *Using Google Earth in libraries: a practical guide for librarians*, Rowman & Littlefield Publishing Group, Lanham.

Faraglia N. (1892), "Saggio di corografia abruzzese medievale", *Archivio Storico per le Province Napoletane*, XVI, pp. 140-156.

Favretto A. (2016), *Cartografia nelle nuvole*, Patron, Bologna.

Favretto A. (2013), "Costruzione di itinerari escursionistici tramite GPS e loro distribuzione attraverso la rete. Cartografia e/o geovisualizzazione?", *Bollettino dell'Associazione italiana di Cartografia*, 147, pp. 79-91.

Favretto A. (2009), "Progetti e strumenti a supporto della Geografia e della Cartografia: la terra digitale ed

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

i mappamondi virtuali", *Ambiente, società e territorio*, 2, pp. 15-20.

Ferrante F. C., Garnero G. (2013), "Tecnologie e dati spaziali per una moderna governance del territorio. Strumenti a supporto della riforma del Catasto", *Territorio Italia*, 1, pp. 9-25.

Franchi C. (1754), *Risposta alla scrittura da un giovane autore formata per li castelli dell'abolito contado della città dell'Aquila in difesa della medesima fedelissima città*, Napoli.

Frančula N., Tutić D., Lapaine M., Viličić M. (2019), "Google Earth and Map Projections", *Kartografija i Geoinformacije*, 18, pp. 192-199.

Gandhi U. (2023), "JavaScript and the Earth Engine API", in: Cardille J. A., Crowley M. A., Saah D., Clinton N. E. (a cura di), *Cloud-Based Remote Sensing with Google Earth Engine: Fundamentals and Applications*, Springer Nature, Berlino, pp. 3-18.

Giorda C. (2006), "Il cammino della cartografia dall'astrazione al paesaggio: la Terra vista da Google Earth", in: Santoro Reale E., Cirino R. (a cura di), *Atti del 48° Convegno nazionale dell'Associazione Italiana Insegnanti di Geografia (AIIG) (Campobasso, 2-5 settembre 2005)*, Art decò, Campobasso, pp. 247-251.

Goodchild M.F. (2007), "Citizens as sensors: the world of volunteered geography", *GeoJournal*, 69, pp. 211-221. DOI: 10.1007/s10708-007-9111-y

Guarducci A. (2018), "Cartografie per il governo del territorio nell'Italia preunitaria. Considerazioni su pratiche, linguaggi e caratteri", in: Guarducci A., Rossi M. (a cura di), *Storia della cartografia e cartografia storica. Geotema*, 58, pp. 33-42.

Guarducci A., Pressenda P. (2023), "Reti cartografiche. Circolazione di carte, cartografi, idee, tecniche", in: D'Ascenzo A., Gemignani C.A., Guarducci A., Pressenda P., Sturani M.L. (a cura di), *Reti cartografiche. Circolazione di carte, cartografi, idee, tecniche. Geotema*, 71, pp. 3-9.

Leonardi S. (2012), "L'Aquila bella mè...", *Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia*, 1, pp. 117-136.

Luo L., Wang X., Guo H., Lasaponara R., Shi P., Bachagha N., Li L., Yao Y., Masini N., Chen F. (2018), "Google Earth as a powerful tool for archaeological and cultural heritage applications: a review", *Remote Sensing*, 10(10), 1558, DOI: 10.3390/rs10101558

Mantini S. (2009), *L'Aquila spagnola Percorsi di identità, conflitti, convivenze (secc. XVI–XVII)*, Aracne, Roma.

Mares D., Moshek W. (2013), "Place in Time: GIS and the spatial imagination in teaching History", in: Lünen A., Travis C. (a cura di), *History and GIS: epistemologies, considerations and reflections*, Springer, Dordrecht, pp. 59-72.

Monti G.M. (1933), *La fondazione di Aquila ed il relativo diploma*, in: Atti del Convegno abruzzese molisano, vol. I, Casalbordino, pp. 249-275.

Palagiano C., Asole A., Arena G. (1984), *Cartografia e territorio nei secoli*, Carocci, Roma.

Pavia D. (2022), "Applicazioni che si affacciano sul mondo: viaggiare al tempo della pandemia con i geobrowser", in: Crupi G., Diodato F., Gensini S., Pesaresi C., Romeo C., Toscano S. (a cura di), *Prismi: quaderni del Dottorato in Scienze documentarie, linguistiche e letterarie del Dipartimento di Lettere e Culture moderne della Sapienza Università di Roma*, Ledizioni, Milano, pp. 273-290.

Pesaresi C. (2020), "Le geotecnologie per una didattica viva e professionalizzante", in: De Vecchis G., Pasquinelli D'Allegra D., Pesaresi C., *Didattica della geografia*, UTET, Novara, pp. 305-342.

Pesaresi C., Gallinelli D. (2019), "GIS4RISKS: periodo di edificazione, verso esiti di agibilità a L'Aquila (2009), ricostruendo le fasi dell'evoluzione urbanistica", in: Salvatori F. (a cura di), *L'apporto della Geografia tra rivoluzioni e riforme. Atti del XXXII Congresso Geografico Italiano (Roma, 7-10 giugno 2017)*, pp. 1225-1232.

Pesaresi C. (2012), "L'uso didattico dei visualizzatori di immagini da aereo e da satellite. Un'esemplificazione per lo studio dei vulcani", *Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia*, 2, pp. 45-62.

Pulighe G., Baiocchi V., Lupia F. (2016), "Horizontal accuracy assessment of very high resolution Google Earth images in the city of Rome, Italy", *International Journal of Digital Earth*, 9(4), pp. 342-362, DOI: 10.1080/17538947.2015.1031716

Sabatini G., Sansa R. (2007), "Reti viarie e infrastrutturali tra Abruzzo e Stato della Chiesa in età moderna", *Proposte e ricerche*, XXX, 58, pp. 49-65

Salvatori F. (2011), "Il consumo di suolo in Italia, un fenomeno di bulimia", *Ecoscienza*, 4, pp. 20-21.

Santini V. (2008), "GIS e analisi comparativa della toponomastica. Esempi applicativi: l'isola del Giglio", *Geotema*, 38, pp. 102-112.

Siniscalchi S. (2011), "Corsi e ricorsi cartografici: analogie e differenze tra carte storiche digitalizzate e rappresentazioni satellitari. Alcune riflessioni epistemologiche", in: Aa.Vv., *Giochi di specchi: spazi e paesaggi mediterranei tra storia e attualità*, Franco Pancallo Editore, Locri, pp. 413-429.

Spagnoli L., Varasano L.G. (2024), "Pratiche di digital storytelling per la valorizzazione di un'infrastruttura di collegamento nel Mezzogiorno d'Italia. Da Lagonegro a Rivello, un percorso tra memoria visiva e innovazione tecnologica", in: Masetti C., Spadafora G. (a cura di), *Digital Humanities, patrimonio culturale e applicazioni geostoriche*, Laboratorio geocartografico "Giuseppe Caraci", Roma, pp. 121-136.

Sturani M.C. (2018), "Cartografia e confini interni nella costruzione di uno Stato di antico regime: il caso del Piemonte sabaudo", in: Guarducci A., Rossi M. (a cura di), *Storia della*

cartografia e cartografia storica. Geotema, XXII, 58, pp. 51-60

Thankachan B., Franklin T. (2013), "Impact of Google Earth on student learning", *International Journal of Humanities and Social Science*, 3(21), pp. 11-16.

Tomaszewski B. (2020), *Geographic Information Systems (GIS) for disaster management*, Routledge, Londra.

USFCC (*United States Federal Communications Commission*) (2017), *FCC record: a comprehensive compilation of decisions, reports, public notices, and other documents of the Federal Communications Commission of the United States* (vol. 32), FCC, Washington (USA).

Valerio V. (1993), *Società uomini e istituzioni cartografiche nel Mezzogiorno d'Italia*, IGM, Firenze.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 38-50

DOI: 10.13137/2282-572X/37646

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

Parchi e turismo in Campania: le sfide della comunicazione digitale[1]

Parks and tourism in Campania: the challenges of digital communication

Federico Cuomo*, Gavino Mariotti*

*Università degli Studi di Sassari

Riassunto

Il sistema turistico della Campania presenta fenomeni di concentrazione spaziale e stagionale, con flussi intensi diretti verso mete iconiche quali Napoli, Capri, Ischia, Positano, Sorrento, ecc. particolarmente nei mesi estivi e durante le festività: una polarizzazione che genera dinamiche di *overtourism*, con conseguenze negative sull'ambiente, sulla qualità dell'esperienza turistica e sulla vivibilità delle comunità locali.

Nel contempo, la regione vanta un composito patrimonio naturalistico, incentrato su tre parchi nazionali e otto parchi regionali, che potrebbero fungere da attrattori alternativi per tipologie di *turismi* differenti e per molti mesi all'anno, contribuendo ad una migliore distribuzione dei flussi, alla destagionalizzazione delle presenze e a una più equilibrata valorizzazione territoriale.

Il presente contributo, dopo una ricognizione della letteratura relativa ai parchi nazionali e regionali, si è focalizzato su un'analisi dei siti istituzionali *online* dei parchi campani e delle principali fonti digitali adoperate per la pianificazione dei viaggi. Tale indagine ha rivelato un'adeguata visibilità dei parchi nazionali ma un'insufficiente presenza dei parchi regionali campani in termini di comunicazione del valore, *storytelling* e posizionamento nel mercato del turismo esperienziale digitale, che è quello che oggi determina il successo o l'insuccesso di una meta.

Alla luce di tali evidenze, si suggerisce una riflessione sulle strategie digitali dei parchi campani, evidenziando la necessità di un approccio integrato che, oltre a un più stretto

Abstract

The tourism system of Campania is characterized by spatial and seasonal concentration, with intense flows directed towards iconic destinations such as Naples, Capri, Ischia, Positano, Sorrento, and others, particularly during the summer months and holiday periods. This polarization generates dynamics of overtourism, with negative consequences for the environment, the quality of the tourist experience, and the livability of local communities.

At the same time, the region boasts a diverse natural heritage, structured around three national parks as well as eight regional parks. These areas could serve as alternative attractions for different types of tourism and throughout much of the year, contributing to a better distribution of flows, the deseasonalization of tourist presence, and a more balanced territorial valorization.

Following a review of the literature on national and regional parks, this paper focuses on an analysis of the official websites of Campania's parks and the main digital sources used for travel planning. The investigation revealed adequate visibility for the national parks but an insufficient presence of the regional parks in terms of value communication, storytelling, and strategic positioning within the digital experiential tourism market, which today largely determines the success or failure of a destination.

In light of these findings, the paper suggests a reflection on the digital strategies of Campania's parks, highlighting the need for an integrated approach that, in

1 L'articolo è frutto di una riflessione corale degli autori. Ciononostante, il primo e l'ultimo paragrafo sono da attribuire a Gavino Mariotti, il secondo e il terzo a Federico Cuomo.

coordinamento tra enti gestori, operatori turistici e comunità locali, riconosca come ineludibile il potenziamento della comunicazione digitale. In un contesto di crescente attenzione verso forme di turismo alternative, la promozione dei parchi campani potrebbe rappresentare una leva strategica per riequilibrare, almeno parzialmente, il sistema turistico regionale, riducendo la pressione sulle destinazioni ad alta densità e promuovendo un modello di fruizione differenziato e sostenibile, con effetti positivi sulla valorizzazione delle geografie marginali della Campania.

Parole chiave

Comunicazione digitale, Governance, Turismo sostenibile, Valorizzazione territoriale.

addition to closer coordination among managing bodies, tourism operators, and local communities, recognizes the enhancement of digital communication as indispensable. Within a context of increasing attention to alternative forms of tourism, the promotion of Campania's parks could represent a strategic lever to partially rebalance the regional tourism System, reduce pressure on high-density destinations, and promote a differentiated and sustainable model of enjoyment, with positive effects on the valorization of Campania's marginal geographies.

Keywords

Digital Communication, Governance, Sustainable Tourism, Territorial Valorization.

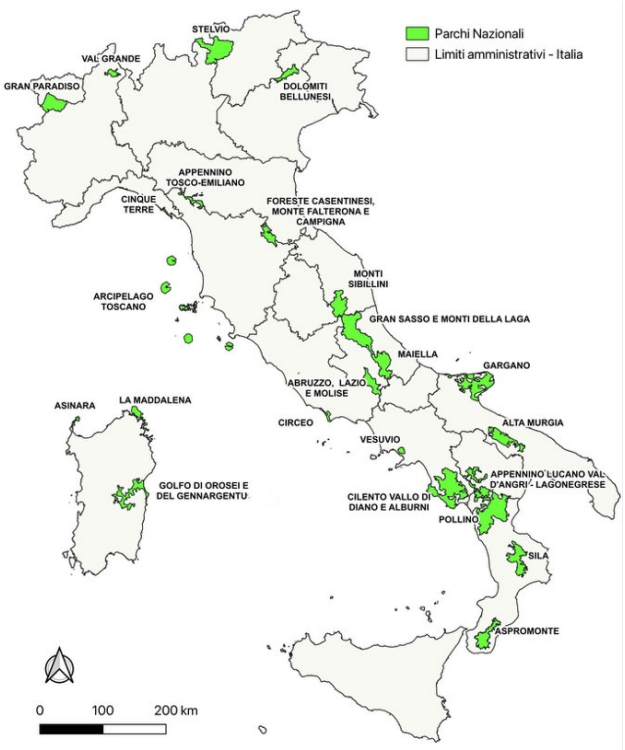
ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

1. L'evoluzione del sistema dei parchi in Italia

Il rapporto tra turismo, paesaggio, parchi e comunicazione digitale è un tema complesso di cui si discute non solo in ambito geografico e, dunque, anche da ciò deriva la difficoltà di affrontarne la trattazione. "Il paesaggio è frutto dell'interazione tra gli aspetti fisici del mondo e chi li osserva, ne costruisce rappresentazioni, li valuta e incessantemente li modifica in modo consapevole o inconsapevole: che il paesaggio è un prodotto sociale" (Squarcina, 2023, p. 166). In una prospettiva geografica, "il paesaggio rappresenta un insieme composito che assume forma e specificità attraverso le interazioni che si stabiliscono nel tempo e nello spazio tra elementi naturali e attività umane; interazioni che danno luogo a una moltitudine di configurazioni che soltanto focalizzando l'attenzione su determinate grandi categorie di fenomeni (naturali e antropici) è possibile tentare di classificare e descrivere" (D'Aponte, 1999, p. 260). Ma, "affinché il paesaggio e il patrimonio di cultura che lo connota possano produrre arricchimento e crescita nel rispetto degli equilibri pregressi, è indispensabile che ne siano condivisi e preservati significati e valori oltreché forma e supporti materici" (Ronza & Mautone, 2009, p. 9). In tal senso, il paesaggio si può configurare come un indicatore di competitività territoriale in quanto implica un miglioramento della qualità della vita per le comunità locali; la presenza di attività ecocompatibili è in grado di produrre un arricchimento continuo e costante dei valori identitari e di quelli patrimoniali (Mautone & Ronza, 2014). Proprio al fine di preservare tali valori, il sistema dei parchi nazionali e regionali ha conosciuto in Italia una notevole espansione, sia in termini di estensione territoriale sia in funzione delle citate interazioni umane che vi vengono proiettate, superando visioni meramente naturalistiche per includere dimensioni politiche, spaziali e turistiche. Dunque, l'istituzione dei parchi, lungi dall'essere un mero atto conservativo, si configura come un processo di ri-territorializzazione che coinvolge molteplici attori e narrazioni.

I parchi nazionali[1] (figura 1), secondo la definizione del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE, 2025), comprendono "tutte le aree terrestri, fluviali, lacuali e marine che contengano uno o più ecosistemi intatti o, anche se parzialmente alterati da interventi antropici, contengano una o più formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche, biologiche di rilievo internazionale o nazionale per valori naturalistici, scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi, tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro conservazione per le generazioni presenti e future". Parallelamente, "i Parchi naturali regionali e interregionali sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo, individuato dagli assetti naturalistici dei luoghi, dai valori paesaggistici e artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali" (ibidem).

FIGURA 1 - Parchi nazionali 2024



FONTE: elaborazione dell'Autore su dati MASE, 2025

1 Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise, Parco Nazionale dell'Alta Murgia, Parco Nazionale dell'appennino Lucano - Val d'Agri-Lagonegrese, Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano, Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena, Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano, Parco Nazionale dell'Asinara, Parco Nazionale dell'Aspromonte, Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni, Parco Nazionale delle Cinque Terre, Parco Nazionale del Circeo, Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi, Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna, Parco Nazionale del Gargano, Parco Nazionale del Gran Paradiso, Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga, Parco Nazionale del Golfo di Orosei e del Gennargentu, Parco Nazionale della Maiella, Parco Nazionale del Matese (perimetrazione provvisoria), Parco Nazionale dei Monti Sibillini, Parco Nazionale dell'Isola di Pantelleria, Parco Nazionale del Pollino, Parco Nazionale della Sila, Parco Nazionale dello Stelvio, Parco Nazionale della Val Grande, Parco Nazionale del Vesuvio, Parco Nazionale di Portofino (perimetrazione provvisoria); MASE 2025.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

La nascita dei relativi strumenti normativi è stata tutt'altro che lineare[2]: già negli anni Settanta, furono avanzate proposte legislative per regolamentare le aree naturali protette[3], valorizzando in particolare il ruolo delle Regioni: infatti, mentre a livello nazionale si assisteva a una lunga stasi, le Regioni si dimostravano attive, dando vita a numerosi parchi regionali. Lo stesso concetto di "sviluppo sostenibile", che fa gli esordi a metà anni Ottanta, divenendo poi di uso comune, evidenzia come "condizioni di benessere non effimero siano perseguibili soltanto raggiungendo un equilibrio soddisfacente tra la dimensione economica, [...], ecologica, [...], e culturale-sociale" (Silvestri, 2004). Le aree protette non hanno solo il ruolo di proteggere la biodiversità ma anche di mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici e di fornire i cosiddetti servizi ecosistemici, beni e servizi che gli ecosistemi forniscono all'uomo (Isola & Leone, 2021). Pertanto, le aree protette devono essere gestite e pianificate tenendo conto del sistema più ampio di coevoluzione tra sistemi naturali e socioeconomici in cui sono inserite.

L'approvazione della legge quadro n. 394/1991[4] rappresenta un risultato storico nella disciplina delle aree naturali protette per aver reso possibile l'istituzione stabile e finanziata dei parchi anche a livello regionale (Ceruti, 2021). Con tale legge, si riconosce il ruolo dei parchi nella valorizzazione dei territori: la norma esprime una visione innovativa delle aree protette, affidando a ciascun Parco l'individuazione delle proprie vocazioni, connesse alla storia e al territorio. Nel tempo, la rete dei parchi si è arricchita con l'istituzione di numerose aree, tra cui spiccano per varietà geografica i parchi già previsti dalla citata legge (del Cilento, del Gargano, del Gran Sasso, della Maiella, della Val Grande, del Vesuvio)[5], laddove altri parchi sono stati previsti d'intesa con le regioni, come nel caso del Gennargentu e dell'Asinara. Successivamente, la legge 205/2017 ha autorizzato la nascita dei parchi nazionali di Portofino e del Matese, ampliando ulteriormente il sistema nazionale delle aree protette.

L'idea che i parchi rappresentino luoghi di "natura intatta" è stata ampiamente decostruita dalla letteratura recente: come osservano alcuni studiosi (Compagnucci & Mazzoni, 2002, p. 3), "si è inclini ad immaginare [il territorio dei parchi nazionali] come uno spazio geografico de-antropizzato, piuttosto che per quello che effettivamente è: un mosaico di paesaggi umani generati dall'attività antropica". È necessario riflettere sul ruolo che i parchi possono rivestire (Zanolin, 2022) attraverso un approccio basato sull'integrazione tra dinamiche ecologiche e umane, laddove i parchi possono essere considerati come "costruzioni sociali", che riflettono la complessità delle interazioni tra natura e società. Secondo Mautone (1999), "indagata con l'approccio metodologico maturato dalla geografia umana, la realtà sensibile di cui si compone il paesaggio geografico propone quadri di sintesi - in qualche modo sistematici - nei quali gli elementi della natura e le componenti antropiche si affiancano per operare in stretta interdipendenza". Componenti antropiche che necessitano di una complessa governance multilivello, intesa come una dispersione dell'autorità verso giurisdizioni all'interno e oltre gli stati nazionali (Hooghe & Marks, 2020), laddove la complessità della protezione ambientale si intreccia con le dinamiche culturali, di sviluppo locale e turismo sostenibile.

L'analisi degli effetti territoriali dei parchi restituisce un quadro sfumato: alcuni studiosi (Romano et al., 2021) evidenziano l'impatto dell'"effetto parco" rispetto al "semplice" ruolo territoriale dei comuni coinvolti che si trovano in

2 Per un approfondimento sui primi movimenti di tutela ambientale nel contesto italiano, si rimanda a Caracciolo (1988) e Piccioni (2014).

3 In particolare, durante la quinta legislatura.

4 La legge 394/91 definisce la classificazione delle aree naturali protette come segue: Parchi Nazionali, Parchi naturali regionali e interregionali (già citati); Riserve naturali (le Riserve naturali sono costituite da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, ovvero presentino uno o più ecosistemi importanti per la diversità biologica o per la conservazione delle risorse genetiche. Le riserve naturali possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli elementi naturalistici in esse rappresentati); Zone umide di interesse internazionale (le Zone umide di interesse internazionale sono costituite da aree acquitrinose, paludi, torbiere oppure zone naturali o artificiali d'acqua, permanenti o transitorie comprese zone di acqua marina la cui profondità, quando c'è bassa marea, non superi i sei metri che, per le loro caratteristiche, possono essere considerate di importanza internazionale ai sensi della convenzione di Ramsar); Altre aree naturali protette (le Altre aree naturali protette sono aree (oasi delle associazioni ambientaliste, parchi suburbani, ecc.) che non rientrano nelle precedenti classi. Si dividono in aree di gestione pubblica, istituite cioè con leggi regionali o provvedimenti equivalenti, e aree a gestione privata, istituite con provvedimenti formali pubblici o con atti contrattuali quali concessioni o forme equivalenti); Aree di reperimento terrestri e marine (le Aree di reperimento terrestri e marine indicate dalle leggi 394/91 e 979/82, che costituiscono aree la cui conservazione attraverso l'istituzione di aree protette è considerata prioritaria).

5 I parchi citati, di notevole rilevanza geografica, storica e normativa, sono tra quelli istituiti o rafforzati dalla legge quadro 394/1991 e costituiscono esempi emblematici di come la norma abbia trovato declinazione sul territorio, rappresentando le diverse aree e morfologie italiane.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

aree svantaggiate come quelle montane o interne, lontane da bacini e poli di performance economica e produttività energetica. Anche se la sola istituzione di un parco non basta a invertire tendenze negative, come l'abbandono demografico o il declino dei servizi nei piccoli comuni, diviene cruciale che le politiche per le aree protette siano integrate con strategie di sviluppo e inclusione territoriale. Ulteriori campi d'indagine riguardano il ruolo dei parchi nell'adattamento al cambiamento climatico: si pensi agli studi sugli ecosistemi alpini e appenninici (Rogora et al., 2018) che rivelano "una rapida risposta degli ecosistemi montani al cambiamento climatico" con un incremento della copertura vegetale in alta quota. Come rilevato da altri studiosi (Cumming & Allen, 2017, p. 1709), le aree protette sono anche sistemi socio-ecologici in cui "i manager e i responsabili politici, così come le persone che lavorano e visitano le aree protette, vivono in un contesto sociale che crea richieste e aspettative sulla gestione dell'ecosistema". I parchi, dunque, non sono isole ma nodi territoriali all'interno di sistemi socioeconomici più ampi: ad esempio, con l'istituzione del Parco delle Colline di Napoli nel 2003, molte idee sul futuro urbanistico della città ritenute utopiche sono ormai considerate come possibilità geografiche, inseguendo il sogno di una "città-parco" (Pagano, 2012) ed evidenziando come questi sistemi di conservazione abbiano impatti che si estendono ben oltre i loro confini geografici.

Un caso di dinamica espansiva delle aree protette è rappresentato dall'istituzione, nell'aprile 2024, del Parco Nazionale del Matese, che diventa ufficialmente il 25° Parco Nazionale italiano: il decreto istitutivo ha definito la perimetrazione, la zonizzazione e le misure di salvaguardia di questa nuova area, che si estende per oltre 87.000 ettari tra Campania e Molise. Nel comunicato stampa del Ministero dell'Ambiente si sottolinea come "il Matese sia uno scrigno di natura e cultura" che "entra formalmente nella lista dei Parchi nazionali, aprendosi a una visione di sviluppo nuova". Tale sviluppo si inserisce in una più ampia strategia del MASE, che negli ultimi tempi ha promosso la creazione di nuove aree protette, tra cui il Parco Ambientale di Orbetello e l'Area Marina Protetta di Capospartivento, pur se l'ultimo Parco nazionale istituito in Italia è stato quello dell'Isola di Pantelleria nel 2016.

Nell'attuale scenario, caratterizzato da una crescente competizione territoriale, lo sviluppo dei parchi non può prescindere da un adeguato sostegno da parte delle politiche pubbliche e delle comunità locali e necessita, altresì, di un potenziamento delle strategie di comunicazione digitale. In termini generali, quando si tratta dell'industria del turismo, una collaborazione efficiente e una comprensione tra tutti gli attori coinvolti sono vitali per ottenere effetti positivi e più alti risultati (Félix & Hurtado, 2019). Senza eccezioni, l'industria del turismo ha subito cambiamenti fondamentali negli ultimi due decenni, i comportamenti e le esperienze turistiche sono cambiati e potenti attori hanno aumentato le loro operazioni a livello globale (Schaffer et al., 2021), laddove le tecnologie digitali trasformano la vita quotidiana dei consumatori, delle aziende e la struttura di interi ecosistemi (Riasanow et al., 2021). Attraverso l'innovazione digitale e la conseguente trasformazione digitale, emergono nuovi tipi di interazioni e creazione di valore (Yoo et al., 2012) e tali cambiamenti sfidano le organizzazioni in tutti i settori, dal prodotto al servizio (Yoo et al., 2010). Quanto al ruolo delle tecnologie di comunicazione digitale nello sviluppo del turismo, queste non sono solo uno strumento (per commercializzare la destinazione) ma anche un catalizzatore e un motore per la creazione e la co-creazione di esperienze (Inversini & Rega, 2018). Dunque, la valorizzazione territoriale delle destinazioni turistiche, soprattutto se situate in aree marginali, richiede un approccio sistemico, in cui strumenti come lo *storytelling* territoriale si affianchino a forme di comunicazione digitale innovative e coerenti con l'identità locale.

2. Cenni morfologici sui parchi campani

La Campania presenta un'elevata concentrazione di aree protette, con undici parchi che interessano una porzione significativa del territorio regionale e tutelano ecosistemi montani, costieri, vulcanici e rurali. Tra essi figurano tre parchi nazionali (Cilento, Vallo di Diano e Alburni; Vesuvio; Matese) e otto parchi regionali (Monti Lattari; Campi Flegrei; Partenio; Taburno-Camposauro; Roccamonfina-Foce Garigliano; Fiume Sarno; Monti Picentini; Colline di Napoli) (figura 2).

La morfologia dei parchi campani (Tabella 1) è caratterizzata da un'ampia varietà, sia per quanto riguarda il dislivello altimetrico - che passa dai territori pianeggianti delle Colline di Napoli fino alle vette prossime ai 2.000 metri del Parco del Matese - sia in termini di estensione territoriale, con superfici che spaziano dai parchi minori intorno ai 2.500 ettari fino al Parco del Cilento, Vallo di Diano e Alburni, che raggiunge quasi 180.000 ettari.

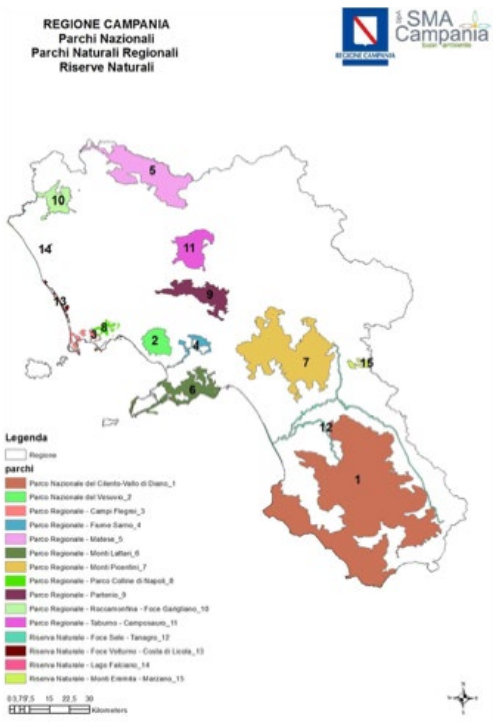
ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

TABELLA 1 - Parchi campani – Estensione in ettari e altitudine massima s.l.m.

Parco	**Vetta più alta**	**Superficie** (ettari)
Cilento, Vallo di Diano e Alburni	Monte Cervati – 1.898 m	178.172
Matese	La Gallinola – 1.923 m	87.897
Monti Picentini	Monte Cervialto – 1.818 m	63.000 »
Partenio	Monte Avella – 1.598 m	16.650
Monti Lattari	Monte Faito »1.131 m	16.000 »
Taburno-Camposauro	Monte Taburno – 1.394 m	12.370
Roccamonfina-Foce Garigliano	Vulcano Roccamonfina – 1.006 m	8.705
Vesuvio	Monte Somma/Vesuvio – 1.170 m	7.259
Campi Flegrei	Monte Nuovo – 133 m	8.000 »
Fiume Sarno	Pianeggiante – max »200 m	3.436
Colline di Napoli	Non montuoso, collinare	2.215

FONTE: elaborazione dell'Autore su dati Geoportale MASE, 2025

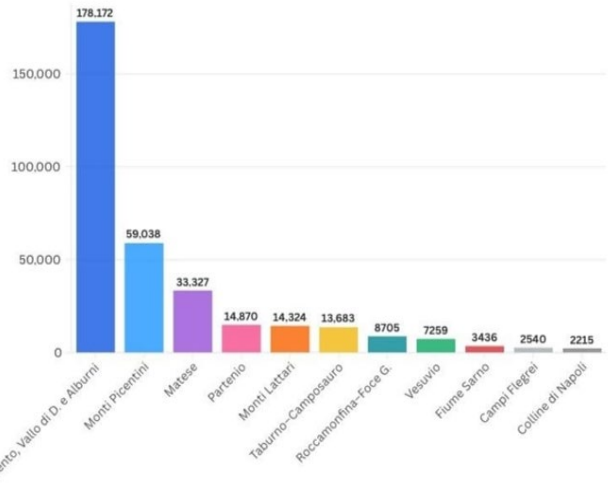
FIGURA 2 - I parchi campani



FONTE: Regione Campania[6], 2025

Attraverso una rappresentazione sinottica, il seguente grafico (figura 3) consente di mettere in evidenza le gerarchie spaziali tra i diversi parchi campani.

FIGURA 3 - Estensione dei parchi campani in ettari



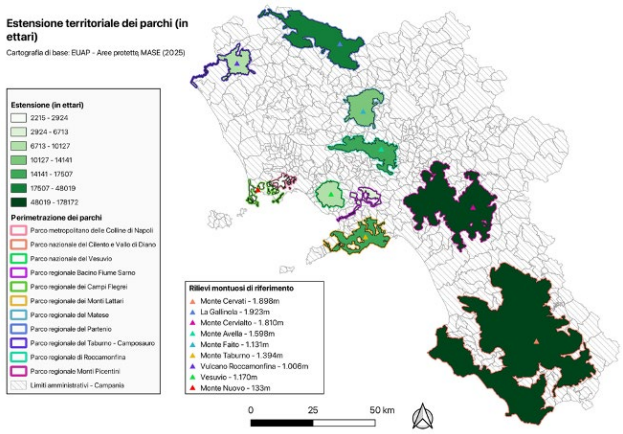
FONTE: elaborazione dell'Autore su dati Geoportale MASE, 2025

La carta seguente (figura 4) integra tali dati con l'indicazione delle vette più elevate di ciascun parco.

6 Regione Campania, www.casadivetro.regione.campania.it/PD20190013295_007263295.pdf (ultimo accesso 01/5/2025).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 4 - Estensione e vette dei parchi campani



FONTE: elaborazione dell'Autore su dati Geoportale MASE, 2025

Questi parchi, espressione della diversità territoriale e culturale regionale, spesso localizzati in contesti fragili, costituiscono potenziali strumenti di riequilibrio territoriale e di riorientamento degli assi turistici, se supportate da adeguate politiche pubbliche e strategie di comunicazione. Infatti, mentre il campo della cartografia contemporanea continua ad evolversi, la comprensione dei metodi e delle strategie per comunicare efficacemente le informazioni spaziali è diventata un obiettivo primario (Robinson et al., 2023). Considerata l'estensione e la varietà dei parchi campani, è essenziale che i rispettivi siti istituzionali garantiscano una comunicazione digitale capace di offrire ai visitatori le opportune informazioni spaziali: ciò in quanto "le interfacce digitali dovrebbero essere considerate dei centri di calcolo che consentono all'utente di navigare lo spazio all'interno di insiemi di dati molto diversi, costantemente ricombinati (Lo Presti, 2019, p. 128)". In tale contesto, il presente contributo si è posto l'obiettivo di costruire un indicatore sintetico quale strumento preliminare per misurare in modo oggettivo e comparabile le capacità comunicative digitali dei parchi campani, offrendo al contempo un supporto all'analisi delle loro strategie di valorizzazione e gestione.

3. Un indicatore digitale per i parchi campani

Al fine di analizzare in modo sistemico le potenzialità di attrattività turistica digitale dei parchi naturali della Campania, si propone di seguito una metodologia finalizzata alla costruzione di un indicatore sintetico, utile a valutarne la presenza nel contesto digitale: nel seguito, viene descritto il processo metodologico utilizzato per l'elaborazione dell'indicatore. L'obiettivo è duplice: da un lato, fornire uno strumento comparativo utile a delineare le disomogeneità territoriali in termini di comunicazione turistica; dall'altro, offrire una base conoscitiva potenzialmente utile quale supporto di strategie regionali di promozione digitale. Dal punto di vista metodologico, l'indicatore è stato costruito come una semplice media ponderata di valutazioni normalizzate relative ad alcune tra le principali categorie di piattaforme (istituzionali, informative e social), consentendo così un confronto oggettivo tra i parchi indipendentemente dalla loro estensione o dalla natura dell'ente gestore.

Si è proceduto, innanzitutto, a una ricognizione dei siti istituzionali dei parchi campani[7]: in sintesi, da tale analisi è emerso che i portali dei tre parchi nazionali – Vesuvio, Cilento e Vallo di Diano, Matese – presentano una struttura del sito abbastanza moderna, funzionale e coerente con le finalità di promozione, pur mostrando ampie possibilità di miglioramento sotto il profilo dell'interattività e della comunicazione. Di ben altro tenore risulta, invece, la situazione dei siti relativi ai parchi regionali: nella maggior parte dei casi (Campi Flegrei, Monti Lattari, Colline di Napoli, Partenio, Roccamonfina-Foce Garigliano, Taburno-Camposauro e Fiume Sarno)[8], i portali si configurano come

7 Per analizzare come gli enti gestori dei parchi campani utilizzino le tecnologie della comunicazione digitale, è stata condotta nel marzo 2025 una ricerca sui siti istituzionali, volta a censirne i modelli di relazione con l'utenza. La metodologia di indagine, di tipo quali-quantitativa, ha inteso valutare la qualità e l'efficacia dei siti nell'attivare la partecipazione degli utenti alla promozione dell'offerta dei parchi, attraverso strumenti interattivi rispetto a due ambiti chiave: informazione e coinvolgimento. Sono stati selezionati dieci indicatori da un panel di esperti selezionato per garantire un approccio multidisciplinare alla valutazione: il coinvolgimento di specialisti provenienti da ambiti diversi – accademia, comunicazione digitale, promozione territoriale - ha permesso di integrare prospettive complementari. Gli indicatori considerati sono stati: sito sicuro/non sicuro e certificato valido/non valido, mappa del parco, calendario eventi, modulo contatti, help desk, integrazione con social media, newsletter o aggiornamenti periodici, moduli per feedback o suggerimenti, accessibilità multilingue, sezione FAQ o assistente virtuale, presenza di contenuti audio, video o blog. Tali indicatori sono stati ricondotti a variabili dicotomiche (1 = presente, 0 = assente), la cui somma ha restituito un punteggio integrato per ciascun parco, espressione della qualità e della propensione all'uso del sito.

8 Vedasi: Parco dei Campi Flegrei, www.parcodeicampiflegrei.it/ (ultimo accesso 21/5/2025); Parco delle Colline di Napoli, www.parcometropolitanocollinenapoli.it/ (ultimo accesso 21/5/2025); Parco del Cilento, Vallo di Diano e Alburni, www.cilentoediano.it/

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

vetrine burocratiche dell'*ente gestore*, prive di una vera e propria dimensione esperienziale o di uno *storytelling* coerente e, quindi, poco orientate all'eventuale turista. Due siti vengono addirittura indicati dai motori di ricerca come "non sicuri", ovvero con un "certificato non valido" (Partenio e Fiume Sarno). L'unica eccezione degna di nota è rappresentata dal sito dei Monti Picentini, che appare abbastanza organizzato e potenzialmente efficace nel veicolare l'offerta turistica del parco.

In aggiunta alla ricognizione dei siti, si è sviluppata una metodologia basata su una metrica più approfondita, finalizzata alla costruzione di un indicatore sintetico. Tale indicatore è stato costruito facendo ricorso alle piattaforme pubblicamente disponibili e maggiormente utilizzate per la pianificazione dei viaggi (*Instagram, Google Map, Tripadvisor*) e, per ciascun parco, sono stati raccolti i seguenti insiemi:

- il numero di *hashtag* presenti su Instagram (alla data del 23 marzo 2025);
- il numero di recensioni presenti su Google Maps per il luogo principale d'accesso o rappresentativo del parco (alla data del 3 aprile 2025);
- il numero di recensioni su Tripadvisor (alla data del 24 marzo 2025).

Per rendere confrontabili i valori, si è provveduto ad una semplice normalizzazione[9]:

$$\text{valore normalizzato} = \frac{valore - minimo}{massimo - minimo}$$

Dopo aver normalizzato i dati, è stato creato un indice unico attraverso la seguente media ponderata[10]:

$$indice = w_G \, x \, G + w_T \, x \, T + w_I \, x \, I + w_S \, x \, S$$

È stato poi attribuito un valore ponderato a ciascuna piattaforma[11], sulla base alle seguenti considerazioni:

- *Google Maps*: strumento chiave per la scoperta e la navigazione; adoperato da un pubblico eterogeneo per trovare luoghi, attrazioni, ristoranti, hotel o visualizzare foto; recensioni affidabili, spesso lasciate da utenti locali e turisti reali - peso 35%;
- *Instagram*: maggiormente basato sulle immagini che sulle recensioni testuali, è adoperato come fonte di ispirazione e per la scelta della destinazione; molto utilizzato per le cd. destinazioni "*instagrammabili*" e da un pubblico prevalentemente giovane - peso 35%;
- *Tripadvisor*: utilizzato per scegliere hotel, ristoranti e tour; ha un'elevata influenza sulle decisioni dei viaggiatori internazionali - peso 10%[12];
- *Siti istituzionali*: adoperati da un pubblico eterogeneo di visitatori e turisti per scegliere i parchi da visitare. È stato attribuito un valore - su scala da 1 a 5 - in base alla qualità del sito - peso 20%.

Infine, è stato trasformato l'indice così calcolato da un intervallo [0,1] ad un intervallo [0,10] utilizzando una semplice trasformazione lineare. La metodologia illustrata ha condotto al seguente indice sintetico (Tabella 2) relativo alla presenza digitale di ciascun parco campano.

Per una immediata interpretazione dell'indice, è possibile osservare il seguente grafico (figura 5) e la relativa elaborazione cartografica (figura 6).

(ultimo accesso 20/5/2025); Parco del Fiume Sarno, www.enteparcodelfiumesarno.it/ (ultimo accesso 21/5/2025); Parco del Matese, www.parcoregionaledelmatese.it/ (ultimo accesso 20/5/2025); Parco dei Monti Lattari, www.parcoregionaledeimontilattari.it/ (ultimo accesso 21/5/2025); Parco dei Monti Picentini, www.parcoregionalemontipicentini.it/ (ultimo accesso 21/5/2025); Parco del Partenio, www.parcopartenio.it/ (ultimo accesso 21/5/2025); Parco di Roccamonfina-Foce Garigliano, www.parcodiroccamonfina.it/ (ultimo accesso 21/5/2025); Parco del Taburno-Camposauro, www.enteparcotaburnocamposauro.it/ (ultimo accesso 21/5/2025); Parco Nazionale del Vesuvio, www.parconazionaledelvesuvio.it/ (ultimo accesso 20/5/2025).

9 Vedasi ad esempio metodo Min-Max (normalizzazione valori tra 0 e 1), Istat (2023), *Metodi e strumenti IT per la produzione statistica*. www.www.istat.it/it/files//2024/01/Catalogo_Repository_18_01_2024.pdf. (ultimo accesso 15.5.2025).

10 w = peso della piattaforma; G = valore normalizzato da Google Maps; T = valore normalizzato da Tripadvisor; I = valore normalizzato da Instagram; S = valore normalizzato da Siti istituzionali.

11 Attribuzione effettuata dal medesimo panel di esperti già menzionato.

12 È stato attribuito un peso minore alla piattaforma Tripadvisor soprattutto in considerazione del fatto che il Parco Nazionale del Vesuvio fa registrare una presenza relativa quasi assoluta (97%) rispetto al totale delle recensioni degli 11 parchi analizzati, laddove gli altri 10 parchi raccolgono complessivamente solo il rimanente 3% delle recensioni. Dati che fanno ritenere che il Parco del Vesuvio, diversamente dagli altri parchi, benefici di recensioni cd. "di riflesso" derivanti da turisti che visitano le attività ricettive e di ristorazione presenti nei dintorni del parco: attività che, come noto, rappresentano il focus primario di Tripadvisor.

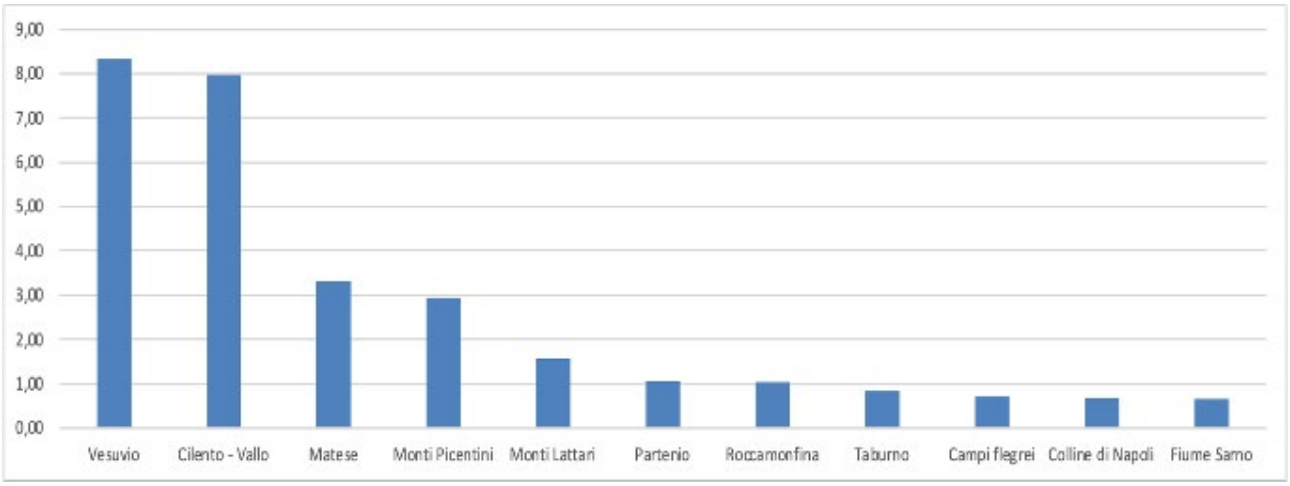
ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

TABELLA 2 - Indice sintetico presenza digitale dei parchi campani

Parchi	Instagram	Google Maps	Tripadvisor	Siti Ist.	Instagram norm.	Google Maps norm.	Trip advisor norm.	Siti Ist. norm.	Index Sint. Peso	**Index Sint. base10**
Vesuvio	14800	36266	8751	4	0,33	1,00	1,00	1,33	0,83	**8,33**
Cilento – Vallo D.	44500	18805	0	4	1,00	0,52	0,00	1,33	0,80	**7,98**
Matese	3307	4053	117	4	0,07	0,11	0,01	1,33	0,33	**3,33**
Monti Picentini	600	2295	5	4	0,01	0,06	0,00	1,33	0,29	**2,94**
Monti Lattari	2759	7150	6	1	0,06	0,20	0,00	0,33	0,16	**1,57**
Partenio	2238	2436	1	1	0,05	0,07	0,00	0,33	0,11	**1,08**
Rocca-monfina	240	3586	7	1	0,01	0,10	0,00	0,33	0,10	**1,03**
Taburno	236	1547	30	1	0,01	0,04	0,00	0,33	0,08	**0,84**
Campi Flegrei	250	47	89	1	0,01	0,00	0,01	0,33	0,07	**0,70**
Colline di Napoli	0	126	0	1	0,00	0,00	0,00	0,33	0,07	**0,68**
Fiume Sarno	2	6	1	1	0,00	0,00	0,00	0,33	0,07	**0,67**

FONTE: elaborazione dell'Autore, 2025

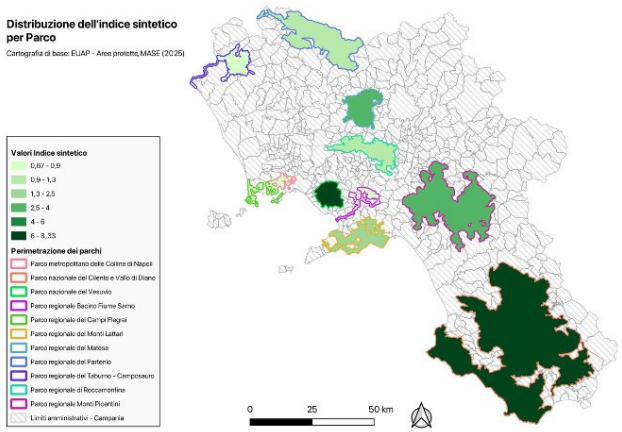
FIGURA 5 - *Ranking* presenza digitale parchi campani



FONTE: elaborazione dell'Autore, 2025

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 6 - Distribuzione dell'indice sintetico della visibilità digitale per Parco



FONTE: elaborazione dell'Autore, 2025

Come si nota dall'analisi dei risultati emersi, e come peraltro si poteva prevedere, l'indicatore sintetico evidenzia una chiara polarizzazione della visibilità digitale a favore dei due parchi nazionali storici: il Parco del Vesuvio e il Parco del Cilento, Vallo di Diano e Alburni. Entrambi raccolgono, nel complesso, la quota preponderante di attenzione e presenza online, risultando ai primi posti in quasi tutte le dimensioni analizzate. Si tratta di due realtà consolidate nell'immaginario dei turisti e dotate di un forte profilo identitario, nonché di una strategia di comunicazione maggiormente strutturata che si riflette in un uso efficace delle piattaforme online. Il nuovo parco nazionale, quello del Matese, pur collocandosi in terza posizione, denota un indice di gran lunga inferiore a quello dei primi due parchi nazionali, segno evidente del lavoro che c'è da fare in termini di comunicazione digitale. I parchi regionali - sebbene caratterizzati da notevoli qualità paesaggistiche e ambientali, e spesso inseriti in contesti territoriali strategici - presentano livelli molto bassi di visibilità e interazione online, con una presenza frammentaria, non aggiornata o addirittura assente su alcuni canali: tale risultato evidenzia il rischio concreto di una marginalizzazione informativa, che aggrava ulteriormente la perifericità percepita rispetto ai flussi turistici regionali.

4. Conclusioni

L'evoluzione storica del sistema dei parchi italiani, ormai lontani dall'essere semplici spazi naturali da preservare, dimostra come la loro capacità di incidere sullo sviluppo locale dipenda da un approccio integrato, che possa includere una *governance* multilivello, la valorizzazione del territorio e dell'identità culturale, il coinvolgimento delle comunità locali e, sempre più, strategie di comunicazione digitale efficaci basate su uno *storytelling* territoriale. In un contesto in cui l'immagine e la narrazione dei luoghi influenzano le scelte dei visitatori, i parchi devono costruire una visione coerente e riconoscibile, capace di esprimere il valore ambientale e socioculturale che li caratterizza, rafforzandone così il ruolo nei processi di sviluppo sostenibile e coesione territoriale.

I parchi naturali della Campania, configurandosi come un sistema territoriale di indubbio valore ambientale, culturale e paesaggistico, appaiono avere un elevato potenziale di crescita nell'intercettare flussi turistici durante gran parte dell'anno. In una regione caratterizzata da squilibri spaziali e temporali – con concentrazioni di visitatori in poche mete iconiche e in determinati periodi dell'anno – i parchi offrono un'opportunità per equilibrare i flussi, incentivare forme di turismo sostenibile e valorizzare territori interni spesso esclusi dai circuiti turistici consolidati.

Il presente contributo, dopo aver esaminato l'evoluzione dei parchi in Italia e approfondito alcuni dei principali aspetti morfologici dei parchi campani, ha proposto una metodologia per l'elaborazione di un indice sintetico volto a valutare la visibilità digitale di tali aree sulle principali piattaforme online di promozione turistica (Instagram, Google Maps, Tripadvisor, siti istituzionali). L'indice proposto, oltre a restituire una fotografia utile alla lettura delle disomogeneità digitali, si configura come uno strumento operativo replicabile, potenzialmente utile per orientare le politiche regionali. Le applicazioni di tale strumento potrebbero riguardare la pianificazione turistica regionale, la valutazione dell'efficacia comunicativa delle singole destinazioni e l'individuazione di aree con un potenziale latente di valorizzazione.

Dall'analisi dell'indice e dei dati sottesi emerge una polarizzazione a favore dei due parchi nazionali storici, Vesuvio e Cilento - Vallo di Diano, che beneficiano di

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

un'identità consolidata, un'efficace presenza online e un radicamento nel sistema turistico regionale; mentre il nuovo Parco Nazionale del Matese, pur attestandosi al terzo posto nella graduatoria, evidenzia un indice nettamente più basso rispetto ai primi due parchi, rivelando così l'ampio margine di miglioramento ancora necessario sul piano della comunicazione digitale. Gli altri parchi regionali campani registrano livelli molto bassi di presenza online, siti obsoleti e un insufficiente utilizzo dei canali social: carenze che riflettono un deficit di attenzione da parte degli enti gestori, ma anche una sottovalutazione del ruolo della comunicazione nella costruzione del valore territoriale.

Dunque, rafforzare la comunicazione digitale dei parchi campani non è solo una questione di visibilità, ma una leva strategica utile a promuovere modelli di fruizione sostenibili, ridurre la pressione turistica sulle mete sovraesposte, destagionalizzare i flussi e valorizzare le geografie minori, contribuendo al riequilibrio del sistema turistico regionale.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Caracciolo A. (1988). *L'ambiente come storia. Sondaggi e proposte di storiografia dell'ambiente*, Bologna, il Mulino.

Ceruti, G. (2021). *Nel 2021 compie trent'anni la legge n. 394/1991 sui parchi nazionali e sulle altre aree naturali protette terrestri e marine.* Rivista giuridica dell'ambiente, 3/2021. Napoli, Editoriale Scientifica.

Compagnucci, F., & Mazzoni, F. (2002). *Il territorio dei parchi nazionali italiani*. Quaderni di Ricerca, 172.

Cumming, G. S., & Allen, C. R. (2017). Protected areas as social-ecological systems: Perspectives from resilience and social-ecological systems theory. *Ecological Applications*, 27(6). www.doi.org/10.1002/eap.1584.

D'Alberto, R., Zavalloni, M., & Pagliacci, F. (2024). *The environmental and socioeconomic impacts of the Italian National Parks: Time and spillover effects across different geographical contexts*. Global Environmental Change, 86, 102838. www.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102838.

D'Aponte, T. (1999). I territori del paesaggio. *Bollettino della Società Geografica Italiana*, Serie XII, 4, 253–267.

Félix, F., & Hurtado, M. (2019). Participative management and local institutional strengthening: the successful case of mangrove social-ecological systems in Ecuador. In *Social-ecological Systems of Latin America: Complexities and Challenges* (pp. 261-281). Cham: Springer International Publishing.

Hooghe, L., & Marks, G. (2020). A postfunctionalist theory of multilevel governance. *The British Journal of Politics and International Relations*, 22(4), 820-826.

Inversini, A., & Rega, I. (2018). Digital communication and tourism for development. In *Handbook of communication for development and social change* (pp. 1-11). Springer, Singapore.

Isola, F., & Leone, F. (2021). *Tra resilienza e innovazione. Il caso dei parchi regionali in Sardegna*. In O. Caldarice et al. (a cura di), Atti della XXIII Conferenza Nazionale SIU. Downscaling, Rightsizing (Vol. 4, pp. 127–133). Planum Publisher. www.dx.doi.org/10.53143/plm.c.421

Lo Presti L. (2019), *Cartografie (in) esauste. Rappresentazioni, visualità, estetiche nella teoria critica delle cartografie contemporanee*, FrancoAngeli, Milano.

Mautone, M. (1999). *Il paesaggio tra identità e territorialità*. Bollettino della Società Geografica Italiana, Serie XII, 4, 331-338.

Mautone, M., & Ronza, M. (2014). *Tutela del paesaggio e innalzamento della produttività: una prospettiva per amministrazioni locali e soggetti economici*. Territorio & aree urbane.

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. (n.d.). *Siti protetti – VI Elenco ufficiale aree protette (EUAP)*. Geonatura – WFS. www.gn.mase.gov.it/portale/wfs (ultimo accesso 19/5/2025)

Pagano, L. (2012). *Periferie di Napoli. La geografia, il quartiere, l'edilizia pubblica*. Aracne.

Piccioni L. (2014), *Il volto amato della patria. Il primo movimento per la protezione della natura in Italia 1880-1934*, Temi, Trento.

Riasanow, T., Jäntgen, L., Hermes, S., Böhm, M., & Krcmar, H. (2021). Core, intertwined, and ecosystem-specific clusters in platform ecosystems: analyzing similarities in the digital transformation of the automotive, blockchain, financial, insurance and IIoT industry. *Electronic Markets*, 31(1), 89-104.

Robinson, A. C., Kettunen, P., Delazari, L., & Çöltekin, A. (2023). New directions for the state of the art and science in Cartography. *International Journal of Cartography*, 9(2), 143-149.

Rogora, M., Frate, L., Carranza, M. (2018). *Assessment of climate change effects on mountain ecosystems through a cross-site analysis in the*

Alps and Apennines. www.arxiv.org/abs/1910.13501

Romano, B., Zullo, F., Fiorini, L., & Marucci, A. (2021). "*The park effect"? An assessment test of the territorial impacts of Italian National Parks, thirty years after the framework legislation*. Land Use Policy, 100, 104920. www.doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104920

Ronza, M., & Mautone, M. (2009). *Patrimonio culturale e paesaggio: un approccio di filiera per la progettualità territoriale*. Gangemi.

Schaffer, N., Engert, M., Sommer, G., Shokoui, J., & Krcmar, H. (2021, January). The Digitized ecosystem of tourism in europe: current trends and implications. In *Information and Communication Technologies in Tourism 2021: Proceedings of the ENTER 2021 eTourism Conference, January 19–22, 2021* (pp. 352-364). Cham: Springer International Publishing.

Silvestri, F. (2004). *Una breve storia della conservazione del paesaggio in Italia (con particolare attenzione ai parchi naturali)*. Storia e Futuro, (4). www.eco-eco.it/download/pubblicazioni/pub_Silvestri_2004.pdf

Squarcina, E. (2023). Paesaggio e società. Una prospettiva geografica di Benedetta Castiglioni. *Semestrale di studi e ricerche di geografia*, (1).

Yoo, Y., Boland Jr, R. J., Lyytinen, K., & Majchrzak, A. (2012). Organizing for innovation in the digitized world. *Organization science*, 23(5), 1398-1408.

Yoo, Y., Henfridsson, O., & Lyytinen, K. (2010). Research commentary—the new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research. *Information systems research*, 21(4), 724-735.

Zanolin, G. (2022). *Geografia dei parchi nazionali italiani*. Roma, Carocci Editore.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 51-66

DOI: 10.13137/2282-572X/37647

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

Il riconoscimento Riserve della Biosfera MAB UNESCO: tra ricerca scientifica e produzione di innovative pratiche di governance territoriale

The UNESCO Man and the Biosphere (MAB) Reserves Designation: between scientific research and the development of innovative territorial governance practices

Riccardo Giovanni Bruno*, Enrica Giaccaglia**

*Politecnico di Torino, riccardo.bruno@polito.it; **Università degli Studi Roma Tre, enrica.giaccaglia@uniroma3.it

Riassunto

Il contributo analizza le Riserve *Man and Biosphere* (MAB) UNESCO in Italia, attraverso lo studio delle rappresentazioni cartografiche elaborate e utilizzate nei loro processi di pianificazione. La cartografia, oltre a essere uno strumento tecnico, assume una valenza politica e narrativa, contribuendo alla costruzione del territorio. Il lavoro esplora i criteri che qualificano le Riserve MAB come modelli di sviluppo sostenibile innovativi ed evidenzia come possano prefigurare progetti di territorio in grado di superare l'idea tradizionale di tutela.

Parole chiave

Riserve MAB, Tutela, Sviluppo sostenibile, Progetto di territorio, Cartografia.

Abstract

The study examines UNESCO Man and Biosphere (MAB) Reserves in Italy by analyzing the cartographic representations developed and used in their planning processes. Cartography, beyond its technical purpose, holds political and narrative significance, shaping the understanding of the territory. The research explores the criteria that establish MAB Reserves as innovative models of sustainable development and highlights how these Reserves can envision territorial projects that go beyond traditional concepts of conservation.

Keywords

Biosphere Reserves, Protection, Sustainable Development, Territorial Design, Cartography.

1. Introduzione: le Riserve della Biosfera, luci e ombre

In considerazione della sempre maggiore rilevanza e urgenza di cogenti politiche ambientali per la società contemporanea, il presente contributo esplora ambizioni e limiti delle Riserve della Biosfera UNESCO in Italia.
Riconosciuta nell'ambito del programma *Man and the Biosphere* (MAB) dell'UNESCO, una Riserva della Biosfera è un territorio che ambisce a perseguire un equilibrio dinamico tra la tutela dell'ambiente e della biodiversità, lo sviluppo economico sostenibile e la promozione dei valori culturali. Reinterpretando una classificazione spaziale tipica della *landscape ecology* e delle reti ecologiche, le Riserve della Biosfera sono strutturate in tre parti: la zona *core*, destinata alla conservazione integrale; la zona *buffer*, che supporta attività compatibili con la protezione degli ecosistemi; la zona *transition*, aperta a pratiche di uso sostenibile delle risorse. Queste categorie, profilando un gradiente di tutela, configurano la Riserva MAB come un laboratorio a cielo aperto, nel quale implementare pratiche innovative di gestione del territorio[1].
Alla luce dei criteri affermati entro lo *Statutory Framework*[2] di queste Riserve, l'articolo prende avvio interrogandosi sulla concreta possibilità di conciliare protezione e sviluppo, con l'intenzione di verificare se la ricerca scientifica – attività che dovrebbe contraddistinguere le Riserve della Biosfera da altre figure di tutela – riesca effettivamente a contribuire, innovando le dinamiche di *governance*, orientando progetti di territorio non estrattivi[3] e apportando miglioramenti nella conservazione dei sistemi ambientali, per una più sostenibile interazione tra l'essere umano e la natura, così come auspicato dall'UNESCO.

1.1 Metodologia: elaborazione di una rassegna cartografica delle Riserve MAB italiane

La riflessione qui proposta, a fronte di una letteratura sul tema piuttosto carente[4], si è svolta immaginando di poter in parte cercare risposta attraverso l'esame delle rappresentazioni cartografiche elaborate e utilizzate dalle stesse Riserve MAB.
Ricordando che gli elaborati cartografici impiegati nei processi di pianificazione, oltre ad essere degli strumenti tecnici, hanno una funzione politica e narrativa (Secchi, 1984; Gabellini, 1996), fondamentale per alimentare la costruzione dell'immaginario collettivo del territorio, si è scelto di valutare la forza semantica che la cartografia possiede nel comunicare l'idea di ambiente che si vuole promuovere all'interno delle Riserve della Biosfera. Il racconto grafico e testuale di una Riserva MAB si basa infatti su una preliminare interpretazione, che individua valori, risorse e fragilità, per poter restituire un'immagine del territorio nel presente e in un'eventuale prospettiva futura, informando il giudizio e orientando il gusto dei destinatari.
Alla luce di ciò, il presente lavoro raccoglie e analizza, comparandola, la documentazione cartografica resa disponibile da alcune Riserve della Biosfera italiane, considerate come campione rappresentativo, al fine di indagare il progetto di territorio che prefigurano. Inoltre, ci si sofferma sui criteri che consentono di reputare queste aree come un modello di sviluppo sostenibile, verificandone anche la portata innovativa rispetto ad altre figure di tutela che appartengono alla tradizione della pianificazione del paesaggio tipicamente italiana (*i.e.* Piani paesaggistici, Piani di parchi).
La lettura dei documenti cartografici che sostanziano la categoria "Riserva MAB" permette così di comprendere la funzione, concreta e simbolica, che questa famiglia di aree protette ha per le persone e per il territorio che esse abitano.

1 Per un approfondimento sulla zonizzazione delle Riserve MAB a livello europeo si veda: Palliwoda *et. al.*, 2021.

2 Il testo è disponibile al sito: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373378

3 Nell'accezione datene dalla Scuola Territorialista (Magnaghi, Marzocca, 2023) e dalla geografia urbana critica (Arboleda, 2015).

4 Le pubblicazioni che affrontano il tema delle Riserve MAB in Italia con uno sguardo complessivo e critico sono poche; tra queste si segnala: Camporese, Claudi, 2021.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

2. Ambizioni del Programma MAB e delle Riserve della Biosfera

Il programma "*Man and Biosphere*" [5] è uno dei molti promossi dall'UNESCO negli scorsi decenni. Nato nel 1971, mira a promuovere lo sviluppo sostenibile del patrimonio ambientale, non limitandosi più solo alla conservazione della biodiversità degli ecosistemi (Reed, Price, 2019). Viene identificata una nuova categoria di area protetta, denominata "Riserve della Biosfera", con l'intento di stabilire un rapporto armonico ed equilibrato tra la specie umana e la natura (Ruoss, 2013). Come esplicitato nel documento fondativo, il programma MAB si concentra anzitutto su "*general study of the structure and functioning of the biosphere and its ecological divisions, on the systematic observation of, and research on, the changes brought about by man in the biosphere and its resources, on the overall effects of these changes upon the human species itself, and on the education and information to be provided on these matters*" (UNESCO, 1971, p. 7).

In questa prospettiva, la tutela ambientale è intesa non solo in quanto azione conservativa, ma anche, e soprattutto, come impegno dinamico, supportato da attività di studio e di ricerca, volto a garantire che le risorse naturali siano tutelate a fronte delle mutevoli esigenze della società (Bargheer, 2015). Nello specifico, le Riserve della Biosfera devono garantire tre obiettivi, essenziali per il programma MAB e per gli obiettivi dell'Agenda 2030: la conservazione degli ecosistemi e della biodiversità, compresi gli ambienti urbanizzati e i tessuti insediativi; lo sviluppo sostenibile del territorio e dell'uso delle sue risorse materiali e immateriali; l'implementazione di fattori logistici, quali la promozione dell'educazione ambientale, della ricerca scientifica, del monitoraggio e del coinvolgimento attivo delle comunità locali (Reed, Price, 2019).

Nello specifico, questo programma si concentra sulla relazione tra le persone e il proprio contesto di vita, con particolare attenzione all'impatto dell'attività umana sull'ambiente e alla sua sostenibilità sociale ed economica. Se, da un lato, si intende preservare gli ecosistemi naturali, evitando che l'uomo ne comprometta la tenuta, dall'altro, si sottolinea il senso espresso da "*promoting the idea of man's personal fulfilment in partnership with nature, and his responsibility for nature*", affermazione che richiama una visione pragmatica della tutela (UNESCO, 1971, p. 8), secondo la quale le risorse che si proteggono vengono anche impiegate in funzione delle esigenze di sviluppo della società. La finalità è, oltre alla protezione di beni e di risorse territoriali, di favorire le interrelazioni tra processi socio-economici ed ecosistemi, per mitigare gli effetti dannosi e, viceversa, supportare quelli benefici, stimolando un migliore rapporto essere tra umano e natura (Purwanto *et al*., 2020).

Per poter preservare incolumi le risorse naturali e culturali e indirizzare al contempo il loro uso, a fronte delle sfide, o crisi, che la società contemporanea si trova a fronteggiare, è richiesto che la gestione di questi siti venga strutturata sulla base di una continua attività di ricerca, educazione e divulgazione, anche grazie al supporto di appositi finanziamenti stanziati a livello nazionale e internazionale[6].

Le Riserve MAB puntano a incentivare l'interdisciplinarietà e la collaborazione nella ricerca, impegnandosi a coinvolgere anche le comunità locali nella costruzione collettiva di una conoscenza delle Riserve e della loro progettualità (Camporese, Claudi, 2021). Si tratta pertanto di un processo basato non solo su conoscenze scientifiche e tecniche, ma che sollecita anche una consapevolezza culturale diffusa e processi partecipativi inclusivi (Schliep, Stoll-Kleemann, 2010). In questa prospettiva socio-ecologica (Palomo *et al.*, 2014), il concetto di tutela si amplia, diventando una responsabilità condivisa, allorché si pratica una co-progettazione che coinvolge istituzioni e cittadini, secondo una logica multi-attoriale e multi-livello.

Le aree designate "Riserve MAB" beneficiano quindi di una riconoscibilità ampia "*for their value to conservation through providing the scientific knowledge, skills and values to support sustainable development*" (Bridgewater *et al*., 1996, p. 8), che ambisce ad attestarne l'eccellenza nella protezione del patrimonio e nella sua gestione.

5 Programma ideato grazie a tre studiosi italiani: il biologo Adriano Buzzati-Traverso, l'ecologo Francesco di Castri e l'agronomo Gian Tommaso Scarascia Mugnozza. Per approfondimenti si rimanda al sito: https://www.unesco.it/it/news/50-anni-del-programma-mab-le-biosfere-dellunesco-come-modelli-di-integrazione-e-sviluppo/.

6 Per un approfondimento si rimanda al sito: https://www.mase.gov.it/pagina/il-programma-mab-livello-internazionale.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

3. Siti UNESCO e Riserve MAB: attualità del tema

Ai fini del presente lavoro, è utile ricordare che l'UNESCO nasce alla fine del Secondo conflitto mondiale per promuovere, dopo gli anni di prostrazione e devastazione della guerra, la cooperazione internazionale a fini educativi, scientifici e culturali, come suggerisce il significato stesso delle parole che compongono l'acronimo. Dopo le energie profuse coralmente dagli Stati per salvare le testimonianze archeologiche della Valle dei Templi di Abu Simbel in Egitto, grazie anche al sostegno dell'ICOMOS (*International Council on Monuments and Sites*), la Convenzione di Parigi del 1972 è il primo traguardo dell'UNESCO per la protezione a scala planetaria del patrimonio naturale e culturale. È noto che l'oggetto di questa "protezione internazionale" (Convenzione, 1972, Art. 7) sono quei beni la cui perdita rappresenterebbe un danno per l'intera umanità.

Il riconoscimento dell'importanza di un "patrimonio universale" (Ivi, Art. 6) non è tuttavia immediato. Vi si giunge maturando una coscienza storica ed ecologica collettiva, che consente di avvertire, chiaramente e con preoccupazione, i limiti di un progresso che fino a poco prima veniva illusoriamente immaginato come infinito (Meadows *et al*., 1972). Nella seconda metà del '900, la tutela diviene così una battaglia condivisa a livello globale, superando i confini dei singoli Stati, entro i quali, a cavallo tra '800 e '900, era nata come prassi ideologica di costruzione e di salvaguardia dell'identità nazionale[7]. Si sottolinea quanto l'inserimento, a vario titolo[8], all'interno delle liste UNESCO costituisca non solo un motivo di orgoglio e ragione di prestigio, ma rappresenti soprattutto una garanzia per il bene, percepito come inviolabile. All'indomani della pandemia di COVID-19, considerando i rinnovati ed espansi flussi di turismo di massa (Musella, La Foresta, 2018) l'ascendente che la qualifica di sito o riserva UNESCO esercita sui visitatori potrebbe tuttavia presentarsi come arma a doppio taglio, mettendo potenzialmente a rischio sia l'integrità del bene in quanto tale, sia la possibilità di una sua pubblica fruizione[9].

Sul piano teorico, le Riserve della Biosfera offrono una declinazione non banale dello storico conflitto tra conservazione e sviluppo. Infatti, le aree protette interessate dal programma MAB possono essere pensate sia come riserve, spazi di accumulo di risorse fragili (Wacogne, Marson, 2021), sia come "laboratori territoriali" (Linee guida, 2024, p. 6) attivi, luoghi dove sperimentare innovativi modi sostenibili di abitare. In questa seconda accezione propositiva, la Riserva della Biosfera si presta a immaginare e verificare pratiche inclusive di coesistenza interspecifica e strategie lungimiranti di resilienza per l'ambiente, nel senso più ampio del termine, a fronte delle diverse crisi – *i.e.* geopolitica, climatica, sanitaria – che l'epoca contemporanea si trova a dover affrontare.

Le aree protette dal programma MAB – proprio in quanto sfidano il paradosso di una conservazione attiva e assegnano allo studio e alla formazione il compito di provare a superare gli esiti sia retorici che utopici di un eventuale sviluppo sostenibile del sistema capitalistico contemporaneo – offrono l'occasione di ripensare la prassi di tutela come occasione di innovazione sociale e non più come esercizio elitario di cultura, esclusivo vincolo paesaggistico o vacua azione di *marketing*.

4. Le Riserve MAB italiane: un quadro comparato di sintesi

La rete mondiale di Riserve MAB comprende attualmente 759 siti, di cui 25 transfrontalieri[10]; in Italia le Riserve di Biosfera riconosciute tra il 1977 e il 2024 ammontano a 21, come visibile nella FIGURA 1.

Prima di mettere in luce esempi virtuosi e criticità, comparando l'uso che le Riserve MAB fanno della cartografia per esprimere il loro progetto di territorio, occorre richiamare alcuni elementi ricorrenti in quanto costitutivi di ogni iter di candidatura.

7 Per approfondire i primi movimenti protezionisti nel contesto italiano si veda: Piccioni, 2014.

8 Siti del Patrimonio mondiale (culturali, naturali, transnazionali, misti), Geoparchi, Riserve della Biosfera, Beni intangibili.

9 Emblematici in tal senso sono sia alcuni contesti storici quali, ad esempio, l'intera città di Venezia e la Fontana di Trevi a Roma, sia paesaggi d'eccellenza come le colline vitivinicole delle Langhe.

10 Si rimanda al sito: https://www.unesco.it/it/iniziative-dellunesco/mab-3/.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 1 - Le Riserve della Biosfera in Italia.



FONTE: Elaborazione degli autori, 2025.

Attualmente i criteri che i territori devono rispettare per poter ambire al riconoscimento MAB sono i seguenti (UNESCO, 2020): contenere un mosaico di sistemi ecologici e di attività antropiche; essere significativi per la conservazione della biodiversità ecologica; fornire approcci allo sviluppo sostenibile a scala regionale; avere una dimensione adeguata per garantire l'adempimento alle tre funzioni fondamentali di una Riserva della Biosfera; avere una zonizzazione tripartita in zone *core*, *buffer* e *transition*; garantire una partecipazione mista di autorità pubbliche, comunità locali e interessi privati[11].

Per il perseguimento di questi requisiti, la componente cartografica ha un ruolo affatto marginale: le cartografie prodotte dalle Riserve MAB, prima ancora di essere uno strumento necessario da sottoporre al giudizio di terzi, sono frutto di un processo di auto-rappresentazione del territorio e di auto-riconoscimento dei suoi punti di forza, criticità e caratteri distintivi. Ciò è ancora più interessante allorché la figura complessiva del perimetro della Riserva MAB, pur facendo riferimento al criterio generale di una zonizzazione tripartita, è del tutto arbitraria. Al fine di comprendere il progetto di territorio perseguito da una Riserva MAB è anzitutto decisivo cogliere il criterio secondo il quale viene determinato il suo confine e, al contempo, individuare le ragioni che guidano la classificazione del suo territorio nelle tre zone *core*, *buffer* e *transition*.

L'analisi dei documenti cartografici che sostanziano il riconoscimento MAB consente di capire non solo la visione di sviluppo territoriale auspicata, ma anche se l'istituzione di questo tipo di Riserve, e l'impiego dei finanziamenti che ne derivano, produce una progettualità concreta per la vita delle comunità locali e la conservazione dell'ambiente, oppure se il riconoscimento viene esibito come mero attestato con cui aumentare la visibilità e l'attrattività del luogo.

A fronte delle nobili e ambiziose dichiarazioni di principio, ben sintetizzate dai tre macro-obiettivi distintivi delle Riserve MAB – ovvero conservazione della biodiversità, supporto logistico, ricerca e formazione (Bridgewater *et al.*, 1996) – emerge la necessità di comprendere, nel caso italiano, quali conseguenze scaturiscano dalla creazione di una Riserva e cosa la sua istituzione comporti per il territorio, rispetto alla tradizionale prassi di tutela.

In considerazione di ciò, il paragrafo successivo indaga in che modo la rappresentazione cartografica, come progetto implicito (Dematteis, 2002), supporti il processo di riconoscimento di una Riserva della Biosfera. Sulla base dell'esame della cartografia messa a disposizione dalle stesse Riserve, sono stati considerati sette casi ritenuti significativi per restituire il quadro variegato del paesaggio italiano interessato dal programma MAB: Collemeluccio, Monviso, Circeo, Tepilora, Alpi Giulie, Monte Grappa e CollinaPo.

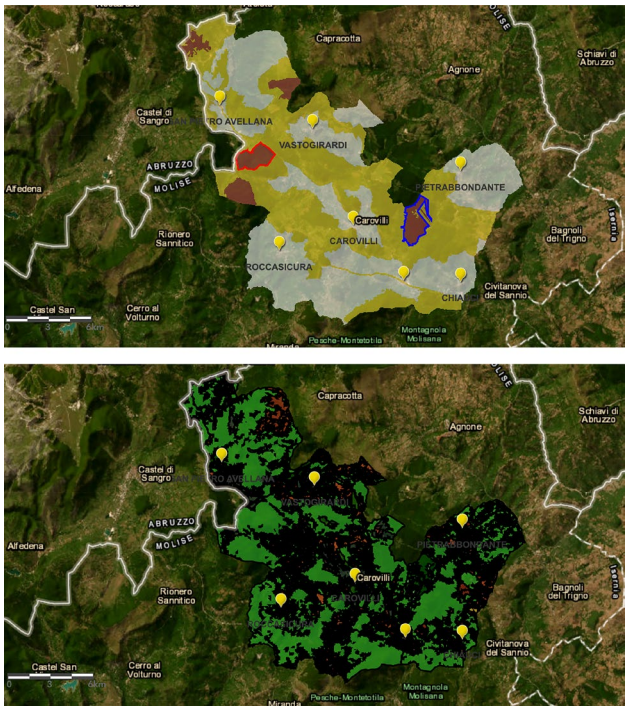
11 I cosiddetti "Criteria" descritti all'Art. 4 sono qui riassunti brevemente. Si rinvia al testo, per una visione completa degli stessi (UNESCO, 2020, p. 4).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

4.1 Per un quadro del paesaggio MAB italiano: i casi esaminati

La Riserva di Collemeluccio[12] è la prima Riserva della Biosfera italiana a essere riconosciuta, insieme a quella del Circeo, nel 1977. La perimetrazione dei tre tipi di aree non si appoggia, in questo caso, sulla rappresentazione della copertura del suolo, come si evince raffrontando la zonizzazione MAB con la *Corinne Land Cover* disponibile sul portale GIS della Riserva di Collemeluccio (Fig. 2).

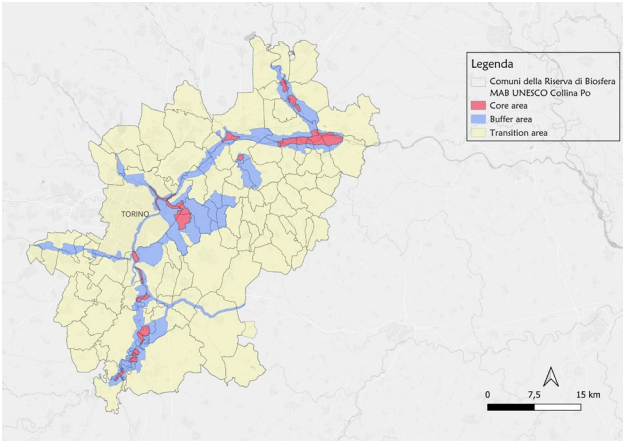
FIGURA 2 - Riserva MAB Collemeluccio. In alto: zonizzazione delle aree *core* in marrone, *buffer* in color senape e *transition* in bianco; in basso: Corinne Land Cover.



FONTE: Web Gis della Riserva, disponibile al sito: https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=da576bfc01ab42e6995e69046e30bfb1

In parte le ragioni della zonizzazione sono invece da ricercarsi nella presenza di alcune aree protette esistenti, ovvero le due Riserve naturali di Collemeluccio e di Montedimezzo, che costituiscono le principali aree *core*; mentre, la figura del perimetro della Riserva è frutto della somma dei confini amministrativi dei Comuni che partecipano alla Riserva MAB. Agevolando le modalità di *governance*, questo accade anche, ad esempio, nel caso della Riserva della Sila, il cui perimetro complessivo è determinato dai Comuni partecipanti; lo stesso vale per la Riserva MAB CollinaPo (Fig. 3).

FIGURA 3 - Riserva MAB CollinaPo, zonizzazione e perimetro dei Comuni afferenti.



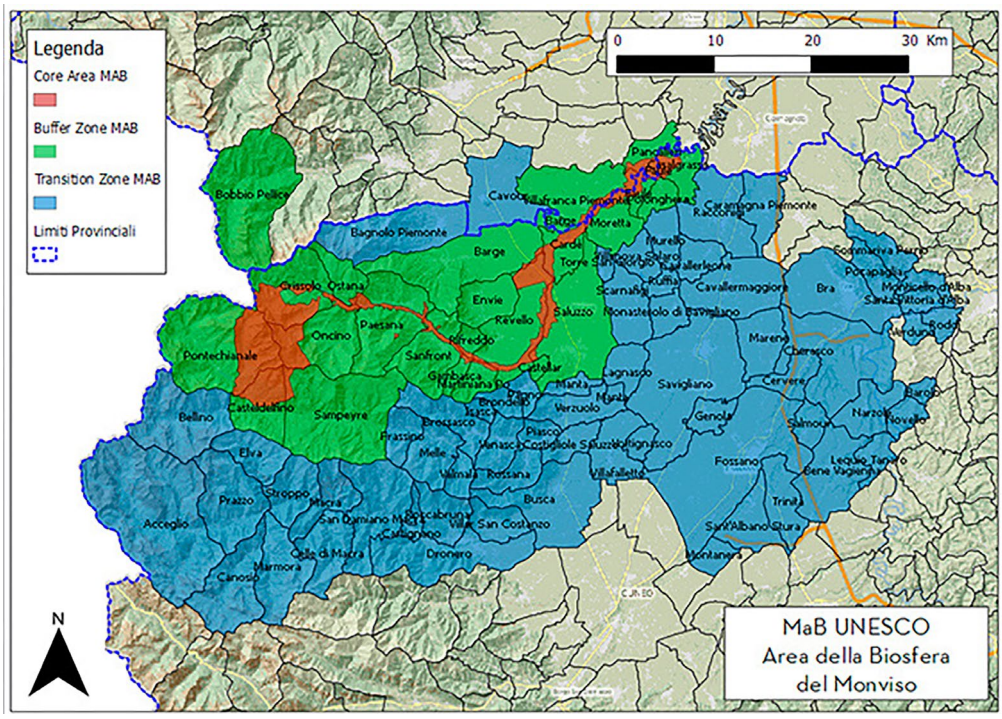
FONTE: Elaborazione degli autori.

L'uso dei confini amministrativi come criterio guida si rileva ancora più evidente nel caso della Riserva transfrontaliera del Monviso, condivisa dalla Francia e dall'Italia, rappresentata tramite una zonizzazione tripartita che elegge ad aree protette di riferimento il *Parc regional Queyras* e il Parco del Monviso, insieme a una parte del Po cuneese. Sul versante italiano possiamo constatare che, in maniera ancora più evidente rispetto al caso di Collemeluccio, non solo i confini comunali servono per delimitare la figura del perimetro complessivo della Riserva, ma essi sono determinanti anche per definire i limiti delle tre zone *core*, *buffer* e *transition* (Fig. 4).
L'area *core* è costituita dal territorio afferente al Parco del Monviso e del Po cuneese, mentre la *buffer zone* si identifica con il territorio dei Comuni interessati dagli enti di gestione delle aree protette. La *transition zone* corrisponde invece a un'area di cooperazione dove non sono presenti vincoli giuridici, coincidente con i restanti Comuni italiani interessati dalla Riserva transfrontaliera.
Eppure, non sempre la perimetrazione complessiva della Riserva segue esattamente la delimitazione amministrativa di un gruppo di Comuni, come mostra, ad esempio, il caso del Circeo (Fig. 5).

12 Si rimanda al sito: https://www.riservamabaltomolise.it/.

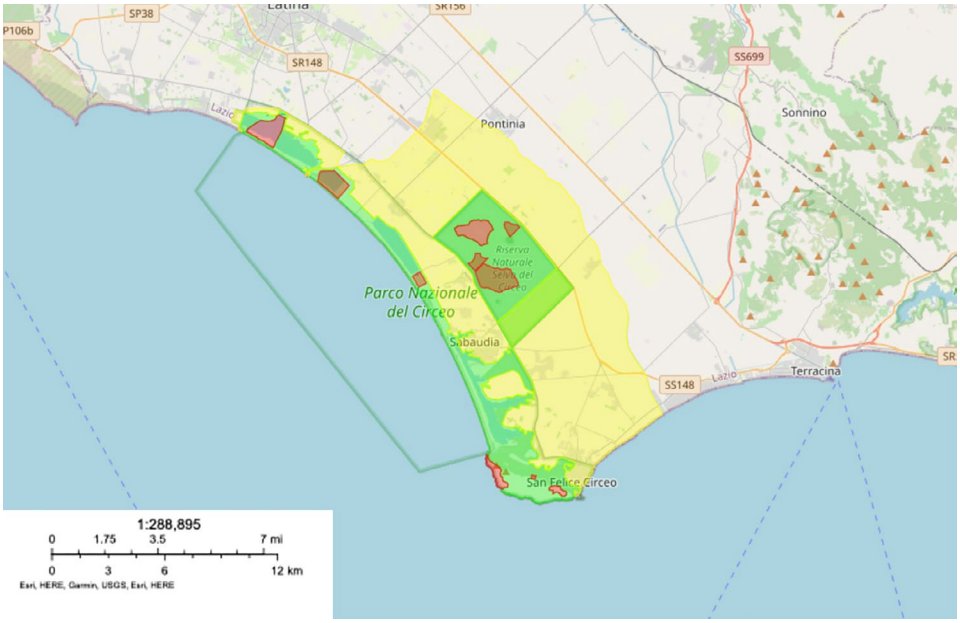
ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 4 - Riserva MAB transfrontaliera del Monviso, zonizzazione del settore italiano.



FONTE: Immagine tratta dal sito della Riserva: http://www.monviso.eu/mab/ita/biosferamab.aspx

FIGURA 5 - Riserva MAB Circeo, zonizzazione: in rosso le aree *core*, in verde le aree *buffer* e in giallo le aree *transition*.



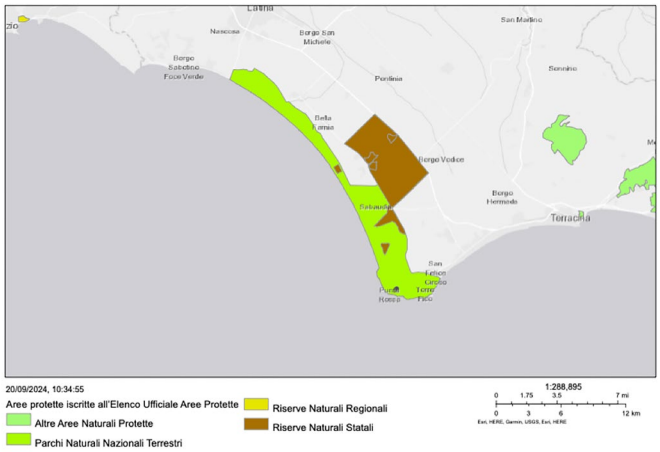
FONTE: Immagine tratta dal sito Parks: https://www.parks.it/riserva.MAB.circeo/map.php

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

In questa Riserva, infatti, sono inclusi interamente i confini comunali di San Felice e di Sabaudia, mentre, solo in parte quelli di Latina e di Terracina. Inoltre, a differenza di quanto visto per il Monviso e in maniera simile alla Riserva di Collemeluccio, le aree definite *core*, colorate in rosso, non corrispondono interamente a figure di tutela giuridicamente esistenti sul territorio, ma includono solo piccole porzioni delle due grandi aree protette del Parco nazionale del Circeo e della Riserva naturale Foresta demaniale del Circeo, rappresentate rispettivamente in verde chiaro e in marrone sulla mappa tratta dall'EcoAtlante ISPRA (Fig. 6).

Al contempo, queste aree *core* non hanno neppure come riferimento la geometria delle aree protette della Rete Natura 2000, poiché non arrivano a coprire l'estensione dei Siti d'Interesse Comunitario (SIC), Zona di Protezione Speciale (ZPS) o Zona Speciale di Conservazione (ZSC), o delle zone umide indicate nella mappa tratta dall'EcoAtlante ISPRA (Fig. 7); si nota infatti, ad esempio, che l'ecosistema marino è in questo caso del tutto escluso.

FIGURA 6 - Circeo, aree protette ufficiali: in marrone la Riserva naturale Foresta demaniale del Circeo, che si sovrappone al Parco nazionale del Circeo in verde.



FONTE: Immagine tratta dall'EcoAtlante ISPRA: https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/MapSeries/index.html?appid=4a4a3792be324495b8f52f748c6649e0

FIGURA 7 - Circeo, aree SIC, ZSC e ZPS.



FONTE: Immagine tratta dall'EcoAtlante ISPRA: https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/MapSeries/index.html?appid=4a4a3792be324495b8f52f748c6649e0

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Considerando poi la mappatura ISPRA sul valore ecologico (Fig. 8), è possibile notare che tutto il territorio perimetrato come area *buffer* nella zonizzazione della Riserva è giudicato avente un valore ecologico alto e molto alto. Sempre con il supporto di una rappresentazione cartografica dell'ISPRA, riguardante la fragilità ambientale (Fig. 9), si constata che alcune frange della area *buffer* sono considerate estremamente fragili dal punto di vista ambientale e meriterebbero quindi una maggiore tutela, rispetto a quanto rappresentato dalla zonizzazione della Riserva.

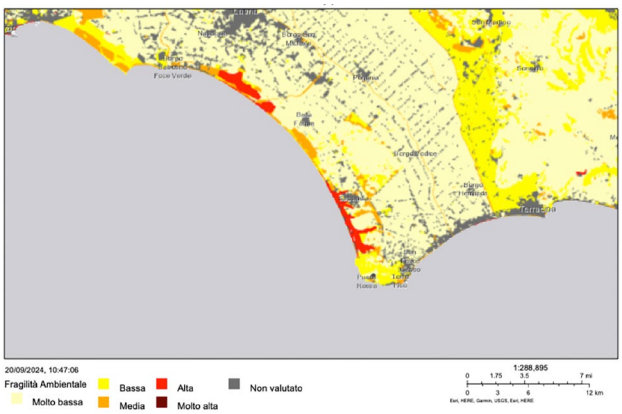
Questa prima casistica considerata mostra un uso poco sistematico, approfondito e consapevole della cartografia nel supportare i quadri conoscitivi necessari al processo di riconoscimento delle Riserve. Un approccio diverso si scorge nel caso della Riserva sarda della Tepilora che, come nel sopra citato caso del Circeo, non ricalca esattamente la figura dei confini amministrativi dei Comuni che la compongono e sceglie inoltre di strutturare la propria perimetrazione sulla base di una carta di copertura del suolo, facendo coincidere le sue aree *core* con il

FIGURA 8 - Circeo, carta del valore ecologico.



FONTE: Immagine tratta dall'EcoAtlante ISPRA: https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/MapSeries/index.html?appid=4a4a3792be324495b8f52f748c6649e0

FIGURA 9 - Circeo, carta della fragilità ambientale.



FONTE: Immagine tratta dall'EcoAtlante ISPRA: https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/MapSeries/index.html?appid=4a4a3792be324495b8f52f748c6649e0

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Parco naturale di Tepilora, con il Montalbo e con il Delta del Posada.
Un uso più sofisticato e maturo della cartografia a supporto della formazione delle Riserve si evince, ancor più chiaramente, negli ultimi due casi che vengono esaminati in questa rassegna, ovvero la Riserva delle Alpi Giulie e quella del Monte Grappa. Nel caso delle Alpi Giulie la figura complessiva della Riserva è determinata dall'insieme di Comuni e le aree *core* coincidono con il Parco naturale delle Prealpi Giulie e con la Riserva naturale della Val Alba (Fig. 10).
L'immaginario territoriale di riferimento è stato costruito, non solo limitandosi alla carta degli usi del suolo, oppure alla caratterizzazione della vegetazione tipica, bensì avvalendosi anche di diverse cartografie tematiche, riguardanti il sistema ambientale, quello insediativo e la rete infrastrutturale, guardando oltre i confini della Riserva MAB e operando altresì una ricognizione tanto del sistema produttivo, quanto del patrimonio edilizio di valore. In questo caso ci si è avvalsi anche delle indicazioni offerte da strumenti di pianificazione e tutela del paesaggio a scala regionale e di area vasta, quali il Piano paesaggistico regionale e la sua Rete ecologica, nonché i Piani dei Parchi. La Riserva delle Alpi Giulie si spinge oltre gli elaborati grafici più canonici, arrivando a produrre una rappresentazione cartografica di sintesi, nella quale si restituisce un'immagine vivida del territorio (Fig. 11).

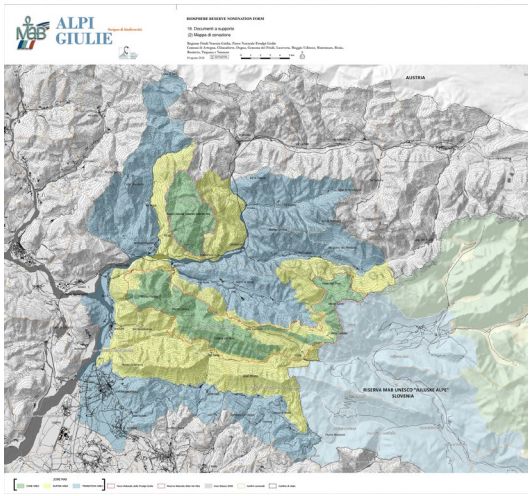


FIGURA 10 - Riserva MAB Alpi Giulie, zonizzazione.

FONTE: Immagine tratta dal Piano di azione della Riserva, disponibile al sito:
https://www.parcoprealpigiulie.it/documents/1900/Piano_dAzione_-_Riserva_della_Biosfera_Alpi_Giulie_It_DEF_RID.pdf

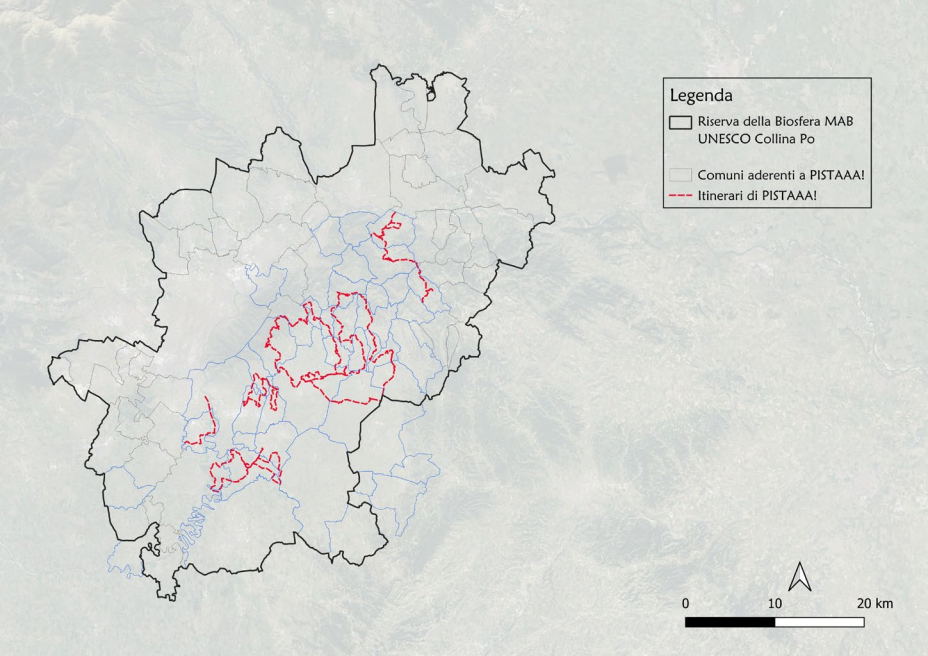


FIGURA 11 - Riserva MAB Alpi Giulie, carta di sintesi (la versione interattiva è consultabile on-line).

FONTE: Immagine dal sito Biosfera Alpi Giulie:
https://biosferaalpigiulie.it/la-mappa/

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 12 - Itinerari del progetto “Pistaaa: La Blue Way Piemontese”, Associazione “CioCheVale”, patrocinato dalla Riserva MAB CollinaPo.



FONTE: Elaborazione degli autori, 2025.

Un ulteriore esempio virtuoso è costituito dalla Riserva del Monte Grappa che, in modo affine alla Riserva delle Alpi Giulie, fornisce una caratterizzazione ecologico-ambientale, comprensiva della vegetazione esistente e di quella potenziale, e produce interessanti rielaborazioni cartografiche, declinando la copertura dell’uso del suolo sui due temi “acqua” e “terra”, per mettere in relazione l’idrologia e il rischio sismico. Si offrono anche un quadro dei principali collegamenti infrastrutturali e dei centri urbani di riferimento, nonché informazioni demografiche riguardanti il territorio della Riserva. Infine, si utilizza una cartografia che descrive la qualità del territorio, interno ed esterno alla Riserva, tanto in base al suo valore ecologico, quanto mostrando il rischio a cui è esposto in base alla pressione antropica.

Gli esempi delle Riserve della Tepilora, delle Alpi Giulie e del Monte Grappa testimoniano un uso approfondito e creativo della cartografia per scopi descrittivo-conoscitivi a supporto dell’interpretazione del paesaggio di queste Riserve, mettendone in luce punti di forza e fragilità; in altri casi, quali la CollinaPo, la cartografia viene impiegata non solo ai fini della costruzione di quadri conoscitivi di riferimento, per orientare la ricerca e la *governance* delle Riserve MAB, ma anche come strumento interno al processo di progettazione del territorio delle Riserve MAB.

Il caso qui preso in considerazione, patrocinato dalla Riserva CollinaPo, è meritevole di essere menzionato, poiché si propone come esperienza di mappatura dal basso di iniziative rivolte a un uso più sostenibile e inclusivo del territorio e delle sue risorse, rispondendo perfettamente alle sfide del programma MAB.

Nello specifico, il progetto “Pistaaa: La Blue Way Piemontese”, nato circa dieci anni fa, grazie all’iniziativa dell’Associazione di Promozione Sociale “CioCheVale”[13], supporta e racconta un innovativo percorso ciclopedonale, che si snoda tra strade bianche, ciclabili e vie a bassa densità di traffico, coinvolgendo più di 40 Comuni nelle aree della Collina Torinese e nelle zone limitrofe, verso la parte est del Piemonte, in larga misura già facenti parte della CollinaPo (Fig. 12).

13 Si rimanda ai siti: https://pistaaa.org/; https://www.ciochevale.it/.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

I propositi di "Pistaaa" risultano di interesse poiché superano la mera promozione del cicloturismo e dei territori attraversati dai tracciati. Si tratta piuttosto di un progetto di ampio respiro, volto a creare un modello di sviluppo sostenibile per i territori coinvolti e per le persone che li vivono.
Attraverso il riconoscimento di iniziative rispettose dei 17 Obiettivi dell'Agenda 2030, svolto a partire dall'istituzione di un manifesto, a cui le singole realtà del territorio possono aderire, il progetto ha l'ambizione di porsi come strumento implicitamente rivolto alla tutela del patrimonio paesaggistico, promuovendo al contempo una maggiore responsabilità delle comunità interessate e una gestione partecipata del territorio. L'esperienza di "Pistaaa" riesce dunque a mettere a sistema conoscenze che non solo valorizzano le risorse esistenti, ma che sanno renderle funzionali a un disegno innovativo di territorio.
La vera sfida risiede nella capacità di trasformare emergenti esperienze di partecipazione in strumenti concreti per innovare la *governance* territoriale. La mappatura proposta da "Pistaaa" riflette pienamente il senso del programma MAB, concentrando l'attenzione sulle comunità e valorizzando il loro ruolo attivo nella cura del territorio. Tuttavia, è importante ricordare che la gestione della Riserva CollinaPo, parimenti ad altri casi, ricade sui Comuni, tramite forme di cooperazione intercomunale, ponendo evidentemente limiti alla possibilità di queste esperienze di affermarsi come pratiche trasformative.
Il caso "Pistaaa" contribuisce a rappresentare CollinaPo come esempio positivo tra le Riserve MAB italiane; tuttavia, la realizzazione di una gestione partecipata del territorio che sia durevole dipende, in gran parte, dalla volontà politica di continuare a favorire sinergie autentiche con le realtà individuate.
È necessario che le esperienze virtuose e le buone pratiche, che le Riserve riconoscono come significative, non siano solo coinvolte simbolicamente, ma diventino coprotagoniste di un processo decisionale condiviso. Ciò significa integrare la conoscenza partecipativa entro una visione strategica, che tenga conto sia delle dinamiche comunitarie sia delle responsabilità istituzionali, garantendo che la co-progettazione sia parte essenziale, e non accessoria, di un disegno di territorio ampio.

5. Riflessioni: verso un progetto di tutela attiva e integrata del territorio

Il presente lavoro ha consentito di illustrare in maniera sintetica, ma sistematica, il ruolo della cartografia in alcune Riserve MAB italiane. Si è avuto modo di constatare che la rappresentazione cartografica, per quanto impiegata con modi e finalità differenti, svolge una funzione decisiva per il costituirsi delle Riserve MAB e per la definizione di un efficace progetto di territorio. Infatti, anche nei casi meno sofisticati, la cartografia, che è prodotta al solo scopo amministrativo di individuare un confine – spesso ricalcando i perimetri dei Comuni afferenti per ottimizzare la *governance* e la gestione, come, ad esempio, nel caso di Collemeluccio e della Sila – diviene atto fondativo della Riserva. In altre circostanze, la cartografia è usata a fini di analisi e di studio, per approfondire le coperture del suolo, o le figure giuridiche di tutela del paesaggio già esistenti, come mostra l'esempio della Tepilora. Alcune Riserve impiegano infatti cartografie tematiche elaborate da altri strumenti di pianificazione, come ad esempio i Piani paesaggistici, per costruire un immaginario territoriale dei contesti interessati, come accade per le Alpi Giulie, tramite l'approfondimento della fisionomia del paesaggio e dei suoi caratteri morfologici e vegetazionali. Infine, alcune Riserve, tra cui Monte Grappa e CollinaPo, non solo mostrano un impiego colto della cartografia per poter meglio conoscere il territorio, ma attestano anche la capacità di una produzione cartografica creativa, che mette in luce tanto le progettualità della Riserva quanto le sue fragilità e i suoi rischi.
Alcune delle esperienze già in corso nelle Riserve MAB testimoniano inoltre che la pluralità di saperi, scientifici e locali, può essere integrata per generare nuove narrazioni territoriali. L'analisi degli elaborati cartografici, utilizzati e messi a disposizione dalle Riserve MAB nei loro *dossiers* di candidatura e successivamente nei Piani di azione, consente di cogliere quali sono stati i caratteri e i valori scelti per costruire un'immagine del paesaggio esemplare, quale deve essere quella offerta da una Riserva della Biosfera. Senz'altro, la stessa zonizzazione tripartita, imposta dalle *Linee guida* (2024), essendo ispirata a un approccio ecologico al paesaggio suggerisce di adottare, in via preferenziale, criteri di lettura del territorio basati perlopiù sulla struttura ambientale, anziché interessati al palinsesto storico-culturale. Quest'ultimo può tuttavia

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

costituire un rinnovato motivo di interesse trainante per la salvaguardia e la promozione del patrimonio paesaggistico, all'interno di una visione complessiva di sviluppo sostenibile del territorio.

Se infatti la conservazione *stricto sensu* delle cosiddette aree *core*, ovvero degli ambienti più rilevanti e sensibili dal punto di vista ecologico, è affidata a figure di tutela giuridicamente già esistenti sul territorio (*i.e.* parchi, riserve, Rete Natura 2000) e ai relativi enti di gestione competenti, il progetto sostenibile delle zone *buffer* e *transition* può basarsi su una più ampia gamma di valori, includendo anche la nozione di paesaggi culturali materiali e immateriali. Si evince così, nel senso del programma MAB, l'intenzione di stimolare un disegno di territorio evoluto, superando la concezione di "biosfera" come spazio sottoposto unicamente a tutela e, piuttosto, favorendo la co-progettazione di nuove pratiche sostenibili, a partire dalla conoscenza che le stesse Riserve consentono di attivare. In questo quadro, emerge una nuova tendenza: il paesaggio non è più visto come mero oggetto di conservazione, ma come un elemento vivo, in continua trasformazione, capace di ospitare processi trasformativi sostenibili e inclusivi.

Altresì, è plausibile supporre un percorso in tre passi che il MAB come progetto è in grado di favorire: *in primis*, la produzione di una conoscenza territoriale di base, che motivi l'intenzione di chiedere il riconoscimento; poi, la realizzazione di mappature partecipative, tematizzazioni nuove, rappresentazioni dal basso che mettano in evidenza specificità, reti, elementi di significato per gli obiettivi suddetti; infine, la creazione di processi che, a partire dalla conoscenza prodotta, coinvolgano le comunità locali entro progetti non effimeri di sviluppo sostenibile del territorio.

Se, infatti, la conoscenza del territorio è più di un inventario di risorse, non si tratta solo di mappare caratteristiche fisiche o identificare patrimoni naturali e culturali, ma di interpretare il territorio come un sistema complesso, in cui interagiscono processi ambientali, economici, sociali e culturali. Questa conoscenza deve essere dinamica, capace di adattarsi ai cambiamenti e di anticipare le sfide, rompendo le tradizionali dicotomie (Latour, 2004) tra natura e società, centro e periferia, locale e globale, e diventare quindi funzionale ad una *governance* di più ampio respiro e partecipazione.

È in questo intreccio tra usi canonici, istituzionali e strutturati del sapere territoriale e rappresentazioni creative, locali e informali – o, se si vuole "degeneri", nell'accezione proposta da Lo Presti (2019) – che si trova il potenziale trasformativo del programma MAB.

Tale processo di interazione tra forme diverse di conoscenza si può costruire su un duplice binario. Da un lato, è bene valorizzare la pluralità di saperi che emergono dal territorio stesso: le conoscenze locali, spesso non formalizzate, sono indispensabili per progettare politiche che abbiano radici profonde nella realtà quotidiana delle comunità. Dall'altro lato, la conoscenza scientifica deve essere messa al servizio di questa pluralità, fornendo strumenti per integrare dati complessi e tradurli in strategie operative condivise; come suggerisce Lo Presti, ciò consente "di aprire la porta a geografie contese e vissute che operano inversamente rispetto alla cartografia eteronoma che regola e neutralizza, attraverso le sue convenzioni, l'irriducibilità dei luoghi e dei corpi" (2019, p. 105). L'interazione tra saperi locali e scientifici non deve dunque configurarsi come una semplice giustapposizione, ma come un processo dinamico e in dialogo.

Le conoscenze locali, radicate nelle pratiche quotidiane delle comunità, hanno il potenziale di mettere in discussione le narrazioni dominanti, spesso prodotte da approcci scientifici centralizzati. D'altro canto, il sapere scientifico, emancipato da una funzione di supporto al potere dominante, può offrire strumenti per valorizzare tali conoscenze e tradurle in strategie operative condivise (Foucault, Deleuze, 1972), promuovendo una reale pluralità. In questa prospettiva, la lettura e la rappresentazione del paesaggio non sono solo processi di accumulazione di dati e informazioni, ma divengono atti politici e disegni di territorio, con cui conferire nuovi significati e possibilità ai modi di abitarlo.

Il percorso prefigurato dalle Riserve della Biosfera non è quindi privo di sfide. La capacità di conciliare i diversi obiettivi del programma MAB richiede un cambiamento di paradigma nelle dinamiche di *governance*, a partire dalla costruzione di una conoscenza integrata e partecipativa e di rappresentazioni territoriali sistemiche e condivise, capaci di tradurre la complessità del paesaggio in progetti coerenti e sostenibili, che tengano conto delle aspirazioni delle comunità per costruire strategie di lungo termine.

In questo quadro, l'uso strutturale di approcci partecipativi nei processi di rappresentazione, pianificazione e gestione delle Riserve della Biosfera MAB si configura non solo come un'opzione metodologica (McCall, 2021), ma come una

condizione imprescindibile per alimentare un dialogo efficace e duraturo tra comunità locali e istituzioni. Tali pratiche, non più riducibili a un mero ruolo consultivo, devono assumere oggi una funzione co-decisionale stabile e non effimera, seguendo e sviluppando ulteriormente l'esempio sia delle *Chartes paysagères* francesi – in quanto esperienze di interpretazione del paesaggio alla scala intercomunale che sono concertative e volontarie (Marson, Baccichet, 2015; Poli, Valentini, 2016) – sia delle mappe di comunità, promosse dall'approccio alla pianificazione di matrice territorialista (Carta, 2011; Madau, 2015). In questo modo, un'immagine plurale del paesaggio, prodotta in maniera corale e non etero-diretta, potrà contribuire a bilanciare le asimmetrie conoscitive proprie della pianificazione tradizionale e a rendere più legittime, incisive e contestualmente radicate le politiche territoriali.

In prospettiva, il lavoro apre a ulteriori indagini, rilevanti sul piano comparativo e transnazionale, finalizzate all'analisi di contesti in cui la cartografia partecipativa riesce a svolgere un ruolo determinante, attivando forme di pianificazione collaborativa e di gestione integrata dei territori e testimoniando, al contempo, la reale possibilità di interpretare il marchio UNESCO come occasione di progettazione del territorio e non solo come prestigiosa etichetta, strumentale ad attrarre forme diversificate di capitale (Pettenati, 2019). Sebbene le Riserve MAB condividano un quadro normativo e istituzionale assai differente, a seconda dei Paesi, un confronto tra esperienze maturate in altri contesti, potrà offrire spunti concreti per comprendere in che modo pratiche collettive di rappresentazione del paesaggio possano generare nuovi modelli di *governance* territoriale.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Arboleda M. (2015), "Spaces of Extraction, Metropolitan Explosions: Planetary Urbanization and the Commodity Boom in Latin America", *International Journal of Urban and Regional Research*, 40, 1, pp. 96-112, DOI: 10.1111/1468-2427.12290.

Bargheer S. (2015), "Conserving the future UNESCO biosphere reserves as laboratories for sustainable development", in: Vidal F., Dias N, (a cura di), *Endangerment, Biodiversity and Culture*, Routledge, London, pp. 75-94, DOI: 10.4324/9781315726823-7.

Bridgewater P., Phillips A., Green M., Amos B. (1996), *Biosphere Reserves and the IUCN System of Protected Area Management Categories*, Australian Nature Conservation Agency, the World Conservation Union and the UNESCO Man and the Biosphere Programme, Canberra.

Camporese M. C., Claudi P. C., (2021), *Dall'UNESCO a storie di MaB: sintesi virtuosa tra uomo e ambiente*, FICLU in Azione, 2, FICLU, Catanzaro.

Carta M. (2011), *La rappresentazione del progetto di territorio*, University Press, Firenze.

Convenzione per la protezione del patrimonio mondiale naturale e culturale (1972), Parigi 16 novembre, UNESCO, L. n. 184 del 6/04/1977, G.U. n. 129 del 13/05/1977.

Dematteis G. (2002), *Progetto implicito. Il contributo della geografia umana alle scienze del territorio*, FrancoAngeli, Milano.

Foucault, M., Deleuze G. (1972), "Intellectuals and Power: A Conversation Between Michel Foucault and Gilles Deleuze", in: Bouchard, D. (a cura di), *Language, Counter-memory, practice: Selected essays and interviews*, Cornell University Press, New York, pp. 218-233.

Gabellini P. (1996), *Il disegno urbanistico*, Carocci, Roma.

Linee Guida Nazionali per le Riserve della Biosfera (2024), Programma Man and the Biosphere UNESCO, Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica, Comitato Tecnico Nazionale.

Latour B. (2004), *Politics of Nature: How to Bring the Sciences into Democracy*, Harvard University Press, Harvard.

Lo Presti L. (2019), *Cartografie (in) esauste. Rappresentazioni, visualità, estetiche nella teoria critica delle cartografie contemporanee*, FrancoAngeli, Milano.

Madau C. (2015), *"Le mappe di comunità": esperienze di cartografia partecipata per lo sviluppo locale*, in Atti della XIX Conferenza Nazionale ASITA, 29 settembre-1 ottobre 2015, pp. 541-548, DOI: 10.13137/2282-572X/33932.

Magnaghi A., Marzocca O. (a cura di) (2023), *Ecoterritorialismo*, Firenze University Press, Firenze.

Marson A., Baccichet M. (2015), *La dimensione progettuale delle Chartes Paysagères come strumento di contenimento dello sprawl*, in Marson A. (a cura di), *Riprogettare i territori dell'urbanizzazione diffusa*, Quodlibet, Roma, pp. 162-197.

McCall M.K. (2021), "Participatory mapping and PGIS: Secerning facts and values, representation and representativity", *International Journal of E-Planning Research*, 10, 3, pp. 105-123, DOI: 10.4018/IJEPR.20210701.oa7.

Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., Behrens III W. W. (1972), *I limiti dello sviluppo. Rapporto del System Dynamics Group (MIT) per il progetto del Club di Roma sui dilemmi dell'umanità*, Mondadori, Milano.

Musella M., La Foresta D. (2018), *Turismo, turismi e sviluppo dei territori*, Giappichelli, Torino.

Palliwoda J., Büermann A., Fischer J., Kraemer R., Schröter M. (2021), "Zoning of UNESCO Biosphere Reserves: A Comprehensive Set of Geodata for Europe", *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, DOI: 10.3389/fevo.2021.736358.

Palomo I., Montes C., Martín-López B., González J. A., García-Llorente M.,

Alcorlo P., García Mora M. R. (2014), "Incorporating the Social–Ecological Approach in Protected Areas in the Anthropocene", *BioScience*, 64(3), pp. 181–191, DOI: 10.1093/biosci/bit033.

Pettenati G. (2019), *I paesaggi culturali UNESCO in Italia*, FrancoAngeli, Milano, 2019.

Piccioni L. (2014), *Il volto amato della patria. Il primo movimento per la protezione della natura in Italia 1880-1934*, Temi, Trento.

Poli M., Valentini A. (2016), "Forme identitarie di rappresentazione e norme figurate", in Marson A. (a cura di), *La struttura del paesaggio. Una sperimentazione multidisciplinare per il Piano della Toscana*, Laterza, Bari, pp. 132-143.

Purwanto Y., Nugroh H., Setiawan Achmadi A., Munawaroh E. (2020), "Biosphere Reserve Concept Implementation for Creating Sustainability", *Journal of Tropical Ethnobiology,* 3, 1, pp. 43-56, DOI: 10.46359/jte.v3i1.7.

Reed M. G., Price M. F. (2019), *UNESCO Biosphere Reserves Supporting Biocultural Diversity, Sustainability and Society*, Routledge, London, DOI: 10.4324/9780429428746.

Ruoss E. (2013), "Biosphere Reserves as Model Sites for Sustainable Development", in: Jungmeier M., Getzner M. (a cura di), *Protected Areas in Focus: Analysis and Evaluation*, Verlag Johannes Heyn, Klagenfurt, pp. 99-114.

Schliep R., Stoll-Kleemann S. (2010), "Assessing governance of biosphere reserves in Central Europe", *Land Use Policy*, 27, 3, pp. 917-927, DOI: 10.1016/j.landusepol.2009.12.005.

Secchi B. (1984), *Il racconto urbanistico*, Einaudi, Torino.

UNESCO (1971), *International Co-ordinating Council of the Programme on Man and the Biosphere (MAB)*, first session, Paris, 9-19 November, final report (https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000002070?posInSet=29&queryId=1550e449-01db-4b32-8286-00dbfd3d5a34).

UNESCO (2020), *Statutory framework of the World Network of Biosphere Reserves* (https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373378).

Wacogne R., Marson A., (2021), *La gestione dei siti Unesco: stato dell'arte a livello europeo con riferimento alle politiche e pratiche di pianificazione e programmazione, e alle tendenze di innovazione in atto*, Rapporto di ricerca, IUAV, Venezia.

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 67-83

DOI: 10.13137/2282-572X/37607

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

Un'analisi dei differenziali geografici in relazione alle perdite idriche. Approccio regressivo per la ricerca di eventuali fattori di contesto.

An Analysis of Geographical Differentials in Relation to Water Losses: A Regression-Based Approach to Investigating Potential Contextual Factors

Stefano De Falco

Università degli Studi di Napoli Federico II, sdefalco@unina.it

Riassunto

Il tema relativo alle diverse prospettive di analisi della risorsa acqua è sempre attuale e sempre più critico in ragione della crescente urgenza dettata dagli effetti di azioni antropiche, oltre che naturali. L'acqua, al di là della sua funzione fondamentale come fonte di vita, costituisce un input primario per la gran parte delle attività economiche, tra cui l'agricoltura, l'industria e il settore energetico. Il presente lavoro, a partire da dati sulle perdite idriche elaborati di recente dall'ISTAT, intende profilare un'analisi geografica che, attraverso una modellazione analitica ed una relativa restituzione cartografica, associ i gradienti rilevati a fattori di contesto territoriale. I risultati ottenuti possono rivelarsi utili elementi di indirizzo e orientamento per stakeholders e policy makers del settore, oltre che costituire spunti di interesse nell'orientamento di fondi PNRR.

Parole chiave

Acqua, perdite, differenziali, variabili territoriali.

Abstract

The multifaceted nature of water resource analysis remains a highly relevant and increasingly critical issue, especially in light of the growing urgency posed by both anthropogenic pressures and natural factors. Beyond its fundamental role as a source of life, water serves as a primary input for several key economic sectors, including agriculture, industry, and energy. This study, based on recent data on water losses released by ISTAT, aims to develop a geographical analysis that combines analytical modeling with cartographic representation, linking the identified gradients to contextual territorial factors. The findings may offer valuable guidance for stakeholders and policy makers in the filed, while also providing useful insights to inform the strategic allocation of National Recovery and Resilience Plan (PNRR) funds.

Keywords

Water, losses, differentials, territorial variables.

1. Introduzione. Gravità dello scenario relative alle perdite idriche

L'acqua è un volano di sviluppo molto rilevante in quanto influenza circa il 20% del Prodotto Interno Lordo (PIL) in forma diretta in relazione ai comparti industria, energia e agricoltura, e indirettamente su altri comparti per un ulteriore 20%. Analizzarne le criticità e trovare soluzioni e fondi è, pertanto, un imperativo non derogabile, in quanto l'essenzialità dell'acqua non è tuttavia proporzionale alla sua disponibilità (Salvemini, 2019). Occorre riassegnare risorse al comparto idrico dopo oltre 20 anni della legge obiettivo 21 dicembre 2001 per affrontare una crisi che mette a rischio la crescita del PIL dell'intero Paese e amplifica i differenziali geografici soprattutto Sud-Nord.

Il dibattito scientifico è molto attivo su questo tema, sia in ambito nazionale, come ad esempio il recente *special issue* della rivista Documenti Geografici n. 1 del 2024 dal titolo "Geografia, innovazione e risorse idriche nel contesto della transizione ecologica", che in ambito internazionale, nonché in relazione all'ambito urbano (Firat et al., 2022; Güngör et al., 2017; AL-Washali et al., 2020) che rurale (Mo et al., 2022; Gong et al., 2020; Greve et al. 2018; Greve e Seneviratne, 2015). Tuttavia, più carente in letteratura scientifica risulta essere l'aspetto quantitativo del fenomeno, soprattutto per quel che attiene all'investigazione geografica di differenziali territoriali relativi alle perdite idriche e il loro possibile legame con variabili socio-economiche di contesto. In tal senso, una massiva raccolta di pubblicazioni scientifiche e articoli divulgativi è ravvisabile ad opera del geografo Filippo Menga (ad esempio, soprattutto con riferimento al rapporto tra crisi climatiche e importanza di ridurre le perdite idriche, Menga, 2025; 2024a; 2024b; 2023).

Le perdite idriche rappresentano una delle principali problematiche ambientali e infrastrutturali in Italia, con impatti diretti ed indiretti che coinvolgono diversi aspetti della vita economica e sociale. Sebbene l'acqua, il cosiddetto "oro blu" (Barlow e Clarke, 2002), sia una risorsa fondamentale per il benessere umano e per il funzionamento di molteplici attività produttive, il sistema idrico nazionale è afflitto da un elevato tasso di dispersione, che va ad aggravare la scarsità di risorse, tendenzialmente accentuata dai cambiamenti climatici e dall'intensificarsi dei periodi di siccità. Le perdite idriche non solo compromettono l'efficienza del servizio, ma hanno anche effetti diretti sul PIL, sullo sviluppo produttivo, sull'equità territoriale e sui divari geografici tra le diverse regioni italiane. L'acqua diventa, infatti, "sempre più scarsa non in termini assoluti, ma in relazione alla sua disponibilità nei luoghi in cui è necessaria" (Pinna, 1998, p. 243).

L'Italia, pur essendo uno dei paesi con una tradizione nella gestione delle risorse idriche, presenta uno scenario critico riguardo alle perdite lungo le reti di distribuzione. Secondo le stime più recenti (Opendata, 2023), circa il 40% dell'acqua potabile distribuita nelle reti urbane va perduto a causa di perdite e inefficienze infrastrutturali. Questo dato colloca l'Italia tra i paesi con i tassi di dispersione più elevati in Europa, una situazione che non solo implica una gestione inefficace della risorsa idrica, ma che ha ripercussioni anche su altre aree economiche e sociali. In ragione di tale criticità, appare evidente la necessità di strategie che non si limitino alla manutenzione delle infrastrutture, ma che affrontino in maniera sistemica il tema della scarsità e dell'uso sostenibile della risorsa. In tal senso, come suggerito da Caterina Nicolais (2024, p.229) "Un approccio concreto al problema del contenimento dello stress idrico deve prevedere necessariamente un incremento delle risorse disponibili e, al contempo, una riduzione e/o ottimizzazione dei consumi". Le perdite idriche comportano, infatti, una diminuzione della quantità di acqua disponibile per i consumatori e per le industrie, con conseguente riduzione della produttività economica. L'acqua è, infatti, una risorsa indispensabile per settori strategici quali l'agricoltura, l'industria alimentare, la produzione energetica e le attività turistiche. Si pensi, ad esempio al fiume Po, che attraversa aree fortemente antropizzate e agricole, e che con la sua crisi (calo della portata, fenomeni di secca, intrusione salina) è diventata un simbolo della fragilità idrica del Paese (FIG.1).

L'inefficienza nella gestione dell'acqua può portare a un aumento dei costi operativi per le imprese e, in alcuni casi, all'interruzione dei processi produttivi, riducendo la competitività delle imprese stesse. Dinamica che va ad aggravare una "già delicata situazione relativa all'alternarsi sempre più frequente di periodi di siccità a periodi di forti e improvvise precipitazioni" (Ciaschi e Morrica, 2024, p. 366). Il settore idrico, includendo agricoltura, industria, energia, servizi & tecnologie, incide sul PIL con una quota di circa 20%, pari a 383 miliardi di euro (GreenReport, 2025).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 1 - Una iconica immagine della risorsa "oro blu". Il fiume Po, specchio d'Italia tra siccità e sprechi.



FONTE: foto dell'autore.

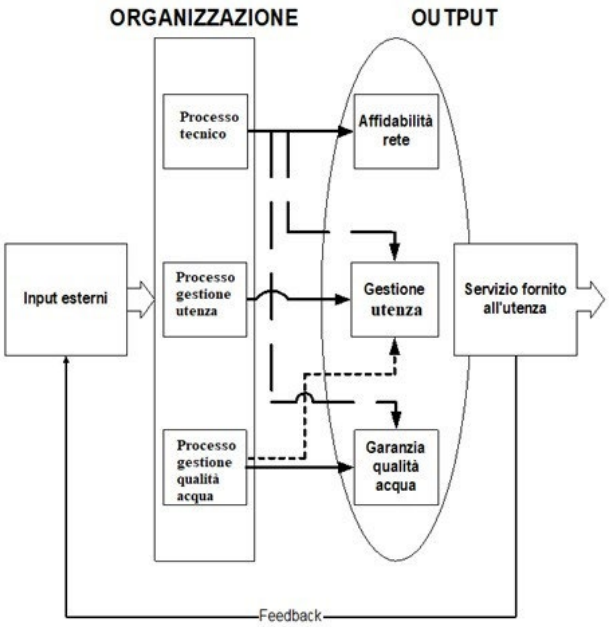
Uno degli aspetti più critici delle perdite idriche in Italia riguarda le profonde disuguaglianze geografiche che esistono nella gestione delle risorse idriche. Le regioni meridionali, in particolare, presentano tassi di dispersione molto più elevati rispetto a quelle settentrionali. In molte aree del Sud, le reti idriche sono obsolescenti, mal manutenute e non adeguate a garantire una distribuzione efficiente dell'acqua, con perdite che in alcuni casi superano il 50% del totale dell'acqua immessa nelle reti. Al contrario, al Nord Italia, sebbene persistano delle inefficienze, la situazione è generalmente migliore, con tassi di dispersione più contenuti (Opendata, 2023).

In questa cornice, l'obiettivo della ricerca è fornire un articolato quadro di contesto geografico e multifattoriale che evidenzi eventuali correlazioni tra le perdite idriche ed alcune variabili territoriali. A tal fine, sono prese in esame la capacità di governance, il livello di trasformazione digitale e ambientale e, in un'ottica di possibile influenza di "carico" sulle reti rispetto alle loro basse performances da perdite idriche, è stata considerata anche la variabile densità di popolazione.

L'articolazione del contributo segue quelli che sono stati i passaggi diacronici della ricerca. In primo luogo, attraverso lo studio e l'analisi dei principali processi di alcune aziende idriche, sono stati identificati i principali blocchi funzionali relativi a un sistema idrico. Questo ha consentito, da un lato, di individuare possibili cause delle perdite idriche e, dall'altro, di selezionare alcune variabili di contesto territoriale potenzialmente connesse a tali cause. Infine, l'analisi sui dati ha voluto verificare il reale grado di influenza di tali variabili sulle perdite.

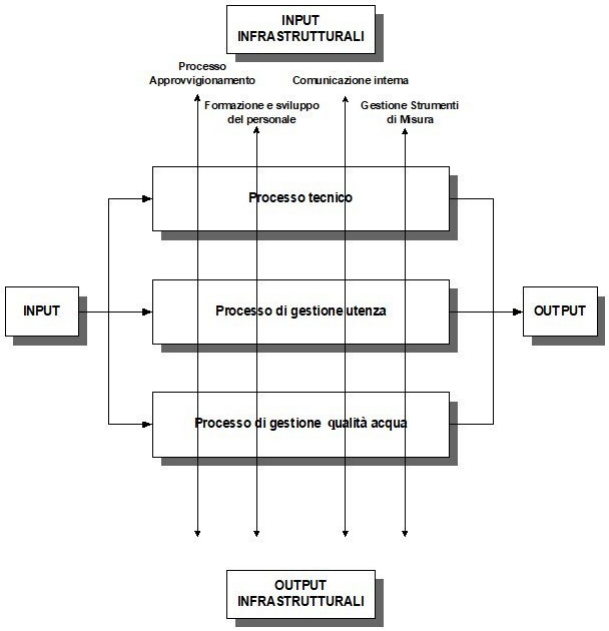
ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 2 - Organizzazione processi del sistema idrico.



FONTE: elaborazione dell’autore.

FIGURA 3 – Evidenza dei processi strutturali e infrastrutturali del sistema idrico.



FONTE: elaborazione dell’autore.

2. Descrizione del sistema idrico: un approccio per processi

Come attività propedeutica alla parte cartografica e analitica della ricerca, si è scelto di analizzare tutti i processi idrici coinvolti a livello sistemico in una generica azienda idrica relativa a città di grandi dimensioni, per rilevarne eventuali criticità e, di conseguenza, scegliere poi le possibili variabili geografiche di contesto in grado di esercitare su di esse una influenza.

Il sistema della rete idrica italiana è uno degli elementi fondamentali per la gestione delle risorse idriche del paese e per il garantire il servizio di approvvigionamento di acqua potabile alle abitazioni, alle attività industriali, agricole e commerciali. Questo sistema si compone di una rete complessa di infrastrutture che comprende sia reti sotterranee che aeree, ognuna con specifiche funzioni e caratteristiche. La gestione, la manutenzione e l’ammodernamento di tali infrastrutture sono essenziali per garantire la qualità del servizio, la sostenibilità del sistema e la riduzione delle perdite idriche, che in Italia rappresentano una delle principali problematiche per l’efficienza del servizio.

Un approccio che può essere utilizzato per schematizzare la gestione dei processi di un sistema idrico è quello ispirato al modello della catena del valore di Michael Porter. Secondo questo modello, i processi possono essere distinti in due categorie fondamentali: i processi strutturali e processi infrastrutturali. Nel suo lavoro del 1985, Michael Porter propone un modello per analizzare le attività organizzative e tecniche, identificando come le risorse e i processi interagiscono tra loro per creare valore. La catena del valore si divide in attività primarie (quelle che direttamente creano valore per il cliente, come la logistica, la produzione e la distribuzione) e attività di supporto (che supportano le attività primarie, come le risorse umane, la gestione tecnologica e l’infrastruttura). Applicato al sistema idrico, questo modello permette di comprendere meglio come ogni fase della gestione dell’acqua, dalla captazione alla distribuzione, fino al trattamento e smaltimento, contribuisca al valore complessivo del servizio (FIGG. 2 e 3)[1].

1 Nel grafico di destra della figura 2 le barre verticali hanno una funzionalità semantica, nel senso che sono iconograficamente ispirate al modello di Porter che rappresenta i processi primari con linee orizzontali e quelli secondari o infrastrutturali con linee verticali

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

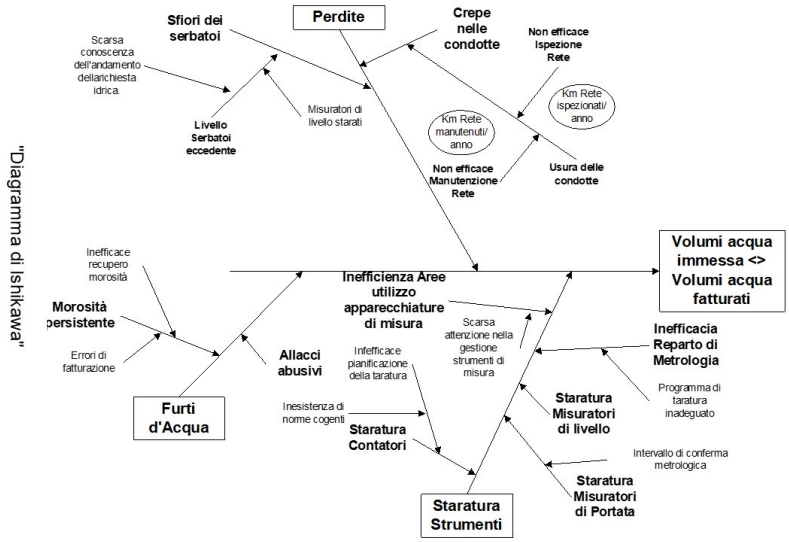
In termini di distribuzione, le reti sotterranee costituiscono la spina dorsale del sistema idrico italiano. Si tratta di un complesso di tubazioni, pompe, valvole e raccordi che permettono il trasporto dell'acqua dal punto di prelievo (dighe, fonti naturali, acquedotti) ai consumatori finali, passando attraverso diverse fasi di trattamento, distribuzione e accumulo. Le reti sotterranee di distribuzione sono principalmente composte da acquedotti e condotte che portano l'acqua nelle abitazioni, nelle aziende e nelle aree agricole. Gli acquedotti, che prelevano acqua da fonti naturali come fiumi, laghi o falde acquifere, sono progettati per garantire un flusso continuo e sicuro, in modo da soddisfare la domanda quotidiana di acqua potabile. Queste condotte sono generalmente realizzate in materiali come acciaio, ghisa o plastica, con l'obiettivo di minimizzare il rischio di corrosione e di rottura. Le reti di distribuzione, a loro volta, sono suddivise in tubazioni principali, che trasportano grandi volumi di acqua, e in linee secondarie, che distribuiscono l'acqua nelle varie zone residenziali o industriali. Queste ultime sono di dimensioni più piccole e sono spesso soggette a sollecitazioni maggiori, come rotture, perdite o danni derivanti dalla vibrazione del suolo, attività edilizie o eventi climatici estremi. Poiché l'acqua deve essere distribuita a diverse altezze e attraverso terreni variabili, è necessario utilizzare impianti di pressurizzazione e stazioni di pompaggio. Le stazioni di pompaggio, situate in punti strategici della rete, permettono di mantenere la pressione ottimale nelle condotte e di garantire che l'acqua arrivi con la giusta pressione fino alle utenze finali, anche nelle zone più alte o lontane dalla sorgente. L'acqua prelevata dalle fonti naturali non è sempre adatta al consumo umano. Per questo motivo, prima di essere immessa nelle reti di distribuzione, l'acqua subisce processi di trattamento che comprendono la filtrazione, la disinfezione (spesso tramite l'uso di cloro o ozono) e, in alcuni casi, la rimozione di specifici contaminanti (come metalli pesanti o agenti patogeni). Questi impianti di trattamento sono generalmente situati in prossimità delle fonti e sono cruciali per garantire la qualità dell'acqua distribuita.

La Rete aerea, invece, interviene principalmente per effettuare l'allacciamento ad impianto sotterraneo preesistente, operazione che si conclude con la posa del contatore. Più in generale essa si occupa della realizzazione e della manutenzione dei cosiddetti impianti di deviazione d'utenza, e degli eventuali tagli o distacchi di fornitura. Compito della Rete aerea è anche la rimessa in servizio, ovverosia il ripristino dell'erogazione del servizio dopo il pagamento della mora, o la stipula di un nuovo contratto da parte dell'utente.

In relazione all'indicatore $\frac{Volumi\ \ d'acqua\ \ fatturati}{Volumi\ \ d'acqua\ \ immessi}$ si è costruito un diagramma causa-effetto (FIG. 4) per individuare cause primarie e secondarie delle perdite idriche. Il diagramma causa-effetto di Ishikawa, detto anche diagramma a lisca di pesce, è uno strumento utile per identificare, organizzare e analizzare le cause di un determinato problema o effetto. Per costruirlo, si parte disegnando una freccia orizzontale che punta verso destra, dove si scrive il problema da analizzare (l'"effetto"). A questa freccia si collegano delle "lische" diagonali, che rappresentano le categorie principali di cause. Da ciascuna di queste si diramano altre frecce con le cause secondarie. Il diagramma consente così di visualizzare in modo strutturato le possibili origini del problema, facilitando l'analisi e la definizione di soluzioni. La cornice metodologica di riferimento per la costruzione di tale diagramma è stata ottenuta considerando, nelle banche dati scientifiche "Web of Science (WoS – Clarivate)" e "Scopus (Elsevier)", le relazioni tematiche tra le parole chiave perdita e acqua (FIG. 5). Il grafico generato con VOSviewer rappresenta una mappa di co-occorrenza di termini tratti dalla letteratura scientifica (ad esempio, da articoli su Scopus o Web of Science) riguardanti le perdite idriche ("loss"). Il nodo verde centrale "loss" è il concetto chiave della mappa ed è collegato a una rete di termini che rappresentano le parole più frequentemente associate al tema delle perdite idriche nei documenti analizzati. I colori indicano cluster, ovvero insiemi di termini che co-occorrono frequentemente tra loro e che appartengono a temi o contesti simili. Il verde riguarda tipi di perdite o concetti generali legati all'acqua (es. "apparent water loss", "real water loss", "soil"); il rosso rappresenta componenti tecniche della rete (es. "pipe", "network", "pressure", "distribution system"); il viola è legato a fattori esterni o geografici, come "municipality", "urban area", "access": infine, il blu/azzurro include concetti relativi a monitoraggio e diagnosi, come "remote sensing", "machine learning", "data". Le linee indicano relazioni tra i termini: più sono spesse, più è alta la co-occorrenza e la distanza tra i nodi rappresenta la forza del legame semantico nel senso che termini vicini sono spesso usati insieme.

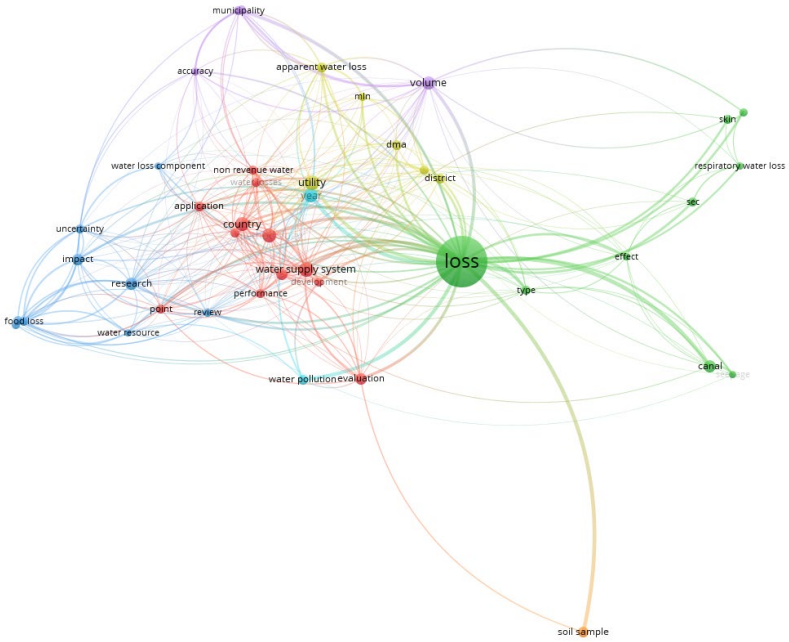
ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 4 - Diagramma causa-effetto delle perdite idriche.



FONTE: elaborazione dell'autore.

FIGURA 5 - Analisi delle relazioni tra domini tematici.



FONTE: elaborazione dell'autore mediante VosViewer.

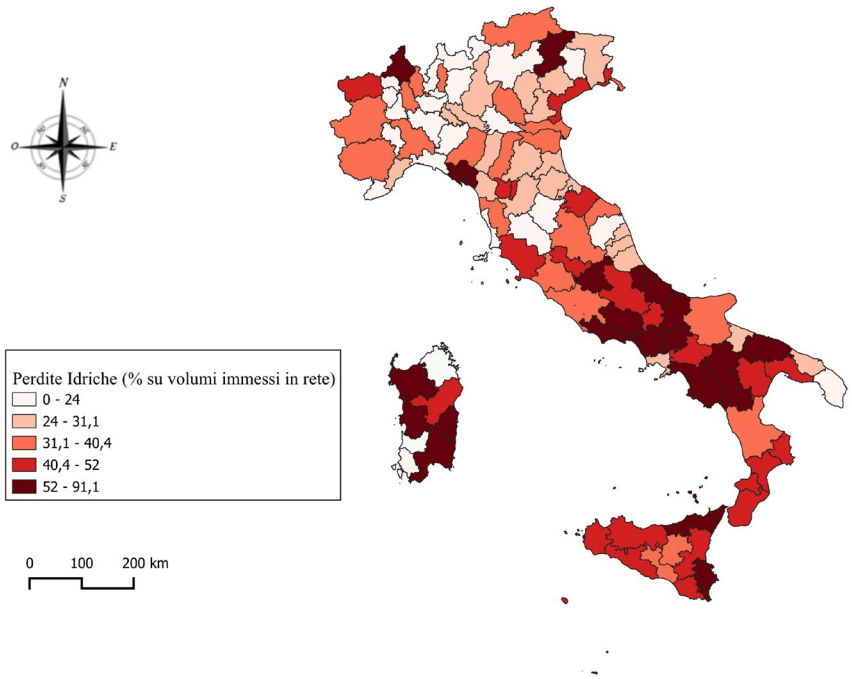
La mappa mostra che il problema delle perdite idriche è affrontato secondo approcci multidisciplinari, in particolare: tecnico-ingegneristici (condotte, pressione, componenti della rete); analitico-diagnostici (sensori, dati, apprendimento automatico); contestuali e gestionali (urbanizzazione, governance locale); tipologici (perdite apparenti vs reali, cause ambientali).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

3. Un'analisi geografica delle perdite idriche in logica multifattoriale

Circa una provincia/città metropolitana su due ha perdite idriche totali lungo le reti di distribuzione superiori al dato nazionale (pari al 40% su indicato). Nelle perdite idriche, le differenze territoriali e infrastrutturali ripropongono la consolidata geografia di un gradiente Nord-Sud, con le situazioni più critiche concentrate nelle aree del Centro e del Mezzogiorno (FIG. 6). Il 96% circa della popolazione residente nelle Isole abita in province con perdite pari ad almeno il 45% contro il 4% del Nord-ovest (Istat, 2022).

FIGURA 6 - Distribuzione delle perdite idriche in scala NUTS 3.



FONTE: elaborazione dell'autore su dati ISTAT, 2022.

Questo quadro geografico ha suggerito la necessità di indagare, con "un approccio integrato relativamente al management delle risorse idriche" (Nicolais, 2024, p. 244), eventuali determinismi geografici legati a variabili territoriali. Si è scelto, pertanto, di ricercare cartograficamente e analiticamente l'eventuale influenza, alla scala NUTS 3, delle variabili "densità demografica", "capacità di governance", "trasformazione digitale" e "sostenibilità ambientale"[2]. Anche in questo caso il primo passo dell'indagine è stata la ricerca nelle banche dato scientifiche delle relazioni tra domini tematici in VosViewer in relazione alle parole chiave perdita e sviluppo.

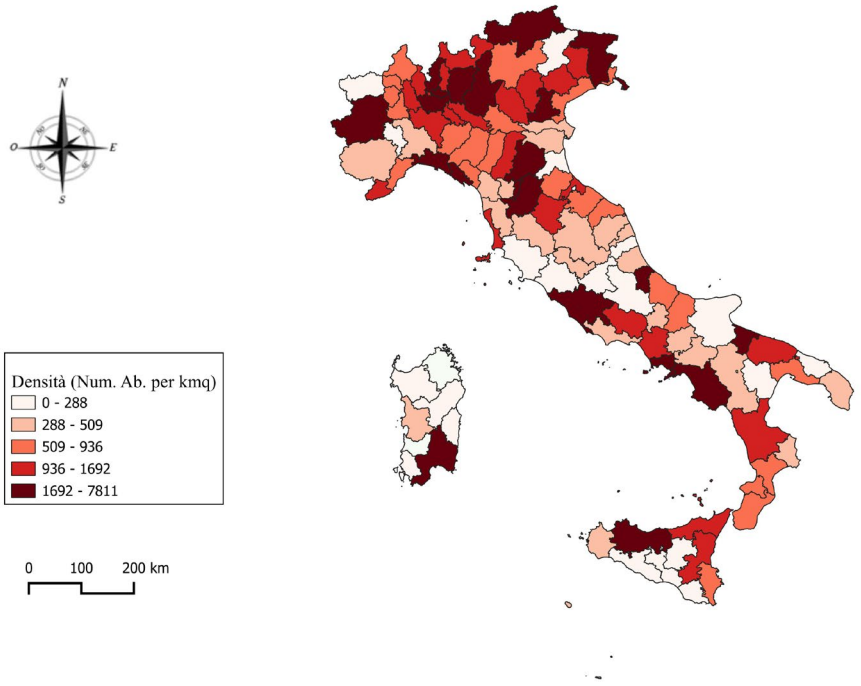
Cartografando i dati relativi alle variabili scelte (FIGG. 7a,b,c,d)[3] per l'analisi multivariata e mettendola in relazione con la carta di figura 10 relativa alle perdite idriche, si evince che territori caratterizzati da una maggiore capacità di governance registrino meno perdite e tale correlazione negativa (analiticamente) la si ritrova anche in relazione alle dinamiche di trasformazione digitale. In maniera meno marcata sussiste anche una correlazione inversa tra perdite idriche e sostenibilità ambientale. Tale dinamica può essere letta come una prova del fatto che il contenimento delle perdite idriche risulti dipendente in maniera maggiore da politiche e scelte sistemiche, infrastrutturali, regolatorie,

2 La strutturazione in sub indici con cui sono strutturate le variabili e le fonti relative ai sub indici sono riportate nell'IcityRank 2019 al seguente link: https://www.forumpa.it/citta-territori/icity-rank-2019-milano-firenze-e-bologna-sono-le-citta-piu-smart-ditalia/

3 Per le tre variabili di contesto, "capacità di governance", "trasformazione digitale" e "sostenibilità ambientale, le unità di misura sono valori numerici derivanti dalla rilevazione IcityRank.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 7a - Analisi della variabile "Densità"



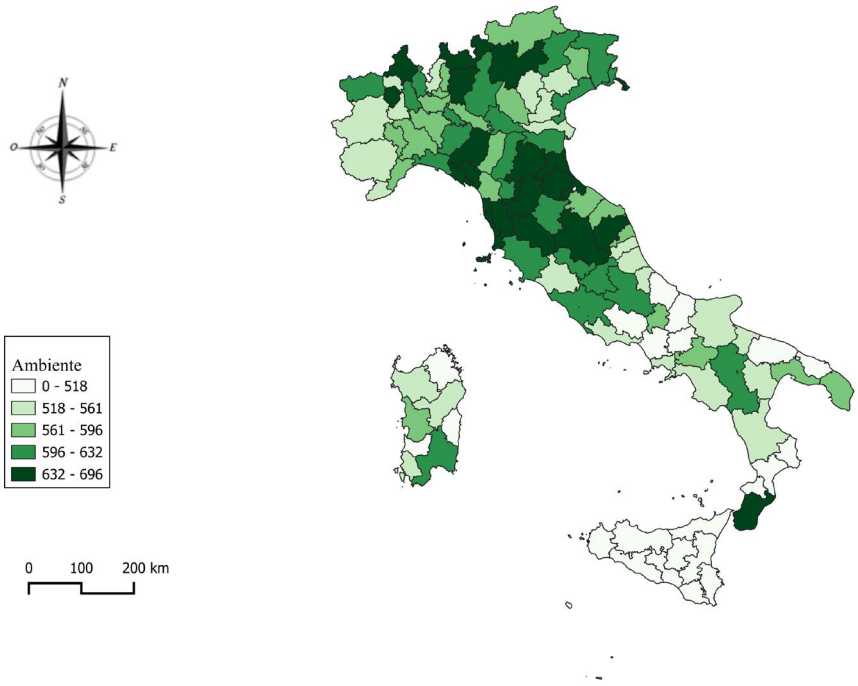
FONTE: elaborazione dell'autore su dati IcityRank, 2019.

gestionali, che dai comportamenti dei singoli cittadini-utilizzatori. Le perdite idriche, come descritto, avvengono lungo le reti di distribuzione, spesso vetuste, mal manutenute o gestite in modo inefficiente, e pertanto, una politica di tutela ambientale implica investimenti in reti idriche, tecnologie di monitoraggio, standard di efficienza: elementi su cui i cittadini hanno poca influenza diretta, laddove l'indicatore territoriale di sostenibilità ambientale, invece, esprime una propensione verso azioni green da parte dei cittadini stessi. La capacità di governance va vista, invece, come un proxy di attenzione politica e amministrativa verso la gestione delle risorse e, dunque, se un territorio investe nella sostenibilità, è più probabile che si occupi anche della qualità delle infrastrutture, della gestione dell'acqua, del monitoraggio delle perdite, ecc. Anche un cittadino attento (che chiude il rubinetto, usa riduttori di flusso, consuma con parsimonia) non può incidere sulle perdite di rete, che sono una responsabilità di chi gestisce l'infrastruttura: municipalizzate, consorzi, società pubbliche o partecipate. Ciò spiega perché la correlazione è più evidente con la governance e la sostenibilità, e molto meno con la densità.

In Appendice 1 sono riportati i calcoli analitici della correlazione, mentre in appendice 2 è sviluppata anche un'analisi PCA[4] relativa alle componenti principali, come ulteriore addendum di verifica del confronto cartografico. La PCA mostra che le variabili "Capacità di governo" e "Grado di trasformazione digitale" spiegano la percentuale maggiore di varianza nel modello.

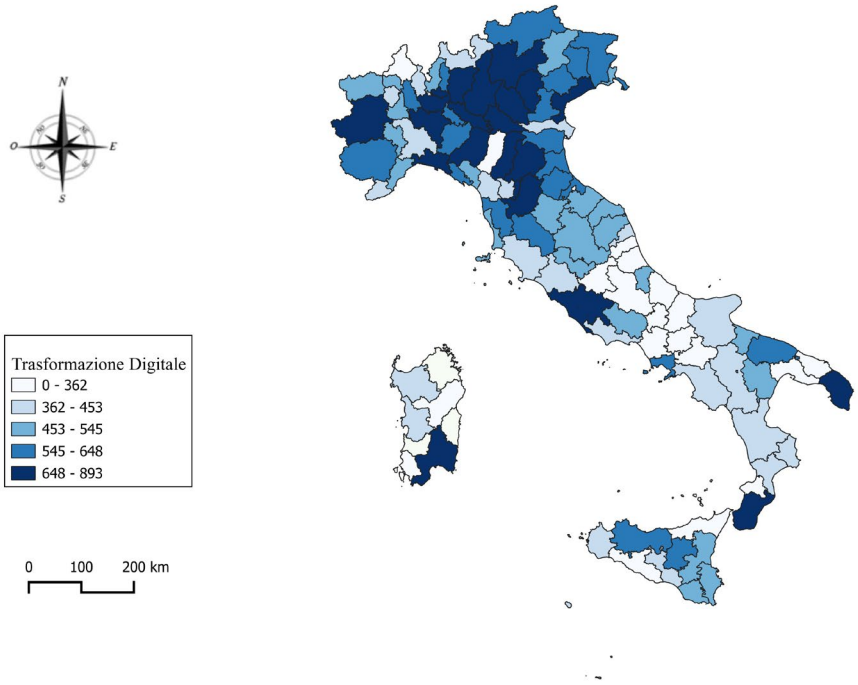
4 La PCA (Principal Component Analysis) è una tecnica statistica di riduzione della dimensionalità che consente di sintetizzare un insieme di variabili correlate trasformandole in un numero minore di componenti principali non correlate tra loro. Queste componenti sono ottenute come combinazioni lineari delle variabili originali e ordinate in base alla quantità di varianza spiegata. Ogni componente è associata a un autovalore (eigenvalue), che indica quanta varianza spiega rispetto al totale. Il grafico "scree plot", generato in automatico dai principali software statistici, mostra la distribuzione degli autovalori e aiuta a decidere quante componenti mantenere nell'analisi. Il termine scree plot deriva dalla parola inglese "scree", che indica una frana o un pendio di detriti: il grafico prende questo nome perché la curva degli autovalori decresce rapidamente, formando un andamento simile a una discesa di massi.

FIGURA 7b - Analisi della variabile "Ambiente"



FONTE: elaborazione dell'autore su dati IcityRank, 2019.

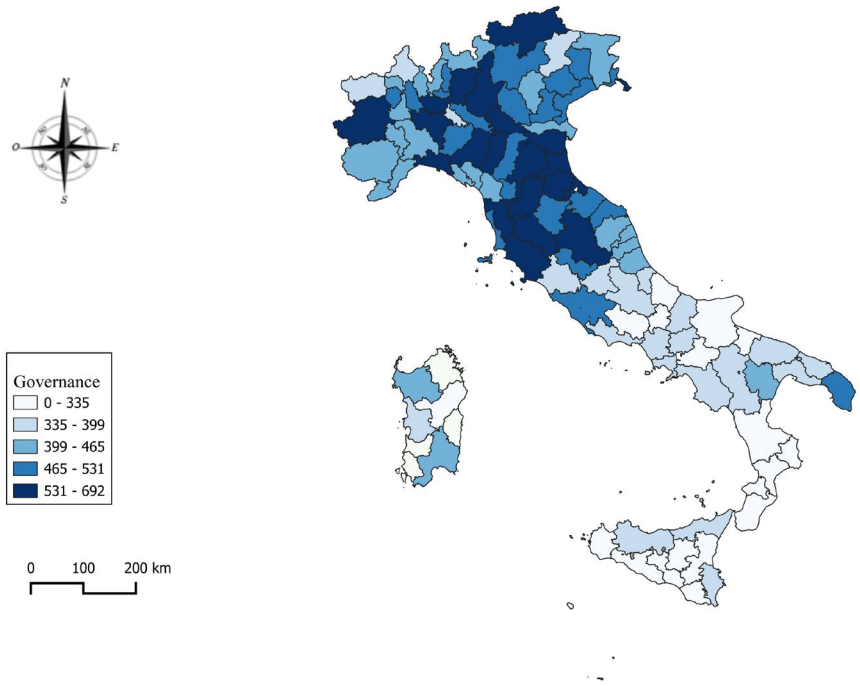
FIGURA 7c - Analisi della variabile "Trasformazione Digitale"



FONTE: elaborazione dell'autore su dati IcityRank, 2019.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 7d - Analisi della variabile "Governance".



FONTE: elaborazione dell'autore su dati IcityRank, 2019.

3.1 Analisi di sensibilità basata sul clustering

L'analisi sviluppata è stata sottoposta ad un passo successivo di indagine a risoluzione maggiore, ovvero si è operata una strutturazione in cluster[5] per individuare tre range, alto, medio, basso, di valori delle perdite idriche e verificare se ci fossero delle differenze significative che il precedente trattamento dati poteva aver sotteso con un errore di "data-confounding".

Si è quindi costruito un opportuno dendrogramma[6] e si è poi proceduto a cartografare i valori dei cluster ottenuti dall'algoritmo (FIGG. 8a e 8b). La rappresentazione cartografica evidenzia una particolare situazione critica rispetto ai valori di perdita prevalentemente nel Centro-Sud, confermando da un lato quanto detto nel paragrafo introduttivo sulla obsolescenza infrastrutturale e vetustà degli impianti, e dall'altro rimarcando una maggiore presenza delle cause identificate ne diagramma di figura 9. I risultati, mostrati in Appendice 3, relativi ai i tre diversi cluster (alte, medie e basse perdite idriche), forniscono le seguenti indicazioni sulle correlazioni tra le perdite idriche e le altre variabili (Densità, Ambiente, Digitale, Governance).

Nel cluster con alte perdite idriche le variabili "Governance" e Trasformazione Digitale" mostrano una relazione inversa abbastanza evidente con le perdite idriche. La variabile "Sostenibilità Ambientale" presenta ha una relazione visivamente meno chiara, mentre la "Densità" non mostra una correlazione forte. Nel cluster con perdite idriche medie le correlazioni si attenuano, in quanto la "Governance" mostra ancora una leggera tendenza inversa (più governance, meno perdite) e le altre variabili appaiono più distribuite casualmente, con pattern identificabili in misura minore. Infine, cluster con basse perdite idriche la variabilità tra le variabili è ridotta, in quanto il cluster si presenta più omogeneo e

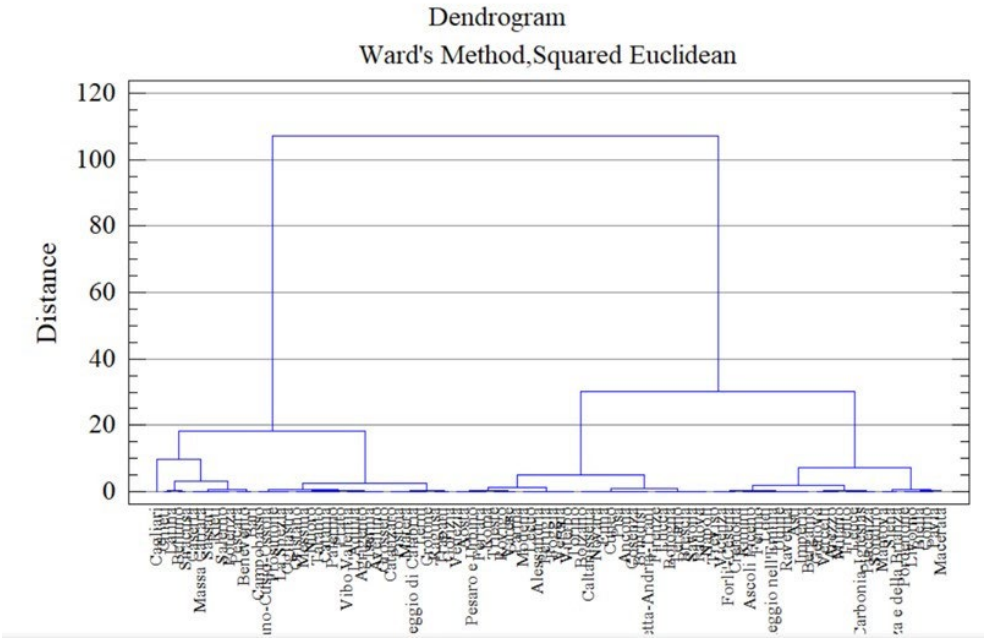
5 Nel software Statgraphics sono stati provati diversi algoritmi di clustering fino a ridurre euristicamente l'errore.

6 Il dendrogramma è uno strumento di rappresentazione grafica ad albero dei risultati di un'analisi di clustering gerarchico, in cui gli oggetti simili vengono raggruppati progressivamente in insiemi sempre più grandi, mostrando le relazioni di somiglianza tra di essi.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

non emergono correlazioni forti, ma si nota una maggiore concentrazione di buoni punteggi ambientali e digitali.
In sintesi, la capacità di governo, rappresentata dalla variabile "Governance" è quella con l'effetto più incisivo e visibile nei cluster con alte e medie perdite. La dinamica digitale dei territori si associa negativamente alle perdite soprattutto nei contesti più critici (alte perdite) e la dinamica ambientale e la densità hanno un ruolo più marginale o indiretto rispetto alle altre variabili.
La distribuzione geografica relativa a tale scenario evidenzia con chiarezza un gradiente Nord-Sud dove le province con perdite più elevate (in rosso scuro) si concentrano prevalentemente nel Mezzogiorno e nelle isole, con estese aree critiche in Sicilia, Calabria, Puglia, Campania e Sardegna. Questo dato è coerente con le numerose indagini nazionali che rilevano una minore efficienza della rete idrica nel Sud, legata spesso a impianti obsoleti, difficoltà gestionali, scarsa capacità di investimento dei gestori locali e dispersione insediativa. Anche alcune province del Centro Italia e dell'arco ligure-emiliano mostrano valori elevati, segnalando che il fenomeno non è esclusivo del Meridione, ma può emergere anche in aree con criticità strutturali o amministrative.
Il cluster intermedio, rappresentato in rosso medio, interessa una fascia trasversale di territori, in particolare l'Italia centrale e alcune province del Nord-Est. Queste aree potrebbero rappresentare zone in transizione, dove le reti idriche sono soggette a perdite rilevanti ma inferiori rispetto alle aree più critiche, e dove potrebbero essere già in atto interventi di miglioramento o processi di razionalizzazione.
Le province con perdite più basse (in rosso chiaro) si trovano in gran parte nel Nord Italia, in particolare in Lombardia, Piemonte orientale, Trentino-Alto Adige e parte del Veneto. Questi territori beneficiano generalmente di una maggiore densità urbana, infrastrutture meglio manutenute, gestori più strutturati e capacità tecnica e finanziaria più solida. La maggiore efficienza idrica potrebbe anche riflettere investimenti continuativi, tecnologie avanzate di monitoraggio e una governance più efficace del servizio idrico integrato.
Nel complesso, il cartogramma restituisce un'immagine netta della geografia della vulnerabilità infrastrutturale del sistema idrico italiano, in cui il Sud e le aree periferiche risultano maggiormente esposte a fenomeni di dispersione dell'acqua potabile.

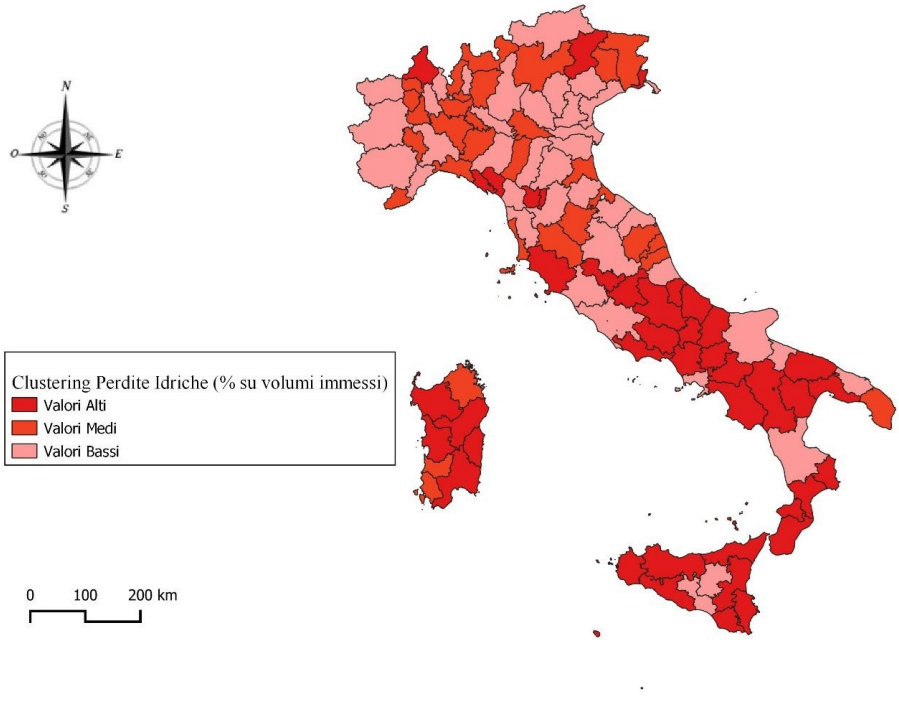
FIGURA 8a - Dendrogramma delle perdite idriche in scala NUTS 3.



FONTE: elaborazione dell'autore su dati ISTAT, 2022.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 8b - Cartogramma delle perdite idriche in scala NUTS 3.



FONTE: elaborazione dell'autore su dati ISTAT, 2022.

4. Conclusioni

In Italia il valore aggiunto derivante dalle attività di filiera estesa dell'acqua si aggira sui 320 miliardi di euro (su dati Ambrosetti, 2022) e 10 dei 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda ONU 2030 e 53 dei 169 target sono incentrati su di una gestione efficiente e sostenibile dell'acqua. Nello scenario italiano, il PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) prevede uno specifico investimento "Riduzione delle perdite nelle reti di distribuzione dell'acqua, compresa la digitalizzazione e il monitoraggio delle reti", per un importo di 900 milioni di euro distribuiti su 33 interventi. La Missione del Piano dedicata a tale programmazione è la M2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica" nella Componente C4 "Tutela del territorio e della risorsa idrica". Molto evidente risulta dal Piano l'interdipendenza tra la roadmap di rafforzamento della sostenibilità ambientale legata alle infrastrutture idriche e la dinamica di impiego di nuove tecnologie digitali. Nelle azioni del Piano è previsto, infatti, di implementare tecnologie avanzate per la riduzione delle perdite su circa 45.500 chilometri di condotte ad uso potabile entro la fine del 2024, estendibili a 72.000 chilometri di condotte entro il 2026. In questa cornice appare chiaro come la programmazione degli interventi debba portare in conto divari geografici preesistenti derivanti da determinismi legati a fattori di influenza diversi (divari socio-economici, minore qualità delle reti di distribuzione idrica, ecc.). L'importanza di comprendere tali fattori di influenza si disvela nel fatto che essi vengono a porsi come elementi chiave nelle dinamiche involutive (lock in), esercitando una azione antagonista allo sviluppo dei territori.

Tale tema non è molto trattato in ambito di letteratura geografica, soprattutto per quanto concerne gli aspetti analitici. Il dibattito scientifico ha approfondito, infatti, il tema delle risorse idriche in relazione, ad esempio, al paesaggio, (Castiglioni, 2010), alle biografie personali (Visentin, 2019), alla funzione educativa (Giorda, 2024) o al senso del luogo (Jori, 2012; Vallerani, 2004) e ai processi di rigenerazione territoriale (KarPouZoglou e ViJ, 2017), ma molto meno sull'analisi quantitativa dei dati territoriali relativi alle perdite idriche.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Il presente lavoro, a partire da dati sulle perdite idriche elaborati di recente dall'ISTAT, ha sviluppato un'analisi geografica che, attraverso una modellazione analitica ed una relativa restituzione cartografica, ha associato i gradienti rilevati a fattori di contesto territoriale.
La leva di tale ricerca è da individuarsi nella evidenza che le perdite idriche in Italia rappresentano una sfida di grande portata, con impatti significativi sul PIL, sullo sviluppo produttivo e sull'equità territoriale. Se non affrontato in modo adeguato, il problema delle perdite idriche rischia di aggravare ulteriormente le disuguaglianze geografiche e sociali, impedendo lo sviluppo di una crescita economica equilibrata e sostenibile. Interventi mirati per modernizzare le infrastrutture idriche, accompagnati da politiche di gestione sostenibile delle risorse e da una maggiore consapevolezza collettiva, sono indispensabili per garantire un futuro prospero e resiliente per l'Italia.
In particolare, la ricerca ha voluto affrontare il tema delle perdite idriche secondo un'analisi multifattoriale di correlazione tra dati geografici a scala provinciale e variabili territoriali, stante "la necessità, da un lato, di elaborare un approccio sempre più integrato e multidisciplinare sui temi idrici, idraulici," (Ciaschi e Morrica, 2024, p.378). La dimensione territoriale del fenomeno idrico, nella quale trovano spazio istituzioni locali, soggetti economici, cittadini e stakeholders a vario titolo coinvolti, è fondamentale per l'innesco di un approccio dal basso. È, infatti, urgente avallare piani gestionali e i dispositivi di sorveglianza per promuovere un uso consapevole dell'acqua e la salvaguardia degli ecosistemi acquatici, coinvolgendo comunità locali e organizzazioni a vari livelli (Epasto e Galdelli, 2024). La valutazione di contesti territoriali in cui agire su variabili di diversa natura per migliorare il sistema idrico può, dunque, costituire una leva strategica atta a implementare nel breve/medio tempo azioni incisive, anche in ragione del fatto che "è necessario attuare iniziative e progetti che possano permettere di raggiungere più facilmente gli obiettivi della Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite" (Gambino, 2024, p.339).
La rappresentazione fornita può essere utilizzata sia per finalità analitiche, sia per l'elaborazione di politiche pubbliche, indirizzando eventuali investimenti infrastrutturali, priorità d'intervento nei programmi nazionali (come il PNRR), e azioni di supporto ai gestori meno attrezzati. Inoltre, incrociando questi dati con variabili socio-economiche, densità abitativa o forme di governance, si possono elaborare modelli interpretativi più robusti capaci di tenere conto anche delle dimensioni strutturali e organizzative che influenzano l'efficienza idrica nei diversi contesti territoriali.
In particolare, la consapevolezza del quadro multivariato presentato può costituire un ulteriore elemento di indirizzo per policy maker e addetti ai lavori in relazione a possibili azioni politiche integrate relative a uno sviluppo sostenibile basato su politiche ambientali, economiche e sociali che lavorano insieme per promuovere una crescita economica sostenibile in cui l'acqua sia una risorsa centrale. Inoltre, la ricerca avvalora il ruolo di politiche di salute pubblica che promuovano il coordinamento tra settori come il welfare, l'istruzione, l'ambiente e i trasporti per migliorare il sistema idrico in modo olistico, così come comporta una urbanizzazione sostenibile che poggi su politiche di trasporto, edilizia, gestione delle risorse idriche ed energia che collaborano per sviluppare città intelligenti, sostenibili e resilienti. Altre esternalità del lavoro riguardano una transizione energetica guidata da politiche che integrano sviluppo economico, protezione ambientale e innovazione tecnologica per ridurre le predite idriche e una digitalizzazione delle infrastrutture e dei servizi che prevenga ed eventualmente corregga rapidamente eventuali derive dei fenomeni idrici.

Acknowledge

L'autore desidera ringraziare i revisori per i giudizi molto positivi espressi da entrambi sulla ricerca e per i suggerimenti migliorativi proposti.

Riferimenti bibliografici

AL-Washali T., Sharma S., Lupoja R., AL-Nozaily F., Haidera M., Kennedy M. (2020), WAssessment of water losses in distribution networks: Methods, applications, uncertainties, and implications in intermittent supply", *Resources, Conservation and Recycling*, 152, 104515, ISSN 0921-3449,

AMBROSETTI (2022) https://www.ambrosetti.eu/community-valore-acqua-per-litalia/indici-valore-acqua/

Barlow M., Clark T. (2002), *Blue gold. The battle against corporate theft of the world's water*, London, Routledge.

Castiglioni B. (2010), *Educare al paesaggio*. Traduzione Italiana del report "Education an Landscape for Children", Consiglio d'Europa, Montebelluna (TV), Museo di Storia Naturale e Archeologia, 2010.

Ciaschi A., Morrica M. (2024), "La gestione delle risorse idriche nei contesti montani in transizione ecologica", *Documenti Geografici*, 1, p. 363-383.

Epasto S., Galdelli A. (2024), "L'intelligenza artificiale per la gestione sostenibile delle risorse idriche. Caso di studio: Gorgovivo, Ancona", *Documenti geografici*, 1, p. 271-302.

Firat M., Ateş A., Yılmaz S., Özdemir A. (2002), "Economic Analysis and Economic Leakage Level in Water Loss Management and Paths for Future Evaluation: A Review", *Civil Engineering Infrastructures Journal*, 55(2), pp. 195-209. doi: 10.22059/ceij.2021.314474.1724

Gambino S. (2024), "L'acqua come risorsa e come valore: territori in competizione e necessità di tutela come strumento strategico", *Documenti geografici*, 1, p. 325-343.

Giorda C. (2024), " Educare al territorio attraverso i fiumi. Il progetto di public engagement "flowing with the rivers", *Documenti Geografici*, 1, p. 429-442

Gong H., Zhang C. , Sun D., Yang J. (2020), "Optimization allocation of irrigation water resources based on crop water requirement under considering effective precipitation and uncertainty", *Agric. Water Manag.*, 239,106264

Greenreport, 2025. https://www.greenreport.it/news/acqua/54710-il-20-del-pil-italiano-dipende-dalle-risorse-idriche-il-valore-ha-superato-383-miliardi-di-euro?utm_source=chatgpt.com (accesso, 18 giugno 2025)

Greve P., Kahil T., Mochizuki J., Schinko T., et al. (2018), "Global assessment of water challenges under uncertainty in water scarcity projections", *Nat. Sustain.*, 1 (9), pp. 486-494

Greve P., Seneviratne S.I. (2015), "Assessment of future changes in water availability and aridity", *Geophys. Res. Lett.*, 42 (13), pp. 5493-5499

Güngör M., Yarar U., Firat M. (2017), "Reduction of water losses by rehabilitation of water distribution network", *Environ Monit Assess* 189, 498-513 https://doi.org/10.1007/s10661-017-6219-5

ISTAT (2022) https://www.istat.it/comunicato-stampa/le-statistiche-sullacqua-anni-2020-2024/

Jori F. (2012), *L'ultimo dei barcari. Riccardo Cappellozza, una vita sul fiume*, Pordenone, Tipografia Sartor.

KarPouZoglou T., ViJ S. (2017), "Waterscape: a perspective for understanding the contested geography of water", *WIREs Water*, 4, 3, https://doi.org/10.1002/wat2.1210

Menga F. (2023), "La governance globale dell'acqua nel ventunesimo secolo: il ruolo delle organizzazioni benefiche" , Retrieved from https://hdl.handle.net/10446/24405

Menga F. (2024a), "Crisi idrica, il catastrofismo produce soluzioni sbagliate" [interview (as interviewee) - intervista (come intervistato)]. Retrieved from https://hdl.handle.net/10446/266571

Menga F. (2024b), "Sete perché chiudere il rubinetto non ci salverà dalla crisi idric"a [interview (as interviewee) - intervista (come

intervistato) in pubblicazione divulgativa]. Retrieved from https://hdl.handle.net/10446/270449

Menga F. (2025), "Conclusion: Italian socionatures". Retrieved from https://hdl.handle.net/10446/300645

Mo L., Cao X., Liu D., Fu Q., Li T. (2022), "Ruochen Shang, Sustainable management of agricultural water and land resources under changing climate and socio-economic conditions: A multi-dimensional optimization approach", *Agricultural Water Management*, 2022, 107235, ISSN 0378-3774,

Nicolais C. (2024), "Analisi e prospettive di riduzione dello stress idrico: implicazioni territoriali e approcci innovativi", *Documenti geografici*, 1, p. 229-248.

OPENDATA (2023) http://www.datiopen.it/it/opendata/Mappa_dei_servizi_per_l_acqua_in_Italia

Pinna S. (1998), *La protezione dell'ambiente. Il contributo della filosofia, dell'economia, della geografia*, Milano, FrancoAngeli, 1998.

Salvemini S. (2019), "Stress idrico vs sviluppo sostenibile. Il complesso rapporto tra qualifica giuridica, sistema di gestione e tutela dell'acqua", *Federalismi,* 18, pp. 2-29.

Vallerani F. (2004), *Acque a nordest: da paesaggio moderno ai luoghi del tempo libero*, Sommacampagna (VR), Cierre Edizioni.

Visentin F. (2019), "Idro-geografie e senso del luogo: dalle memorie al ruolo delle comunità locali", *Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia*, 1, pp. 119-135.

Appendice

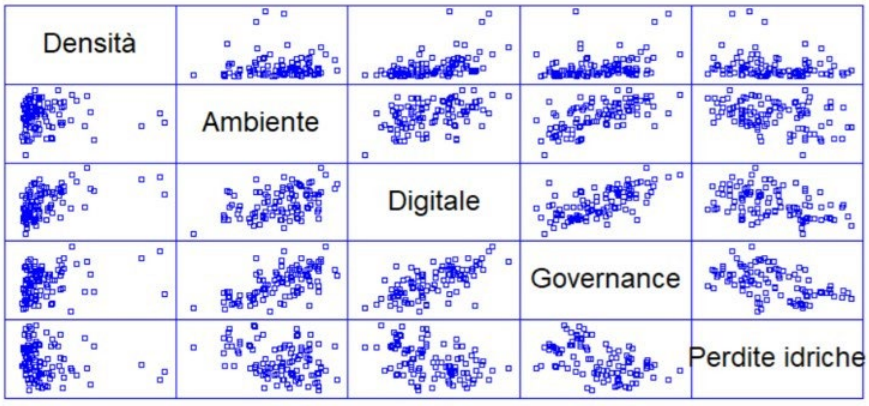
Appendice 1. Correlazione multivariata

La presente tabella riporta i valori di correlazione.

	Densità	*Sost Amb*	*Trasf digit*	*Governance*	*Perdite*
Densità	1				
Sost Amb	0,001960026	1			
Trasf digit	0,481824713	0,42531958	1		
Governance	0,296404833	0,633546735	0,661626654	1	
	-	-	-	-	
Perdite	-0,177002684	-0,340566221	-0,427060355	-0,495940584	1

Quest'altra tabella, elaborata con Statgraphics, mostra le correlazioni del momento del prodotto Pearson tra ciascuna coppia di variabili. Questi coefficienti di correlazione vanno da -1 a +1 e misurano la forza della relazione lineare tra le variabili. Tra parentesi è mostrato anche il numero di coppie di valori di dati utilizzati per calcolare ciascun coefficiente.
P-value inferiori a 0,05 indicano correlazioni diverse da zero statisticamente significative con un livello di confidenza del 95,0%.

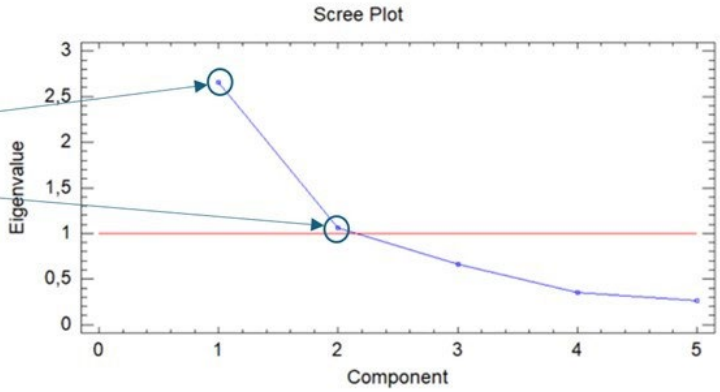
		Standard	T	
Parameter	Estimate	Error	Statistic	P-Value
CONSTANT	75,8826	12,3576	6,14057	0,0000
Densità	0,000193852	0,00114916	0,16869	0,8664
Ambiente	-0,00879229	0,02789	-0,315249	0,7532
Digitale	-0,0191466	0,0131856	-1,45208	0,1497
Governance	-0,0543668	0,0207983	-2,61401	0,0104



ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

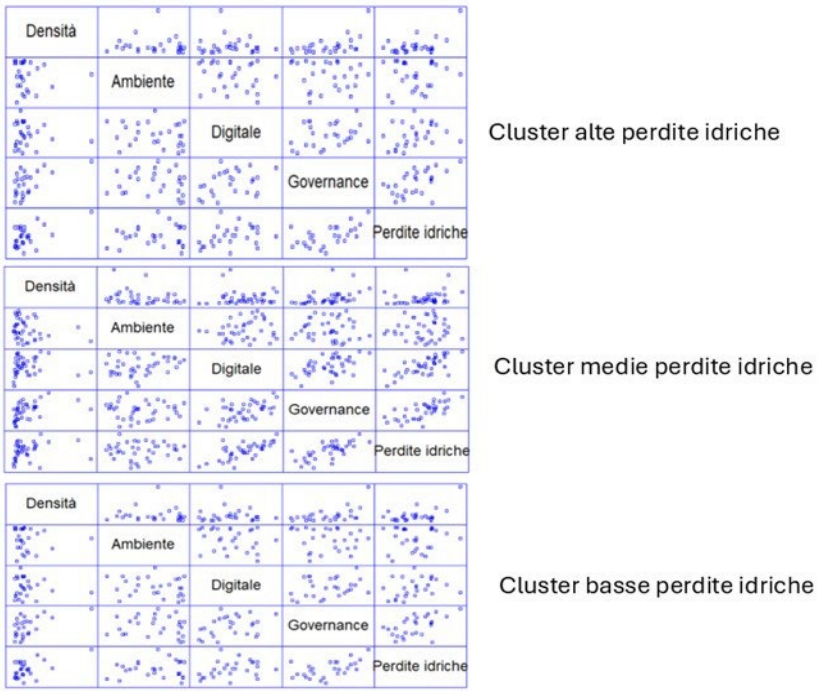
Appendice 2. Conferma attraverso l'analisi PCA

Component Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	2,66015	53,203	53,203
2	1,05898	21,180	74,382
3	0,662133	13,243	87,625
4	0,352601	7,052	94,677
5	0,266142	5,323	100,000



Appendice 3. Analisi di sensibilità basata sul Clustering

Di seguito sono riportate le omologhe tabelle stratificate per i tre cluster di valori di perdite idriche, alto, medio, basso.



ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 84-93

DOI: 10.13137/2282-572X/37629

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

Il telerilevamento a supporto del controllo ambientale: il caso di una valle da pesca in Laguna di Grado[1]

Remote sensing in support of environmental monitoring: the case of a fishing valley in the Grado Lagoon

Andrea Favretto, Alberto Furlanut

Università di Trieste, afavretto@units.it

Riassunto

Il contributo presenta i primi risultati di una collaborazione fra una valle da pesca del Friuli Venezia Giulia (Valle Noghera) e il Dipartimento di Studi umanistici dell'Università di Trieste. L'obiettivo di lungo termine di tale collaborazione è quello di fornire un supporto gestionale alle valli da pesca della Laguna di Grado, di Venezia e del Delta del Po. Nello specifico, le possibilità offerte dal telerilevamento consentono di monitorare costantemente diversi parametri peculiari di queste realtà. A titolo esemplificativo, è possibile effettuare un controllo dei livelli dell'acqua, della presenza di vegetazione acquatica e dei danni che questa subisce a causa di alcune specie di avifauna (come i fenicotteri), nonché dell'ossigenazione delle acque, grazie alla possibilità di individuare zone in cui si creano aree di anossia o di eccessiva presenza di alghe infestanti.

Parole chiave

Telerilevamento, Valle da pesca, Vegetazione acquatica, Monitoraggio ambientale, Fenicotteri.

Abstract

This paper presents the initial results of a collaboration between a fishing valley in Friuli Venezia Giulia (Valle Noghera) and the Department of Humanities at the University of Trieste. The long-term goal of this collaboration is to provide management support to the fishing valleys of the Grado Lagoon, Venice, and the Po Delta. In particular, the possibilities offered by Remote Sensing (RS) allow for the constant monitoring of various parameters specific to these areas. For example, it is possible to monitor water levels, the presence of aquatic vegetation and the damage it suffers due to certain species of birdlife (such as flamingos), as well as water oxygenation. These features are due to RS capacity in identifying areas where anoxia or excessive algae infestation occurs.

Keywords

Remote Sensing, Fishing valley, Water Vegetation, Environmental Monitoring, Flamingos.

1 Il lavoro è stato realizzato in piena collaborazione fra gli Autori. Tuttavia, a fini concorsuali, i paragrafi "Introduzione: la Valle Noghera" e "Considerazioni conclusive" vanno attribuiti ad Alberto Furlanut mentre i paragrafi "Materiali e metodi" e "Elaborazione dei dati e risultati raggiunti" ad Andrea Favretto.

1. Introduzione: la Valle Noghera

Le valli da pesca sono particolari realtà dell'Alto Adriatico con una storia secolare, in cui viene allevato il pesce in modo estensivo. Si tratta di porzioni di laguna chiuse e indipendenti dal punto di vista idraulico, in cui il flusso d'acqua viene regolato mediante l'utilizzo di chiuse. Sono ambienti di rilevanza internazionale per la loro biodiversità, soprattutto per quanto riguarda gli uccelli acquatici.

Valle Noghera è una valle da pesca della Laguna di Grado, in Friuli Venezia Giulia (FVG). Ha una estensione di circa 270 ettari ed è la più grande della Regione (fig. 1). Si tratta di una valle recente, in quanto è stata arginata nel 1969. Le sue attività principali sono la pesca, che viene gestita seguendo la tradizione secolare dell'allevamento estensivo (senza l'utilizzo di mangimi) e la gestione faunistica a scopi venatori. Di recente, come in molte altre valli simili in FVG, è iniziata la produzione di "crediti di carbonio", ovvero certificati di avvenuto assorbimento di anidride carbonica dall'atmosfera, che possono essere venduti alle aziende che decidono di investire in sostenibilità.

Nel tempo, è stato scoperto che la gestione ambientale di questi particolari allevamenti ittici causa diverse esternalità positive. Il mantenimento dell'ossigenazione e di livelli d'acqua idonei, la piantumazione di alberi e la creazione di zone di acqua dolce hanno creato all'interno delle valli dei punti di sverno di rilevanza internazionale per certe specie di uccelli acquatici e, solo di recente, è stato scientificamente dimostrato che questo tipo di gestione permette di assorbire importanti quantità di anidride carbonica dall'atmosfera, grazie al fenomeno del blue carbon (Doimi et alii, 2013).

La gestione di queste realtà non è semplice e le problematiche che gli operatori devono affrontare quotidianamente sono molteplici. Ogni valle ha le sue difficoltà gestionali, legate alla sua morfologia, alla disponibilità di acqua dolce e salata, al tipo di fondale, alle specie animali che la frequentano. In Valle Noghera, ad esempio, per mantenere un'ossigenazione idonea all'interno dei suoi argini, comprese le aree più remote, è fondamentale un ricircolo d'acqua continuo e lo spurgo dei canali, così favorendo la circolazione dell'acqua in tutte le zone. Nelle zone di acqua dolce, alimentate esclusivamente da

FIGURA 1. Localizzazione della Valle Noghera all'interno della Laguna di Grado/Marano.



FONTE: nostra elaborazione su base cartografica di OpenStreetMap.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

pozzi artesiani (la valle non ha punti di contatto con la terra ferma), è fondamentale il monitoraggio delle eventuali siccità, che possono essere causate da perdite negli argini oppure dall'evaporazione nei mesi estivi. Talvolta, questo monitoraggio può risultare molto scomodo per una gestione efficiente; ad esempio, in Valle Noghera alcuni laghetti d'acqua dolce sono posti a circa 20 minuti di barca dal centro operativo dell'azienda. Altro esempio di difficoltà gestionale legato a questa valle è il monitoraggio delle praterie di vegetazione sommersa, in particolare di fanerogame. Si tratta di piante fondamentali per l'ecosistema, sia per l'assorbimento dell'anidride carbonica che come alimentazione naturale per gli uccelli migratori che svernano in loco. Negli ultimi 10 anni circa, la presenza di tali alghe è stata messa a dura prova dal crescente numero dei fenicotteri rosa, che si nutrono di quest'alga, estirpandone le radici e scavando dei buchi nelle zone in cui essa si alimenta. Nel periodo autunnale, la popolazione di fenicotteri in Valle Noghera ammonta a circa 2000 individui (https://www.birdingveneto.eu/feniday/; Verza et al, 2015).
In tale contesto, è iniziata una collaborazione fra Valle Noghera e il Laboratorio GIS del Dipartimento di Studi umanistici dell'Ateneo triestino, con l'obiettivo di fornire un supporto per ottimizzare il lavoro degli operatori della valle attraverso l'uso di mezzi tecnologici di monitoraggio da remoto. A tal fine, è stato utilizzato il telerilevamento. In questo contributo sono presentati i primi risultati dell'impiego di tale metodologia. Due sono stati i casi di applicazione:

- il primo riguarda il controllo del livello di un lago di acqua dolce[1], recentemente realizzato mediante argini di separazione dal resto delle acque salate, in modo da addolcirlo gradualmente con l'acqua piovana. Nell'estate del 2023, in seguito ad un prolungato periodo di caldo torrido e assenza di precipitazioni, la preoccupante, veloce e progressiva diminuzione del livello del lago (posto ad una certa distanza dal centro operativo della valle), avrebbe richiesto il frequente spostamento del personale per il suo controllo (almeno ogni due giorni). Il monitoraggio da remoto attraverso le immagini telerilevate del satellite Sentinel 2, ha evidenziato la grave sofferenza del lago e permesso di intervenire tempestivamente, deviando il flusso d'acqua da un altro lago d'acqua dolce presente nella valle, in modo da combattere la forte evaporazione in atto;
- il secondo riguarda il monitoraggio delle praterie di alghe fanerogame. Gli operatori avevano da tempo osservato che i fenicotteri tendono a prediligere le acque ricche di tali praterie e che, per tale causa, la vegetazione algale locale si era drasticamente ridotta. L'analisi di una serie storica di immagini del satellite Sentinel 2 (dal 2018 al 2023), centrate nel momento di massima fioritura algale (luglio e agosto), ha permesso la valutazione di tale drastico calo. In particolare, i fenicotteri preferivano frequentare le zone nelle quali in autunno venivano sparse delle granaglie, per fornire un'alimentazione di supporto alle anatre della valle. Sono state quindi create nuove zone di pasturazione per le anatre, lasciando in tal modo riposare quelle tradizionalmente ad alta produzione di fanerogame. Le immagini di Sentinel 2 posteriori a tale operazione hanno confermato il buon esito della stessa, denunciando la progressiva ricolonizzazione dei fondali in sofferenza, ricolonizzazione tutt'ora in atto.

Dopo la presentazione dei materiali e dei metodi utilizzati (immagini satellitari ed elaborazione delle stesse), vengono approfonditi i due casi applicativi di cui sopra, spiegando le elaborazioni realizzate sulle immagini telerilevate e visualizzando i risultati raggiunti sotto forma di carte tematiche.

2. Materiali e metodi

Per quanto riguarda il primo caso di applicazione, ovvero il controllo dello stato di sofferenza del lago d'acqua dolce per la siccità e le alte temperature dell'estate 2023, sono state utilizzate otto immagini del sensore MSI (MultiSpectral Imager, satellite Sentinel 2), riprese nei giorni: 21/3/2023; 10/4/2023; 25/5/2023; 2/6/2023; 12/6/2023; 9/7/2023; 17/7/2023; 11/8/2023; 10/9/23.
Alle immagini è stato applicato l'indice NDWI (Normalized Difference Water Index). Per ciò che riguarda il telerilevamento, tale indice è stato proficuamente impiegato per il

1 Nelle valli da pesca la creazione di zone di acqua dolce è fondamentale da un punto di vista faunistico perchè l'avifauna (specialmente le anatre), gradisce zone di acqua potabile insieme a quelle di acqua salata, utili per l'alimentazione (Verza et al, op.cit).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

controllo delle acque (ad esempio: McFeeters, 1996; Li et alii, 2023; Quang et alii, 2023). Lo stesso si è rivelato particolarmente efficace per evidenziare la presenza di acque nelle immagini telerilevate.
Esso si calcola mediante un algoritmo, che fa uso del verde e dell'infrarosso vicino, così combinati:

$$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR)$$

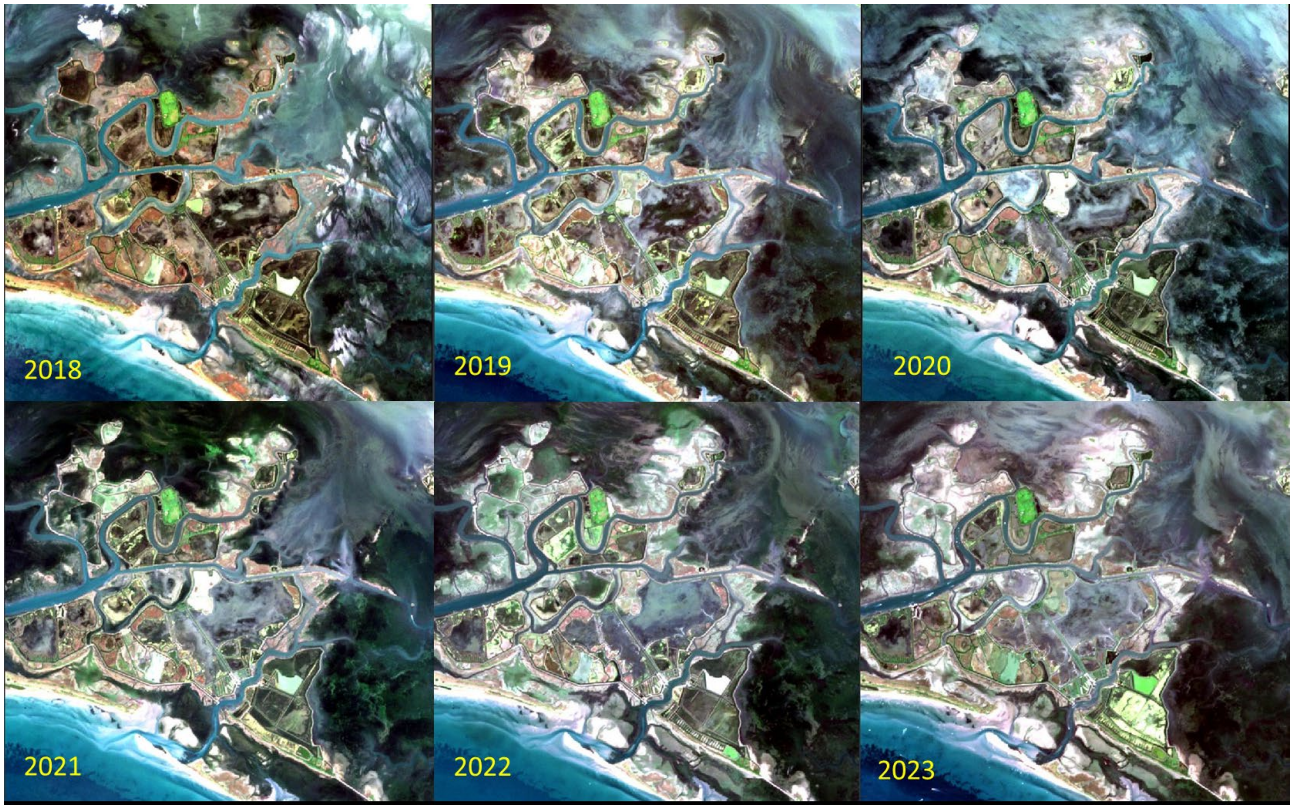
nel caso di Sentinel 2 diventa:

$$NDWI = (B3 - B8) / (B3 + B8)$$

ove B3 è la banda 3 di Sentinel 2 (Green, lunghezza d'onda del centro banda: 560 nm);
B8 è la Banda 8 (NIR – Near InfraRed, lunghezza d'onda del centro banda: 842 nm).

Per quanto invece riguarda il secondo caso applicativo, quello delle fanerogame nelle acque vallive, sono state utilizzate sei immagini di MSI-Sentinel 2, centrate temporalmente a luglio, per il periodo 2018 – 2023. Precisamente, le immagini risalgono a: 13/7/2018; 20/7/2019; 14/7/2020; 29/7/2021; 19/7/2022; 9/7/2023. Sulla fig. 2 si può vedere la serie storica delle immagini, centrate su Valle Noghera e visualizzate a colori veri (ovvero utilizzando il canale rosso per la banda 4 (Red, lunghezza d'onda del centro banda: 665 nm); il canale verde per la banda 3 (Green, lunghezza d'onda del centro banda: 560 nm); il canale blu per la banda 2 (Blue, lunghezza d'onda del centro banda: 490 nm).
Alle immagini è stato applicato un procedimento costituito da diversi livelli operativi, il cui schema si può vedere sulla fig. 3.

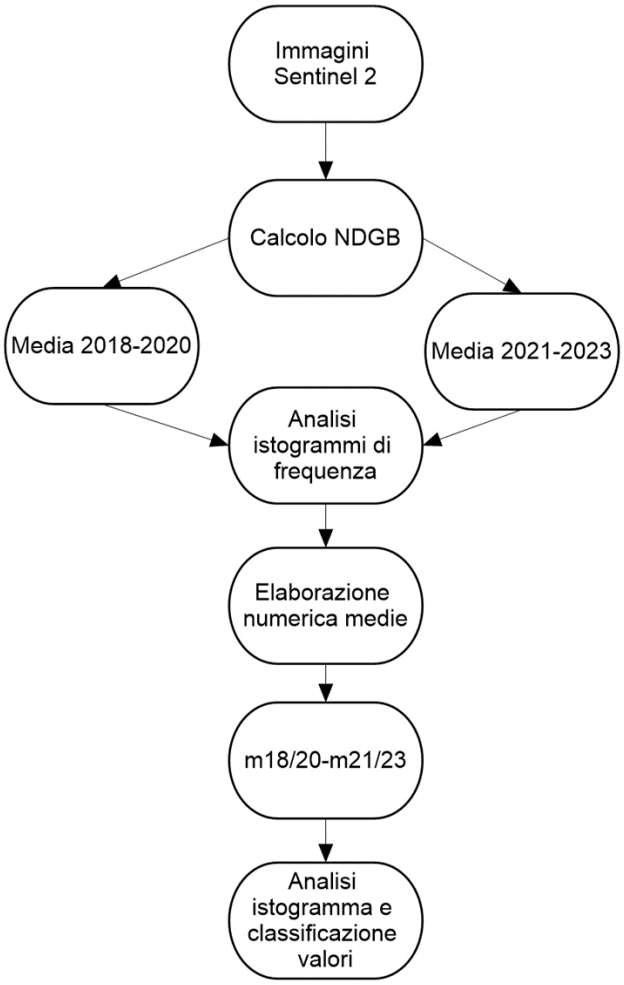
FIGURA 2. Mosaico relativo alla serie storica delle immagini di Sentinel 2 della valle da pesca Noghera, riprese nel mese di luglio del periodo 2018 – 2023 e visualizzate a colori veri (si veda il testo).



FONTE: nostra elaborazione.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 3. Procedimento utilizzato sulla serie storica delle immagini Sentinel 2 per l'analisi della tendenza della concentrazione di alghe fanerogame nelle acque della valle per il periodo 2018-2023 (si veda il testo).



Vediamo brevemente i punti relativi alle elaborazioni applicate:

1. Attraverso l'analisi di alcuni scatter plot applicati a coppie di bande (si veda ad es.: Raidou et alii, 2019), si sono prescelte le bande 1[2] e 3 per la costruzione di un indice, in quanto queste due bande sono risultate quelle che hanno fatto registrare la miglior separazione fra i pixel dell'immagine. Tale indice è stato denominato NDGB (Normalized Difference Green Blue) ed è stato calcolato mediante il seguente algoritmo:

$$NDGB^{3} = (Green - Blu)/(Green + Blu)=(B3 - B1)/(B3 + B1).$$

2. I sei layer NDGB, risultato del punto 1, sono stati raggruppati in due periodi (2018-2020 e 2021-2023). Sono state calcolate le medie di ciascun periodo, ricavando in tal modo due layer NDGB, rispettivamente per il periodo 2018-2020 e 2021-2023.
3. I valori dei pixel del layer NDGB21-23 sono stati sottratti a quelli del layer NDGB18-20, ricavando in tal modo un nuovo layer risultato, i cui pixel, opportunamente analizzati attraverso l'istogramma di frequenza, sono stati classificati in classi di intervalli e tematizzati in una carta finale, che ha permesso di capire l'evoluzione della presenza algale nel periodo considerato.

Un'ultima precisazione va fatta per gli strumenti utilizzati. Il primo caso di applicazione è stato realizzato mediante Copernicus browser[4], l'applicazione in modalità cloud computing di ESA. Nel secondo è stato invece impiegato SNAP (SeNtinel Application Platform), il software libero di ESA per la gestione delle immagini telerilevate.

2 La Banda 1 di Sentinel 2 è centrata a 443 nm (leggermente prima del blu "tradizionale" della Banda 2, centrata a 490 nm), ha una risoluzione spaziale di 60 metri (al posto dei 10 della banda 2). Denominata anche coastal blu, essa è stata creata per il controllo dell'aerosol nell'atmosfera ma viene proficuamente utilizzata anche per verificare la presenza di particelle in sospensione nelle acque, resa possibile dalla sua maggior penetrazione sotto la superficie (Poursanidis et alii, 2019).

3 Dalle ricerche effettuate in letteratura, un indice che fa uso di queste bande di Sentinel 2, legate dall'algoritmo utilizzato, non è stato trovato in alcuna pubblicazione scientifica e non compare nel Index DataBase on line, a cura di Henrich et alii, accessibile presso https://www.indexdatabase.de/db/is.php?sensor_id=96 (Henrich et alii, 2009, 2025).

4 Si tratta di un ottimo applicativo che permette di visualizzare le immagini telerilevate della flotta Sentinel (ed anche alcune dell'americana Landsat) nonché diverse elaborazioni delle stesse. Sono anche possibili animazioni (particolarmente utili per il controllo delle differenze territoriali nel tempo) e ritagli di zone di interesse, tutte liberamente scaricabili anche in diversi sistemi di coordinate.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

3. Elaborazione dei dati e risultati raggiunti

3.1 Primo caso di applicazione: sofferenza del lago d'acqua dolce per la siccità

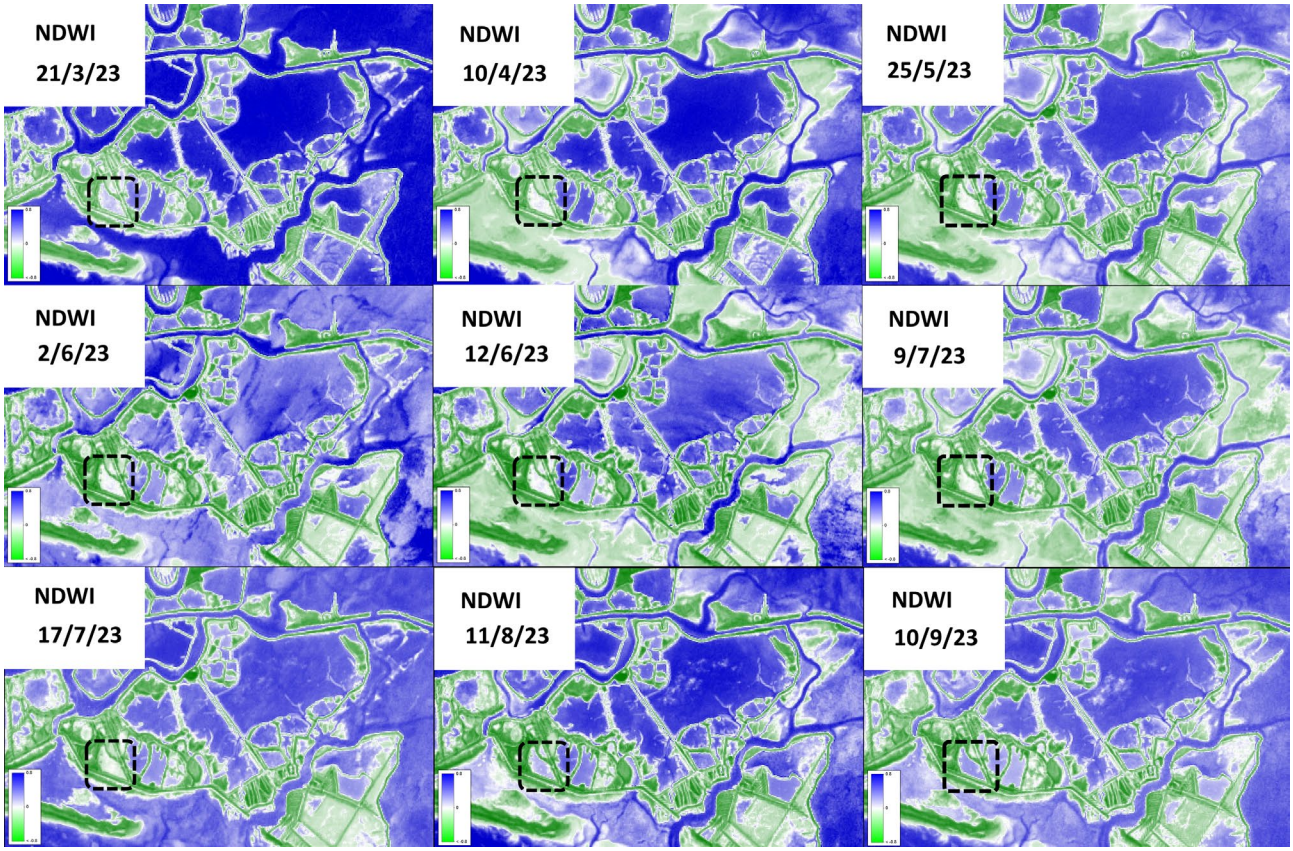
Sulla fig. 4 si può vedere un mosaico dei layer risultato dell'applicazione dell'indice NDWI alle nove immagini di partenza. I valori numerici, poco leggibili nella legenda del mosaico per motivi di spazio, vanno da -0.8 (verde), a 0 (bianco), a +0.8 (blu). Il lago d'acqua dolce è evidenziato in ciascuna immagine del mosaico con un riquadro tratteggiato in nero. Osservando l'evoluzione del colore del lago, è evidente una progressiva diminuzione del livello d'acqua dolce da marzo a luglio (colore da azzurro chiaro a bianco), mentre da metà luglio a settembre si riscontra un miglioramento dello stesso (colore dal bianco all'azzurro), legato all'intervento degli operatori e alle diverse condizioni climatiche (diminuzione della temperatura e della siccità).

3.2 Secondo caso di applicazione: evoluzione algale nelle acque della valle

Sulla fig. 5 si può vedere lo scatter plot[5] relativo alle due bande dell'immagine di luglio 2022, poi

5 Nel telerilevamento, lo scatter plot è uno strumento utile per verificare le relazioni spettrali fra bande, in modo da poter discriminare meglio gli oggetti geografici

FIGURA 4. Mosaico relativo ai layer dell'indice NDWI applicati alla serie storica delle immagini Sentinel 2, da marzo a settembre 2023. Il riquadro tratteggiato in nero mostra la localizzazione del lago d'acqua dolce, in sofferenza a causa delle alte temperature e della siccità (colore bianco), poi recuperato grazie all'intervento degli operatori (colori azzurro/blu). I valori dell'indice vanno da -0.8 (colore verde), a 0 (colore bianco), a 0.8 (colore azzurro/blu).

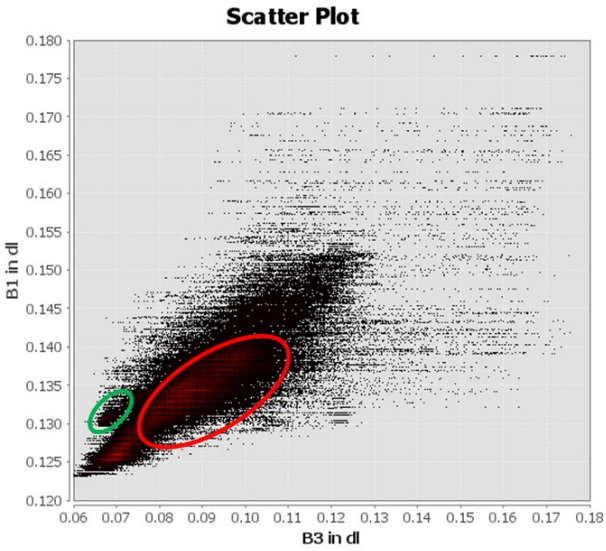


FONTE: nostra elaborazione.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

utilizzate per il calcolo dell'indice NDGB (Banda 1 – coastal blu; Banda 3 – Green). Con le due ellissi colorate sono evidenziate le coppie di valori che mostrano la buona separazione dei pixel nell'immagine. Le aree segnate sul grafico corrispondono a diverse caratteristiche geografiche sull'immagine telerilevata e possono essere apprezzata nella fig. 6, che mostra la localizzazione nel territorio delle ellissi nello scatter plot. L'applicativo utilizzato per l'elaborazione delle immagini (SNAP di ESA si può scaricare liberamente presso: https://step.esa.int/main/download/snap-download/), permette la visualizzazione sull'immagine telerilevata delle aree di concentrazione dei dati nel grafico.

FIGURA 5. Scatter plot delle due bande B1 (coastal blu) e B3 (Green) dell'immagine di luglio 2022. Con le ellissi colorate si sono evidenziate le zone sul grafico corrispondenti a diverse zone geografiche, caratterizzate rispettivamente da valori più alti di B1 e meno alti di B3 (ellissi verde) e da valori meno alti di B1 e più alti di B3 (ellissi rossa).



FONTE: nostra elaborazione.

dell'immagine. Se due bande presentano nel grafico delle zone di concentrazione di valori (sono le aree rosse di fig. 5), queste corrispondono a diversi oggetti nell'immagine e un indice costruito fra le due bande si può rivelare efficace nel descrivere una determinata tipologia di fenomeno geografico (nel nostro caso: la concentrazione algale nelle acque).

FIGURA 6. L'immagine Sentinel 2 di luglio 2022 con evidenziate le zone geografiche corrispondenti alle aree del grafico di fig. 5 (si veda il testo).



FONTE: nostra elaborazione.

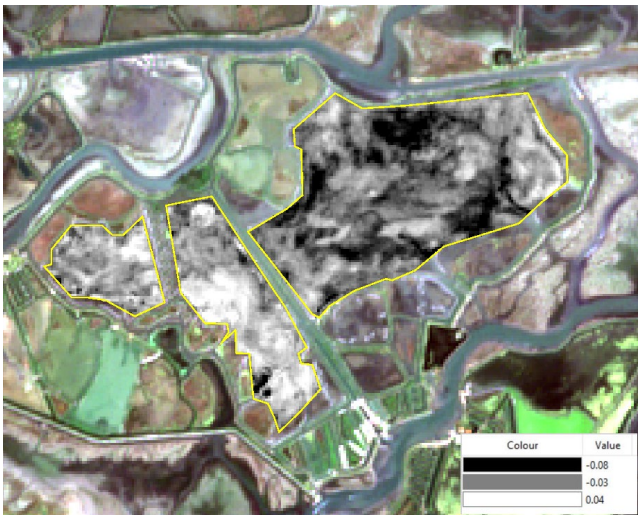
Come si può vedere, i punti dello scatter plot evidenziati dall'ellissi rossa sono relativi ai pixel dell'immagine ove i valori della Banda 3 (verde) sono più elevati di quelli della Banda 1 (coastal blu). Sono le aree interne della laguna, ove la presenza delle alghe disciolte rende questo colore predominante. L'ellissi verde invece si localizza in mare aperto, dove il blu è predominante rispetto al verde.

Come si è detto nel paragrafo precedente, si è proceduto applicando l'indice NDGB a tutte le immagini della serie storica. Queste sono poi state ritagliate, in modo da considerare solamente le zone lagunari d'acqua salata di interesse per il controllo delle alghe. Sono state poi calcolate le due medie (m2018-2020 e m2021-2023); infine, si è sottratto il layer m2021-2023 al layer m2021-2023. Sulla fig. 7 si può vedere il risultato di queste procedure.

Lo sfondo della figura è costituito dall'immagine di luglio 2023, visualizzata a colori veri. In giallo sono evidenziati i contorni delle aree lagunari ritagliate, al cui interno si può vedere in sovrapposizione il layer risultato della sottrazione di cui sopra, visualizzato in toni di grigio (si vedano i valori in legenda). Valori negativi dei pixel indicano un decremento della concentrazione algale; valori attorno allo zero, stabilità; valori positivi,

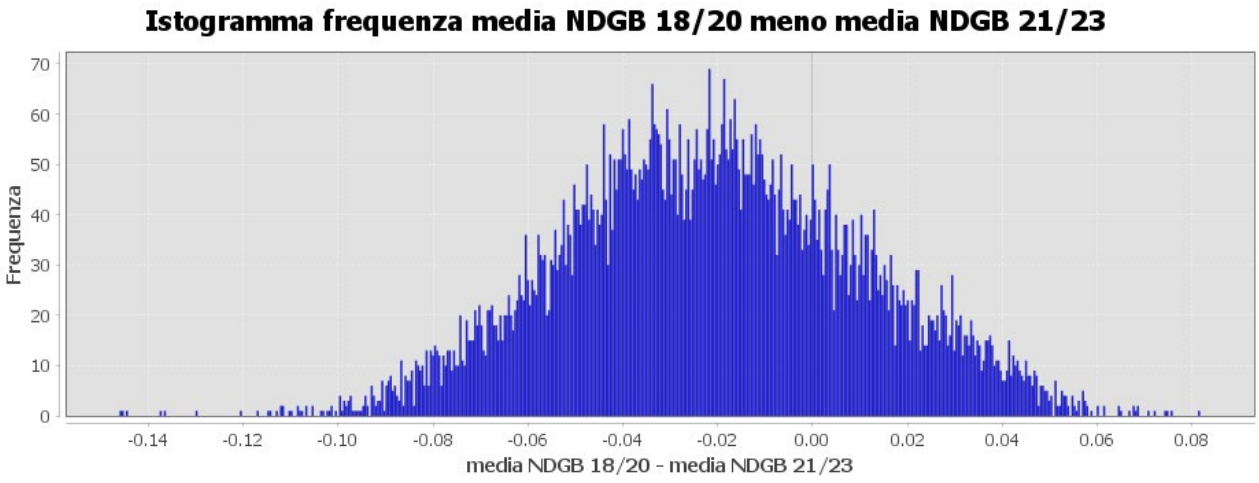
ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 7. I tre poligoni in toni di grigio, evidenziati in giallo e sovrapposti all'immagine di luglio 2023, riportano l'evoluzione della concentrazione algale nel periodo 2018/23. I colori scuri denunciano un decremento della concentrazione mentre quelli chiari l'incremento della stessa. Si veda il testo.



FONTE: nostra elaborazione.

FIGURA 8. Istogramma di frequenza dei pixel dei tre poligoni di fig. 7, risultato della sottrazione del layer m21/23 (NDGB) al layer m18/20 (NDGB).



FONTE: nostra elaborazione.

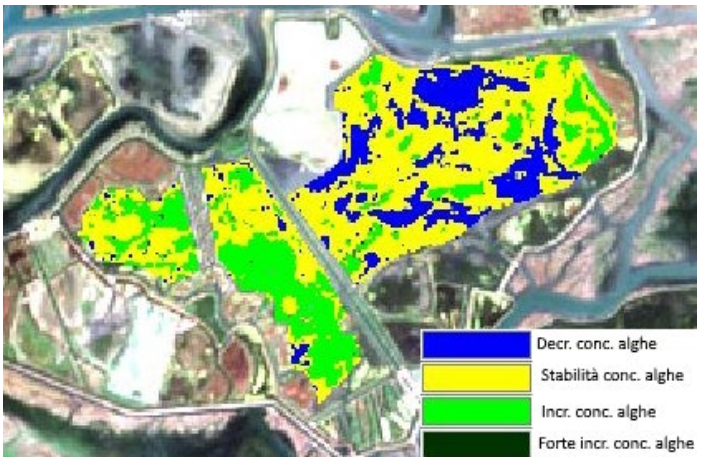
incremento. Al fine di classificare il layer sottrazione in classi di intervalli, si è considerato il suo istogramma di frequenza, che si può vedere in fig. 8.

L'andamento del grafico suggerisce di suddividere l'intervallo di variabilità dei pixel in quattro classi (isolando ciascuna classe attraverso le variazioni di pendenza dell'istogramma[6], in modo da trovare i punti di rottura

6 Tale sistema empirico è di diretta derivazione dal cosiddetto metodo "natural breaks" o algoritmo di Jenks, che opera la suddivisione in intervalli raggruppando i valori maggiormente simili

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 9. Carta tematica risultato finale delle elaborazioni, indicante l'evoluzione della concentrazione algale nei tre maggiori laghi d'acqua salata della valle nel periodo 2018-2023. I tre poligoni classificati sono sovrapposti all'immagine di luglio 2023.



FONTE: nostra elaborazione.

della distribuzione, dove questa viene interrotta da punti di minimo relativo).
Le classi risultano:

1. decremento concentrazione algale: valore pixel <= -0.05
2. sostanziale stabilità[7] concentrazione algale: -0.05 <valore pixel <= 0
3. incremento concentrazione algale: 0 <valore pixel <= 0.05
4. forte incremento concentrazione algale: valore pixel > 0.05

La fig. 9 mostra la carta tematica così costruita. Anche in questo caso, lo sfondo della figura è costituito dall'immagine del luglio 2023, visualizzata a colori veri.

Considerazioni conclusive

Osservando la fig. 9 è evidente la diversa evoluzione della concentrazione algale nei due bacini occidentali, rispetto a quello più grande, ad est. In particolare, è evidente la grande estensione della classe verde ("Incremento concentrazione alghe"), del lago salato centrale. Proprio in quest'ambito ha avuto luogo la maggior parte degli interventi realizzati dagli operatori della valle, dall'autunno 2022 in poi. Sono stati infatti scavati alcuni canali, con lo scopo di favorire la circolazione e l'ossigenazione dell'acqua. I fenicotteri sono stati inoltre concentrati altrove, spargendo periodicamente delle granaglie. Infine, in tutti e tre i laghi sono state create delle lingue di terra, a beneficio dei volatili che necessitano di zone asciutte per riposare.
L'effetto delle misure adottate trova riscontro nei risultati delle nostre analisi alle immagini telerilevate, configurando in tal modo il telerilevamento come un utile strumento, da aggiungere a quelli tradizionali, per la gestione della valle da pesca.
I due casi applicativi descritti sono naturalmente solo un esempio delle molteplici attività di monitoraggio che si possono realizzare. Come si è visto, l'estrema duttilità del telerilevamento può essere d'aiuto sia per il raggiungimento degli obiettivi economici dell'ente gestore, sia per la tutela della biodiversità nell'ecosistema.
Ulteriori applicazioni sono in progetto in Valle Noghera ma anche in altri siti della laguna di Grado.

e massimizzando la differenza fra gli intervalli (per approfondire si veda: de Smith et alii, 2007; Jenks, 1967; Jenks, 1963; per applicazioni in ambiente GIS, fra i tanti: Brewer et alii, 2002; Chen et alii, 2013; Geloogerdi et alii, 2023).

7 Si è deciso allargare l'intervallo di stabilità della concentrazione algale per meglio seguire l'andamento dell'istogramma di frequenza (fig. 8) che, come si può vedere, non presenta un picco ma una sorta di "Plateau" superiore, centrato grosso modo a -0.025.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Brewer, C. A., & Pickle, L., (2002), "Evaluation of Methods for Classifying Epidemiological Data on Choropleth Maps in Series", *Annals of the Association of American Geographers*, 92(4), pp. 662–681, https://doi.org/10.1111/1467-8306.00310.

Chen, J., Yang, S. T., Li, H. W., Zhang, B., Lv, J. R., (2013), "Research on Geographical Environment Unit Division Based on the Method of Natural Breaks (Jenks)", *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XL-4/W3, pp. 47–50.

De Smith M. J., Goodchild M. F., Longley P. A., (2007), *Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software*, Troubador Publishing Ltd.

Doimi M., Ferrari A., Dal Molin D., Gardan I., (2013), "Model of Wetland Carbon Sequestration in the Venetian Lagoon, Italy", *Journal of Environmental Science and Engineering*, B 2, pp. 657-671.

Geloogerdi S. H., Vali A., Sharifi M. R., (2023), "Desertification simulation using wavelet and box-jenkins time series analysis based on TGSI and albedo remote sensing indices", *Journal of Arid Environments*, 219.

Henrich V., Krauss G., Gotze C., Sandow C., (2025), *Index DataBase. A database for remote sensing indices*, https://www.indexdatabase.de/info/idb.php , ultimo accesso: ottobre 2025.

Henrich, V., Jung, A., Götze, C., Sandow, C., Thürkow, D., Gläßer, C. (2009), "Development of an online indices database: Motivation, concept and implementation", *6th EARSeL Imaging Spectroscopy SIG Workshop Innovative Tool for Scientific and Commercial Environment Applications,* Tel Aviv, Israel, March 16-18, 2009.

Jenks G. F., (1963), "Generalization in Statistical Mapping", *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 53, No. 1, pp. 15-26.

Jenks, G. F., (1967), "The data model concept in statistical mapping", *International Yearbook of Cartography*, 7, pp. 186–190.

Li Y., Bai J., Chen S., Chen B., Zhang L., (2023), "Mapping seagrasses on the basis of Sentinel-2 images under tidal change", *Marine Environmental Research*, 185, pp. 1-12.

McFeeters, S. K. (1996), "The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features", *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), pp. 1425–1432, https://doi.org/10.1080/01431169608948714.

Poursanidis D., Traganos D., Reinartz P., Chrysoulakis N., (2019), "On the use of Sentinel-2 for coastal habitat mapping and satellite-derived bathymetry estimation using downscaled coastal aerosol band", *Int J Appl Earth Obs Geoinformation*, 80, pp. 58-70.

Quang, N.H.; Dinh, N.T.; Dien, N.T.; Son, L.T., (2023), "Calibration of Sentinel-2 Surface Reflectance for Water Quality Modelling in Binh Dinh's Coastal Zone of Vietnam", *Sustainability*, 15, pp. 1410 https://doi.org/10.3390/su15021410.

Raidou R. G., Groller M. E., Eisemann M., (2019), "Relaxing Dense Scatter Plots with Pixel-Based Mappings", *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 25, Nn. 6, pp. 2205- 2216.

Verza E., Trombin D., (2015), *Le Valli del Delta del Po*, Apogeo Editore.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 94-109

DOI: 10.13137/2282-572X/37648

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

Mapping the Fourth Industrial Revolution in Italy: Innovation and Inequality Dynamics

Mappare la quarta rivoluzione industriale in Italia: dinamiche di innovazione e disuguaglianza

Michela Lazzeroni*, Paola Zamperlin**

*University of Pisa, michela.lazzeroni@unipi.it, ORCID Id 0000-0002-7919-2775;
**University of Firenze, paola.zamperlin@unifi.it, ORCID Id 0000-0003-4763-2112

Riassunto

La rapida diffusione di tecnologie come IoT, 5G, robotica, intelligenza artificiale e Big Data sta determinando profondi cambiamenti, tanto da introdurre il nuovo paradigma della Quarta Rivoluzione Industriale (4IR). Simili cambiamenti trasformativi richiedono un'analisi di quale sia il loro impatto spaziale, comprese le opportunità di sviluppo e gli effetti negativi legati alle crescenti asimmetrie. Il presente studio mira a mappare la distribuzione spaziale della 4IR in Italia a livello subregionale, esplorando il legame tra dinamiche di innovazione e geografie di disuguaglianza. Più precisamente, la ricerca indaga se le tecnologie dell'Industria 4.0 contribuiscano alla mitigazione o all'esacerbazione delle disparità tra aree forti e deboli. Utilizzando indicatori di performance tecnologica ed economica nelle province italiane (NUTS3), questo lavoro impiega analisi GIS e cartografia per visualizzare e comprendere le differenze spaziali. I risultati evidenziano l'importanza di adattare le politiche alle caratteristiche sociali e territoriali per affrontare le sfide e le potenzialità specifiche in termini di sviluppo delle tendenze della 4IR.

Parole chiave

Quarta Rivoluzione Industriale, Tecnologie Industria 4.0, Innovazione, Disuguaglianze, Italia.

Abstract

The rapid diffusion of technologies like IoT, 5G, robotics, Artificial Intelligence, and Big Data is driving profound changes, giving rise to the Fourth Industrial Revolution (4IR) paradigm. These transformative shifts demand analysis of their spatial impact, including development opportunities and negative effects linked to increasing asymmetries. The present study aims to map the spatial distribution of 4IR in Italy at the subregional level, exploring the link between innovation dynamics and inequality geographies. More precisely, the research investigates whether 4.0 Industry technologies contribute to the mitigation or exacerbation of disparities between strong and weak areas. Using technological and economic performance indicators across Italian provinces (NUTS3), this work employs GIS analysis and cartography to visualize and understand spatial differences. The findings highlight the importance of tailoring policies to social and territorial characteristics to address the specific challenges and potentials in terms of the development of 4IR trends.

Keywords

Fourth Industrial Revolution, Industry 4.0 technologies, Innovation, Inequalities, Italy.

1. Introduction[1]

The digitalisation and the diffusion of new advanced technologies are determining significant changes and discontinuities in different contexts (individual, economic, social, and spatial) (Kitchin, 2021; Warf, 2021). In particular, the pervasiveness of ICT and the increasingly important role of technological innovation, spurred by the combination of various Industry 4.0 (I4.0) technologies (such as Big Data, Artificial Intelligence, IoT, robotics, etc.), are so disruptive that the notion of the Fourth Industrial Revolution (4IR) is now entirely accepted in industry, academia and among policymakers (Schwab, 2016; Doorsamy *et al*., 2020).

Within such a revolution and its impact on economic and social activities, a lot of attention is given to technological progress, transformations in the productive and work fields, and implications from an ethical and regulatory point of view (Brynjolfsson, McAfee, 2014; Floridi, 2014). In recent years, the scientific and political debate has also focused on the spatial dimension of the impact of the 4IR and the technological transition processes at national and regional levels (Fraske, 2022). In particular, numerous studies on this topic have proposed new methodologies and indicators to understand the spatial distribution of the phenomenon and its connections with other socio-economic factors, underlining the great differences across regions, especially at a European level (Balland, Boschma, 2021; Corradini *et al*., 2021).

The objective of this work is to contribute to the debate on this issue, with some empirical analyses and geographical interpretations of the changes generated by the new technological paradigm, focusing the attention on Italy, a country characterised by different development paths, in terms of dynamics and innovation performances. Specifically, we are interested in mapping and discussing the spatial distribution of innovative activities and technologies connected to 4IR at a sub-regional scale and understanding how these can contribute to determining new geographies and dynamics of development and/or spatial inequality.

As Kemeny *et al.* (2022) pointed out, since the first industrial revolution, technological innovation has been considered an essential instrument for economic and social growth. However, its role in activating spatial development processes or, instead, in strengthening inequality patterns is still insufficiently explored. In order to fill this research gap, we have taken into account two dialectic interpretation keys: on the one hand, the ability of advanced technologies to open new windows of opportunities and growth processes for regions and sub-regional systems, reinforcing existing economic sectors and spatial conditions and favouring the generation of new qualified activities and skills (Lund, Vildåsen, 2022); on the other hand, the possibility that the production and the application of innovation and advanced technologies can amplify existing economic and social gaps, and increase, rather than decrease, spatial fractures (Lee, 2016).

Within this framework, we have identified the following research questions:

a. what is the geography of 4IR in Italy and what are the main indicators for measuring this phenomenon at a subregional level?
b. is there a correlation between performance in 4IR technologies and spatial development and/or inequality in the Italian territorial system?
c. considering the results from the empirical analysis, can the 4IR contribute to producing development and reducing the gap between leader and laggard areas?

The paper is structured in four sections. In the following one, we present a literature review focusing on two research lines: (i) the distribution of advanced technologies and the role of innovation in spatial development; (ii) the geography of inequalities and the increasing disparity between strong and weak areas, which is strengthened by the polarisation of the more innovative activities. Then – in section three – we will describe the data and the methodology used to analyse the spatial distribution of innovation paths (high-tech activities, investments in innovation and digitalisation) and the production and application of advanced technologies measured by specific groups of patents. Privileging the spatial analysis approach and cartographic representation, we aim to analyse and understand the connections between the innovation score and the geography of development dynamics and inequality. Empirical analyses of Italian situations are presented in sections four and five, adopting a

1 For Italian evaluation purposes: Michela Lazzeroni takes responsibility for sections 1, 2, and 5; Paola Zamperlin takes responsibility for sections 3 and 4.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

scale that is different from other studies on the geography of 4IR in Europe: NUTS 3 level allows us to better understand the phenomenon, by identifying the concentration dynamics at a sub-regional level and describing the spatial differentials. The final section includes a discussion of results, further research, and policy implications.

2. Literature Review: the Fourth Industrial Revolution and New Geographies of Innovation and Inequality

In building our theoretical framework, we considered the recent and rich literature regarding two research lines: (i) theories and empirical studies on the spatial dimension of innovation and the 4IR; (ii) research works on the geography of inequalities, which analyse the dialectic between economic polarisation and socio-spatial marginalisation. Both these research lines have experienced frequent connections in recent years: on the one hand, with regard to the relevance of the knowledge and innovation economy and the role of advanced technologies and artificial intelligence (Yigitcanlar, Inkinen, 2019; Lazzeretti *et al*., 2022); on the other hand, in the analysis of the growing disparities that have emerged and have been detected in different contexts and also at interregional scales (see Iammarino *et al*., 2019 about Europe; Kemeny *et al*., 2022 about the United States).

More specifically, to build our framework, the main areas of the geography of the 4IR have been explored, starting with contributions on the role of disruptive innovations in spatial development and on the mapping of the capacities of production and application of I4.0 technologies. De Propris and Bailey (2021) emphasise the transformative power of advanced technologies in regional and local systems with different industrial specialisations, underlining the role of place-based policies. Corradini *et al*. (2021), analysing the spatial location of patent data of core technologies in Europe, detect the uneven distribution of I4.0 investments and identify the technological absorptive capabilities and the spatial proximity to invention places as the main factors in favour of the production and diffusion of advanced technologies in some regions.

Other studies on European regions conducted by Balland and Boschma (2021) and Capello and Lenzi (2021) highlight how the current technological restructuring by I4.0 technologies opens up new windows of opportunity not only for leading regions but also for some less advanced areas, which could take advantage of new technological fields and therefore diversify their development trajectories. In particular, Capello and Lenzi (2021), focusing on the production of 4.0 technologies by European regions in the 2000-2015 period through the analysis of patents, confirm the radical impact of new technologies, which could erode the dominant position of some regions and increase the potential to participate in the creation of new technologies for areas traditionally considered as less innovative, which can emerge as developing regions and new "creative islands".

The other line of research that we have considered concerns the geographies of inequalities. This term recalls the literature regarding uneven geographical development that has recently grown at different scales (Phelps *et al*., 2018; Peck *et al*., 2023). In particular, it aims at highlighting the dynamics of inequalities, linked to the concentration of economic activities and qualified human resources, the clustering processes of high-tech activities, the dynamism of metropolitan areas and the so-called superstar cities (Gyourko *et al*., 2013; Kemeny, Storper, 2020).

In this context, polarisation dynamics are characterised by divergent trends, linked to the decline of industrial cities and rural areas and to the progressive marginalisation of "places that don't matter" (Rodriguez-Pose, 2018), which have produced new centre-periphery dialectics. Several authors have also analysed the growing inequalities in the United States that have begun to emerge since the 1980s; they have been connected to the new geography of labour and the highly concentrated localization of high-tech companies in large cities, which attract skilled manpower and advanced services and also generate growth in basic activities and services (Moretti, 2012; Crescenzi *et al*., 2020; Bathelt *et al*., 2024).

Europe, as well illustrated in Iammarino *et al*. (2019) and Dijkstra *et al*. (2020), has also witnessed a similar dynamic of divergence and inversion in development, which has led to employment and demographic crises in many rural and de-industrialised regions, in particular those specialised in traditional manufacturing sectors which are in a phase of stagnation or decline, and in medium and small towns with less capacity for innovation and resilience in coping with changes. Adopting a geo-visualization

approach, Ballas *et al*. (2017) highlight the geographical dimension of social inequalities, poverty and wealth in Europe and discuss the need for greater co-ordination of policies at different scales (local, regional, national and European) to improve social and territorial cohesion. Faggian *et al*. (2023) and Lenzi and Perucca (2023), at different scales at the European level (respectively at a regional scale and in a sample of cities), based on Eurobarometer data, highlight the importance of combining the analysis of inequalities in objective terms with those of a more subjective nature, which take into account the perceptions and wishes of the population and which often reinforce the expressions of discontent and uncertainty towards the future.

From these analyses we can deduce a space-time shift regarding the impact of 4IR, which in the short term tends to strengthen the more advanced areas or those that started earlier with large investments, generating new spatial imbalances. Kemeny *et al*. (2022), through a historical analysis of USPTO patents from 1920 to 2010, have demonstrated the alternating presence of periods of polarisation and spatial divergence, in connection with the introduction of disruptive innovations and the triggering of industrial revolutions, as well as temporal waves of progressive diffusion of technological and economic development. In particular, the authors have described how the most relevant innovations have emerged in specific national and regional contexts, where the presence of qualified personnel produced positive effects which subsequently diffused elsewhere. Recent technological innovations, which since the 1970s concerned the third industrial revolution and subsequently the more advanced ones related to 4IR, have contributed to determining a new phase of spatial concentration of the most advanced activities, especially in the larger cities, and to reinforcing old and building new geographies of inequalities.

Even in Europe, the geography of 4IR is highly uneven. For example, Muscio and Ciffolilli (2020) observe different levels of participation in collaborative I4.0 research projects; Balland *et al*. (2020) analyse the spatial concentration of agents that produce complex forms of knowledge and technological innovations; Corradini *et al*. (2021) take into account the distribution of applications and citations of EPO patents for the period 2000-2014 to explore both the places of knowledge production and flows of key 4.0 technologies (robots, 3D printing, Big Data, and IoT). According to Feldman *et al*. (2021), the control of the production and/or application of advanced technologies by large, big-tech, and platform capitalism contributes to the polarisation of technological progress in some leading regions, blocking innovation in those left behind. In some contexts, such as Southern Italy, policies have neglected investments in the fields of infrastructure, research, and education, and structural change of companies, leading to an increase in inequalities between the North and the South of the country (Cannari *et al*., 2019).

Therefore, in this phase, the sharpening of inequalities and the emergence of forms of technophobia for the accelerated development of technologies and their socio-economic impact have contributed to the increase of discontent of parts of the population and areas that feel excluded from these forms of development (Lazzeroni, Albanese, 2023). Consequently, the increasing diffusion of the 4IR in the short term may not only increase spatial gaps but also the level of dissatisfaction expressed by the population in certain places, with respect to growth prospects and the possibility of being further left behind (Martin *et al*., 2021).

3. Research Methodology and Data

To answer our research questions, we started by building a methodological framework aimed at examining the geography of the 4IR and its relations with other spatial socio-economic dynamics.

Within such a framework, we first decided on a scale shift compared to the previously mentioned studies, moving from the regional (NUTS 2) to the province and metropolitan city (NUTS 3) scale. According to recent debate at OECD and European levels about inequalities in smaller areas[2], this more granular approach can be significant because it allows a more precise analysis of the spatial distribution of the 4IR indicators and the emerging differentials. It can also help to interpret the connections with socio-economic performances and with some contextual characteristics (i.e. geographical position, demographic dimension, productive vocations, presence of

2 See OECD (2022), Regions and Cities at glance (https://doi.org/10.1787/14108660-en) and discussions around the OECD's Regional Attractiveness programme, promoted by OECD Centre for Entrepreneurship, SMEs, Regions & Cities.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

universities, etc.) (Lazzeroni, Zamperlin, 2022; Cicerone *et al*., 2023), favouring the definition of more targeted policies. In this sense, the question of the scale has recently been the object of scientific and political debate in Italy, also concerning the implementation of policies, such as the National Recovery and Resilience Plan (PNRR, NextGeneration EU). Therefore, in the framework of the EU Regional Competitiveness Index (RCI), D'Urso *et al.* (2024) propose a dashboard of indicators of territorial attractiveness at NUTS 3 level, which is applied to Italian provinces.

Secondly, we have selected some specific variables for the spatial analysis and cartographic representation of the geography of 4IR. More specifically, variables considered in the empirical analysis are: (i) the location and the concentration of high-tech companies; (ii) the number of enterprises which promote investments in advanced innovation projects and digital platforms, divided by territorial units; (iii) the measurement of the consistency and geographic distribution of EPO patents, relating to I4.0 technological classes according to the European Patent Office classification (2017; 2020).

Different sources and variables have been used for representing innovative capacity at spatial level, such as the location of companies operating in high-tech sectors. Data concerning these companies (e.g. the number of employees) allow us to estimate the spatial distribution of organizations that apply advanced technologies and develop both radical and incremental innovations. For the definition of high-tech sectors, reference was made to the work of Lazzeroni (2010), who proposes a classification relating to economic sectors that is more restrictive than the one proposed by Eurostat and more oriented towards including sectors with greater technological added value[3].

To complete the picture of the propensity towards the 4IR, data from the Industry Census of the Italian National Institute of Statistics (ISTAT) were considered, concerning the location of those companies that invest in innovation (digital platforms and innovation projects)[4], regardless of the sector they belong to. These data can provide information on the potential registered by some companies and areas to undertake new technological trends and digitalization paths, which are important in supporting spatial and industrial development and reducing the gap with the more advanced regions.

The use of patents to identify the recent production of I4.0 is very common in the study of the spatial dimension of the 4IR (Martinelli *et al*., 2021; Corradini *et al*., 2021; Capello, Lenzi, 2021) thanks to its efficacy and the availability of data classified in sectorial categories and technological classes. More precisely, in this work, we have taken into consideration the classification of I4.0 technologies proposed by the European Patent Office (2017; 2020)[5]. The patents, extracted for the 2016-2021 period, were allocated to the NUTS 3 level considering the location of the inventor.

The analysis and the cartographic representation of these variables contribute to a better understanding of the role of new key technologies in shaping spatial development and/or inequality within a country like Italy. In addition to this descriptive analysis, we have also tried to understand the correlation between the data relating to 4IR and economic performance, comparing those variables with the spatial distribution of GDP per capita, which can provide information about the prosperity of places and GDP variations to capture spatial patterns of growth, stability or decrease. First, we have analysed the connection between the capacity of regions to produce 4.0 technologies (patents) and their level of development (GDP per capita and variation of GDP). Secondly, we have elaborated an

3 Data on the number of local units and employees operating in the high-tech sectors were processed by selecting some ATECO codes from the database available on http://dati.istat.it. The high-tech sectors were chosen starting from the NACE codes reported in Lazzeroni (2010, p. 51). The conversion from NACE to ATECO was performed using the classification made available by ISTAT (https://www.istat.it/it/archivio/17888#codesearch).

4 The survey, carried out by ISTAT, is based on a mixed survey technique, divided into a sample survey of small and medium-sized firms (number of employees between 3 and 19) and a census survey of medium-large firms (with at least 20 employees). The sample of companies was selected from the Statistical Archive of Active Companies (ASIA) (http://dati-censimentipermanenti.istat.it).

5 More precisely, EPO distinguishes 1) "core technologies": IT hardware technologies (e.g. sensors, advanced memories, processors…); Software technologies (e.g. Intelligent cloud storage, adaptive databases, mobile operating systems…); Connectivity (e.g. connected devices, adaptive wireless data systems, etc.); 2) "enabling technologies": Data management; User interfaces; Core AI; Geo-positioning; Power supply; Data Safety. The concordance table between CPC (Cooperative Patent Classification) field ranges and 4IR technology fields is in the annex EPO (2017) https://link.epo.org/web/fourth_industrial_revolution_2017__en.pdf

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

aggregate index using all analysed data, by normalizing the values from each area (NUTS 3) to the national average value of distribution for the three indicators (number of patents on population, percentage of employees in high-tech sectors on total employees, number of innovation projects on total companies). After this, the weighted average of the normalized indicators was calculated (3 for patents; 2 for innovation projects, and 1 for high-tech sectors). Examining the correlation between the synthetic index and the GDP pro-capita and rates of change in GDP can provide indications of the potential contribution of the 4IR technologies to the socio-economic development of some areas and to reduce or contrast the strengthening of the gap between leader and laggard areas. Adopting a GIS approach, these data are classified and mapped using a bivariate colour symbology. In general, this data classification method helps to highlight the extreme values of a series and correlations within a data set. Additionally, it demonstrates the quantitative correlation between two variables that are classified into two or more classes, each with its own colour. This combination makes it easier to understand the spatial dimension of the phenomenon and to visually compare or delineate different values, emphasizing possible spatial clustering and disparities.

This methodology is used to study the geography of 4IR in Italy which, despite recording lower performance in innovation than other European countries[6], is characterised by a strong presence of the industrial sector: 26.64% of manufacturing employees on the total employment, which is higher than the European average (15.76%). This specialization expresses an increasing demand for innovation projects and advanced technologies. However, it also presents Italy as a "polarized" country from the point of view of socio-economic development and characterized by inter and intra-regional differences in technological activities and skills, according to which some places have performances similar to those of the most advanced European regions and others have more peripheral positions (Viesti, 2021). Consequently, Italy seems to be an interesting case to test the validity of our methodology and to discuss the connections between technological performance and spatial development and inequality.

6 According to the data from the European Innovation Scoreboard (2020), Italy shows an innovation performance below the EU average and is classified as a moderate innovator country.

4. Spatial Analysis and Results

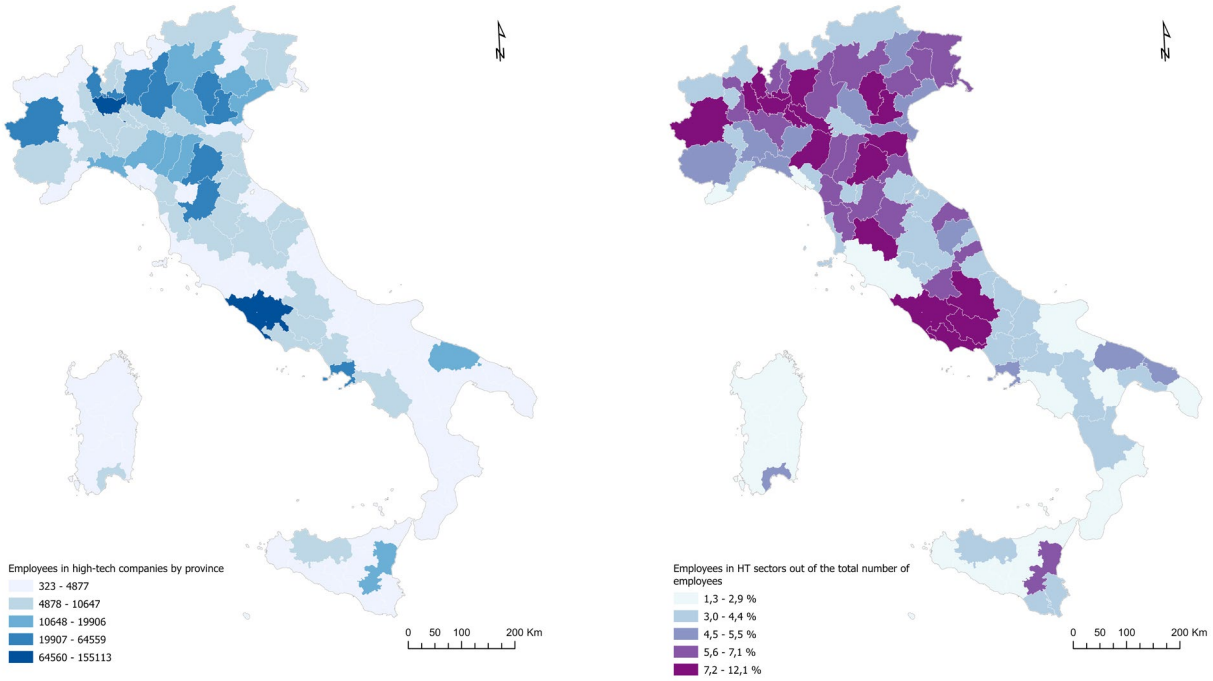
4.1 The Geographical Distribution of the 4IR in Italy

The relevance and location of high-tech sectors are widely used indicators in spatial innovation studies and rankings. We have analysed the number of employees of local units in high-tech companies and significant agglomeration phenomena have been observed in the main economic and highly populated cities, such as Rome, Milan, Turin (Fig. 1a). Good performances have also been registered in Genoa and Naples, followed by Padua and Bologna, which can count on the presence of high-quality scientific institutions and a good network of advanced companies. The other districts in Emilia-Romagna, Lombardy, Veneto, and Tuscany follow. In the central and southern areas there is a greater dispersion of the phenomenon, despite the involvement of some large cities, such as Bari, Palermo, and Cagliari. It is noteworthy that Catania is in ninth position in Italy for the number of employees in high-tech companies, which confirms the importance of past investments made in these sectors (the so-called "Etna Valley"). The presence of clusters is further confirmed by the spatial autocorrelation index (Moran I), which, regarding the ratio between employees and population, has a value of 0.584 with p-value of 0.00 and z-score of 8.28, and therefore highly significant.

By comparing the number of high-tech employees to total ones (Fig. 1b), it is possible to obtain information on the dynamics of spatial specialization. Greater dispersion of the phenomenon and involvement of some secondary provinces emerge in addition to the well-known advanced Italian ones. For example, Lodi, Monza, Varese in the surrounding area of Milan and Padua and Vicenza in Veneto occupy the top positions in the ranking for high-tech specialization as well as some provinces in Emilia Romagna and those bordering the metropolitan area of Rome (Frosinone and Latina). The spatial disparities between the strong axis of the country and the areas of socio-economic and geographical marginalization are confirmed. However, the geographies emerging from the distribution of companies active in the high-tech sectors also show a picture which includes new cluster areas, that can be defined as high-tech territorial "niches", such

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURE 1 – Employees in high-tech companies (absolute data Fig. 1a, and per total employees Fig. 1b) by province (2019)



SOURCE: Authors' elaboration on ISTAT data

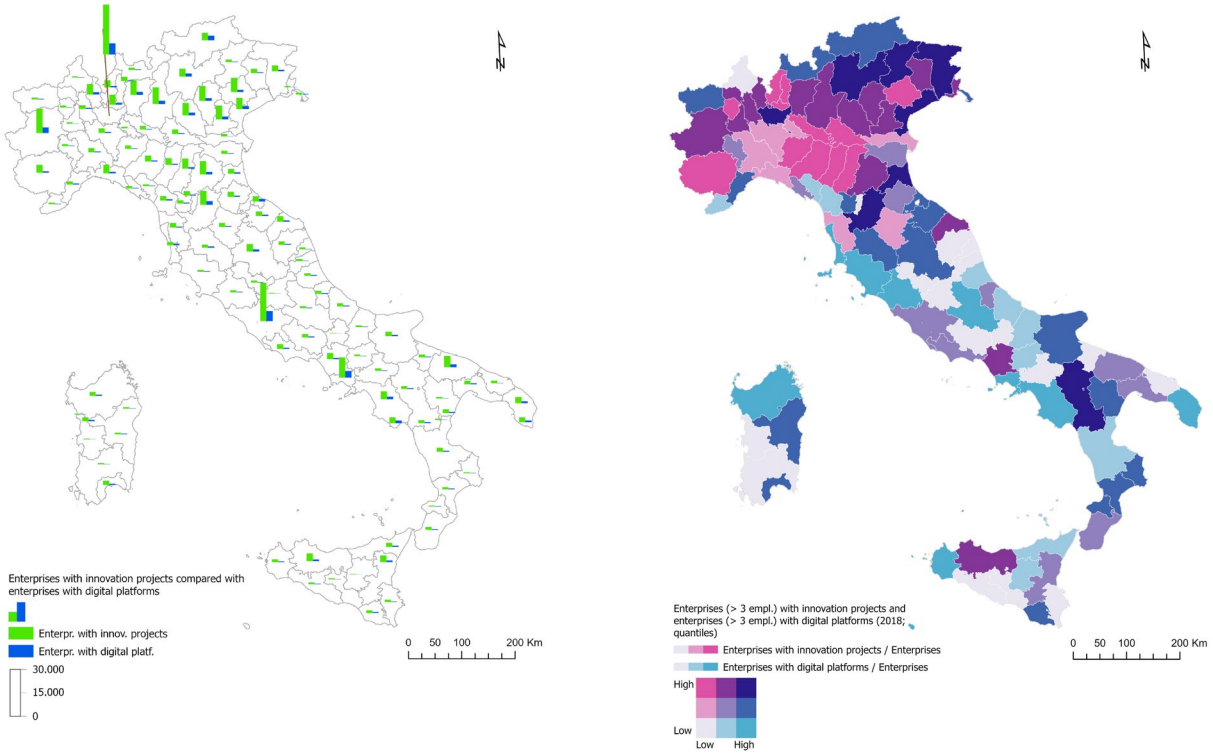
as Siena in Tuscany, where the pharmaceutical and biotechnology sectors are well developed.

In Figure 2, the investment in advanced innovation projects and digital platforms has been analyzed, since we considered this data as an indicator of enterprises' propensity to innovation. Observing Fig. 2a, a hierarchical polarization and spatial imbalance emerge. Still, in general, the need to invest in innovative projects or solutions seems to be even more widespread than other activities concerning the 4IR. The group of provinces of Milan, Turin, Rome, and Naples shows dynamism and commitment to the development of innovation and digitalization processes. A second group of provinces is more spatially distributed: Brescia, Bergamo, the provinces in Veneto, and specific metropolitan areas (Bologna, Florence, Bari). Contextual factors, such as population density or industrial vocation, can explain the different orientations of some territorial systems in undertaking technological investment paths.

Analysing the concentration of companies with more than three employees who invest in innovation projects and digital platforms, using a bivariate colour symbology according to the techniques described above, we observe a variety of situations. In fact, from the map in Fig. 2b it is possible to identify areas where the percentage of active enterprises investing in innovation is very high for both dimensions (in addition to Milan and Florence, various provinces of Veneto, Trentino, and Friuli Venezia Giulia), while others show a tendency to carry out innovation projects (provinces located in the Po Valley); finally, the propensity to invest in digital platforms characterizes some marginal areas of the Centre and South more.

The use of patent data to understand the innovative performance of regions and their capacity to produce new technologies is quite consolidated. Fig. 3 represents the geographical distribution of European Patent Office (EPO) patent applications in NUTS 3 Italian provinces considering the inventor's location and patent's I4.0 technological

FIGURE 2 – Enterprises with innovation projects and digital platforms (absolute data Fig. 2a and per total active enterprises Fig. 2b) by provinces (2018)

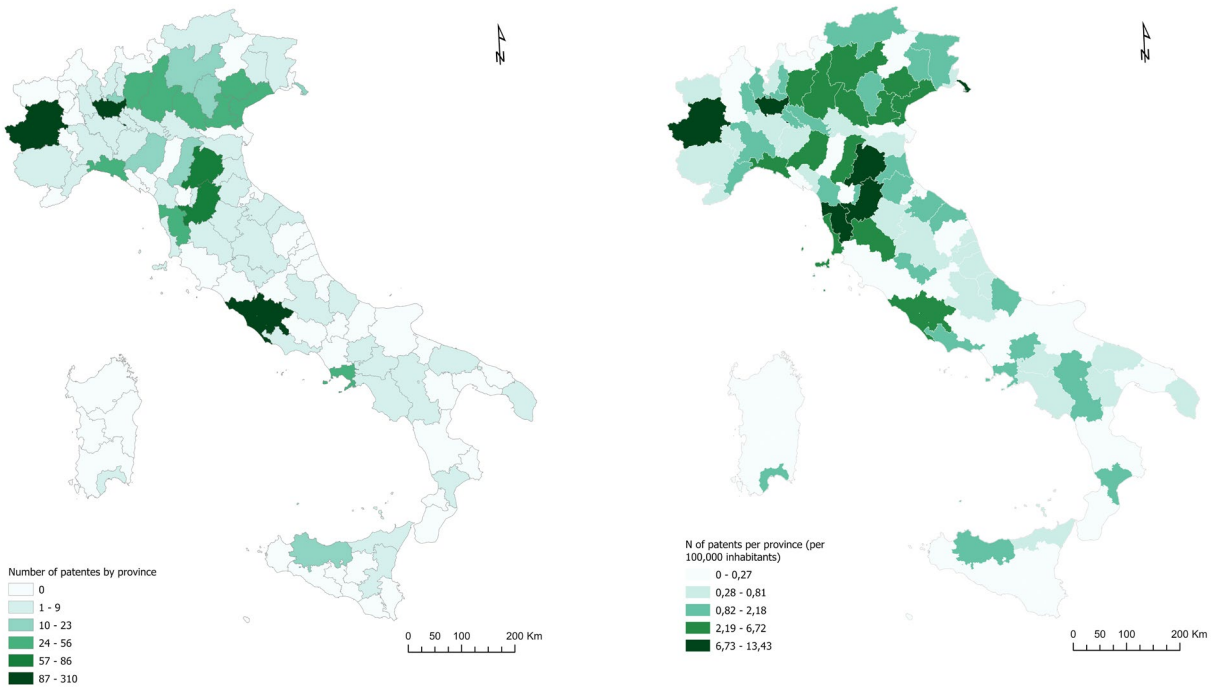


SOURCE: Authors' elaboration on data ISTAT

classes between 2016 and 2021. Following EPO classification, we extracted the number of patent applications in Italy (just under 1.600) and their spatial distribution. In Fig. 3a we noticed a marked concentration in the central and northern provinces, excluding Naples and Palermo. Milan, Turin, and Rome have significantly higher values in comparison to other provincial averages. The data therefore confirm the relevance of these three contexts in the production of new technologies, in connection with their economic development and innovative ecosystem. These areas are characterised by the concentration of universities and research centres, qualified human resources, and demand for innovation in companies and institutions. The provinces located in Lombardy, Veneto, and Emilia-Romagna, which are the most industrialised regions of the country and present a tradition in small and medium-sized manufacturing, have a more homogeneous and continuous distribution. Other Italian metropolitan areas also emerge (Bologna, Florence, Genoa), as well as provinces with small and medium-sized cities whose performance in I4.0 technologies probably depends on the contribution of the university research activity (Pisa, Padua, Trento) or on a manufacturing context more oriented towards specific technological changes (Bergamo, Brescia, Treviso, Parma). Provinces that are geographically more marginal or specialised in other activities, such as agriculture and tourism, are not affected by 4IR patenting. Two trends can be observed when analysing patent data in relation to population distribution (Fig. 3b). On the one hand, the confirmation of the polarization path in the Northern part of Italy, with a significant concentration in the North-East and Emilia-Romagna, and therefore the strengthening of the gap between North and South, which is always lagging behind; on the other hand, the more substantial emergence, in addition to Milan and Turin, of smaller areas (axis Pisa, Florence and Bologna in Central Italy; and Trieste in the North-East), where universities and research facilities specialised in scientific and

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURE 3 – Number of patents (absolute data Fig. 3a and per 100.000 inhabitants Fig. 3b, in 2021) in Industry 4.0 technologies, by province (European Patent Office Classification; period 2016-2021)



SOURCE: European Patent Office, authors' elaboration

technological fields are also active and high-tech companies have been created. Following a European trend (Ménière *et al.*, 2017), the geography of I4.0 patents in Italy, therefore, confirms the same ranking dynamics registered in the Third Industrial Revolution, favouring metropolitan areas and places equipped with skills and capabilities in terms of knowledge and innovation production.

4.2 Connecting 4IR and Performance Indicators in Italian Provinces

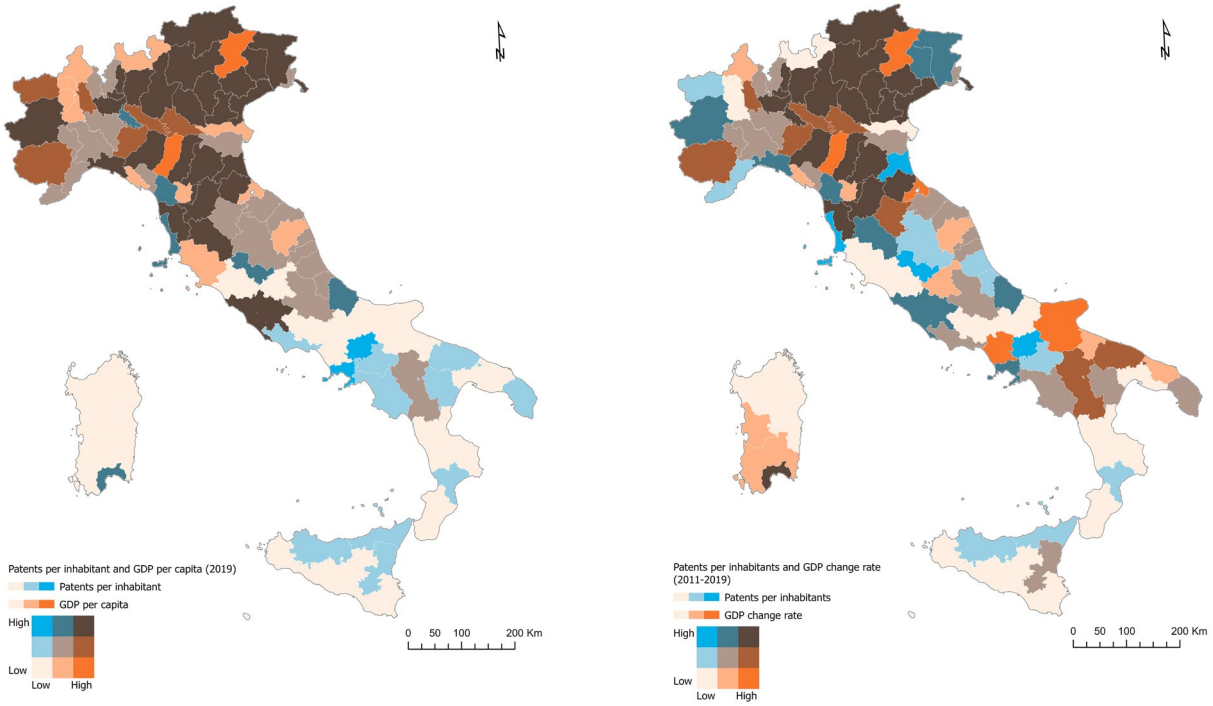
In this section, we relate the spatial distribution of the 4IR to the geography of development and inequality. Going beyond the narratives that insist on the positive contribution of I4.0 on regional path development (Lund, Vildåsen, 2022), our goal is to understand the role of advanced technologies, in the short term, in strengthening existing spatial gaps or in changing existing trends, especially in marginal areas.

Adopting the GIS data analysis approach, described in section 3, in our maps the bivariate colour is composed of two variables, with three discrete classes each, resulting in a square grid of nine unique colours. In Italy, if we consider GDP per capita, there are strong inequalities between the North and South of the country and among some central provinces: in 2019, the province of Milan recorded an income of more than 55,000 euros per inhabitant, while some provinces of Sicily, such as Agrigento and Caltanissetta, occupy the last positions, with less than 16,000 euros per capita.

In the context of this geography of inequality, we attempted to measure the innovation potential of territories through the production of I4.0 patents, which can be considered one of the most advanced expressions of the 4IR. Fig. 4a shows the correlation between the number of patents relating to 4.0 technologies per inhabitant and the GDP per capita. A positive convergence between the two variables can be observed, especially in the richest

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURE 4 – The correlation between EPO I4.0 Patents and GDP per capita (Fig. 4a)/GDP variation (Fig. 4b)



SOURCE: authors' elaboration on ISTAT data

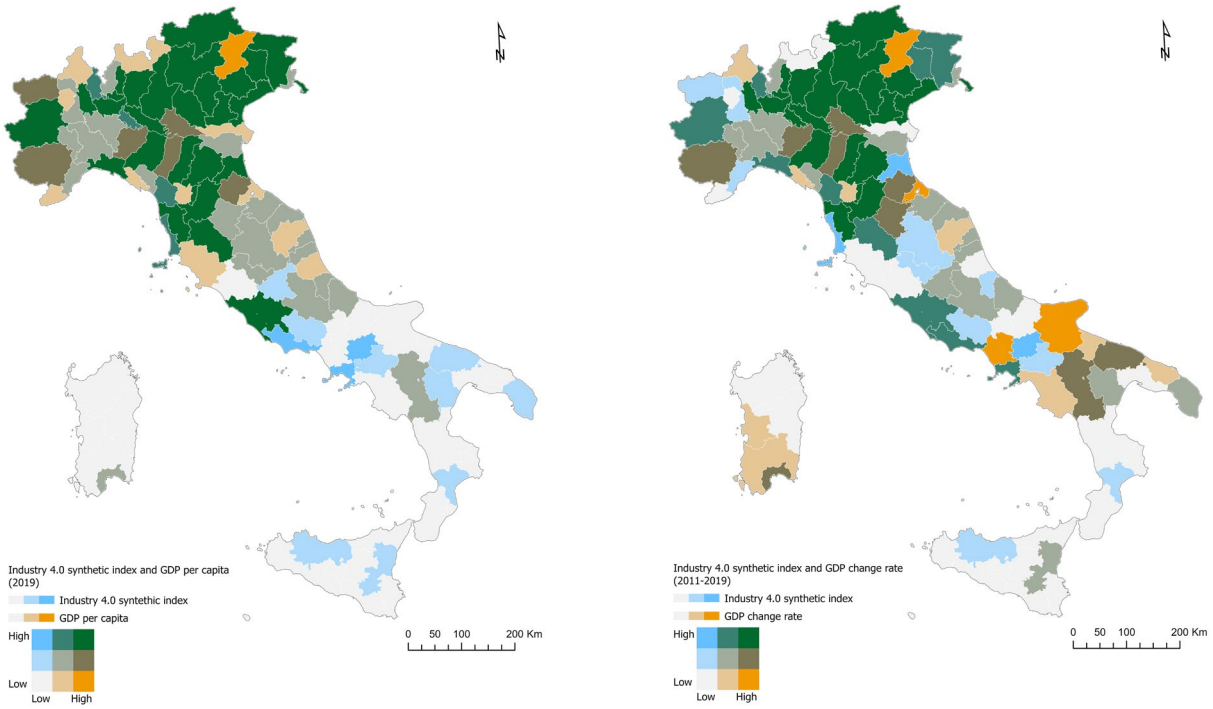
regions of the country, including provinces in Veneto, Trentino, Lombardy, Emilia-Romagna, parts of Tuscany, and Rome's metropolitan area. Proceeding southwards, except for the good performance of the provinces of Ascoli Piceno in the Marche and Cagliari in Sardinia, the data settles on medium or low values of innovation and production for the rest of the country. However, intermediate situations are interesting to observe. Some strong economic areas in the North record good results in the production of patents; on the other hand, some provinces of the South, characterized by a low per capita income compared to the national average, show a positive path in the field of production of 4.0 technologies: Cagliari, Naples, Benevento, and Salerno in Campania, as well as Palermo, Catania, and Messina, in Sicily. In these cases, the dynamics of I4.0 technologies can contribute to long-term development.

The representation of the relationship between patents per inhabitant and GDP change (Fig 4b) seems to highlight a greater variety of situations: against high levels of both indicators in the strong areas of the country, from a socioeconomic and scientific-technological point of view, patenting capacity is accompanied by a positive correlation with production capacity even in more marginal territories, confirming what has been previously highlighted and assuming a more pervasive long-term relevance and effect (Scherrer, 2021).

Similar dialectic patterns can be observed in the distribution of the ratio between the 4IR index and GDP per capita and the rate of GDP change (Fig. 5): a strong correlation between the two variables polarizes in the best-performing areas of the North and Centre of the country, while a tendency towards poor correlation emerges for the remaining central-southern provinces, despite good levels in terms of production in some areas, not directly related to the 4IR. Observing how the territories behave in the application sectors of advanced technologies and their propensity for innovation and digitalisation projects, a

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURE 5 – The correlation between the 4thIR index and GDP per capita/GDP variation



SOURCE: authors' elaboration on ISTAT data

more varied geographical framework seems to emerge (Fig. 5), where not only the metropolitan areas or university cities stand out, but also the well known Italian context of industrial districts, especially in North-East and Centre (Burlina, Montresor, 2022). In line with some results presented by Capello and Lenzi (2021) in their analysis of the European context, high-tech territorial niches (or "islands of innovation", according to their definition) emerge in Italy, with high levels of technological expertise and potential for innovation projects, in economically brilliant contexts, specialized in the manufacturing sectors. Even some areas of the South, especially those with the more contextual resources, show movements aimed at undertaking paths of discontinuity with respect to the past, also thanks to the contribution of universities and innovation policies (Naples, Salerno, Potenza, Bari, Lecce, and Catania).

5. Conclusions

This paper aims at contributing to the analysis of the geographies of development and inequality associated with the 4IR, focusing its attention on Italy, a follower country in this field in comparison to Northern European ones. More specifically, starting from the literature on innovation and Industry 4.0 and that on the geography of inequalities, a methodological framework has been defined to explore the uneven spatial distribution of indicators related to the 4IR and its relationships with the development levels and the socio-economic vocations of different territorial contexts.

Our analyses first of all highlight the strengthening of divergence and inequality processes that had already emerged with the Third Industrial Revolution started in the early 1990s. These processes detected both at European and Italian levels (Iammarino *et al.*, 2019; Dijkstra *et al.*, 2020; Fina *et al.*, 2021), seem to favour

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

metropolitan locations and strong areas in general, i.e. those characterized by a high concentration of population, density of skills and economic activities, high demand for technologies and digital services. On the other hand, the risk of marginalization emerges for rural places and areas far from central ones, as well as for regions characterized by industrial decline and with difficulties in reinventing themselves.

Our results also confirm the hypothesis, also identified in previous industrial revolutions, about the existence of a space-time mismatch in the current transition, which is determining spatial concentration in the immediate future, and which may be followed by a phase of technological diffusion and economic expansion which might also interest fewer central areas (Capello, Lenzi 2021). However, it is not very clear if and when this expansion will occur and what the diffusion times may be, especially considering the accelerated evolution of advanced technologies and the tendency towards shorter standardization and propagation phases. This dynamic tends to continuously strengthen the most dynamic areas and reduce innovation diffusion processes.

We also noticed some differences in the analysis of the phenomenon at different territorial scales. If at a global level there are emerging dynamics of intense diffusion of technologies, which increasingly involve more continents and countries (such as China and other Asian countries), a clear tendency still exists toward the polarization of production and the advanced application of 4.0 technologies in the stronger areas of these countries, and marginal spaces specialized in mature sectors are still excluded. For example, the study on Italy highlights how, even within the advanced regions of the North and Centre, the geography of the 4IR is uneven, with weak contributions to resilience and restart in some parts of the country, not only from an economic but also a from demographic and socio-cultural points of view.

These results lead us to reflect on the policy implications. If European and national policies can represent important assets for enhancing the digital transition and the spread of the 4IR, the insights presented in this work call for a new centrality for regional and local policies. First of all, in our opinion, it is important to define place-based technological support initiatives: as some studies demonstrate (Bourns *et al*., 2022; Hervas-Holiver *et al*., 2019; Lazzeroni, Zamperlin, 2022), the interventions should not be neutral, but rather take into account that the production and diffusion of I4.0 technologies may vary from region to region and depend on a combination of factors, including pre-existing technological capabilities, specialization in certain production vocations, and other contextual variables, such as geographical position and characterization, accessibility, the presence of universities and research centres, entrepreneurial dynamism. In this regard, Balland and Boschma (2021) argue that regions that have a low profile of prerequisites in terms of endowments and skills should consider whether or not to invest in I4.0 because they risk failure; consequently, public policies should be oriented above all to places that have greater capabilities and are characterized by local resources that can make policies effective. In our opinion, however, this type of vision risks to further strengthen inequalities and promote a logic of division - and not interaction - between central and peripheral areas. From this perspective, regional and local policies, in addition to promoting technological factors, should improve the contextual conditions (primarily digital infrastructures and basic educational and cultural services), activate new forms and geographies of work thanks to digitalisation (also in regions which are lagging), encourage a relational dimension of development that can also involve more peripheral areas and put them in close connection with the central ones (Asadi, Jafari Samimi, 2023). As Marques and Morgan (2021) point out, regional development is not only connected to policies which aim to strengthen innovative and technological activities but also represents the result of multiple socio-economic dynamics and policies promoted at various territorial scales.

In conclusion, some avenues are definitely open for future research. In particular, it seems interesting to further study the impact of the 4IR in-depth, looking not only at the geographies of inequality but also at the dynamics of disconnection between innovation and development and factors that impact them, including the policies that can be implemented. Consequently, further reflection on the indicators used and on the data processing methodologies can lead to a greater understanding and problematization of the phenomenon and its measurement and representation. In this direction, if patents related to I4.0 technological classes are indicators which are rich in information and widely used to estimate advanced knowledge production, we hypothesized that other variables

could measure the spatial distribution of the other activities linked to 4IR. The construction of an analytical system that involves the analysis of the correlations between the specific indicators on I4.0 technologies and a greater number of contextual variables can represent a further step for a more in-depth interpretation of the geographies of the 4IR and their future monitoring. Furthermore, from a methodological point of view, it would be interesting to select some case studies to understand the role of local actors (such as entrepreneurs and collective ones) and the forms of agency that are created and condition the promotion and governance of technological change, especially in less central regions and in small and medium-sized cities (Grillitsch, Sotarauta, 2020; Mayer, 2022). Particular attention in this sense should be paid to the contribution of the university as a crucial actor not only in the production of 4.0 technologies and in the creation of innovation niches, but also in processes regarding development and the reduction of gaps.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

References

Asadi S.P., Jafari Samimi A. (2023), "Local development challenge in lagging-behind areas: insights from new & evolutionary economic geography", *GeoJournal*, 88, pp. 397–407. https://doi.org/10.1007/s10708-022-10612-9

Balland P.A., Jara-Figueora C., Petralia S., Stejin M.P., Rigby D.L., Hidalgo C. (2020), "Complex economic activities concentrate in large cities", *Nature Human Behaviour*, 4(3), pp. 248–254. https://doi.org/10.1038/s41562-019-0803-3

Balland P.A., Boschma R. (2021), "Mapping the potentials of regions in Europe to contribute to new knowledge production in Industry 4.0 technologies", *Regional Studies,* 55(10-11), pp. 1652–1666. https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1900557

Ballas D., Dorling D., Hennig B. (2017), "Analysing the regional geography of poverty, austerity and inequality in Europe: a human cartographic perspective", *Regional Studies*, 51(1), pp. 174–185. https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1262019

Bathelt H., M. Buchholz, M. Storper (2024), "The nature, causes, and consequences of inter-regional inequality", *Journal of Economic Geography*, *24(3)*, 353-374 https://doi.org/10.1093/jeg/lbae005

Bourns A.M.J.V., Wanzenböck I., Frenken K. (2022), "Small wins for grand challenges. A bottom-up governance approach to regional innovation policy" *European Planning Studies,* 30(11), pp. 2245–2272. https://doi.org/10.1080/09654313.2021.1980502

Brynjolfsson E., McAfee A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies,* London, Norton & Company.

Burlina C., Montresor S. (2022), "On the Territorial Embeddedness of the Fourth Industrial Revolution: A Literature Review about How Industry 4.0 Meets Industrial Districts", *Scienze Regionali, Italian Journal of Regional Science*, 1, pp. 63-82, DOI: 10.14650/102498

Cannari L., Viesti G., Zanardi A. (2019), "Interregional disparities in Italy: structural change and public policies. A brief introduction", *Politica Economica / Journal of Economic Policy*, 2, pp. 159–172. https://doi.org/10.1429/94535:y:2019:i:2:p:159-172

Capello R., Lenzi C. (2021), "4.0 Technologies and the rise of new islands of innovation in European regions", *Regional Studie*s 55(10-11), pp. 1724–1737. https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1964698

Cicerone G., Faggian A., Montresor S., Rentocchini F. (2023), "Regional artificial intelligence and the geography of environmental technologies: does local AI knowledge help regional green-tech specialization?", *Regional Studies,* 57(2), pp. 330-343. https://doi.org/10.1080/00343404.2022.2092610

Corradini C., Santini E., Vecciolini C. (2021), "The geography of Industry 4.0 technologies across European regions", *Regional Studies,* 55(10-11), pp. 1667–1680. https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1884216

Crescenzi R., Iammarino S., Ioramashvili C., Rodríguez-Pose A., Storper M. (2020), "The geography of innovation and development: global spread and local hotspots", *Geography and Environment Discussion Paper Series,* 4. London, London School of Economics and Political Science.

De Propris L., Bailey D. (2021), "Pathways of regional transformation and Industry 4.0", *Regional Studies*, 55 (10-11), pp. 1617–1629. https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1960962

Dijkstra L., Poelman H., Rodríguez-Pose A. (2020), "The Geography of EU Discontent*", Regional Studies*, 54(6), pp. 737–753. https://doi.org/10.1080/00343404.2019.1654603

Doorsamy W., Paul B.S., Marwala T., (2020, Eds.), *The Disruptive Fourth Industrial Revolution,* Cham, Switzerland, Springer.

D'Urso P., Giovanni L.D., Sica F.G.M., Vitale V. (2024), "Measuring Competitiveness at NUTS3 Level and Territorial Partitioning of the Italian Provinces", *Social Indicators Research*, 173, pp. 9–51. https://doi.org/10.1007/s11205-021-02836-y

Faggian A., Michelangeli A., Tkack K. (2023), "Income inequality in Europe: Reality, perceptions, and hopes", *Research in Globalization*, 6. https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100118

Feldman M., Guy F., Iammarino S. (2021), "Regional income disparities, monopoly and finance", *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society,* 14(1), pp. 25–49. https://doi.org/10.1093/cjres/rsaa024

Fina S., Heider B., Prota F. (2021), *Unequal Italy. Regional socio-economic disparities in Italy,* Bonn (DE): Friedrich-Ebert-Stiftung (FES).

Floridi L. (2014), *The Fourth Revolution: How the Infosphere is Reshaping Human Reality*, Oxford, Oxford University Press.

Fraske T. (2022), "Industry 4.0 & its geographies: A systematic literature review and the identification of new research avenues", *Digital Geography and Society,* 3, pp. 1–22. https://doi.org/10.1016/j.diggeo.2022.100031

Gyourko J., Mayer C., Sinai T. (2013), "Superstar cities", A*merican Economic Journal: Economic Policy*, 5(4), 167–199. https://doi.org/10.1257/pol.5.4.167

Graham M., Dittus M. (2022), *Geographies of digital exclusion: Data and inequality*, London, Pluto Press.

Grillitsch M., Sotarauta M. (2020), "Trinity of change agency, regional development paths and opportunity spaces", *Progress in Human Geography,* 44(4), pp. 704–723.

Haefner L., Sternberg R. (2020), "Spatial implications of digitization: State of the field and research agenda", *Geography Compass* 14(12). https://doi.org/10.1111/gec3.12544

Hervas-Oliver J.K., Estelles-Miguel S., Mallol-Gasch G., Boix-Palomero J. (2019), "A place-based policy for promoting Industry 4.0: the case of the Castellon ceramic tile district", *European Planning Studies* 27(9), 1838–1856. https://doi.org/10.1080/09654313.2019.1642855

Iammarino S., Rodriguez-Pose A., Storper M. (2019), "Regional inequality in Europe: evidence, theory and policy implications", *Journal of Economic Geography,* 19, pp. 273–298. https://doi.org/10.1093/jeg/lby021

Kemeny T., Storper M. (2020), *Superstar cities and left-behind places: Disruptive innovation, labor demand and interregional inequality,* (Working paper 41), London, LSE International Inequality Institute.

Kemeny T., Petralia S., Storper M. (2022), "Disruptive innovation and spatial inequality", *Regional Studies*, 59(1). https://doi.org/10.1080/00343404.2022.2076824

Kitchin R. (2021), *The Data Revolution: A Critical Analysis of Big Data, Open Data and Data Infrastructures,* London, Sage Publications Ltd.

Lazzeretti L., Innocenti N., Nannelli M., Oliva S. (2022), "The emergence of artificial intelligence in the regional sciences: a literature review", *European Planning Studies,* 31(7), pp. 1304–1324. https://doi.org/10.1080/09654313.2022.2101880

Lazzeroni M. (2010), "High-tech activities, System innovativeness and Geographic concentration: insights into technological districts in Italy", *European Urban and Regional Studies,* 17(1), pp. 45–63.

Lazzeroni M., Albanese V.E. (2023), "Perceptions and imaginaries about the fourth industrial revolution between geographies of opportunity and discontent: Some reflections on the Italian case", *The Geographical Journal,* 189(2), pp. 342–356. https://doi.org/10.1111/geoj.12491

Lazzeroni M., Zamperlin P. (2022), Industry 4.0 Technologies and Italian Urban System: Between Smart Development and Increasing Inequalities. In: O. Gervasi, B. Murgante, S. Misra, A.M.A.C. Rocha, C. Garau, eds., *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2022 Workshops*. pp. 85-92. Cham (CH): Springer, Lecture Notes in Computer Science, vol. 13382. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10592-0_8

Lee N. (2016), "Growth with inequality? The local consequences of innovation and creativity", in: Richard Shearmu R., Carrincazeaux C., Doloreux D. (Eds.), *Handbook on the Geographies of Innovation*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

Lenzi C., Perrucca G. (2023), "Economic inequalities and discontent in European cities", *npj Urban sustainability*, 3(26). https://doi.org/10.1038/s42949-023-00104-1

Lund H.B., Vildåsen S.S. (2022), "The influence of Industry 4.0 narratives on regional path development", *Regional Studies*, *Regional Science,* 9(1), pp. 82–92. https://doi.org/10.1080/21681376.2022.2029552

Marques P., Morgan K. (2021), "Innovation without regional development? The complex interplay of innovation, institutions, and development", *Economic Geography*, 97(5), pp. 475–496.

Martin R., Gardiner B., Pike A., Sunley P., Tyler P. (2021), *Levelling Up Left Behind Places: The Scale and Nature of the Economic and Policy Challenge* (1st ed.), London, Routledge. https://doi.org/10.4324/9781032244341

Martinelli A., Mina A., Moggi M. (2021), "The enabling technologies of Industry 4.0: Examining the seeds of the fourth industrial revolution", *Industrial and Corporate Change,* 30(1), pp. 161–188. https://doi.org/10.1093/icc/dtaa060

Mayer H. (2022), "Innovation and entrepreneurship in small and medium-sized towns", in: Mayer H., Lazzeroni M. (Eds.), *A Research Agenda for Small and Medium-Sized Towns*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.

Ménière Y., Rudyk I., Valdes J. (2017), *Patents and the fourth industrial revolution. The inventions behind digital transformation*, European Patent Office (EPO).

Moretti E. (2012), *The new geography of jobs*, Boston, Houghton Mifflin Harcourt.

Muscio A., Ciffolilli A. (2020), "What drives the capacity to integrate Industry 4.0 technologies? Evidence from European R&D projects", *Economics of Innovation and New Technologies,* 29(2), pp. 169–183. https://doi.org/10.1080/10438599.2019.1597413

Peck J., Werner M., Jones M. (2023), "A dialogue on uneven development: a distinctly regional problem", *Regional Studies*, 57(7), pp. 1392–1403. https://doi.org/10.1080/00343404.2022.2116417

Phelps N.A., Atienza M., Arias M. (2018), "An invitation to the dark side of economic geography", *Environment and Planning A,* 50(1), pp. 236-244. https://doi.org/10.1177/0308518X17739007

Pose-Rodriguez J., Ménière Y., Philpott J. (2020), *Patents and the Fourth Industrial Revolution: The global technology trends enabling the data-driven economy,* European Patent Office (EPO).

Rodríguez-Pose A. (2018), "The revenge of the places that don't matter (and what to do about it)", *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society,* 11(1), pp. 189–209. https://doi.org/10.1093/cjres/rsx024

Schwab K. (2016), *The fourth industrial revolution*, World Economic Forum, Cologny/Geneva.

Scherrer W. (2021), "Industry 4.0 as "sudden change": the relevance of long waves of economic development for the regional level", *European Planning Studies,* 29(9), pp. 1723–1737. https://doi.org/10.1080/09654313.2021.1963054

Yigitcanlar T., Inkinen T. (2019). *Geographies of Disruption. Place Making for Innovation in the Age of Knowledge Economy*, Cham (CH), Springer.

Viesti G. (2021), *Centri e periferie*, Bari, Laterza.

Warf B., (2021, Ed.), *Geographies of the Internet*, London, Routledge.

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 110-129

DOI: 10.13137/2282-572X/37630

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

Per una didattica cartografica del tempo: Quirico Filopanti e i fusi orari[1]

For cartographic didactics of time: Quirico Filopanti and time zones

Anna Rosa Candura*, Luca Fois**, Emanuele Poli***

*Università degli Studi di Pavia - annarosa.candura@unipv.it; **Università degli Studi di Pavia - luca.fois@unipv.it; ***Università - Accademia Militare di Modena -Università di Modena e Reggio-Emilia emanuele.poli@unimore.it

Riassunto

Il termine "Geostoria" è, spesso, una facciata dietro la quale si nasconde una collocazione della Geografia in posizione ancillare rispetto alla Storia; ciò, evidentemente (e pericolosamente) pone la Cartografia in secondo (o, addirittura, in terzo) piano. Si ritiene pertanto utile introdurre casi di studio ed Autori che contribuiscano ad abbattere le barriere disciplinari, in modo stimolante e creativo. Le opere e la vita di Quirico Filopanti sono di grande aiuto in questo senso, anzitutto per l'idea, esposta in *Miranda!* [...] (1858-1860), di utilizzare i meridiani come riferimento nella costruzione dei fusi orari (collegando direttamente la cartografia al tempo).

Prendendo le mosse dalla figura di Filopanti e dal suo pensiero (anche metodologico), il contributo esplora le possibilità e i limiti dell'utilizzo didattico del tema dei Fusi orari, in modo particolare in rapporto alla cartografia e alle fonti.

Parole chiave

Filopanti - Fusi Orari - Terra - Cartografia – Didattica - Interdisciplinarità.

Abstract

The term "Geostoria" is, often, a facade behind which hides a placement of Geography in an ancillary position to History; this, evidently (and dangerously) places Cartography in the second (or even third) level. It is, therefore, considered useful to introduce case studies and Authors who contribute to breaking down disciplinary barriers, in a stimulating and creative manner. Filopanti's works and life are of great help, in this regard, first and foremost, for the idea expounded in Miranda! [...] (1858-1860), of using meridians as a reference in the construction of time zones (directly connecting cartography to time). Starting from Filopanti and his thought (and methodology), the paper explores the possibilities and pitfalls of using the Time Zones theme in teaching Geography, particularly concerning Cartography and available sources.

Keywords

Filopanti - Time Zones - Earth - Cartography – Didactics – Interdisciplinarity.

1 La presente ricerca è frutto di stretta collaborazione fra gli Autori; si possono, tuttavia, attribuire: ad Anna Rosa Candura i paragrafi 1, 2, 3, 5, 5.1, 6, 7, 7.1 e 9; a Luca Fois il par. 8; ad Emanuele Poli il par. 4.

1. Filopanti: *Nomen omen*?

Filopanti, o colui che ama tutti[1], desidera spartire ciò che conosce e ne indica le ragioni spirituali: «The Infinite goodness of God would fain have created all things as perfect in their limited nature, as He is immense in all his eternal attributes. This being impossible by an intrinsical contradiction, He did what was next desirable, that is to say, He made all capable of an indefinite and neverto – be – stopped improvement and progress» (Filopanti, 1858-1859-1860, p. 3).

Giuseppe Barilli non ha mai inteso pretendere il riconoscimento delle sue idee ed invenzioni, citate, talvolta, in letteratura[2], ma non per sua richiesta né precisa volontà; ne troviamo notizie biografiche sia *sub voce* «Barilli, Giuseppe»[3], sia *sub voce* «Filopanti, Quirico»[4], ma scrisse e pubblicò con lo pseudonimo.

L'utilizzo di un nome fittizio è segnale di disinteresse per la pubblicità di sé; non v'è, pertanto, alcunché di scandaloso nel non trovarlo citato, neppure in nota, nei molti lavori[5] che, viceversa, riconoscono a Fleming la paternità dei fusi orari, anche perché questi «was tireless in his pursuit of international time reform» (Palmer, 2002, p. 11). È, tuttavia, quantomeno triste il relativo oblio che, invece, riscontriamo in molti testi che, con vari gradi di approfondimento, toccano la questione dei fusi orari. Emblematico esempio è il contributo di Howse (1980, pp. 129 e 137), che cita solennemente Fleming come ideatore dei fusi orari, ignorando completamente Filopanti. Eppure, non si possono tratteggiare la storia e l'importanza del meridiano di Greenwich trascurando l'impalcatura e l'ideazione dei fusi orari, proprio perché: «Until Greenwich was designated as the international meridian, a boundary between "east" and "west" at the 180th parallel would not have been possible» (Palmer, 2002, p. 9).

Cavando un esempio dall'ambito strettamente geografico, il nome di Filopanti non compare negli atti del Terzo Congresso Geografico Internazionale del 1881 (Wheeler, 1885), che pure ha una sezione «Common initial meridian and uniform standard time» (*Ivi*, pp. 23-38), ove manca un cenno a Filopanti, mentre Fleming è citato ben 16 volte. È egualmente ignorato nei rendiconti italiani del Congresso (SGI, 1882), eppure: «Geographical co-ordinates as a means of defining the positions of given points upon the earth's surface were first suggested by Hipparchus, "the founder of Astronomy", who also reckoned the twenty-four hours, or day intervals, from midnight to midnight. The desirability of adopting a uniform time was agitated as long since as 1828 by Sir John Herschel, who proposed the adoption of equinoctial time for scientific and chronological purposes; while among modern astronomers La Place seems to have been the first (about the year 1800) to point out the utility of the establishment of a common initial or first meridian in the following terms: " It is desirable that all the nations of Europe, in place of arranging geographical longitude from their own observatories, should agree to compute it from the same meridian, one indicated by nature herself, in order to determine it for all time to come. Such an arrangement would introduce into the science of geography the same uniformity which is already enjoyed in the calendar and the arithmetic, and, extended to the numerous objects of their mutual relations, would make of the diverse peoples one family only"» (Wheeler, 1885, pp. 29-30).

Per ovvie ragioni, in letteratura viene dato rilievo alla storia del meridiano fondamentale, proprio in virtù della Conferenza di Washington del 1884, nonostante la deliberazione del meridiano di grado zero divenga importante per ragioni legate ai trasporti ed al commercio, più che per una pura necessità scientifica (Palmer, 2002, p. 22).

Per le medesime ragioni, la determinazione esatta della longitudine, in navigazione, assume fondamentale importanza. A tal proposito, è da notare come la figura di

1 «*Giuseppe Barilli* all'età di 25 anni scelse per sé lo pseudonimo Filopanti, un nome che voleva essere il manifesto programmatico della sua vita: Filopanti significa *colui che ama tutti*, per manifestare il suo credo, l'amore universale; assunse in seguito il nome Quirico in onore della grandezza di Roma, la Roma antica e repubblicana, non la Città papalina di cui era nato suddito» (Vasi, 2019).

2 Si vedano, ad esempio: gli studi intorno al dirigibile, o «nave aerea» (Molari, 2012, 2013 e 2016); la descrizione della «paltelata» in Bacchelli (2021, pp. 659 e segg.) e Molari (2012, pp. 11-12).

3 Voce: «Barilli, Giuseppe», a cura di Luigi Lotti, in: *Dizionario Biografico degli Italiani*, Vol. 6 (1964); trascritta in: treccani.it/enciclopedia/giuseppe-barilli_(Dizionario-Biografico)/ (ultimo accesso: 26 novembre 2024); è la più particolareggiata e vi si menziona, pur sinteticamente, l'idea dei fusi orari.

4 Voce «Filopanti, Quirico» cura di Alberto Maria Ghisalberti, in: *Enciclopedia Italiana* (1932); trascritta in: treccani.it/enciclopedia/quirico-filopanti_%28Enciclopedia-Italiana%29/ (ultimo accesso: 26 novembre 2024); estremamente sintetica, non accenna all'idea dei fusi orari.

5 Si vedano, in particolare: Creet (1990), Howse (1980), IGU (2016a e 2016b), McKay (1993), Palmer (2002), Sobel (1995), SGI (1882), US Congress Senate, Committee on Interstate and Foreign Commerce (1948), Vicentini (2021), Wheeler (1885).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

John Harrison sembri essere maggiormente conosciuta a livello internazionale, rispetto a Filopanti. Su Harrison, si sofferma, ad esempio, Palmer (2002, pp, 12 e segg.)[6] e la figura dell'inventore della «magic box» (Sobel, 1995, p. 9) è addirittura divenuta un personaggio da divulgazione.
Anche Filopanti veste, talora, i panni del personaggio, ma non fuor dell'Italia[7]. In generale, l'esser relegati in studi e ricerche di nicchia è spesso destino di molti brillanti pensatori, confinati nel limbo di scarsi riconoscimenti alle loro formidabili intuizioni, pur avute in assenza di cospicui finanziamenti e di strumenti sofisticati[8].
Pur noto e citato continuamente dai geografi[9] , il rapporto fra Geografia, Cartografia e Storia appare sempre trascurato in alcuni suoi aspetti che, invece, terrebbero ben accesa la fiamma dell'interdisciplinarità. È questo il caso del Filopanti personaggio storico, ma anche geografico, cartografico, matematico, ingegneristico... e via aggiungendo.

2. Filopanti: chi era costui?

Filopanti è qualcuno che trasceglie, quindi raccoglie, consapevolmente. Questa potrebbe essere la risposta alla domanda, giacché la sua figura è l'emblema dello scienziato eclettico. Considerata, peraltro, la natura della Geografia, potremmo aggiungere che, non solo sotto il profilo didattico, egli rappresenti la personificazione dello studio interdisciplinare.

Pochi conoscono e riconoscono i meriti di Filopanti; ancor meno conoscono e datano la sua invenzione dei fusi orari. Al di fuori delle pagine a lui espressamente dedicate, è faticoso trovarne citazioni[10]. Ad esempio, Raffaele D'Ambrosio, nel suo piacevolissimo *Fusorario* (1931 e 1943)[11], tesse le lodi di Filopanti quale ideatore italiano del tempo universale e del sistema dei fusi orari. Ne troviamo citazione anche in una gustosa disamina del rapporto fra casa e tecnologia: «Il fatto che la Terra sia all'incirca una sfera e che ruoti su sé stessa in 24 ore è all'origine di una babele del tempo. A rigore, ogni luogo ha il suo tempo e l'unico orologio che segni l'ora vera per un dato luogo è la meridiana. Niente di grave in un mondo con poche comunicazioni. Ma con la mobilità dei tempi moderni la situazione diventa insostenibile: su lunghe distanze percorse con mezzi veloci occorre un tempo di riferimento per treni, aerei e navi. L'adozione dei fusi orari ha risolto il problema. Sandford Fleming (1827-1915) gode la fama di aver inventato questa convenzione internazionale. In realtà l'idea dei fusi orari si deve a Quirico Filopanti, nato a Budrio il 20 aprile 1812 e morto nel 1894 a Bologna, dove fu professore universitario di meccanica e idraulica. Patriota, amico di Garibaldi, mosso da ideali umanitari che si manifestano nella scelta dello pseudonimo Filopanti (amico di tutti) con cui sostituì l'anagrafico Giuseppe Barilli, questo studioso oggi oscuro fu nell'Ottocento un appassionato divulgatore dell'astronomia, un piccolo Flammarion di casa nostra: le sue conferenze richiamavano folle di curiosi del cielo. Per mettere fine alla confusione delle ore locali, Filopanti propone la divisione della Terra in 24 fusi orari in Miranda, un saggio che pubblicò nel 1858 mentre era in esilio a Londra come <sovversivo>. La proposta di Sandford Fleming risale al 1878: vent'anni dopo. Mentre la scelta del meridiano iniziale, e quindi dell'ora di Greenwich come riferimento, è del 1884. Particolare curioso: Miranda non solo fu pubblicato a Londra, ma Filopanti, nonostante il titolo latino (<cose mirabili >), lo scrisse in inglese» (Bianucci, 2009, p. 268).

6 George (2007) non cita Harrison, né tantomeno Fleming o Filopanti; Maestro, Maestro (1999), nella loro interessante storia del tempo e dei calendari, citano ed illustrano le «time zones» (pp. 40 e segg.), ma non menzionano Harrison, né tantomeno Fleming o Filopanti; McKay (1993), costruisce un'interessante Unità Didattica integrata, cita e illustra le «time zones» (pp. 4-5) e la Conferenza del 1884, ma non accenna ad Harrison, né tantomeno Fleming o Filopanti; Barnett (1999) cita Harrison (pp. 111 e segg.), Fleming (pp. 129 e segg.) e la Conferenza del 1884 (pp. 105 e segg.), ma non nomina Filopanti.

7 «Il tema della misurazione del tempo divenne così argomento di dibattito scientifico e politico, la cui eco riverberava sui giornali statunitensi proprio all'epoca dell'esilio di Filopanti in quel Paese» (Vasi, 2019).

8 Sol per fare un esempio, si pensi alla ricerca sulla magnetizzazione del basalto come testimone delle modifiche nel magnetismo terrestre (Matuyama, 1929).

9 Come non rammentare, qui, l'opinione di Gianbattista Vico: «Or ci rimane finalmente di purgare l'altrocchio della Storia poetica, ch'è la Poetica geografia [...]» (Vico, Ferrari, 1836, p. 436).

10 Si vedano, ad esempio, il Fondo Filopanti (badigit.comune.bologna.it/fondi/) e la Biblioteca dell'Archiginnasio (archiginnasio.it) (ultimo accesso: 1° novembre 2024), oltre a traduzioni e commenti di Molari (2012, 2013 e 2019).

11 Inconsueta pubblicazione ove l'Autore descrive la sua invenzione, consistente in una sorta di disco orario mobile (allegato alla copertina anteriore), composto da tre strati saldati al centro e rotanti, nominato proprio «Fusorario D'Ambrosio».

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Occorre, in generale, affidarsi alla ricerca bibliografica classica; il *web*, infatti, inserendo le parole "fusi orari" o "time zones", ci restituisce articoli e contributi talora privi di alcun cenno geostorico[12], talaltra colposamente accennanti al solo Fleming[13].

Eppure le parole di Filopanti sono estremamente chiare: «You shall reckon days both by universal and local time, The first day of the year, by *universal* time, begins at *true* midnight on the upper meridian of the Capitoline hill. The other days of the year follow each other at the interval of 24 hours of mean time. For astronomy, for international intercourse, for telegraphs, for ships, for railways, or any other great means of communication between distant points of the earth, this universal time shall be used. Divide the surface of the globe, by meridians, into 24 longitudinal regions or fuses, differing from each other by one hour» (Filopanti, 1858-1859-1860, p. 387, parr. 1274-1275).

3. Filopanti e la Didattica

Occultata in nota, questa riflessione sintetizza il valore civile della comunicazione: «Se la società consiste, come non ho dubbio, nella comunella d'interessi e di servigi fra gli uomini, è certo, che quanto più sono gli uomini che insieme comunicano, e quanto più estese e moltiplicate e svariate sono le combinazioni di queste comunicazioni, tanto sarà più perfetta la società. Ora tutte queste cose fa la Civiltà. Dunque io ho avuto ragione di definirla: *perfezionamento della società*» (Filopanti, 1837, nota [7], p. 36)[14].

Il Professore dell'Infinito[15] ebbe grandi meriti etici; fra questi, la sua passione per la divulgazione, che lo portava a tenere lezioni all'aperto a beneficio di chiunque. Possiamo, peraltro, inserirlo, a giusto merito, nel novero di coloro che contribuirono a costruire la Didattica, non solo attraverso l'applicazione pratica del suo metodo, ma pure con la produzione di lavori specifici, fra i quali *Dell'influenza delle arti e delle scienze sull'incivilimento* [...]: «Ma niun altro argomento voglio io che mi valga ora appo di voi, uditori cultissimi, a far chiaro, che le scienze potentemente, anzi necessariamente concorrono ai progressi della Civiltà, se non questo che in brevi parole raccolgo. Null'altra cosa è Civiltà, a volerla rettamente definire, se non che il perfezionamento della Società degli uomini. Or come potrebbe verso la perfezione accostarsi la società degli uomini ignoranti? I quali con vani terrori si angustiano, di folli speranze si nutriscono, e quello che sarebbe a fuggirsi cercano, e quel che a cercarsi fuggono, e l'uno all'altro più spesso impedimento sono che aiuto, e trascinano vita inerte e sentata fra innumerevoli mezzi di lieto e comodo vivere, che la feconda natura indarno offre ai loro occhi ottenebrati. E certo come potrebbesi conoscere tutto ciò che a benefizio degli umani la Provvidenza Divina ha sparso con una ineffabile profusione per tanta varietà di popoli e di terre e di climi, e come poi sapere pel più acconcio modo ritrarne profitto, e in che modo poscia soccorrere alle morali necessità degli animi, le quali, nè [*sic*] meno forti sono, e più difficili a contentarsi delle altre, e come infine serbare nel ripartimento de' beni fra uomo ed uomo, e fra popolo e popolo le leggi della sapienza e della equità, senza la luce delle fisiche, delle matematiche, delle morali, e delle politiche scienze, alle quali pure tutto l'umano sapere si puote ridurre? Per la qualcosa sono potentissimo mezzo d'incivilimento questi primitivi rudimenti, che la sapienza del governo rende comuni a tutti gli ordini dello stato. Perciocchè [*sic*] essi vi aprono la via, o giovanetti, alle scienze, alle lettere, alle arti. E sebbene non tutti fra voi siano per dedicarsi alle medesime, con tutto ciò in ogni condizione della vita vi tornerà sempre uti-

12 Si vedano, ad esempio: focus.it/cultura/curiosita/Chi-ha-inventato-fusi-orari; nonsololedge.it/mappa-del-mondo-con-fusi-orari/; studentville.it/guide/fuso-orario-cose-come-funziona-calcolo/ (ultimo accesso: 18 dicembre 2024).

13 «[...] Sai che fino alla fine del XIX secolo ogni paese segnava l'ora in modo autonomo, a seconda della posizione del Sole? Ma poi sono arrivati i treni che attraversavano i Paesi ed è diventato necessario pensare un sistema che mettesse ordine. Ci ha pensato un ingegnere canadese, Sir Sandford Fleming, e il sistema è stato adottato nel 1884 [...]»: (novakid.it/blog/spiegare-fusi-orari-ai-bambini/ ultimo accesso: 18 dicembre 2024); «Sir Sanford Fleming, un ingegnere canadese, fu il primo a proporre l'uso dei fusi orari mondiali nel 1878. La sua idea era quella di dividere il mondo in 24 fusi orari, ciascuno distante 15 gradi di longitudine. Il motivo è che la Terra ruota di 15 gradi ogni ora, ovvero 360 gradi in 24 ore» (viaggiamo.it/come-e-nato-fuso-orario-storia/ ultimo accesso: 18 dicembre 2024).

14 Le note non sono a piè di pagina, ma principiano a p. 33. Il corsivo è dell'Autore.

15 Per la paternità del soprannome, si veda, fra gli altri, Bacchelli (2021, pp. 657 e segg.).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

lissimo quello, che avrete qui appreso. Giacchè [*sic*] da questo primo dirozzamento dell'intelletto acquisterete certo principio di retto senso di giudicare e di ragionare, che vi farà la vostra Religione più sanamente intendere ed amare, e da certe inveterate credenze del volgo perniziose e ridicole vi preserverà, e renderavvi più avvisati nelle domestiche bisogne, e più dall'usar frode aborrenti, ed a scoprirla accorti: voi insomma diverrete più idonei a fare altrui sentire, ed in voi medesimi raccogliere i bei frutti di civiltà» (Filopanti, 1837, pp. 13-14).[16] Laddove pone un monito contro «la società degli uomini ignoranti» che «trascinano vita inerte e sentata» avendo «occhi ottenebrati», ci porta alla memoria la vita sobria caldeggiata da Ramazzini (1714), nel suo richiamare la morigeratézza dei costumi come fondamentale medicamento. Considerato il padre della Medicina del Lavoro, il medico (nativo di Carpi, ma padovano d'adozione accademica), anche quando divenne illustre cattedratico presso l'Ateneo patavino, non ritenne mai disdicevole curare ed ascoltare i lavoratori, né ispezionare i luoghi di lavoro. Come ci narra Egli stesso (Ramazzini, 1700), questa medicina territoriale gli consentì, ad esempio, di visitare *in situ* gli svuotatori di pozzi neri, per osservarne il lavoro, studiando e comprendendo le allora sconosciute patologie derivanti da quell'umiliante attività: una prassi geografico-solidale assolutamente innovativa, che diede origine al suo rivoluzionario metodo di studio, sempre basato sull'osservazione congiunta dell'Uomo e dell'ambiente. Il parallelo con Ramazzini, peraltro, offre l'occasione di richiamare, in sede didattica, la memoria di uomini illustri non solo per la Scienza, ma anche per l'Etica, come Snow (1855), anch'Egli medico, che descrivendo cartograficamente il quartiere di Soho, poté provare la sua intuizione relativa al ruolo dell'acqua (quindi delle pompe di distribuzione) nella propagazione del colera[17].

La Provvidenza Divina è la genitrice del Creato, come ci lascia intendere il nostro Filopanti; siffatta convinzione, pur saldamente derivante dalla Fede, non gli fa dimenticare come i doni della Provvidenza siano sparsi «per tanta varietà di popoli e di terre e di climi», con ciò saldando la Fede stessa al rapporto fra Uomo e Pianeta, in un'ineffabile mentalità geografica, che risulta metodologicamente simile alla vita ed alle opere di Ramazzini e Snow. Non possiamo escludere che il Maestro Manzi[18] (noto anche a chi non ne conosca direttamente l'opera civile, grazie al *non è mai troppo tardi* ripetuto ovunque) abbia citato Filopanti, in alcuna delle sue lezioni nel carcere minorile "Aristide Gabelli", scuola speciale nella quale occorreva particolarmente stimolare gli alunni.

Non pare, dunque, azzardato utilizzare argomenti geostorici per stimolare le competenze non cognitive[19]; in special modo, produrre esempi di come e quanto l'empatia sia un potente motore di civiltà, come hanno certamente dimostrato, appunto, Ramazzini, Snow, Filopanti e Manzi. L'elevata moralità, infatti, forse perché attualmente piuttosto rara, è una sorta di bizzarria che rimane facilmente impressa.

4. Inattesi riconoscimenti

Solo ad alcuni dei profondi conoscitori di Filopanti, è nota l'esistenza di due applicazioni dell'ecosistema Apple (*Filopanti* e *Miranda*) e di un asteroide, che ne onorano la memoria e l'opera.

L'asteroide Filopanti 216387 è citato e descritto quasi esclusivamente in testi e siti specialistici[20], con scarne od assenti informazioni storiche; esiste, tuttavia, e non occorre descriverne le potenzialità interdisciplinari.

In merito all'applicazione «Filopanti», un sito non affiliato ad Apple ci rammenta che: «Time zones are a pain. There are 40 time zones in the world, and 4 in the United States. There are so many instances when it's necessary to know what time it is somewhere far away. I've been looking for any easy way to convert time zones on the iPhone for a long time, and Filopanti fits the bill perfectly. "Filopanti" is named after Quirico Filopanti, who was the first person in history to propose a worldwide system of time zones in 1858.

16 La trascrizione è fedele, pertanto alcuni usi ortografici (ad esempio: «cultissimi», «potrebbesi», «benefizio», «nè», «puote», «Perciocchè», «Giacchè», «perniziose» e «renderavvi») che appaiono obsoleti od errati (segnatamente l'utilizzo dell'accento grave in luogo di quello acuto), corrispondono al testo originale.

17 La pompa di Broad Street è divenuta un'attrazione turistica.

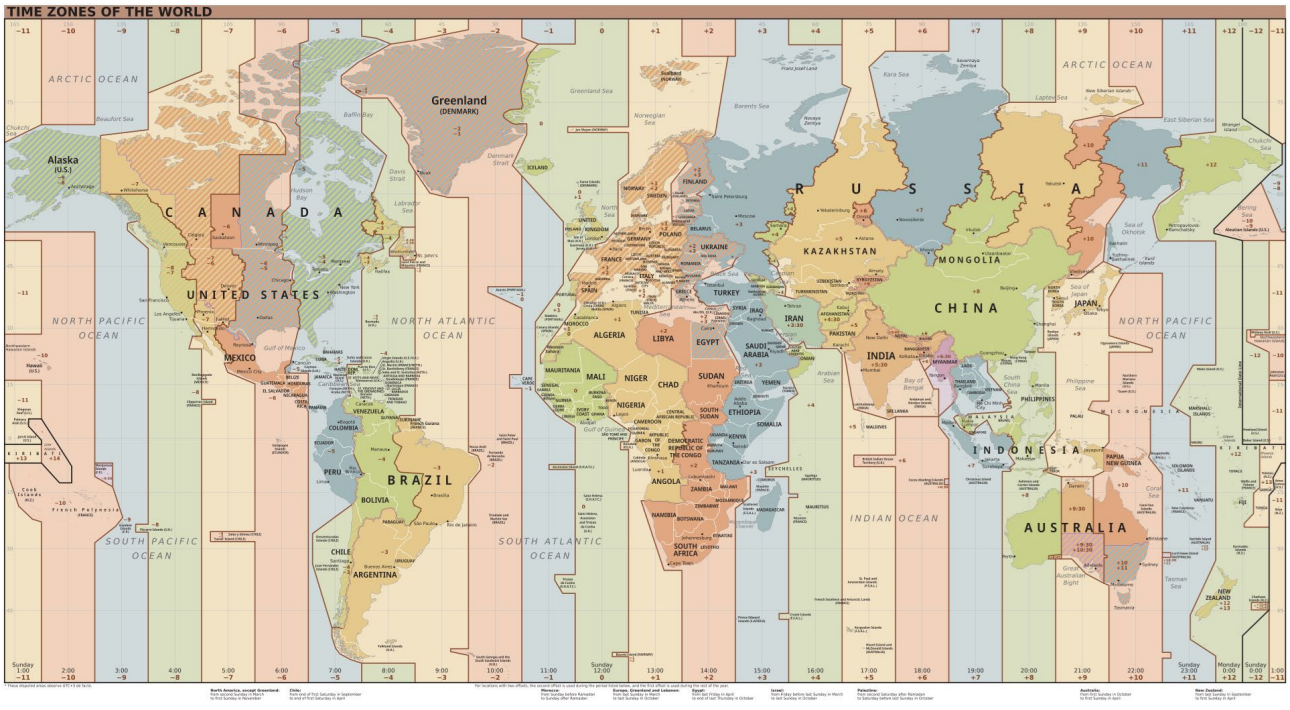
18 Si veda, in proposito volume di Farné (2024).

19 Si veda, in proposito: Rossi, Bianchi (2024).

20 minorplanetcenter.net/cgi-bin/showcitation.cgi?num=21687;
ssd.jpl.nasa.gov/tools/sbdb_lookup.html#/?sstr=21687 (ultimo accesso: 18 dicembre 2024).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 1 - Planisfero indicante la Linea internazionale del cambiamento di data; l'illustrazione è priva di data.



FONTE: U.S. Central Intelligence Agency (CIA); Time Zone Database by the Internet Assigned Numbers Authority (IANA).

Filopanti's interface is elegant and dead easy to use. With Filopanti, you'll never be wondering what time it is across the country or on the other side of the world... [...]» (Heath, 2017). Scopriamo, peraltro, con piacere, che il citato contributo trae informazioni da wikipedia inglese, donde proviene il dato relativo alla paternità delle «time zones», benché Filopanti vi venga riduttivamente definito «Italian mathematician» (en.wikipedia.org/wiki/Time_zone#History ultimo accesso: 18 dicembre 2024). Purtroppo, anche qui, come vedremo nei paragrafi successivi, troviamo una carta dei fusi orari priva di data e con un taglio che impedisce l'adeguata osservazione delle più recenti modifiche, ad esempio quelle della linea del cambio di data nell'area di Samoa e Tokelau (2011-12).

Dell'applicazione "Miranda", troviamo notizia in un sito italiano, che cita anche l'asteroide: «La figura di Filopanti è ormai poco nota in Italia, la sua invenzione dei fusi orari è passata sotto silenzio; eppure, alcuni anni fa la Apple ha chiamato "Filopanti" una delle sue applicazioni per l'I-phone, dedicata appunto al reperimento rapido dell'ora corrente in più di mille Paesi e ora sull'App Store appare una nuova versione di convertitore di fusi orari dall'evocativo nome di Miranda. Infine, l'asteroide 216387, nell'immensità degli spazi siderali, eleva il nome di Filopanti al di sopra della breve e irriconoscente memoria degli uomini: per sempre e veramente il professore dell'infinito!» (Vasi, 2019).

Anche il collegamento con l'Astronomia e le applicazioni informatiche offre buon nutrimento per lo sviluppo delle competenze non cognitive; fra le abilità trasversali agli apprendimenti, infatti, la ricerca d'informazioni attendibili (insieme all'analisi di quelle insufficienti) stimola la capacità di risolvere problemi e di interagire. L'occasione sarebbe, peraltro, adeguata ad aprire approfondimenti intorno ad alcune curiosità circa Stati e territori vicini alla linea del cambio di data. Ad esempio, l'attualissima questione del rischio che alcuni territori insulari finiscano sotto il livello del mare, interessante sia per l'innovativo atteggiamento nei confronti

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

dei cambiamenti territoriali[21], sia per l'analisi del rapporto fra numero d'immagini e grado di "importanza" conferito al territorio dalle varie fonti[22].

5. Punti di repere...

Dando per scontato che sia argomento geografico per eccellenza (anche per la sua palese ramificazione transdisciplinare), sotto il profilo strettamente didattico, è fondamentale premettere che la nascita dei fusi orari non attenga affatto alla sola Storia Contemporanea. Le comunicazioni umane, infatti, così come le "globalizzazioni" (di varia foggia, datazione e dimensione) esistono da quando l'Uomo ha principiato a muoversi.
Un meta-riferimento, neppure troppo ancillare ad un meta-linguaggio, è sempre stato necessario; formare, dunque, punti di repere è operazione riconducibile ai primordi della nostra Specie[23].

5.1 Un meridiano "al contrario": il paradosso della circumnavigazione

L'anti-meridiano di Greenwich, semi-circonferenza di grande fascino anche per molti autori[24], è dotato di un buon ascendente, giacché la sua funzione di linea internazionale del cambiamento di data consente una narrazione efficace per mantenere l'attenzione degli studenti. Da tale constatazione dev'essere senz'altro partito van Gent, allorché decise di raccontare la storia di questa che definiremmo una composita frontiera. Egli ci rammenta che: «Zigzagging across the waters of the Pacific Ocean near the 180° meridian, the International Date Line (IDL) is plotted on today's charts and globes to indicate the boundary line between 'today' and 'tomorrow'. Despite its name, however, the precise location of the International Date Line is not fixed by any international law, treaty or agreement. Although its precise location would seem to be a matter of little concern to most people, it briefly become a serious issue at the end of the 20th century as it would determine which of the numerous islands straddling its course across the Pacific Ocean would be the first to inaugurate the new millennium» (van Gent, 2017). Il matematico olandese ci fornisce un interessante *excursus* intorno ai risvolti geopolitici, religiosi e culturali di questa linea[25], a partire dal calendario ebraico. Ciò che pare il primo riferimento ad una linea di data trovasi in un trattato del 1140, scritto, in Arabo, dal filosofo e poeta ebreo spagnolo Yehuda ben Shemuel Ha-Levi (in Italiano, Giuda Levita; c. 1075-1141)[26]. Nella sua opera in difesa della fede disprezzata (meglio nota come *Kuzari*), Ha-Levi discute l'*Halaka* (legge ebraica) regolante l'inizio del *Sabbath*, ad uso degli Ebrei della diaspora, così che osservassero il *Sabbath* nello stesso giorno degli Ebrei in Israele; il rabbino sosteneva che, per la tradizione ebraica, il giorno inizi (al tramonto) in Israele, quindi che esista una sorta di "linea del cambio di data ebraica", passante, appunto, per Israele, alla quale tutte le regioni a Est dovrebbero riferirsi, nel calcolo dell'ora.

21 «Rising seas are slowly swallowing the Pacific island nation of Tuvalu and the country's leaders are taking action. They are using a digital twin to understand climate impacts and preserve their culture. Nine islands make up Tuvalu, home to more than 10,000 people and situated halfway between Australia and Hawaii. The country — on the forefront of climate action—changed its constitution to declare it would always be a nation, even if its islands are no longer inhabitable. "We are looking at setting up the world's first digital nation because we are facing the real risk of our land disappearing," said Tuvalu's foreign minister Simon Kofe, standing knee-deep in water while addressing the United Nations Convention on Climate Change (COP26) in 2021. Digital twins come to life with a combination of imagery and geographic information system (GIS) technology. With the digital twin, decision-makers can analyze details about a place, its people, and the environment. The 3D model serves as both a record and a platform to navigate incidents and changes. It also provides a means to experience the place within virtual reality headsets. Kofe's speech, and the country's commitment to digitize itself in case it disappears, puts the world on alert about the vulnerability of island nations. Many others, including Grenada, have adopted similar reality-capture techniques to face a changing environment and record what makes them unique. [...]» (Wright, 2024). Ovviamente, si apre, qui, anche un necessario collegamento con temi di maggiore pertinenza della Geografia fisica classica, alla quale spetta il compito d'ipotizzare le cause della subsidenza, in particolare quando si tratti di isole (basti pensare al caso dell'isola di Surtsey od alla più "geo-storica" vicenda dell'isola Ferdinandea).

22 Si veda, ad esempio, il sito *World Factbook*, ove, all'aggiornamento 11 dicembre 2024, non è riportata alcuna fotografia dello Stato di Tuvalu.

23 Per l'applicazione dei «punti di repere» allo studio del concetto di regione, si veda Candura (2018, pp. 46-47, *passim*).

24 Si vedano, in particolare, Palmer (2002) e Uhlik (2004).

25 «Although the fact that the Earth is a sphere was already known by Greek philosophers, astronomers and geographers, the concept of a calendrical date line or the fact that a traveller would either gain or lose a day after circumnavigating the globe does not seem to surface until the early 12th century» (van Gent, 2017).

26 Nominato anche Yehuda Ben Šmu'el Ha-Levi.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Più tardi, troviamo la riflessione intorno al cosiddetto «paradosso del circumnavigatore», ad opera di Abū al-Fidāʾ Ismāʿīl ibn ʿAlī (in Arabo, أبو الفداء إسماعيل بن علي; noto, in Occidente, come Abulfeda)[27], studioso che, peraltro, possiamo definire un geo-storico[28]. La sua opera, del 1321, *Taqwīm al-buldān* (in Arabo, تقويم البلدان)[29] ha varie traduzioni[30], una delle quali potrebbe essere «Calendario dei Paesi», o come predilige Casale (2024, p. 36), «La Tabella dei Paesi»; quale che ne sia la traduzione, il testo, fondato sulle opere di molti predecessori, tra i quali Tolomeo e Muhammad al-Idrisi, ha una lunga presentazione che verte su varie questioni geografiche, con ventotto sezioni che trattano le principali città della Terra. Dopo ogni nome sono indicati longitudine, latitudine, clima, ortografia e poi osservazioni generalmente tratte da autori precedenti. Nell'introduzione, Abū al-Fidāʾ immagina un viaggio intorno al Globo, testimoniato da tre persone riunite in un luogo concordato: una si muove verso ovest, una verso est e la terza rimane dove si trova, in attesa che le altre due completino il tragitto intorno alla Terra. Quella che è partita verso ovest tornerà da est e quella che è partita verso est tornerà da ovest; il viaggiatore che si è indirizzato verso ovest avrà perso un giorno, mentre l'altro conterà un giorno di troppo. Ciò accade perché, muovendosi verso ovest, si cammina nella stessa direzione del Sole, quindi (supponendo di impiegare sette giorni per fare il giro completo, sempre seguendo l'esempio portato da Abū al-Fidāʾ) il Sole tramonterà un settimo di giorno in ritardo, ogni giorno; al termine, quindi si sarà perduto un intero giorno. Specularmente, il viaggiatore che ha preso la via dell'est, al termine del percorso avrà accumulato sette tramonti anticipati, perciò un intero giorno. Pertanto, se il giorno della partenza è un venerdì e il giorno in cui i viaggiatori si incontrano è il venerdì successivo, come calcolato dalla persona rimasta ferma, colui che ha viaggiato verso ovest, tornato da est, lo considera un giovedì, mentre colui che ha viaggiato verso est, tornato da ovest, lo considera un sabato. Il risultato sarebbe lo stesso, se, in luogo di sette giorni, il viaggio durasse mesi o anni.

Considerata dai più la prima spiegazione nota del paradosso del circumnavigatore, ovviamente, quella di Abū al-Fidāʾ non è l'unica, né la più nota in Occidente.

Il paradosso trova spazio, due secoli dopo, nelle cronache di Antonio Pigafetta intorno alla spedizione Magellano-Elcano (1519-1522), allorché, al termine della circumnavigazione, il cronista italiano annota il guadagno di 24 ore; in versione differente, Pietro Martire d'Anghiera, nell'opera *De orbe novo decades* (1530)[31] parla del "giorno perduto". Mezzo secolo più tardi, Francis Drake, al ritorno da un lungo viaggio verso ovest (1577-1580), nota e annota di essere tornato il 26 settembre 1580, giorno registrato come domenica secondo i suoi calcoli, ma che risultava essere lunedì a detta degli abitanti di Plymouth.

Fra il 1594 ed il 1606, il mercante fiorentino Francesco Carletti[32] intraprende una circumnavigazione della Terra in direzione ovest, descritta nei *Ragionamenti* [...] (1701)[33], ove riferisce nel dettaglio d'essersi imbattuto nel suddetto paradosso: «[...] subito ci fu data licenza di poter sbarcare in terra, dove ci trovammo in differenza nel contare de' giorni tra noi, che venivamo dalla città di Manila, ed i Portughesi, che venivano da quella d'Amacao Isola della Cina, dove fanno la loro residenza. Perche questi partendosi di Lisbona città di Portogallo, e navigando verso Oriente, sono arrivati infino al Giappone ultimo termine

27 Si sono scelte, qui, la grafia araba e la trascrizione fonetica del nome indicate dall'ISMI (Islamic Scientific Manuscripts Initiative) di Berlino (ismi.mpiwg-berlin.mpg.de; si veda, in particolare, la pagina: ismi.mpiwg-berlin.mpg.de/person/40294 - ultimo accesso: 26 ottobre 2024).

28 Se ne veda la biografia in: britannica.com/biography/Abu-al-Fida#ref211522 (ultimo accesso: 26 ottobre 2024); per l'utilizzo didattico del sito, occorre sottolineare ed approfondire l'uso anglosassone di «Middle East».

29 Anche in questo caso, riportiamo la grafia araba e la trascrizione fonetica del nome indicate dall'ISMI (ismi.mpiwg-berlin.mpg.de/text/89762 – ultimo accesso: 26 ottobre 2024).

30 Ad esempio: per molti anglosassoni, «A Sketch of the Countries»; per l'Enciclopedia Britannica, «Locating the Lands»; per la Treccani, «Determinazione dei paesi in longitudine e latitudine». Si veda anche: Faghül, Ehrig-Eggert, Neubauer (1992).

31 Si veda, in proposito, l'edizione critica di Rosanna Mazzacane (2005).

32 Se ne veda la biografia nel DBI (vol. 20, 1977), *sub voce* «Carletti, Francesco» e relativa trascrizione in: treccani.it/enciclopedia/francesco-carletti (ultimo accesso: 28 ottobre 2024). Secondo quanto presuppone Jacopo Carlieri (Carletti, 1701, pp. VI e segg.), in apertura dell'opera postuma, Carletti fu il primo privato a cimentarsi nella circumnavigazione del Globo.

33 Interessantissima opera postuma, edita in un unico tomo, ma numerata come fossero due volumi ove si ripetono sei *Ragionamenti*. Nella prima parte, preceduta dalla premessa *Carlieri a chi legge* (pp. X-XIV) e da una lunghissima *Tavola delle cose più notabili*, una sorta di glossario (numerata da pagine XV-IXXXXVIII, *sic*), i sei ragionamenti occupano le pagine 1-166; nella seconda parte, i sei ragionamenti sono numerati nuovamente a partire da pagina 1 (ma 169) sino a 395 pagine, più una *errata corrige* nominata *Scorrezioni*.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

della loro navigazione; nella quale perche il Sole è loro andato levandosi tutta via più presto, hanno guadagnato dodici ore d'un giorno naturale; e noi per lo contrario, che eravamo partiti dal porto di S. Lucar di Barrameda di Spagna, e navigato sempre verso Occidente, nel qual viaggio andavamo perdendo del giorno, perche il sole ci si levava più tardi, onde nel contare avevamo smarrito altre dodici ore, talche nell'abboccarci con detti Portughesi, venimmo ritrovarci in differenza ad un giorno intero. E questo basti per l'intelligenza d'un tale accidente, forse non mai più inteso per non essersi mai più ne' tempi antichi (che si sappia) girato il mondo, come ora si gira, per valore e virtù di queste due Corone di Castiglia, e di Portogallo, che n'hanno mostrato il cammino. Questa navigando verso Oriente è arrivata infino alla Cina, e Giappone, l'altra navigando verso Occidente, è pervenuta sino all'Isole Filippine appresso all'Isola d'Amacao nella Cina, dove riseggono i Portughesi mille miglia lontano da quelle; e così queste due Corone insieme vengono ad aver fatto un cerchio a tutto il Mondo; ch'è cosa certe da esser lodata ed esalta molto, essendo che colla lingua di queste due nazioni, e per mezzo delle loro navigazioni, può ciascheduno mettersi in così nobile, e grande impresa, ed in meno di quattro anni scorrer in giro per il mondo tutto» (Carletti, 1701, *Ragionamento I*, secondo volume, pp. 16-18)[34].

Intorno alla sensazione di "perduto" o "guadagnato", riferito al giorno, notiamo come i vari Autori inseriscano sempre una visione soggettiva, ciò che va attentamente sottolineato, in sede didattica, allo scopo di non ingenerare confusioni.

6. Scale di osservazione

Così si aprono gli atti della Conferenza Internazionale del 1884: «The Delegates to the International Meridian Conference, who assembled in Washington upon invitation addressed by the Government of the United States to all nations holding diplomatic relations with it, "for the purpose of fixing upon a meridian proper to be employed as a common zero of longitude and standard of time-reckoning throughout the globe", held their first conference to-day, October 1, 1884, in the Diplomatic Hall of the Department of State» (*International Conference* [...], 1884, p. 1)[35].

Per quanto redatto in inglese, il documento contiene interessanti spunti e l'occasione di notare le discrepanze nel numero dei Paesi partecipanti, differente nelle diverse fonti[36]; oltre a potersi genericamente porre in guardia gli studenti dal controllo dell'attendibilità delle fonti, è interessante ragionare intorno al voto delle risoluzioni (ad esempio, per la prima risoluzione, relativa al giorno universale, il voto della Turchia cambia da favorevole a contrario).

Le modifiche al meridiano 180°, poste allo scopo di adeguarlo alla suddivisione geopolitica dei territori, sono particolarmente rilevanti anche perché danno conto del fondamentale ruolo del disegno cartografico. Per tale ragione, in ambito didattico, è specialmente importante offrire agli studenti rappresentazioni a scala adeguata; sono, pertanto, opportune due cose: anzitutto partire sempre dalla piccola scala (onde poter illustrare la posizione assoluta); in secondo luogo, offrire ingrandimenti a grande e grandissima scala (per meglio studiare la posizione relativa). Questi due banalissimi concetti non sono pressoché mai rispettati in toto, negli studi scientifici, né nelle "risorse" offerte dal *web*.

Un'ottima sintesi della situazione contemporanea del disegno cartografico è data da queste riflessioni: «Despite the recent attention devoted by the social sciences to the perception of images [...] geography has so far produced practically no systematic attempts to develop a visual theory. [...] Despite some interest in specific visualization-related issues, such as the iconography of landscape [...], travel, [...] surveillance technologies [...] or tourism, [...] it cannot be said that the discipline is dedicated to an in-depth consideration of the nature of the map and its role. [...] with few notable exceptions, geographers' interest in

34 Si è mantenuta l'ortografia originale, ragione per la quale si legge: «Portughesi», «Amacao»; «perche» e «talche», senza accento acuto; «mondo» scritto or con la maiuscola, or con la minuscola.

35 Si vedano anche: Wheeler (1885); U.S. Congress Senate, Committee on Interstate and Foreign Commerce (1948); Palmer (2002).

36 I numeri non coincidono in parte perché alcune fonti indicano i convocati, mentre altre i presenti; le fonti stesse talora si limitano ad annoverare solo i Paesi presenti nella prima sessione della Conferenza. Non v'è, in questa sede, spazio per approfondire, ma si noti, ad esempio, che, nel caso di wikipedia (sia italiano sia inglese), v'è l'uso di indicare il Regno di Svezia e Norvegia (effettivamente riuniti, fra il 1814 e il 1905, sotto il casato dei Bernadotte di Svezia), ma l'elenco della Conferenza usa il solo nome Svezia.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

visuality has not translated into an analogous interest in and commitment to a renewal of cartographic epistemology. The reasons for this reluctance, analyzed above, suggest, I believe, that geographers' infrequent use of maps today is attributable not only to cartographic inertia, and to the limits inherent to traditional cartographic representation itself (limits that are due to the difficulty in representing reality in a geometrically rationalized space), but also, and above all, to the diffidence engendered by the critical currents. According to this viewpoint, it is methodologically incorrect to conceive of the spatialization of contemporary phenomena in cartographic terms, for the geometric language that it imposes is anything but neutral. Rather, it responds to a specific view of knowledge (modern positivist epistemology) and, above all, to very specific power relations (those that led to the formation of the modern nationstate). This situation can affect our reading of space – regarding the hierarchy of places, for example. Cartography would thus tend to discipline reality, simplify it and confine it to interpretive cages that risk being highly misleading» (Boria, 2013, pp. 9-10, *passim*).

Quanto osservato da Boria ci induce a ritenere, anzitutto, che la gran corsa a ciò che definiremmo "conformità epistemologica" non abbia grandemente agevolato i rapporti fra Cartografia e Geografia[37], anche perché la tanto citata mancanza di obiettività del disegno cartografico sembra essere più che altro un alibi per trascurare l'utilizzo dell'illustrazione cartografica negli studi. Boria, peraltro, ci rammenta come (negli studi sul paesaggio, i viaggi, la tecnologia di sorveglianza ed il turismo) si faccia ancora uso di immagini, ma noi sottolineiamo come le immagini in generale e le immagini cartografiche in particolare abbiano un ruolo chiave nel mantenere viva la natura interdisciplinare della Geografia umana *in toto* (concetto, anch'esso, semplice, ma spesso trascurato).

7. L'Occidente ad Oriente: rischi della semplificazione ed altre riflessioni didattiche

Allo scopo di verificare l'adeguatezza delle fonti per costruire UDA[38], si prende, ora, in considerazione un'emblematica sintesi.

In una sua breve nota, Vicentini (2021)[39], trovandosi in Australia, osserva la giornata «più avanti» (il Sole, che sorge ad Est, arriva prima sulla linea dell'orizzonte). A partire da questa convenzione, l'ingegnere propone una riflessione intorno al fatto che la separazione tra Est ed Ovest sia una convenzione, affermando che: «*La geografia ha stabilito che sia Greenwich*, con il suo osservatorio, a costituire il punto in cui passa il Meridiano "zero". Suddividendo l'ellissoide in 360 gradi di longitudine si sono stabilite le coordinate geografiche dei diversi luoghi sulla Terra, eseguendo il *processo di geocoding*» (Vicentini, 2021).

In proposito, vanno rilevate 3 cose.

Anzitutto, attribuire la paternità di tale convenzione alla Geografia (senza specificare se fisica o umana)[40] vuol essere certamente un omaggio all'importanza della stessa, ma tale ossequio risulta piuttosto una semplificazione, giacché, al più, dovremmo dire che si tratta di una convenzione cartografica. L'uso di assimilare Geografia e Cartografia è piuttosto comune[41] (e nuovamente depone in favore della rilevanza della Geografia), ma forse è giunto il tempo di inserire, anche nei ragionamenti didattico-divulgativi, la consapevolezza di come, dati i progressi della scienza cartografica, il geografo ed il cartografo siano ormai due mestieri completamente diversi (per quanto dotati di comune ascendenza).

In secondo luogo, utilizzare la locuzione «suddividere l'ellissoide», senza specificare che trattisi di un modello geometrico, che, invero, si parla pur sempre della Terra e

37 Ferrier (1854), d'altra parte, parlava di validità, ma anche di limiti della conoscenza scientifica; i limiti non possono, pertanto, essere uno spauracchio, ma semplicemente una parte del ragionamento epistemologico. In generale, lo spettro dell'imperfezione non dovrebbe giustificare alcuna omissione, ma, forse, stimolare l'approfondimento.

38 Per approfondire, si vedano: "Come strutturare un'Unità Didattica di Apprendimento" (2023); Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2018); Saitta (2020); si vedano, altresì, per le scuole d'infanzia e primaria, le interessanti riflessioni della Massaro (2022).

39 Se ne veda la biografia in: erickson.it/it/autori/matteo_vicentini (ultimo accesso: 29 ottobre 2024).

40 Suggeriremmo, peraltro, l'uso della maiuscola, per «Geografia», ma rimandiamo a cose già scritte; si veda, in proposito, Candura (2018, p. 1).

41 Si pensi, ad esempio, alla celebre opera di Lacoste *La géographie, ça sert, d'abord, à faire la guerre* (1976), ove il geografo francese usa «geografia» pressoché come sinonimo di «cartografia».

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

che, in ogni caso, si dovrebbe dire «ellissoide di rotazione», significa dar per scontate alcune conoscenze cartografiche che non tutti possiedono.

Infine, qualunque ellissoide ha 360° di ampiezza angolare[42], quindi la spiegazione è imprecisa sotto il profilo logico. Non si suddivide in 360°, semmai s'individuano i meridiani di riferimento[43] che consentano l'individuazione immediata delle longitudini; il «processo di *geocoding*»[44] non è esattamente ciò che si compie con la convenzione del meridiano zero, anche perché occorre tracciare pure i paralleli.

Proseguendo nella lettura, troviamo una parte didatticamente efficace, benché troppo sintetica: «*Semplicisticamente si può dire che quando sul meridiano di Greenwich è mezzogiorno allora è mezzanotte sull'antimeridiano* (ovvero il meridiano 180° W). L'antimeridiano di Greenwich va dai territori di Ross dell'Antartide fino allo stretto di Bering lambendo Vanua Levu ed altre piccole isole. Quando alla fine dell'800 si scelse Greenwich come meridiano di riferimento si operò probabilmente una scelta non solo europeo-centrica, ma anche un'opzione di buonsenso. *La linea di cambio data*, infatti, è stata ricavata sulla base del tracciato dell'antimeridiano, con ampie eccezioni ma senza grossi scossoni per la società mondiale. Immaginate se si fosse scelto di posizionare la linea del cambio di data proprio in corrispondenza del meridiano londinese: a Londra sarebbero state ad esempio le una di pomeriggio della domenica, a Parigi e Roma già mezzogiorno del lunedì! Questa questione nel mondo globalizzato degli scambi e dei contatti sarebbe stata di difficile applicazione e credo che la scelta fu allora lungimirante, perché impattò su poche persone» (Vicentini, 2021). Non è scontata la scelta dell'uso anglosassone «West», quindi la sigla W, in luogo del nostro Ovest, non in ambito didattico; l'anglofilia (con annessa "anglizzazione") pare essere inevitabile, ma, proprio per questo, ad ogni passo ceduto alla lingua inglese, occorrerebbe sempre specificare, appunto, che si stia utilizzando un suo termine. In altre parole (italiane), abituare il discente a servirsi di termini inglesi è un utile esercizio della mente solo a condizione di ricordare, di quando in quando, anche le parole italiane.

La Collocazione del meridiano 180° Ovest, rispetto a Vanua Levu (Fiji), si può osservare nella carta riportata dal sito *World Factbook*, nella pagina «Fiji»[45], ma ciò non è sufficiente. Il meridiano 180° Ovest, infatti, non «lambisce», bensì taglia, ancorché di poco, la parte nord-est di Vanua Levu, come si può constatare utilizzando, ad opportuna scala, *Google Earth Pro*.

Tolte, per inciso, le consuete e consunte osservazioni intorno all'utilizzo abbondante e superficiale dell'aggettivo "globalizzato"[46], le osservazioni di Vicentini (2021) paiono, in prima battuta, lasciar intendere che si siano prese in considerazione le reali esigenze dell'umanità, nello stabilire la linea del cambio di data, mentre, come emerge chiaramente dagli atti della Conferenza di Washington[47] si tratta di decisioni conseguenti le esigenze politiche, ciò che, effettivamente, viene specificato più oltre; una sorta di "inizio del tempo", così come è portata la questione alla Conferenza, è sin troppo evidente nella sua valenza di potere simbolico, pertanto andrebbe meglio evidenziata, da subito.

Nell'immenso tessuto della letteratura odeporica, appare ottima la scelta di Vicentini (2021), di citare Phileas Fogg[48] (Verne, 1873) , come esempio di viaggio verso Est (quindi

42 «Un *ellissoide* è una figura geometrica tridimensionale che si può immaginare come una versione allungata o schiacciata di una sfera. In altre parole, è una superficie liscia e chiusa, simile a una sfera, ma con proporzioni diverse lungo i suoi assi x, y, z. Un ellissoide si ottiene facendo ruotare una ellisse attorno a uno dei suoi assi di simmetria» (andreaminini.org/geometria/ellissoide ultimo accesso: 1° dicembre 2024).

43 ... a partire dal meridiano fondamentale, che, peraltro, è una semi-circonferenza, ciò che non è immediatamente specificato da Vicentini, ma spiegato solo qualche riga più sotto.

44 Si vedano, in proposito: mapschool.io/geocoding.it e spiegato.com/che-cose-la-geocodifica (ultimo accesso: 29 ottobre 2024).

45 Si veda la Repubblica delle Fiji in: cia.gov/the-world-factbook/countries/fiji/map/ (ultimo accesso: 29 ottobre 2024), pagina che, peraltro, consente di riflettere intorno all'utilità di porre (in alcuni casi) latitudini e longitudini nella cornice della carta, senza affollarla con le linee e potendo meglio distinguere toponimi e profili dei territori.

46 ...*ab origine* coniato ad intendere l'unificazione (quindi il planetario contatto) dei mercati, conseguente l'evoluzione tecnologica; il termine è poi tracimato in altri settori, sempre a significare l'aumento delle comunicazioni. Se ne veda anche la definizione in: treccani.it/enciclopedia, *sub voce* «globalizzazione» (ultimo accesso: 29 ottobre 2024).

47 *International Conference* [...] (1884); US Congress Senate [...] (1948).

48 ...ma ci permettiamo di contestare l'uso dell'abbreviazione «Phil», da parte di Vicentini (2021), essendo da preferire sempre il testo originale: «[...] Phileas Fogg, l'une des personnes les plus étonnantes et les plus remarquées du Reform Club de Londres. On ne savait rien sur cet homme tranquille, on savait seulement qu'il était beau et très poli [...]» (Verne, 1873, p. 5).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

acquisizione di un giorno), alla rincorsa del tempo attraverso lo spazio; queste due dimensioni, peraltro, pongono in evidenza anche le modifiche dei rapporti umani, soprattutto se si pensa a Jean Passepartout[49] (vivace, loquace e cordiale contrappunto all'aspetto riservato e freddo di Fogg) che, al termine della narrazione, si scopre anche inaspettatamente leale nei confronti del padrone. Ne ricordiamo, peraltro, la piacevolissima auto-presentazione: «[…] Jean, monsieur, Jean Passepartout, ainsi nommé parce que je sais me débrouiller. Je crois être un bon garçon […]» (Verne, 1873, p. 6).

L'esempio di Verne, peraltro, è efficace ed utilizzato in più ambiti; si vedano, ad esempio, le considerazioni relative al ruolo sociale degli standard orari internazionali: «Jules Verne captured the general confusion in his serialized novel *Around the World in 80 Days,* published in the Paris magazine *Temps* (1872). The account of Phileas Fogg's surprise victory in the global race because of confusion over the calendar appeared a full decade before the official placement of the International Date Line in the mid–Pacific Ocean by the delegates at the International Meridian Conference» (Palmer, 2002, p. 9)[50]. Si veda, altresì, l'esilarante riflessione di Manzi (2002, p. 29) che si domanda cose sceglierebbe oggi Phileas Fogg fra il Concorde ed un aereo di linea normale. Il tema odeporico è, evidentemente, uno dei migliori ingrandimenti interdisciplinari.

7.1 Le coordinate coordinabili

Il cenno ai criteri di adozione dell'ora locale (pur con l'efficace esempio delle dieci ore di differenza tra Kaliningrad e Petropavlovsk-Kamčatskij) pare, invero, un'occasione perduta da Vicentini (2021) per costruire ed indagare una regionalizzazione oraria del Globo terracqueo, che porrebbe ottime basi al concetto di percezione ed alle sue applicazioni nella dimensione spazio-temporale degl'insediamenti umani.

In molte presentazioni vi sono, invero, atmosfere didascaliche che appaiono davvero troppo occidentali, anche ove il parlante/scrivente desideri essere massimamente obiettivo (paradossalmente, proprio ove si cerchi ossessivamente l'obiettività, si giunge ad una discutibile "occidentofilia" con adiacente complesso di superiorità, invisibile agli occhi di chi la pratica).

È, vieppiù, chiaro come l'assenza d'illustrazioni cartografiche adeguate renda specialmente ostico l'utilizzo didattico del citato contributo, specialmente ove cerca di descrivere nel dettaglio il disegno della linea: «La linea del cambio dell'ora può "permettersi" di coincidere in buona parte con il centottantesimo meridiano in quanto non si trovano né masse continentali sulla sua strada, e nemmeno grosse isole. Nello stretto di Bering, all'estremo Nord, la questione è risolta con l'appartenenza ad USA o Russia di alcune piccole isole degli arcipelaghi delle Diomede e delle Aleutine, per cui la partita del cambio di data si gioca per lo più in Polinesia. Le isole Samoa sono suddivise politicamente tra Samoa Orientali, che sono un territorio statunitense e Samoa Occidentali, uno stato indipendente. Si pensi al nome dello Stato indipendente: Samoa Occidentali può essere interpretato come isole che, nell'arcipelago Samoa, stanno più a Ovest rispetto alle isole Samoa Orientali, ma sono ad Occidente anche in senso assoluto, in quanto sono un arcipelago con due isole piuttosto grandi (oltre i 1000 km2 ognuna) che si trovano appena oltre il 180 parallelo, alla destra dello stesso» (Vicentini, 2021).

L'Occidente ad Oriente, per così dire, non può esser presentato se non attraverso una cartografia a scala adeguata, sulla quale il giuoco di parole porti un'immagine efficace e stimoli l'attenzione.

Per le isole Samoa e la loro collocazione rispetto alla linea, ad esempio, si può utilizzare la cartografia fornita da *University of Texas Libraries*[51], che fornisce una rappresentazione a scala appropriata; va, peraltro, colta l'occasione per ragionare intorno ai toponimi ripetuti.

Intorno alla questione dei mutamenti imposti al disegno della linea del cambio di data, ci si ritrova continuamente innanzi ad immagini prive di data, ciò che rende estremamente difficile illustrare e collocare cronologicamente la situazione geopolitica.

In particolare, la modifica del 2011-12 non si ritrova anche su carte con data successiva, il che non lascia ben sperare intorno alla qualità delle stesse. La rappresentazione

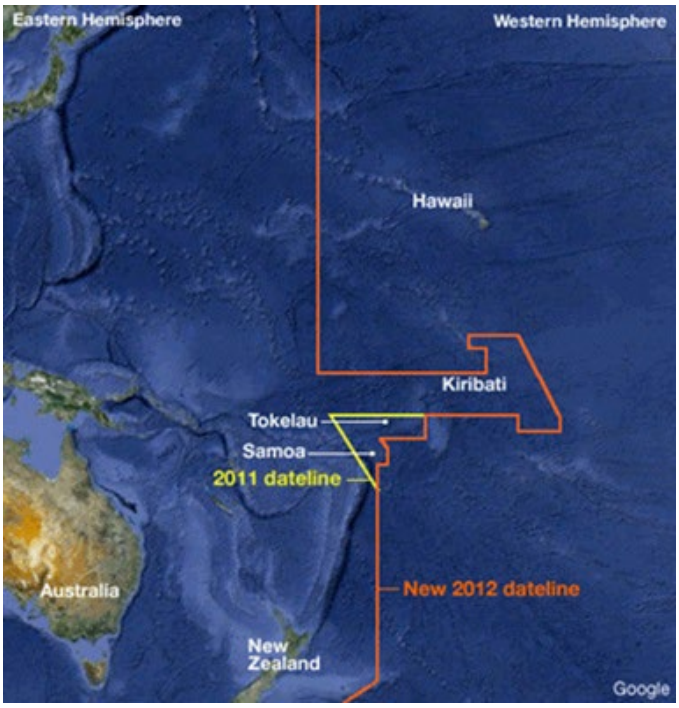
49 Se ne veda la gustosa descrizione in: sparknotes.com/lit/around-the-world-in-80-days/character-jean-passepartout/ (ultimo accesso: 30 ottobre 2024).

50 Invero, nell'articolo di Palmer, il nome di Fogg è errato, giacché l'Autore scrive «Phineas», in luogo di «Phiuleas»; si è ritenuto opportuno correggere l'errore, nella citazione.

51 lib.utexas.edu/maps/australia/samoa_islands_2002.gif (ultimo accesso: 28 ottobre 2021).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 2 - Modifica (2011-12) della linea del cambiamento di data, rispetto alla posizione di Samoa e Tokelau.



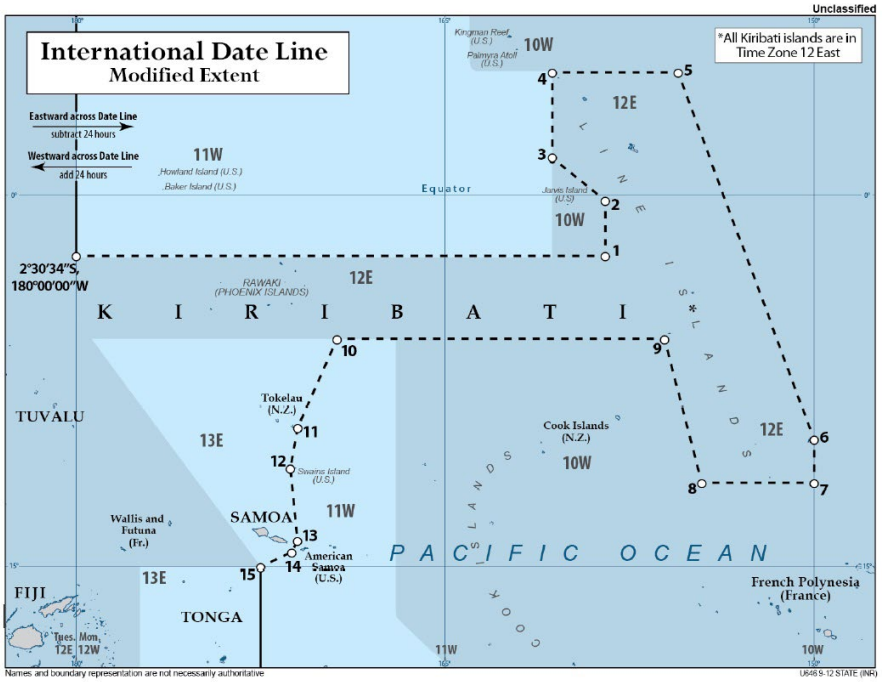
FONTE: BBC (30 dicembre 2011); Montoleone, (s.d.)

cartografica più chiara e fruibile, relativamente a questa rettifica, si trova in un articolo comparso sul sito della BBC (30 dicembre 2011)[52]. In poche righe, peraltro, l'articolo sintetizza motivi e conseguenze del cambiamento, riportando i classici dati statistici che pongono l'attenzione sulle questioni geo-umane: «Samoa and Tokelau have skipped a day - and jumped westwards across the international dateline - to align with trade partners. As the clock struck midnight (10:00 GMT Friday) as 29 December ended, Samoa and Tokelau fast-forwarded to 31 December, missing out on 30 December entirely. Samoa announced the decision in May in a bid to improve ties with major trade partners Australia and New Zealand. Neighbouring Tokelau decided to follow suit in October. The change comes 119 years after Samoa moved in the opposite direction. Then, it transferred to the same side of the international date line as the United States, in an effort to aid trade. But New Zealand and Australia have become increasingly valuable trade partners for the country. [...] Samoan Prime Minister Tuila'epa Sailele Malielegaoi said he expected to see immediate benefits from the change, particularly for the tourist industry, as Samoans would now have five working days of continuous contact with counterparts in New Zealand and Australia. [...] "While it's Friday here, it's Saturday in New Zealand, and when we're at church on Sunday, they're already conducting business in Sydney and Brisbane" the prime minister said in the countdown to the switch. [...] He added that the change would have particular benefits for Samoans needing to travel to New Zealand to attend to family business. Samoa is located approximately halfway between New Zealand and Hawaii and has a population of 180,000 people. Around 131,000 people living in New Zealand are of Samoan descent, according to New Zealand's 2006 census. Local time up to 29 December had been 23 hours behind Auckland - but now it is one hour ahead. Tokelau is a tiny New Zealand-administered territory of three islands. It lies to the north of Fiji, approximately half-way between Hawaii and the Australian coast» (BBC, 2011).

52 Articolo ripreso da Montoleone (s.d.), che riporta l'immagine con una definizione migliore.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 3 - Modifiche 2011-12 alla *International Date Line*



FONTE: Schwartz, (2012), allegato successivo alla p. 2.

Il dettaglio della linea è ben illustrato da Schwartz, (2012), nell'allegato successivo alla pagina 2[53]; pur nella precisione del documento, notiamo, tuttavia, l'assenza della data nell'illustrazione.

In effetti, il pur lodevole ragionamento di Vicentini (2021) intorno ai recenti cambiamenti alla linea del cambio di data richiederebbe una illustrazione cartografica adeguata che, peraltro, sarebbe ottima occasione per spiegarne le ragioni: «I rapporti commerciali di queste isole con le vicine Figi e con la Nuova Zelanda hanno fatto richiedere, una decina di anni fa, di modificare la linea del cambio di data al fine di trovarsi, pur con una o due ore di differenza, nello stesso giorno rispetto agli stati più vicini. Significativo il fatto che questa operazione sia stata fatta anche da Kiribati e Tonga, in tempi diversi, mentre i territori non sovrani come le Samoa Orientali, ma anche le isole Cook e Niue abbiano mantenuto la convenzione di essere un giorno "indietro" rispetto al resto dell'Oceania. Addirittura le isole Cook, che pressoché baricentriche rispetto all'arcipelago di Kiribati, di fatto estesissimo, sono esattamente un giorno indietro in quanto adottano il fuso UTC-10, mentre per una parte dell'arcipelago di Kiribati è stato introdotto il fuso UTC+14. I due arcipelaghi sono distanti ben 2.500 km e si presume che questa differenza sia decantata proprio grazie all'assenza di rapporti stretti tra lo Stato sovrano e la sovranità non indipendente» (Vicentini, 2021). Per commentare questa importante modifica, occorrerebbe partire da una carta generale che mostri le posizioni assolute e relative degli arcipelaghi, quale quella di *worldatlas.com*[54] (ove si può osservare la collocazione delle isole Cook e Niue, ma, nella scheda delle isole, non sono riportate le coordinate...), seguita da quella già citata, riportata da BBC (30 dicembre 2011), ove s'individuano le modifiche riportate in corrispondenza di Samoa e Tokelau nel 2011-12.

La carta della Repubblica delle Kiribati riportata su *The World Factbook* offre una buona panoramica, ma non

53 La *legenda* è nel documento (Schwartz, 2012, pp. 1-2).

54 Protette da copyright, quindi non riproducibili nel presente contributo.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

comprende la rappresentazione di Niue, che compare nella carta generale dell'Oceania. Consultando l'immagine su *web*, ad adeguato ingrandimento, è possibile individuare la posizione di Niue, rispetto alle isole Cook ed a Kiribati; non è, tuttavia, indicata la linea internazionale del cambiamento di data.

L'approfondimento geo-storico che conclude il contributo di Vicentini (2021) risulta un ottimo strumento interdisciplinare, ma, anche qui, l'illustrazione riportata andrebbe meglio descritta: «La questione dell'antimeridiano nasce come problema già a cavallo tra il 1400 ed il 1500 con il famosissimo trattato di Tordesillas (1494 con successive modifiche), che doveva tracciare le aree di influenza dell'espansionismo coloniale tra Portogallo e Spagna. In quel mondo ancora non totalmente conosciuto e misurato, la circumnavigazione di Magellano si prese la libertà di battezzare le Filippine come territorio "non oltre" l'antimeridiano, ovvero più a ovest dello stesso. Nella carta del Cantino si vede il meridiano stabilito da papa Borgia: si trova all'altezza del meridiano 38° e delimita le aree di influenza su Africa ed America. Potenzialmente la linea tracciata poteva influenzare anche le altre terre non ancora scoperte, per cui le Filippine furono visitate ed in qualche modo "annesse" da Magellano, che qui trovò la morte. La Spagna da quel momento in avanti fino alle soglie del '900 ebbe sempre il dominio sull'arcipelago che si trova molto più ad Ovest del meridiano 142° E. I meridiani, pertanto, configurano oggi come ieri delle convenzioni e tracciano i confini di sfere politiche che si affermano con ampie eccezioni, motivate da spinte diverse» (Vicentini, 2021).

In particolare, dovrebbe essere meglio ingrandita ed illustrata la Raya[55], quale "progenitrice" del meridiano fondamentale ed andrebbero citati alcuni approfondimenti[56], anche allo scopo d'illustrare l'approssimazione che il Trattato di Tordesillas impose (in assenza di precise nozioni per la misurazione della longitudine) per spartire i territori tra Spagna e Portogallo.

L'articolo di Vicentini (2021) è un suggestivo esempio delle difficoltà che s'incontrano nel voler reperire adeguati materiali didattici, pur rivolgendosi a riflessioni prodotte da esperti (od aspiranti tali).

8. I depositi cartografici come strumento didattico

Le antiche e vere radici della Didattica della Geografia (*ab origine*, molto più legata alla Didattica della Cartografia di quanto sia in età contemporanea) affondano nel suo rapporto simbiotico con la Storia, come si può desumere, fra gli altri, anche da Polverini (1992). Il ruolo della cartografia, pronuba nel formare un criterio di studio del rapporto Uomo-Pianeta, pone in luce non solo la natura interdisciplinare dello strumento cartografico, ma anche il ruolo di "catalizzatore" dello strumento stesso (Candura, 2010). Le numerose implicazioni (geo-cartografiche, storiche, economiche, linguistiche, giuridiche, geopolitiche *et similia*) della convenzione dei fusi orari, avendo generati straordinari mutamenti (e miglioramenti) nelle relazioni fra società umane, possono essere fonte di molteplici spunti didattici, casi di studio e stimoli dell'attenzione degli studenti. Il potersi ricondurre l'idea di detti fusi ad un Italiano, appunto Filopanti, è specialmente incoraggiante, soprattutto in un'epoca nella quale le identità culturali (anche ove consolidate) vengono messe in discussione.

Sin qui, la presente ricerca ha analizzato alcuni depositi cartografici, fisici e digitali (*Biblioteca Nazionale Centrale*, *Bibliothèque Nationale de France*, *British Library*, *Library of Congress*, *University of Texas Libraries*), allo scopo di saggiare la presenza e disponibilità di cartografia specifica (non solo ad uso didattico) volta ad illustrare a scala opportuna il disegno dei fusi e le modifiche apportate agli stessi, nel tempo. È stata compiuta una prima valutazione del rapporto fra presenza di cartografia illustrativa dei fusi orari ed importanza riconosciuta agli stessi attraverso la divulgazione; i risultati non sono, purtroppo, incoraggianti, specialmente in relazione all'importante variazione che interessò Samoa e Tokelau[57].

Sotto il profilo strettamente didattico (e divulgativo) il lavoro di reperimento di materiali ha dato scarsi frutti. Si è constatata, non certo per la prima volta (e non certo per il solo caso dei fusi orari) la abbondante disponibilità e diffusione di carte a scala inadeguata e prive di aggiornamenti. Di queste va anche evidenziata la

55 370 leghe, *id est* 1770 chilometri ad ovest delle isole di Capoverde.

56 ...ad esempio: Gaspar (2012), Milanesi (2001) e Zimmerman (2021).

57 Ad esempio: alla *British Library*, si trovano solo carte datate 1938, 1931 e 1933; alla *University of Texas Libraries*, la datazione non va oltre il 2015; in tutti i casi, la data non vien fatta coincidere con l'effettivo aggiornamento della cartografia.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

scelta assolutamente casuale della proiezione cartografica utilizzata (quasi mai indicata)[58] nelle rappresentazioni planetarie dei fusi; ciò è particolarmente spiacevole, ad esempio, nelle dissertazioni divulgative che trattino il rapporto fra l'estensione degli Stati ed il numero di fusi orari adottati (Launchbury, 2024), come pure nei contributi specifici relativi alla storia dei fusi orari stessi (Molari, 2012, p. 15). Inoltre, la quasi totalità delle rappresentazioni cartografiche "finge" che l'Antartide non esista[59], in palese contraddizione con ogni riflessione intorno all'educazione geografica[60]. Per utilizzi didattici, occorre pertanto che il docente abbia un'adeguata conoscenza dello strumento cartografico e si prodighi nella costruzione di una carta generale a piccolissima scala, collegata ad opportuni ingrandimenti.
È da rilevare, infine, che l'insieme degli strumenti disponibili non riconosce molta importanza alla visione cartografica planetaria ed all'osservazione trans-scalare (Landini, 1999), limitandosi a fornire, nel caso delle applicazioni, il solo dato relativo alla conversione delle ore.

9. Considerazioni conclusive

Come si è sottolineato sopra, le ricerche svolte per il presente contributo hanno posto in luce sia una scarsa conoscenza del fondamentale apporto di Quirico Filopanti all'invenzione del sistema dei fusi orari (oltre al suo esempio di eclettismo interdisciplinare), sia una generale carenza d'illustrazioni cartografiche utili a scopo educativo e divulgativo, il principale intento essendo proprio quello di fornire una prima cernita di materiali efficaci per la didattica, nella fattispecie per costruire un'UDA. Tale scarsità è stata osservata spesso, da chi scrive, in merito ai più disparati temi; è, tuttavia, possibile affermare e concludere che, mai come per quanto attiene i fusi orari (non solo in relazione a Filopanti), si sia riscontrata una simile povertà d'immagini utilizzabili al fine d'illustrare la genesi e l'importanza di questa convenzione internazionale.
Si tratta di un altro punto a sfavore della concreta possibilità di gettare le basi per costruire il «linguaggio della geo-graficità» (MIM, 2025, p. 78) e per una vera interazione tra Geografia e Storia.
Un punto specialmente dolente, nell'epoca delle magnifiche (tecnologiche) sorti progressive e della sconfinata riproducibilità tecnica (Benjamin, 1966, ma 1939) dell'opera dell'Uomo. Si tratta anche di un ulteriore spunto di riflessione intorno all'utilizzo della cartografia, nella descrizione delle dinamiche Uomo-Pianeta.
In ciò che definiremmo "informatico moltiplicarsi delle informazioni", il lavoro di reperimento e organizzazione dei materiali per costruire una UDA trova, com'è noto, un ostacolo, anziché un ausilio; vieppiù, dopo aver navigato faticosamente nell'illuminato *web*, il docente si trova spesso, come nel caso qui esposto, in ristrettezza di strumenti.

58 Rimane ancora molto utile la consultazione del manuale di Snyder e Voxland (1989).

59 Si veda, in proposito, Candura (2018, pp. 86 e segg.).

60 Si vedano: van der Schee, Lidstone, Brooks (2014); IGU (2016a 2016b); De Vecchis, Giorda (2018).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Alastair, I. (1999), *The battle for the Millennium Dome*, Irvine News Agency, Londra.

Bacchelli, R. (2021), *Il mulino del Po*, Mondadori, Milano, Coll. «Oscar Moderni Baobab», 2021; (1a ed. Milano, Biblioteca Moderna Mondadori, 3 voll. 1938-40).

Barnett, J.E. (1999), *Time's pendulum: from sundials to atomic clocks, the fascinating history of timekeeping and how our discoveries changed the world*, Harcourt Brace, San Diego (CA, USA).

BBC (2011, ed. by), "Samoa and Tokelau skip a day for dateline change", in. *bbc.com/news/world-asia*, 30 December (ultimo accesso: 17 luglio 2025).

Benjamin, W. (1966), *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*, Einaudi, Torino (1a trad. it. dalla III ed. *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*, 1939, approvata dell'Autore).

Bianucci, P. (2009), *Le macchine invisibili: scienza e tecnica in tre camere e cucina*, Longanesi, Milano.

Boria, E. (2013), "Geographers and Maps: A Relationship in Crisis", in: *L'Espace Politique. Revue en ligne de géographie politique et de géopolitique,* 21, 3, pp. 1-16.

Candura, A.R. (2010a), "La Cartografia insegna sé stessa", in: *Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia*, 138, pp. 59-65.

Id., (2010b), "Territori disciplinari: la Cartografia pronuba", in: *Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia*, 139-140, pp. 215-224.

Id., (2018), *Geografia. Un'introduzione critica*, Mondadori Università, Milano.

Candura, A.R., De Paoli, O. (2016), "Modello, linguaggio, stereotipo", in: R. Pagani, G. Chiesa (a cura di), *Urban data. Tecnologie e metodi per la città algoritmica*, Franco Angeli, Milano, pp. 87-112.

Capello, C.F. (1968), *La lettura delle carte topografiche e l'interpretazione dei paesaggi*, Giappichelli, Torino.

Carmel, E. (2006), "Building Your Information Systems from the Other Side of the World: How Infosys Manages Time Zone Differences", in: *MIS Quarterly Executive*, 5, 1, pp. 43-53.

Carletti, F. (1701), *Ragionamenti di Francesco Carletti Fiorentino sopra le cose da lui vedute ne' suoi viaggi si dell'Indie Occidentali, e Orientali Come d'altri Paesi*, Stamperia Giuseppe Manni, Firenze.

Casale, G. (2024) "Leggere Ruscelli a Istanbul. L'incontro di un *müderris* ottomano con un'opera di cartografia rinascimentale", in: M. Kappler (a cura di), *Riflessi e ombre nel Mar Bianco Scambi e interazioni tra Europa, Impero ottomano e Turchia. Scritti in onore di Giampiero Bellingeri*, Edizioni Ca' Foscari, Venezia, pp. 35-51.

Cassini, G.D. (1695), *La meridiana del tempio di S. Petronio tirata, e preparata per le osservazioni astronomiche l'anno 1655, rivista, e restaurata l'anno 1695*, erede di Vittorio Benacci, Bologna.

Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite (2019), *Trasformare il nostro mondo: Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile,* in: unric.org (ultimo accesso: 17 luglio 2025).

"Come strutturare un'Unità Didattica di Apprendimento", (2023), in: *oltreladidattica.com*, 13 gennaio (ultimo accesso: 17 luglio 2025).

Creet, M. (1990), "Sandford Fleming and universal time", in: *Scientia Canadensis*, 14, pp. 66–89.

D'Ambrosio, R. (1931, I ed.), *Fusorario D'Ambrosio con istruzioni per l'uso e cenni sui fusi orari generali e sull'ora legale. Riservati per tutti i paesi del mondo i diritti di pubblicazione, riproduzione, traduzione, modificazione, anche in parte, del fusorario e delle presenti*, Vallardi, Milano.

Id., (1943, II ed.), *Il "fusorario" per conoscere immediatamente l'ora*

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

legale e l'ora media locale di un luogo qualsiasi della terra: cenni sui fusi orari e cronistoria del sistema, U. Hoepli, Milano.

De Vecchis, G:, Giorda, C. (a cura di) (2018), *La Carta Internazionale sull'Educazione Geografica. L'eredità di Andrea Bissanti*, Carocci, Roma.

Dizionario Biografico Degli Italiani (1964 -1977), a cura di Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani, Società Grafica Romana, Roma, voll. 6 e 20.

Downing, A.M.W. (1900), "Where the Day Changes", in: *Journal of the British Astronomical Association*, 10, pp. 176-178.

Enciclopedia Italiana Di Scienze, Lettere Ed Arti, (1929-1937), Istituto dell'Enciclopedia Italiana, di Giovanni Treccani e Giovanni Gentile, Roma, 35 voll.

Faghül, F.I., Ehrig-Eggert, C., Neubauer, E. (1992), *Studies on Abul-Fida' al-Ḥamawi (1273–1331 A.D.)*, Institute for the History of Arabic-Islamic Science (Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften) Johann Wolfgang Goethe University, Frankfurt am Main.

Farné, R. (2024), *Alberto Manzi. L'avventura di un maestro*, Seconda edizione ampliata, Bologna University Press, Bologna.

Ferrier, J.F. (1854), *Institutes of Metaphysic. The Theory of Knowing and Being*, Wiliam Blackwood and Sons, Edinburg, London.

Filopanti, Q. (1837), *Dell'influenza delle arti e delle scienze sull'incivilimento e di questo sul migliore stato della società. Orazione del dottor Giuseppe Barilli con note*, seconda edizione, presso Montanari e Maradini, Faenza.

Id., (1858-1859-1860), *Miranda: a book divided into three parts entitled Souls, Numbers, Stars, on the neo-Christian religion: with confirmations of the old and new doctrines of Christ: from wonders hitherto unheeded in the words and divisions of the Bible: in the facts and dates of history and in the position and motions of the celestial bodies*, 3 voll., James Morgan, London.

Id., (1862), *Sunto della memoria sulle geuranie ossia di alcune singolari relazioni cosmiche della terra e del cielo letta dal prof. Quirico Filopanti nella seduta del 9 gennaio 1862 dell'Accademia delle scienze di Bologna*, Tipi Gamberini e Parmeggiani, Bologna.

Id., (1872 a), *L'universo. Lezioni popolari di filosofia enciclopedica e particolarmente di Astronomia e di Antropologia cioè intorno ai principii fondamentali di tutte le Scienze, ed in particolare intorno al cielo, ed all'origine e Storia dell'Uomo. Date nelle principali città d'Italia da Quirico Filopanti già Professore ordinario di Meccanica e d'Idraulica poscia libero insegnante delle medesime Scienze nell'Università di Bologna*, Stabilimento tipografico di Giacomo Monti, Bologna.

Id., (1872 b), *Presa delle rotte colle tele, Nota di Quirico Filopanti*, Estratto del Monitore di Bologna, numeri 216, 217, 218, Società Tipografica dei Compositori, Bologna.

Id., (1875 a), *Il Tevere e la campagna di Roma: conferenza tenuta nel teatro Dal Verme, a Milano, il 4 luglio 1875*, Fratelli Treves, Milano.

Id., (1875b), *Sulle bonifiche romane proposte dal generale Giuseppe Garibaldi*, Tipografia romana, Roma.

Id., (1888), *Festival o commemorazione festiva, impropriamente detta centenario della fondazione dell'università di Bologna, 12 giugno 1888*, Tip. Azzoguidi, Bologna.

Gaspar, J.A. (2012) "Blunders, Errors and Entanglements: Scrutinizing the Cantino Planisphere with a Cartometric Eye", in: *Imago Mundi*, 64, pp. 181–200.

van Gent, R.H. (2017), "A History of the International Date Line", in: *webspace.science.uu.nl* (ultimo accesso: 10 ottobre 2024).

George, A. (2007), *Timeline story of clock and calendar*, American Media House, Fairfax (VA, USA).

Gomarasca, M.A (2004), *Elementi di geomatica*, ed. AIT, Artestampa, Galliate Lombardo (VA).

Green, L.E. (1979), *Sandford Fleming,* Fitzhenry & Whiteside, Calgary (AB, Canada).

Heath, A. (2017) "Filopanti Does Simple and Pretty Time Zone Conversion", in: *idownloadblog.com/*, 16 novembre (ultimo accesso: 18 dicembre 2024).

Hedges, L.V. (1987), "How Hard Is Hard Science, How Soft Is Soft Science? The Empirical Cumulativeness of Research Department of Education", in *American Psychologist*, 42, 2, pp. 443-455.

Howse, D. (1980), *Greenwich Time and the Longitude: Official Millennium Edition*, Oxford University Press, Oxford, New York.

International conference held at Washington for the purpose of fixing a prime meridian and a universal day. October, 1884. Protocols of the proceedings, (1884), Gibson Bros., Printers and Bookbinders, Washington (D. C.).

International Geographical Union (IGU) (2016 a), *International Charter on Geographical Education*, ed. by J. van der Schee, J. Lidstone, in: *aiig.it/* (ultimo accesso: 16 dicembre 2024).

Id., (2016 b), *Carta Internazionale sull'Educazione Geografica*, trad. it. C. Giorda e G. Pettenati per AIIG, in: *aiig.it/* (ultimo accesso: 16 dicembre 2024).

Lacoste, Y. (1976), *La géographie, ça sert, d'abord, à faire la guerre,* Ed. Maspero, Paris, 1976 (rist. 2012 e 2014, Éditions La Découverte).

Landini, P. (1999), "Paesaggio e trans-scalarità", in: *Bollettino della Società Geografica Italiana*, IV, pp. 319-325.

Launchbury, E. (2024), "The Countries with the Most Time Zones", in: *worldstatsandfacts.com/* 20 febbraio (ultimo accesso: 16 dicembre 2024).

Lo Presti, L. (2018), "Maps In/Out of Place. Charting alternative ways of looking and experimenting with cartography and GIS", in: J*ournal of*

Research and Didactics in Geography (J-READING), 1, 7, pp. 105-119.

Lugli, E. (2014), *UNITÀ DI MISURA. Breve storia del metro in Italia*, il Mulino, Bologna.

Maestro, B., Maestro, G. (1999), *The story of clocks and calendars: marking a millennium*, 1999, Lothrop, Lee & Shepard, New York.

Manzi, E. (2002), *Le ali della farfalla. Fondamenti di Geografia umana sostenibile*, Loffredo Editore, Napoli.

Martire d'Anghiera, P. (1530, ed. compl.), *De orbe novo decades*, Apud Michaele[m] d[e] Eguia, Madrid.

Massaro, G. (2022), *Unità di Apprendimento… questa sconosciuta*, Youcanprint, Tricase (LE).

Matuyama, M. (1929), "On the Direction of Magnetisation of Basalt in Japan, Tyôsen and Manchuria", in: *Proceedings of the Imperial Academy*, 5, 5, pp. 203-205.

Mazzacane, R. (a cura di) (2005), *Pietro Martire d'Anghiera, De Orbe Novo Decades, voll.1-2*, Dipart. di Archeologia, Filologia Classica e Loro Tradizioni, Genova.

McKay, B. (1993), *Time on the Line: An Integrated Activity Unit*, Incentive Publications, Nashville (TN, USA).

Milanesi, M. (2001), "Il viaggio, la scoperta, la carta", in AA.VV., *Segni e sogni della Terra. Il disegno del mondo dal mito di Atlante alla geografia delle reti*, Electa, Milano, pp. 130-165.

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) (2018), *indicazioni nazionali e nuovi scenari. Documento a cura del Comitato Scientifico Nazionale per le Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione*, in: mim.gov.it. (ultimo accesso: 17 luglio 2025).

Ministero dell'Istruzione e del Merito (MIM) (2025), *Nuove Indicazioni 2025. Scuola dell'infanzia e Primo ciclo di istruzione. Materiali per il dibattito pubblico*, in: mim.gov.it/ (ultimo accesso: 17 luglio 2025).

Molari, P.G. (2012), "Quirico Filopanti professore di meccanica applicata e il corso di meccanica applicata da lui tenuto nell'università di Bologna dal 1848 al 1850 e dal 1862 al 1864 (nei 150 anni dell'unità d'Italia)", in: *AMSActa.unibo.it/*, pp. 1-24 (ultimo accesso: 14 dicembre 2024).

Id., (2013), "L'invenzione di Quirico Filopanti: Theory of Air-ships (Teoria del dirigibile). Trascrizione del manoscritto e di articoli apparsi su alcuni giornali Americani nel 1851. Dalle carte conservate nella Biblioteca Comunale dell'Archiginnasio – Bologna", in: *badigit.comune.bologna.it/*, pp. 1-35 (ultimo accesso: 14 dicembre 2024).

Id., (2016), "Airship - The American Dream by Quirico Filopanti, 1851", in: Sorge, F., Genchi, G. (a cura di) *Essays on the History of Mechanical Engineering*, Coll. «History of Mechanism and Machine Science», vol 31, Springer, Cham (CH), pp. 241-251.

Montoleone, R. (s.d.) "Samoa, Tokelau e la linea internazionale del cambiamento di data", in: *globalgeografia.com*, (ultimo accesso: 11 dicembre 2024).

Olivieri D. (1965), *Dizionario etimologico italiano*, Casa Editrice Ceschina, Milano, (1a ed. 1961).

Palmer, A.W. (2002), "Negotiation and Resistance in Global Networks: The 1884 International Meridian Conference", in: *Mass Communication & Society*, 5 (1), pp. 7–24.

Pianigiani O. (1907), *Vocabolario etimologico della lingua italiana di Ottorino Pianigiani con prefazione di F.L. Pullè*, Società Editrice Dante Alighieri, Roma-Milano.

Polverini, L (1992), "Il primo insegnamento di «Geografia Antica» in Italia", in: *Geographia Antiqua*, 1, pp. 5-14; [rist. in: *Geographia antiqua. In occasione del trentennale della rivista*, Firenze, 2022, pp. 3-12].

Ramazzini, B. (1700), *De morbis artificum diatriba*, Antonio Capponi, Modena.

Id., (1714), *Annotationes in Librum Ludovici Cornelii de Vitae Sobriae commodis*, Conzatti, Patavii, 1714.

Rossi, V., Bianchi, M.E. (2024), "Approvato anche dal Senato lo sviluppo delle competenze non cognitive a scuola", in: *latteseditori.it/*, 12 dicembre (ultimo accesso: 17 luglio 2025).

Saitta, V. (2020), "Unità didattica di apprendimento: cos'è e come si progetta", in: *orizzontedocenti.it*, 10 dicembre (ultimo accesso: 17 luglio 2025).

Sarno, E., Siniscalchi, S. (2008), "Cartografia dei giornali e cartografia storica: un 'aperitivo' geo-topografico nella ricerca-didattica", in: Salaris A. (a cura di), *Terre di mezzo: la Basilicata tra costruzione regionale e proiezioni esterne. Formazione e ricerca didattica in geografia: esperienze e prospettive*, Atti del 50° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana Insegnanti di Geografia Potenza, 19-23 ottobre 2007, edizionidipagina, Bari, pp. 105-112.

van der Schee, J., Lidstone, J., Brooks, C. (2014), "Towards an International Approach for Geography Education", in: *Geographia Polonica*, 87, 2, pp. 213-220.

Servetti Donati, F. (1974), *Movimenti e associazioni popolari a Budrio dopo l'unità (1861-1895): Carducci, Filopanti, Costa*, Tamari editore, Bologna.

Snow, J. (1855), *On the Mode of Communication of Colera*, 2d ed., J. Churchill, London.

Snyder, J.P., Voxland, P.M. (1989), *An Album of Map Projections*, U.S. Geological Survey, Professional Paper 1453, U.S. Government Printing Office, Denver (CO).

Sobel, D. (1995), *Longitude: The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time*, Walker Publishing Company Inc. USA, New York.

Id., (2021), *Longitudine. Come un genio solitario cambiò la storia della navigazione*, Quarta ed., BUR Rizzoli, Mondadori, Milano.

Società Geografica Italiana (SGI) (a cura di) (1882), *Terzo Congresso Geografico Internazionale, tenuto a Venezia dal 15 al 22 settembre 1881: Notizie e rendiconti*, S.G.I., Roma.

Schwartz, L.R. (2012), "International Dateline: updated cartographic depiction", in: *Guidance Bulletin*, Office of the Geographer and Global Issues Department of State, October1, No. 31, pp. 1-3.

Uhlik, K. S. (2004), "Midnight at the IDL: student confusion and textbook error", in: *Journal of Geography in Higher Education*, 28 (2), pp. 197–207.

United States Congress Senate, Committee on Interstate and Foreign Commerce (1948), *Uniform time: hearing before a subcommittee of the Committee on Interstate and Foreign Commerce, United States Senate, Eightieth Congress, Second session, on S. 2041 and S. 2226, bills to provide for uniform standard and uniform daylight-saving time throughout the time zones of the United States*, April 20, U.S. Govt. Print. Off., Washington.

Vasi, V. (2019), "Il professore dell'infinito", in: *granloggiaditalia.eu*, 24/02 (ultimo accesso: 28 ottobre 2021).

Verne, J.G (1873), *Le Tour du monde en 80 jours*, Pierre-Jules Hetzel, Paris.

Vicentini, M. (2021), "Storie di fusi orari e della linea del cambiamento di data", in: *geomagazine.it*, 22 settembre (ultimo accesso: 28 ottobre 2021).

Vico, G., Ferrari, G. (1836), *Opere di Giambattista Vico ordinate ed illustrate coll'analisi storica della mente di Vico in relazione alla scienza della civiltà da Giuseppe Ferrari. V. Principj di Scienza nuova*, dalla Società Tipografica de' classici italiani, Milano.

Wheeler, G. M. (1885), *Report upon the Third International Geographical Congress and Exhibition at Venice, Italy, 1881*, U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

Wright, D. (2024), "Threatened by Sea Level Rise, Tuvalu Safeguards its Sense of Place with a Digital Twin", in: *esri.com/about/newsroom/blog*, October 29 (ultimo accesso: 29 ottobre 2024).

Zimmerman, R. (2021), "The Cantino Planisphere", in: *smarthistory.org,* August 10, (ultimo accesso: 13 dicembre 2024).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 130-140

DOI: 10.13137/2282-572X/37649

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

La pianificazione delle aree protette: evoluzione dei supporti cartografici per la redazione dei Piani d'Area

The planning of protected areas: evolution of cartographic supports for the drafting of Area Plans

Michele De Chiaro*, Gabriele Garnero*, Paola Guerreschi*, Luigi La Riccia**, Andrea Minella**, Angioletta Voghera**

*Università degli Studi di Torino; michele.dechiaro@unito.it, gabriele.garnero@unito.it, paola.guerreschi@unito.it
**Politecnico di Torino; luigi.lariccia@polito.it, andrea.minella@polito.it, angioletta.voghera@polito.it

Riassunto

La pianificazione delle aree protette in Piemonte si basa su strumenti normativi regionali, nazionali ed europei che tutelano le risorse naturali, promuovono l'educazione ambientale e supportano lo sviluppo locale.

Il processo di revisione del Piano d'Area della Fascia fluviale del Po piemontese si fonda su un percorso avviato dal Progetto Po (1989) e oggi trova riferimento programmatico nelle Linee Guida di Regione Piemonte (2024).

Nell'ambito di una convenzione tra il Parco del Po Piemontese e il Dipartimento DIST (Politecnico di Torino/ Università di Torino), gli studi metodologici di supporto alla revisione del piano integrano metodologie innovative per supportare le decisioni dei territori che richiedono una conoscenza "reale" di vulnerabilità, rischi e possibili soluzioni.

Aggiornamenti cartografici sono stati condotti utilizzando rilievi fotogrammetrici eseguiti con drone supportati da tecnologie *Real Time Kinematic* (RTK) per ottenere modelli 3D e ortoimmagini ad alta precisione.

L'impiego dei Digital Twin rappresenta un'innovazione chiave nella pianificazione ambientale consentendo di integrare dati multiscala e multi-temporali, migliorando l'analisi degli ecosistemi e simulando l'impatto delle trasformazioni. I Digital Twin supportano la classificazione degli ecotopi, l'analisi ecologica e la partecipazione pubblica mediante realtà aumentata (AR) e virtuale (VR).

Parole chiave

Fotogrammetria, foto aeree storiche, ortomosaico, ricerca storico-geografica, Torino.

Abstract

Protected area planning in Piedmont is based on regional, national, and European regulatory instruments that protect natural resources, promote environmental education, and support local development.

The Piedmont Po River Belt Area Plan revision process is based on a path initiated by the Po Project (1989) and is currently guided by the Piedmont Region's 2024 Guidelines.

An agreement between the Piedmont Po River Park and the DIST Department (Polytechnic University of Turin/ University of Turin) established methodological studies to support the plan's revision. These studies integrate innovative methodologies to inform decision-making in areas requiring an understanding of vulnerabilities, risks, and potential solutions.

Cartographic updates were conducted using photogrammetric drone surveys supported by Real Time Kinematic (RTK) technologies to obtain high-precision 3D models and orthoimages.

Digital Twins are a key innovation in environmental planning, enabling the integration of multiscale and multitemporal data to improve ecosystem analysis and simulate the impact of transformations. Digital twins support ecotope classification, ecological analysis, and public participation through augmented reality (AR) and virtual reality (VR).

Keywords

Photogrammetry, historical aerial photographs, orthomosaic, historical-geographical research, Turin.

1. Premessa

La pianificazione delle aree protette regionali del Piemonte si articola in due principali strumenti: i Piani d'Area e i Piani Naturalistici, come specificato dal Capo VII della L.R. 29 giugno 2009, n. 19, Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità. Per quanto concerne i parchi nazionali e le riserve naturali statali, la pianificazione segue invece le indicazioni della Legge quadro sulle aree protette (L. 6 dicembre 1991, n. 394, Legge quadro sulle aree protette). I siti di interesse della rete Natura 2000 sono regolamentati da piani di gestione e misure di conservazione, in conformità alla normativa europea, in particolare alla Direttiva 92/43/CEE (Habitat). A questi strumenti si aggiungono ulteriori strumenti normativi e di gestione del territorio protetto come il Piano Pluriennale Economico-Sociale, il Piano di Gestione Forestale e i Regolamenti.

I Piani d'Area rappresentano lo strumento principale per la tutela territoriale e la gestione delle trasformazioni nelle aree protette. Essi hanno valore di piano territoriale e prevalgono sulle norme difformi di altri piani territoriali o urbanistici, con l'unica eccezione del Piano Paesaggistico Regionale (PPR), in base all'art. 135 del D.lgs. n. 42/2004 (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio).

In Piemonte, i Piani d'Area vigenti mostrano significative differenze di approccio e, in molti casi, sono ancorati a una disciplina pianificatoria risalente agli anni '90, elaborata in attuazione della L.R. 22 marzo 1990, n. 12, Norme in materia di aree protette. Questo quadro normativo è stato successivamente riformato con la L.R. 29 giugno 2009, n. 19, e ulteriormente modificato dalla L.R. 27 marzo 2019, n. 11, Modifiche normative e cartografiche alla legge regionale 29 giugno 2009, n. 19.

Le nuove Linee Guida Regionali (D.G.R. 29 marzo 2024, n. 3-8364, Linee Guida per la redazione dei Piani d'Area dei Parchi naturali piemontesi) mirano a offrire indicazioni metodologiche e operative relative alle procedure di approvazione, alle modalità di predisposizione degli strumenti pianificatori e ai criteri da seguire. L'obiettivo è quello di superare le vulnerabilità territoriali e promuovere lo sviluppo locale, armonizzando la pianificazione con il PPR e garantendo una maggiore coerenza tecnica tra i vari piani.

In linea con le disposizioni normative, i principali obiettivi di pianificazione affidati agli Enti gestori delle aree protette sono:

- tutelare le risorse naturali attraverso strategie di gestione sostenibile;
- promuovere la fruizione sociale e la cultura dell'educazione ambientale;
- sostenere attività didattiche in collaborazione con le scuole;
- integrare le competenze istituzionali con strategie generali per la rete ecologica regionale.

L'Ente di Gestione delle Aree Protette del Po Piemontese ha avviato la revisione del Piano d'Area per il Parco naturale del Po piemontese, basandosi su un percorso pianificatorio che affonda le sue radici nel Progetto Po (1989), nel Progetto Territoriale Operativo e nel Piano d'Area del 1995. Questo approccio mira alla tutela e valorizzazione unitaria della fascia fluviale, traducendo le conoscenze territoriali in indicazioni programmatiche per la gestione sostenibile del territorio.

Il gruppo di lavoro del Politecnico di Torino ha sviluppato un quadro conoscitivo su temi come la pianificazione territoriale, la mobilità, le criticità, la reticolarità ecologica e i beni culturali e paesaggistici, verificando la coerenza del Piano d'Area con il PPR.

Un elemento centrale della revisione è la costruzione di nuovi strumenti cartografici aggiornati, che rappresentano un punto di partenza per definire strategie pianificatorie basate su una comprensione integrata del territorio. I quadri interpretativi costituiscono strumenti chiave per l'analisi e la gestione delle aree protette, combinando dati geografici, ecologici, socio-economici e paesaggistici: per il Parco del Po piemontese tali quadri sono stati elaborati utilizzando tecnologie GIS e cartografie tematiche, evidenziando le interazioni tra ecosistemi naturali e attività umane.

Questo approccio consente di:

- identificare aree critiche da proteggere;
- supportare le decisioni di pianificazione e gestione sostenibile.

Le indagini sono state condotte su tre aree significative del Parco:

1. Chivasso Sabioné (Comune di Chivasso);
2. Crescentino Doretta Morta (Comuni di Crescentino e Verrua Savoia);
3. Morano Autodromo (Comuni di Morano e Pontestura).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

In tale contesto, il lavoro si propone di rispondere alla seguente domanda di ricerca: in che modo l'integrazione di dati aerofotogrammetrici ad alta risoluzione, acquisiti tramite droni e georeferenziati con tecnologia RTK, può contribuire all'aggiornamento dei supporti cartografici dei Piani d'Area delle aree protette, facilitandone l'incorporazione in modelli Digital Twin per la pianificazione territoriale multiscala e dinamica? L'obiettivo dell'indagine è duplice: da un lato, valutare l'efficacia tecnico-operativa dei rilievi fotogrammetrici per la generazione di ortoimmagini e modelli 3D di dettaglio, con accuratezza sufficiente per alimentare le analisi spaziali e i quadri conoscitivi previsti nelle Linee Guida regionali; dall'altro, sperimentare l'integrazione di tali dati all'interno di un flusso informativo orientato alla modellazione digitale avanzata (*Digital Twin*), in grado di supportare la simulazione di scenari di trasformazione, l'interoperabilità con strumenti normativi esistenti [Piano Paesaggistico Regionale (PPR), Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)] e la partecipazione attiva dei portatori di interesse attraverso tecnologie immersive di realtà aumentata e realtà virtuale.

L'approccio proposto intende così contribuire alla definizione di un modello replicabile per la pianificazione ambientale e paesaggistica delle aree protette, capace di coniugare alta risoluzione spaziale, aggiornabilità dei dati, e flessibilità nell'analisi della complessità territoriale.

Questo approccio contribuisce a garantire una pianificazione efficace e sostenibile, in grado di affrontare le sfide contemporanee e valorizzare le aree protette come risorse strategiche per lo sviluppo regionale.

2. Potenzialità dei Digital Twin per la pianificazione territoriale e ambientale

Tra le innovazioni emergenti, i *Digital Twin* possono costituire una tecnologia significativa in quanto rappresentano una replica virtuale, dinamica e interattiva dell'ambiente fisico, a partire da un modello 3D estremamente accurato a cui sono aggregate informazioni *near-to-real-time* (Boccardo *et al*., 2024, p. 1-22).

Anche per il contesto delle aree protette del Parco del Po piemontese, il successo dell'applicazione dei *Digital Twin* dipenderà in larga parte dalla loro capacità di rappresentare la complessità degli ecosistemi locali di riferimento: un modello in grado di catturare la complessità del mondo reale e di predeterminare il più precisamente possibile gli impatti futuri. Per fare ciò, il modello deve anche essere dotato di flussi di lavoro che utilizzino metriche comuni ai diversi settori della pianificazione e processi standardizzati per gestire e mantenere gli elementi territoriali presi in considerazione.

Partendo quindi da un modello digitale ad alta risoluzione è possibile integrare diverse fonti di dati, secondo un approccio multi-scala e multi-temporale: il tema dell'aggiornamento della cartografia per la pianificazione delle aree naturali protette, come nel caso del Parco del Po, assume una rilevanza chiara quando è necessario aumentare l'accuratezza e la precisione del modello, in modo che consenta l'analisi spaziale e la visualizzazione di dati ambientali complessi. Una integrazione, questa, che faciliterebbe l'incorporazione in particolare di un modello di metadati che automatizzi ad esempio l'etichettatura, la classificazione degli ecotopi e l'analisi della funzionalità ecologica, promuovendo così applicazioni più intelligenti, come la simulazione degli effetti delle trasformazioni sugli ecosistemi.

L'aggiornamento del modello di *Digital Twin*, tuttavia, richiede spesso un nuovo rilievo aereo e una relativa elaborazione dei dati che richiede un certo tempo (Xu *et al*., 2020, p. 1-27; O'Dwyer *et al*., 2020, p. 1-27): è necessario dunque minimizzare il passaggio dai dati acquisiti a quelli elaborati (Ferré-Bigorra *et al*., 2022, p. 1-12), in modo da rappresentare digitalmente l'ambiente in continua evoluzione e cambiamento. Oggi, nonostante la possibilità di integrazione con altri modelli (es. BIM) e gli sforzi compiuti per sviluppare la generazione automatica (parametrica) dei modelli 3D, che hanno accelerato le procedure verso risultati più accurati e costi più bassi, la modellazione rimane una attività impegnativa (Binyu Lei, Biljecki, 2023, p. 1-26). Le difficoltà sono spesso legate alle forniture dei fornitori di dati e ai limiti dei sensori utilizzati nelle operazioni di telerilevamento; altri aspetti che possono comunque determinare delle difficoltà sono ad esempio il fornire attributi con relazione semantica agli elementi del modello (Ardissono *et al*., 2017, p. 101-102), per ridurre al minimo la presenza di errori e costruire efficacemente una complessa architettura geospaziale (Cureton, Dunn, 2021, p. 1-23).

Il concetto di modello digitale si è evoluto, in particolare, con l'integrazione dei sistemi informativi geografici

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

(GIS) e dei dati erogati, per quanto possibile, in tempo reale (grazie anche all'uso di sensori). Questa evoluzione è fondamentale per analizzare gli elementi ambientali in modo dinamico.
Inoltre, se uniamo a questo anche il potenziale fornito dalla realtà aumentata e della realtà virtuale nella modellazione, è possibile offrire esperienze immersive che possono aprire nuove frontiere nei processi partecipati di pianificazione, aiutando nella prospettiva della simulazione e della valutazione degli impatti dei progetti.
Il campo della pianificazione territoriale, infatti, fa sempre più affidamento sul contributo delle comunità per la conoscenza del territorio: il *Digital Twin* può fornire in questo senso sguardi critici tra campi disciplinari che normalmente non comunicano e permettere agli amministratori locali di acquisire nuove prospettive su frontiere comuni: tale aspetto è fondamentale per comprendere le realtà e i processi evolutivi di sistemi territoriali sempre più complessi in cui interagiscono una pluralità di soggetti, istituzionali, economici e gestori di risorse ambientali.

3. Rilievo di dettaglio di aree del Parco del Po

L'impiego dei Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR), comunemente noti come droni, si è dimostrato fondamentale per rilevare, identificare e documentare i cambiamenti territoriali: le metodologie di rilevamento si stanno evolvendo verso processi automatizzati che, partendo da una cartografia di riferimento, consentono di identificare e analizzare le modifiche su nuove ortoimmagini.
L'accelerato ritmo di trasformazione urbana e l'espansione delle aree antropizzate hanno aumentato la domanda di metodi rapidi ed efficienti per aggiornare i database geografici (GDB). I SAPR, equipaggiati con sensori leggeri e avanzati, integrati a valle con software GIS e DBMS, consentono una gestione più efficace del processo di classificazione e analisi delle immagini, applicandosi a diverse categorie territoriali come infrastrutture, edifici e corsi d'acqua
A tal fine sono state realizzate riprese fotogrammetriche con drone delle singole aree interessate, utilizzando la metodologia che prevede l'adozione di misure RTK per la stima della traiettoria di volo, al fine dell'ottimizzazione delle precisioni e la riduzione delle necessità di appoggi topografici a terra.
Nonostante i rilievi siano stati effettuati per le tre aree significative ai fini della revisione del Piano d'Area per il Parco naturale del Po piemontese, e data la medesima metodologia applicata per tutti i casi studio, verrà presentato a titolo esemplificativo il solo caso di Chivasso Sabion**é**.
Preliminarmente ad ogni operazione di rilievo in campagna è indispensabile la pianificazione delle attività a partire dall'identificazione in ambiente GIS dell'area di interesse. Nel caso di Chivasso Sabion**é**, così come in tutti quelli analizzati a causa dell'estensione territoriale e per garantire operazioni effettuate in totale sicurezza, l'area è stata frammentata in diversi settori per ognuno dei quali è stato elaborato un piano di volo.
In base alle esigenze della ricerca, uno dei parametri identificato in fase preliminare è il valore del *Ground Sample Distance* (GSD) che rappresenta la dimensione del pixel a terra nonché la risoluzione massima dell'ortomosaico finale: tale parametro è definito da tre principali fattori quali la dimensione del pixel del sensore fotografico a bordo del SAPR, la lunghezza focale dell'obiettivo e la quota di volo.
Altro parametro impostato nella fase di pianificazione è la sovrapposizione delle strisciate fotogrammetriche qui definite all'80% per le strisciate longitudinali e al 70 % per quelle trasversali. Il volo, eseguito in direzione est-ovest e con una configurazione come quella precedentemente descritta, è stato realizzato con una velocità di crociera del velivolo impostata intorno agli 8 m/s.
Per procedere alla pianificazione esecutiva delle riprese, sono infine state individuate le aree potenzialmente accessibili per poter collocare un numero adeguato di *Ground Control Point* (GCP), da utilizzarsi nel processo di ricostruzione fotogrammetrico.
Terminata la fase di pianificazione delle operazioni si è passati alle operazioni in campo, le quali prevedono l'effettivo posizionamento dei target all'interno delle singole aree contestualmente alla loro misura mediante sistema *Global Navigation Satellite System* (GNSS).
Nello specifico le misure dei punti di appoggio fotogrammetrico sono state effettuate utilizzando l'antenna Trimble R10 avvalendosi del sistema di correzione differenziale NRTK (*Network - Real Time Kinematic*) che utilizza la rete di stazioni permanenti SPIN3 GNSS[1].

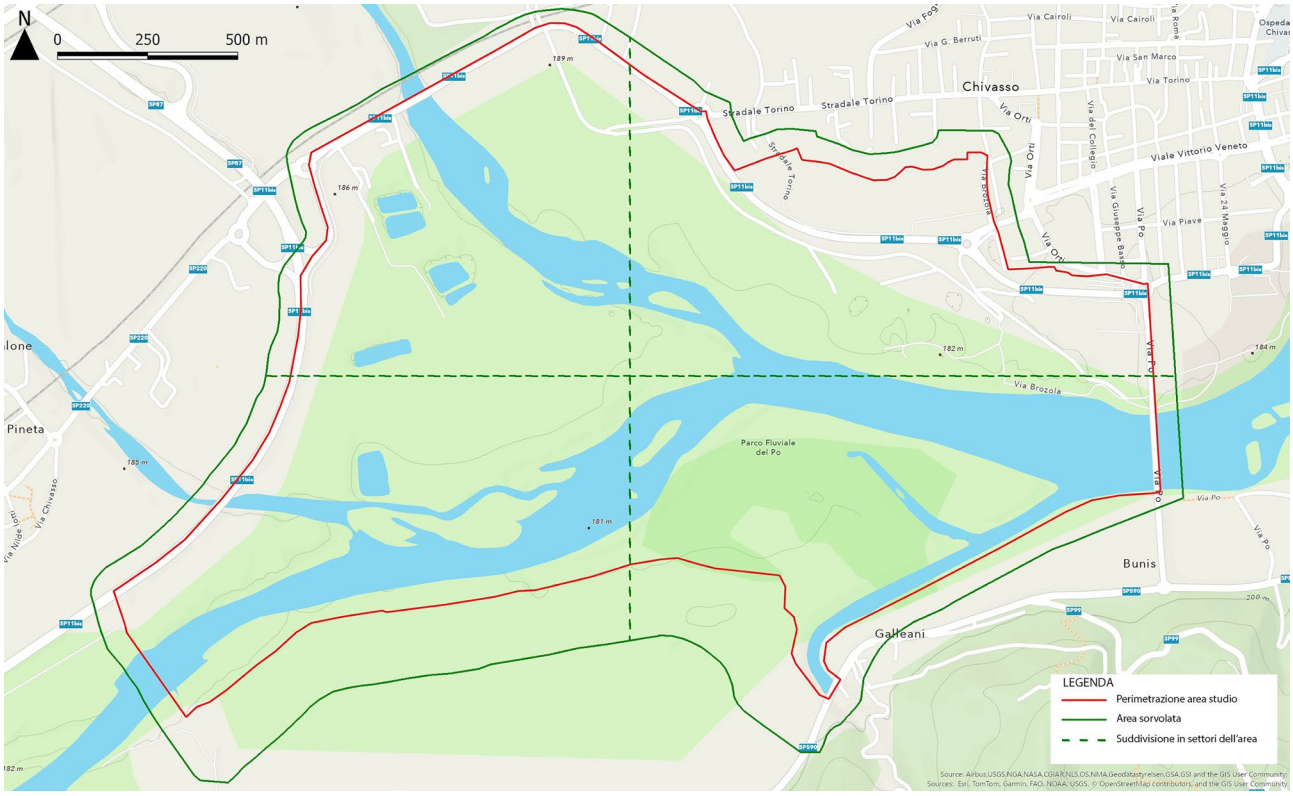
1 Servizio di posizionamento interregionale GNSS Lombardia - Piemonte - Valle d'Aosta, www.spingnss.it, 23/07/2025

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Rispetto alla pianificazione preliminare, di fronte alla reale morfologia nonché le condizioni di praticabilità dell'area è stato indispensabile apportare alcune modifiche nella distribuzione dei 19 target.
Conclusa la fase di misurazione dei punti di controllo si passa alla seconda fase di rilievo con l'utilizzo del SAPR Dji Phantom 4 RTK, dispositivo dotato di sistema di posizionamento *Real Time Kinematic* che lo rende particolarmente adatto per operazioni in oggetto.

Nel caso specifico come precedentemente accennato e rappresentato in figura (Fig. 1) l'area è stata suddivisa in 4 settori, con una dimensione media di circa 80 ettari, per consentire le operazioni in totale sicurezza e garantendo un ottimale segnale di collegamento tra *flight controller* e velivolo nonché il controllo a vista da parte del pilota, per un totale complessivo di 2945 fotogrammi con un GSD pari a 5 cm. (Fig. 2).

FIGURA 1 – L'area di studio di Chivasso Sabioné, la zona buffer e la sua suddivisione in 4 settori

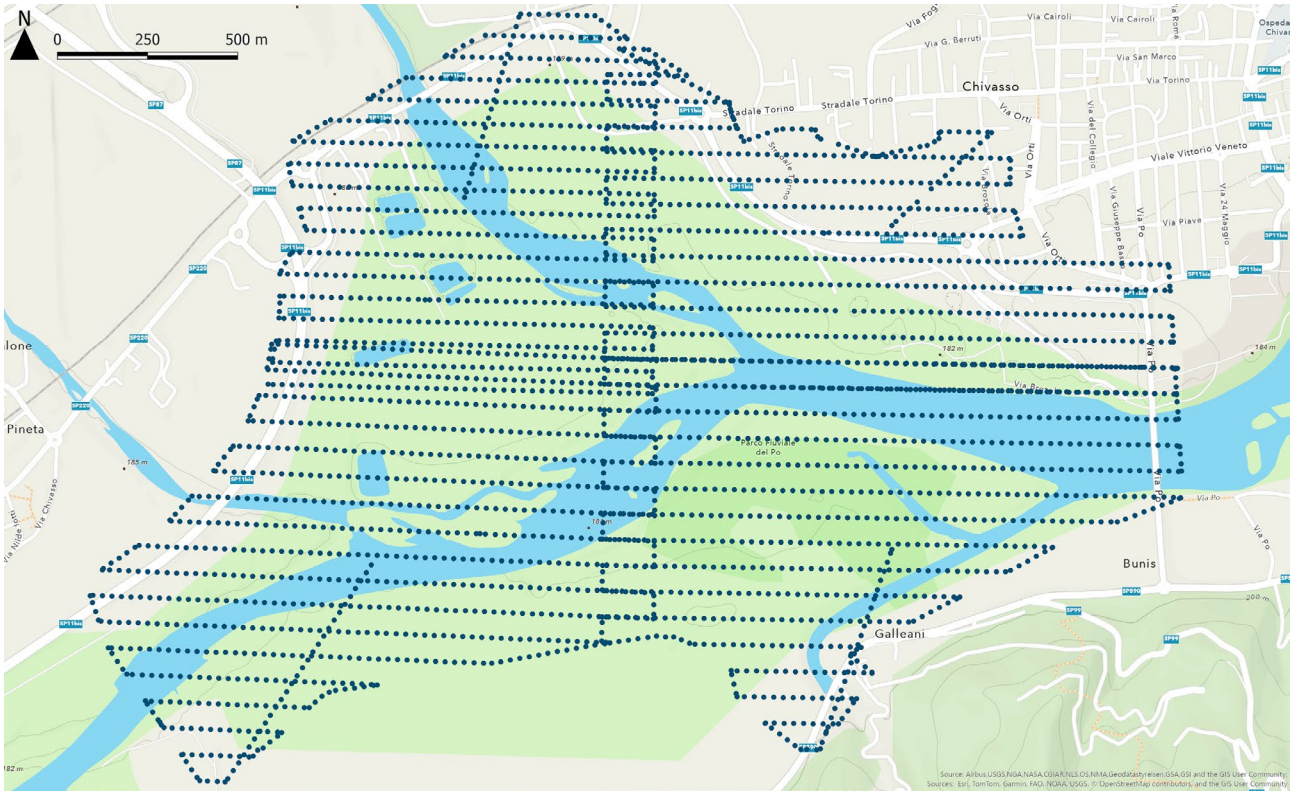


FONTE: elaborazione a cura degli autori, 2024[2]

2 *Basemap Sources*: Airbus, USGS, NGA, NASA, CGIAR, NLS, OS, NMA, Geodatastyrelsen, GSA, GSI and GIS User Community; Esri, Tom Tom, Garmin, FAO, NOAA, USGS, Open street Map Map contributors and the GIS User Community.
Il *layer* "perimetrazione area studio" è stato predisposto in funzione dell'area indicata dall'Ente di gestione delle Aree Protette del Po piemontese; il *layer* "area sorvolata" tiene conto di un'area buffer utile alle manovre di sorvolo con UAV a partire dall'area di studio.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 2 – Visualizzazione dei centri di presa dei 2945 fotogrammi



FONTE: elaborazione a cura degli autori, 2024[3]

Preliminarmente a qualunque operazione di ricostruzione fotogrammetrica si è reso necessario intervenire sulle caratteristiche radiometriche dei fotogrammi mediante un intervento di calibrazione, con conseguenti variazioni di luminosità/esposizione nel corso della singola giornata o per le condizioni meteo variabili nell'arco delle diverse giornate di rilievo (Fig. 3).

FIGURA 3 – Confronto tra pre (sinistra) e post (destra) calibrazione radiometrica di un fotogramma



FONTE: elaborazione a cura degli autori, 2024

3 *Basemap Sources*: Airbus, USGS, NGA, NASA, CGIAR, NLS, OS, NMA, Geodatastyrelsen, GSA, GSI and GIS User Community; Esri, Tom Tom, Garmin, FAO, NOAA, USGS, Open street Map Map contributors and the GIS User Community.

FIGURA 4 – Ortomosaico di Chivasso Sabioné



FONTE: elaborazione a cura degli autori, 2024

Contestualmente è stato necessario trattare le informazioni di tipo strettamente topografico, effettuando la trasformazione del sistema di coordinate per portare tutti i dati di rilievo nel sistema cartografico UTM/32N con quota geoidica, utilizzando il software ConveRgo[4].
Per l'elaborazione fotogrammetrica si è scelto di impiegare il software Agisoft Metashape, importando i singoli blocchi fotogrammetrici precedentemente ottimizzati.
I metadati EXIF dei fotogrammi vengono verificati per assicurarsi che includano le coordinate dei centri di presa determinate in fase di volo, che in questo caso risultano altamente accurate dal punto di vista metrico grazie all'utilizzo del sistema di posizionamento RTK integrato.
L'inserimento dei *Ground Control Points* (GCP) avviene importando il file delle coordinate e collimando manualmente i GCP sulle singole immagini.

4 Il software ConveRgo è messo a disposizione dal CISIS (Centro Interregionale per i Sistemi Informativi Geografici e Statistici), su dati IGM

Dopo la collimazione dei punti di appoggio, si ottimizzano i parametri di orientamento interno della fotocamera (focale, distorsione radiale e tangenziale), e i parametri di orientamento esterno (le coordinate lineari e angolari dei singoli centri di presa).
Una volta completata l'ottimizzazione, si genera la nuvola densa, utilizzando parametri specifici che tengano conto delle caratteristiche dell'area di studio: ad esempio, in questo caso, è stato impiegato un sistema di filtraggio dei punti che fosse più aggressivo per aree con vegetazione fitta e moderato per superfici più aperte.
La nuvola densa costituisce la base per i prodotti successivi, tra cui il modello digitale di superficie (DSM) e, se necessario, il modello digitale del terreno (DTM). Il DSM si genera partendo direttamente dalla nuvola densa, mentre il DTM richiede il filtraggio dei soli punti relativi al terreno nudo.
Infine, si arriva al prodotto finale elaborando un ortomosaico georferenziato ad alta risoluzione (Fig. 4 e Fig. 5).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 5 – Un dettaglio dell'ortomosaico di Chivasso Sabioné



FONTE: elaborazione a cura degli autori, 2024

La valutazione dell'accuratezza del modello generato è un passaggio cruciale: le coordinate osservate e calcolate dei GCP vengono confrontate per determinare l'errore residuo (RMSE), che nel caso specifico è risultato pari a 6,57 cm.
Per la fornitura finale, date le dimensioni risultanti delle ortoimmagini, si è scelto di fornire gli elaborati in formato ECW (*Enhanced Compression Wavelet*) che offre una compressione avanzata senza compromettere significativamente la qualità visiva dei dati, garantendo performance superiori in termini di caricamento e utilizzo.

4. Conclusioni

I risultati ottenuti nel caso studio di Chivasso Sabioné dimostrano la concreta efficacia dell'approccio proposto nel rispondere alla domanda di ricerca formulata: l'integrazione di rilievi aerofotogrammetrici ad alta risoluzione, supportati da tecnologia RTK, ha consentito la produzione di ortomosaici e modelli digitali tridimensionali con un grado di accuratezza (< 7 cm di RMSE) pienamente compatibile con gli standard richiesti per la pianificazione delle aree protette.
L'impiego di questi dati come base informativa per la costruzione di modelli *Digital Twin* ambientali rappresenta una svolta metodologica: tali modelli, ancora in fase di implementazione, si configurano come strumenti evolutivi per l'analisi multi-scalare e multi-temporale del territorio, in grado di supportare la valutazione degli impatti ambientali, l'interoperabilità normativa e la partecipazione degli stakeholder anche tramite tecnologie immersive (AR/VR).
È indubbio che un modello *Digital Twin* costituisca uno strumento potente per migliorare i processi decisionali,

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

l'allocazione delle risorse e la gestione delle attuali infrastrutture dati: esso può, inoltre, facilitare la comunicazione e la collaborazione tra i diversi stakeholder per proporre nuove politiche di sviluppo territoriale ed ambientale. Ma, come tutti i modelli, per essere utili, non possono riflettere la totalità della realtà: essi devono essere necessariamente selettivi.
La modellazione avanzata delle informazioni e, soprattutto, l'interoperabilità dei dati sono la chiave per gestire la complessità della realtà territoriale. Per questo motivo, un possibile passaggio verso un *Digital Twin* ambientale deve operare a due livelli:

- a livello generale, per mantenere una visione ampia su tutto il territorio del Parco del Po, comprendendo le problematiche generali e le grandi prospettive di sviluppo;
- a livello locale, attento alla specificità dei luoghi e degli ambienti del Parco, i cui i problemi ambientali potrebbero richiedere un'analisi più attenta e critica.

L'attività di ricerca presentata apre a diverse sfide, principalmente di natura tecnica e semantica:

- dal punto di vista tecnico, va sottolineata la questione dell'elaborazione di insiemi di dati sempre più grandi ed eterogenei (comunemente definiti *big data*) e del loro fattore di efficienza in termini di costi;
- dal punto di vista semantico, vi sono poi questioni legate ad effetti ambientali dati dai cambiamenti climatici e dalle trasformazioni antropiche che richiedono al contempo una complessità di soluzioni su un arco temporale breve e progetti sul lungo periodo.

Anche per questo motivo l'aggiornamento delle immagini fotogrammetriche dovrebbe dipendere da strumenti più flessibili come gli UAV.
Sempre da un punto di vista tecnico, un'altra sfida è la gestione dei set di dati fotogrammetrici e LiDAR (*Light Detection and Ranging*), che spesso richiedono l'uso di un hardware di calcolo sempre più potente per l'elaborazione.
L'aggiornamento dei supporti per la rappresentazione cartografica dei luoghi del Parco viene attualmente utilizzato nelle attività di analisi conoscitiva, indicate precedentemente, e conseguentemente nella successiva fase progettuale esecutiva per la definizione delle strategie pianificatorie a scala locale, oltre che nel confronto tra la fascia di pertinenza fluviale del Piano d'Area attualmente in vigore e gli strumenti di pianificazione connessi alle dinamiche fluviali, quali le fasce del PAI e la fascia del PGRA, per l'individuazione degli scenari di trasformazione in base alle esigenze di innovazione e all'entità delle possibili vulnerabilità.
Verranno inoltre finalizzate analisi volte al confronto tra le aree protette, le aree contigue e gli ambiti di progetto delle schede vigenti del Piano d'Area, nonché al confronto tra le aree naturalizzante e le aree a diversa destinazione urbana, anche rispetto allo stato di fatto passato, presente e alle previsioni delle schede progetto vigenti, al fine di normalizzare tali schede alle situazioni venutesi a creare in ragione delle modificazioni territoriali e del variato assetto normativo, anche in ragione di una eventuale ridefinizione dei limiti dei singoli ambiti all'interno della Variante Parziale del Piano d'Area.
È attualmente in corso la produzione di ortoimmagini a partire dalle riprese fotogrammetriche storiche disponibili sull'area, realizzate nello specifico nei primi anni '60 del secolo scorso, in modo da integrare le informazioni attuali con quelle di un passato relativamente prossimo, in modo da consentire agli studiosi ed estensori dei piani confronti diacronici immediati delle evoluzioni territoriali intercorse.
Dal punto di vista sperimentale, l'intero processo – dalla pianificazione dei voli alla produzione del DSM/DTM e dell'ortomosaico, fino all'integrazione con dati storici e LiDAR – ha permesso di validare un *workflow* replicabile, scalabile e relativamente efficiente in termini di tempo e risorse.
L'applicazione di questo modello nel contesto del Parco del Po piemontese suggerisce forti potenzialità per la sua adozione in altri ambiti protetti o fragili, ove sia necessario aggiornare la base conoscitiva per supportare la redazione o revisione di strumenti pianificatori. Inoltre, la possibilità di integrare dati dinamici nel *Digital Twin* apre prospettive significative per la gestione in tempo quasi reale delle trasformazioni territoriali.
In prospettiva, il metodo potrà essere esteso anche al confronto diacronico con ortofoto storiche e dati pregressi, per rilevare dinamiche evolutive dei paesaggi fluviali e supportare una pianificazione maggiormente adattativa rispetto ai cambiamenti climatici e antropici.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Ardissono L., Lucenteforte M., Mauro N., Savoca A., Voghera A., La Riccia L. (2017), "Semantic Interpretation of Search Queries for Personalization", in: Tkalcic M. *et al*. (a cura di), *Proceedings of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization, UMAP 2017 Adjunct*, ACM, New York, USA, pp. 101-102.

Autorità di Bacino del Fiume Po (1999), *Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI),* Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 in data 11.05.1999.

Binyu Lei R.S., Biljecki F. (2023), "Assessing and benchmarking 3D city models", *International Journal of Geographical Information Science*, 37, pp. 1-26, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-2024-525-2024.

Boccardo P., La Riccia L., Yadav Y. (2024), "Urban Echoes: Exploring the Dynamic Realities of Cities through Digital Twins", *Land*, vol. 13, 635, pp. 1-22, DOI:10.3390/land13050635.

Carrivick J. L., Smith M. W., Quincey D. J. (2016), *Structure from Motion in the Geosciences,* ed. Wiley Blackwell. Hoboken, New Jersey, USA. DOI:10.1002/9781118895818.

Cureton P., Dunn N. (2021), "Digital twins of cities and evasive futures", in: Aurigi A., Odendaal N., (Eds), *Shaping Smart for Better Cities,* Academic Press: Cambridge, MA, USA, pp. 1-23, DOI: 10.1016/j.jag.2023.103440.

De Chiaro M., Garnero G., Guerreschi P., La Riccia L., Minella A., Voghera A. (2024), "Strumenti cartografici evoluti per la pianificazione delle aree protette: il caso-studio del Parco del Po piemontese", in: Pisano C., De Luca G. (a cura di), *PROGETTARE NEL DISORDINE - PROGETTARE IL DISORDINE. Riordinare le fragilità urbane*, INU Edizioni, Collana Accademia, Roma, pp. 191-197.

Di Maio M., Gambino R. (1989, a cura di), *Progetto Po: tutela e valorizzazione del fiume in Piemonte*, IRES, Rosenberg & Sellier Editore, Torino.

Ferré-Bigorra J., Casals M., Gangolells M. (2022), "The adoption of urban digital twins", *Cities,* 131, 103905, pp. 1-12, DOI: 10.1016/j.cities.2022.103905.

Gambino R. (1994), *I parchi naturali europei. Dal piano alla gestione*, Nuova Italia Scientifica, Roma.

Id. (1996), *Progetti per l'ambiente*, FrancoAngeli, Milano.

Id. (1997), *Conservare Innovare: paesaggio, ambiente, territorio*, UTET Libreria, Torino.

Id. (2005), "Territorio e fiume: dal Progetto Po al Piano d'azione", in: Ostellino I. (a cura di), *Atlante del Parco fluviale del Po torinese. Immagina il Po*, Alinea editrice, Firenze, pp. 16-19.

Gambino R., Peano A. (2015, a cura di), *Nature Policies and Landscape Policies. Towards an Alliance*, Springer Dordrecht.

Gambino R., Talamo D., Thomasset F. (2008, a cura di), *Parchi d'Europa. Verso una politica europea per le aree protette*, ETS Editore, Pisa.

Garnero G., Guerreschi P. (2016), "Metodologie geomatiche in supporto all'attività di analisi e interpretazione del paesaggio", in: Cassatella C. (a cura di), *Dal Paesaggio della sussistenza a quello della wilderness*, Parco Nazionale della Val Grande, pp. 117-131.

Giudice B., Negrini G., Vitulano V., Voghera A. (2024), "Aree naturali protette e buon governo del territorio. Il Piano d'area del Parco del Po piemontese, tra eredità e innovazione", in: Pisano C., De Luca G. (a cura di), *PROGETTARE NEL DISORDINE - PROGETTARE IL DISORDINE. Riordinare le fragilità urbane*, INU Edizioni, Collana Accademia, Roma, pg. 142-145.

Giudice B., Negrini G., Voghera A. (2023), "Il ruolo delle aree protette per la biodiversità urbana", *Urbanistica Informazioni*, n. 308, pp. 15-19.

Ingaramo R., Voghera A. (2018, a cura di), *Topics and Methods for Urban and Landscape Design. From the river to the project*, Springer, Premio

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

nazionale contratti di fiume, Quinta edizione anno 2018, Sessione Ricerca, 2018, Ministero dell'Ambiente, Agenda 21 Italy.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, CED PPN Politecnico di Torino (2003, a cura di), *AP. Il sistema nazionale delle aree protette nel quadro europeo: classificazione, pianificazione e gestione,* Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Alinea, Firenze.

O'Dwyer E., Pan I., Charlesworth R., Butler S., Shah S. (2020), "Integration of an energy management tool and digital twin for co-ordination and control of multi-vector smart energy systems", *Sustainable Cities and Society*, 62, 102412, pp. 1-27, DOI: 10.48550/arXiv.2007.12129.

Osservatorio del Paesaggio dei Parchi del Po e della Collina Torinese (2008), *L'infrastruttura verde del parco del Po torinese*, Alinea editrice, Firenze.

Ostellino I. (2021), *30 anni di pianificazione della Fascia fluviale del Po. Verso una green infrastructure metrofluviale. Appunti per una nuova stagione di pianificazione integrata della fascia fluviale del Po in Piemonte*, Ires, Torino.

Regione Piemonte (1990), *Legge regionale 22 marzo 1990, n. 12. Nuove norme in materia di aree protette (Parchi naturali, Riserve naturali, Aree attrezzate, Zone di preparco, Zone di salvaguardia).* B.U. 4 aprile 1990 n. 14.

Id. (1995), *Progetto Territoriale Operativo (PTO) per la tutela e la valorizzazione delle risorse ambientali del Po piemontese*, Approvato con DCR n.981-4186 dell'8 marzo 1995.

Id. (2009), *Legge regionale 29 giugno 2009, n. 19. Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità,* G.U. n. 47 del 5-12-2009.

Id. (2015), *Legge regionale del 29 giugno 2009, n. 19 Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità. Approvazione della metodologia tecnico-scientifica di riferimento per l'individuazione degli elementi della rete ecologica regionale e la sua implementazione*, DGR n. 52-1979 del 31/7/2015.

Id. (2019), *Legge Regionale 27 marzo 2019, n. 11. Modifiche normative e cartografiche alla Legge Regionale 29 giugno 2009,* n. 19 (Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità).

Id. (2024), *Linee guida per la redazione dei Piani d'area dei Parchi naturali,* Approvate con D.G.R. n.3-8364 del 29 marzo 2024.

Seto K.C., Parnell S., Elmqvist T. (2013), "A Global Outlook on Urbanization", in: Elmqvist T. *et al*. (Eds.), *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities. A Global Assessment*, SpringerLink.

UNEP-WCMC, IUCN (2021), *Protected Planet Report 2020*, Cambridge, Gland.

Xu Z., Zhang L., Li H., Lin Y.H., Yin S. (2020), "Combining IFC and 3D tiles to create 3D visualization for building information modelling", *Automation in Construction*, 109 (3), 102995, pp. 1-27.

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 141-155

DOI: 10.13137/2282-572X/37650

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

"Con tutta l'esattezza possibile". Il *Corpus* cartografico della famiglia Rosmini di Rovereto

"With all possible accuracy". The Cartographic Corpus *of the Rosmini Family of Rovereto*

Sebastiano Rossi

Dipartimento di Lettere e Filosofia, Università di Trento, sebastiano.rossi@unitn.it

Riassunto

L'articolo intende presentare il *corpus* cartografico di matrice gentilizia contenuto nell'Archivio della famiglia Rosmini a Rovereto (Tn). Dopo una breve presentazione del contesto e del soggetto produttore l'intervento intende esporre il materiale archivistico suddiviso secondo una proposta di carattere tematico al fine di esplicare l'eterogeneità e la preziosità di documenti per la maggior parte ancora inediti, sottolineandone gli elementi d'interesse per lo studio geo-storico in chiave locale e non solo.

Parole chiave

Cartografia storica, Trentino, archivi gentilizi, cartografia peritale.

Abstract

The article intends to present the cartographic corpus of patrician matrix contained in the Rosmini family Archive in Rovereto (Tn). After a brief presentation of the context and the producing subject, the paper intends to present the archive material subdivided according to a thematic proposal to explain the heterogeneity and preciousness of documents, for the most part still unpublished, underlining the elements of interest for geo-historical study in a local scale and not only.

Keywords

Historical cartography, Trentino, Aristocratic archives, Surveyor cartography.

Introduzione

Nell'ambito dell'articolato panorama della cartografia gentilizia italiana - si vedano tra gli altri i lavori di Dai Prà (2006 e 2013) e Valerio (2006) - , un universo che per sua natura si presenta come profondamente frammentato, il *corpus* conservato nell'Archivio di Casa Rosmini a Rovereto (Tn) rappresenta un inedito dal grande valore archivistico e conoscitivo.

Questo contributo vuole porsi come una prima presentazione di un fondo archivistico che, sino ad oggi, è stato oggetto di scarsa attenzione e studio: se la famiglia e l'archivio hanno goduto di studio negli anni (Bonazza 2005; Tranquillini 1997; Vettori, Ferrari 1986) al pari del contesto roveretano tra XVIII e XIX secolo (Frisinghelli 2020; Osti 2002; Allegri 1996), il patrimonio cartografico ha potuto beneficiare di minore attenzione.

L'intento del lavoro è quello di evidenziare le caratteristiche peculiari del *corpus* cartografico dell'Archivio Rosmini e prospettare gli orizzonti gnoseologici che le fonti possono offrire allo studioso in ambito geostorico. La fonte cartografica, infatti, si pone come testimonianza primaria tanto per la lettura diacronica del cambiamento fisico del territorio quanto – e non secondariamente – per la comprensione del costante mutamento nella percezione dello stesso, nella sua rappresentazione e nel suo governo.

L'analisi della cartografia gentilizia diviene, pertanto, strumento privilegiato nello studio storico e nella comprensione attuale di un territorio, figurandosi appieno come vera e propria "biografia figurata" (Dai Prà, Tanzarella, 2009, p.860) di un determinato ambito spaziale.

1. Il Contesto geografico: Rovereto tra XVII e XIX secolo

Per delineare appieno il contesto in cui si formò il *corpus* oggetto di analisi è necessario fornire alcune minime informazioni in merito all'ambito in cui si mosse la famiglia Rosmini, committente e produttrice degli apparati cartografici costituenti il fondo.

La città di Rovereto, situata lungo la valle dell'Adige a sud del capoluogo tridentino, rivestì nei secoli un ruolo di primo piano all'interno degli equilibri della società affacciata sulla via commerciale che collegava il mondo della pianura Padana e quello transalpino. A differenza della città di Trento, da sempre legata alla politica asburgica, il centro lagarino coltivò legami profondi con il mondo cisalpino: esso fu, infatti, governato dalla Repubblica di Venezia tra il XV e il XVI secolo e successivamente, ritornata sotto controllo imperiale, Rovereto godette comunque di particolari autonomie che permisero nel tempo l'assurgere del centro urbano a vero e proprio capoluogo del Trentino meridionale.

Per la città il XVIII secolo rappresentò il periodo di maggiore fioritura: a partire dal Seicentoprecedente, infatti, si era sviluppata una fiorentissima industria serica che segnò indelebilmente la fortuna di Rovereto quale centro di produzione e di commercio del prezioso materiale tessile e decretando una posizione di rilievo dell'abitato nel settore financo in ambito internazionale. (Frisinghelli, 2020). Durante tutto il Settecento l'intera economia roveretana gravitò in maniera preponderante intorno al mercato serico: l'assetto urbano e periurbano venne pertanto strutturato al fine di rispondere alle esigenze del settore sia attraverso la costruzione di infrastrutture pubbliche – in particolare legate all'irreggimentazione delle acque, risorsa fondamentale nella lavorazione dei bachi – che private come opifici, filatoi, torcitoi, anche attraverso una riconversione del sistema socio-economico verso la sericoltura e le attività funzionali al mantenimento dell'intero comparto proto-industriale (Gabellieri, 2019).

Il gettito garantito dalla produzione e dal commercio della seta indusse ben presto le famiglie del notabilato cittadino ad investire nel settore, mantenendone peraltro delle caratteristiche peculiari che si scontravano con la prospettiva internazionale del commercio serico: a discapito della vivacità e intraprendenza del mercato, "rimase caratteristico della realtà economica della città l'avvicendarsi dei soggetti a capo delle varie industrie. Una volta recuperato l'investimento iniziale [...] gli imprenditori affidavano infatti le loro aziende a nuovi soggetti subentranti e vivevano così di rendita. Si avevano quindi dei cicli aziendali piuttosto brevi, della durata di pochi decenni" (Frisinghelli, 2020, p. 20). Tale dinamica consuetudinaria rese di fatto conseguente una qual certa staticità imprenditoriale e "fece sì che non vi fossero alternative economiche al setificio e che mancassero [all'industria] grandi innovazioni dal punto di vista tecnologico e produttivo" (Frisinghelli, 2020, p. 20).

La fortuna del mercato serico sfumò fino a scomparire durante l'Ottocento: dopo una forte battuta d'arresto nel

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

primo decennio del secolo e una conseguente, timida, ripresa, i nuovi equilibri del mercato dei tessuti schiacciarono definitivamente l'industria roveretana e, di conseguenza, i guadagni ad esso legati tanto che, alla fine del XIX secolo, si affermava come, dopo aver goduto di una "*certaine prospérité",* il Tirolo meridionale "*n'a plus que quelques établissements peu importants*" (Pariset, 1890, p. 179).

L'apice dell'industria serica nel XVIII secolo significò per l'intera città un momento di grande benessere economico e di sviluppo urbanistico e sociale: fu in questo periodo, infatti, che a Rovereto fu assegnato l'appellativo di "Atene del Trentino"[1] per la fervente temperie culturale che caratterizzò il Settecento nel centro lagarino. La ricchezza cittadina portò nelle classi più benestanti il modello di una "pratica colta" mutuato dalla borghesia veneta (Allegri, 1996, p. 79) che si concretizzò in numerosi salotti letterari e un associazionismo erudito che culminò nel 1750 con la fondazione dell'Accademia Roveretana degli Agiati di Scienze Lettere ed Arti da parte di alcuni giovani eruditi locali allievi di Girolamo Tartarotti.

Al contempo, accanto ai mutamenti sociali, anche la struttura urbana subiva importanti cambiamenti: Rovereto perse gradualmente l'impianto medioevale ancorato al borgo e alle sue fortificazioni per abbracciare una nuova fisionomia in cui a fianco delle "nuove e rinnovate fabbriche o di empori commerciali" vi fu un fiorire di "padronali e maestosi palazzi e di ville, erette spesso a gara per ospitare vecchie e nuove famiglie gentilizie o borghesi" (Vettori e Ferrari, 1986, p. 13) che diedero alla città un nuovo volto, "di città moderna, di gusto italico e insieme un'impronta inconfondibile, ben diversa per esempio da quella della vicina Trento" (Vettori e Ferrari, 1986, p. 15). Fu in questo contesto che si mossero – spesso da protagonisti - i principali attori legati al *corpus* cartografico in oggetto.

2. La Famiglia Rosmini: dall'origine ai due suoi più fulgidi esponenti, Ambrogio e Antonio.

Sebbene il nome della famiglia sia indelebilmente legato all'esponente di maggior rilievo, ovvero l'illustre teologo e filosofo Antonio Rosmini Serbati (1797-1855), i vari rami dei Rosmini, che si erano stabiliti a Rovereto intorno alla metà del XV secolo, furono in grado di imprimere un solco significativo nella storia cittadina. Ripercorrendo l'archivio della famiglia è possibile seguire la trasformazione del casato da soggetto economico a esponente della piccola nobiltà locale (è del 1672 il diploma, conservato nell'archivio, della concessa nobiltà a Nicolò Rosmini da parte dell'imperatore Leopoldo I) e poi protagonista dell'*optimum* settecentesco. Un'ulteriore tappa nel successo familiare dei Rosmini è legata all'acquisizione nella metà del XVIII secolo del fidecommesso Serbati: questa particolare forma giuridica patrimoniale portò ad un ramo della famiglia – quello dei cosiddetti Rosmini *al Portone* – non solo l'aggiunta del cognome Serbati a quello dei Rosmini ma anche, e soprattutto, un notevole incremento patrimoniale e di prestigio tanto economico quanto sociale.

Senza voler esplorare l'intera storia familiare dei Rosmini è utile presentare almeno uno degli esponenti di spicco della famiglia legato al *corpus* cartografico ovvero Ambrogio Rosmini Serbati. Eclissato nella storiografia dalla figura ben più nota del nipote Antonio, Ambrogio fu un personaggio eclettico: architetto, pittore, studioso e collezionista, egli rivestì un ruolo centrale nella Rovereto a cavallo tra XVIII e XIX secolo, ricoprendo cariche pubbliche locali e segnando profondamente l'aspetto urbanistico del centro lagarino secondo un gusto stilistico moderno progettando, a titolo d'esempio, il *Corso Nuovo* (oggi corso Bettini), vero e proprio *boulevard* della Rovereto ottocentesca. Nondimanco, la sua importanza si declinò anche in ambito privato: attento amministratore dei beni familiari, ebbe un ruolo non solo nella formazione e nella guida del futuro filosofo ma anche nella gelosa conservazione dell'apparato documentale familiare che sarebbe divenuto l'odierno archivio dei Rosmini.

3. L'archivio rosminiano e il fondo «Mappe, Progetti e Disegni (1649-1930)».

Il moderno archivio di casa Rosmini, oggi conservato presso la "Casa Natale di Antonio Rosmini" a Rovereto nacque dunque come archivio commerciale della famiglia dei Rosmini *al Porton* e ne seguì le vicende evolvendosi ben presto in archivio patrimoniale, prima, e patrizio poi,

1 Il Settecento roveretano su: https://www.cultura.trentino.it/La-storia-del-Trentino/Il-Settecento-roveretano; visionato il 20/1/2025

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

incorporando via via altri nuclei archivistici – sia di altri rami della famiglia che di altre entità loro prossime – sino all'attuale aspetto di vero e proprio archivio di "concentrazione" (Bonazza 2005, p.9).

Il forte nesso tra soggetto produttore e luogo di conservazione, la casa che i Rosmini acquistarono nel XVI secolo, fu un elemento costante nella storia dell'archivio, tanto che questo seguì le sorti dei beni dei Rosmini Serbati una volta che alla morte di Antonio Rosmini – complice un matrimonio senza eredi del fratello e i voti religiosi presi anche dalla sorella – la discendenza familiare si estinse e tutti i beni vennero lasciati alla congregazione religiosa fondata dal filosofo roveretano. In questo periodo di transizione l'eredità venne gestita da Francesco Salvadori che diede alla casa e all'archivio una connotazione "prettamente economica" e pose le basi per la "metamorfosi da abitazione di famiglia a sede di congregazione religiosa" (Bonazza, 2007, p. XXV). Il cambio della destinazione d'uso della casa – da casa dei Rosmini a casa dei Padri rosminiani – ebbe una profonda ripercussione sull'archivio stesso: da "archivio di famiglia" le carte rosminiane divennero "archivio di casa" (Bonazza 2007, p. XXV) e tutto il patrimonio si cristallizzò e venne posto "sotto stretta salvaguardia, in quanto preziosa testimonianza del fondatore e del suo ambiente famigliare, e fatto oggetto di preziosa tutela" (Bonazza 2007, p. XXVI).

L'archivio Rosmini fu contraddistinto sin dalla sua creazione dalla profonda eterogeneità dei suoi documenti: manoscritti, opere a stampa, materiale bibliografico, artistico, atti notarili, documenti privati e financo beni materiali ne "costituiscono da sempre il segno distintivo" (Bonazza, 2005, p.10); inoltre, la commistione di archivio proprio della famiglia, archivio della casa e singoli archivi privati confluiti nella medesima raccolta hanno costituito il pregio – e al contempo la complessità – propria della natura dell'archivio.

La sistemazione attuale, frutto dell'imponente lavoro di riordino condotto da Marcello Bonazza, prende il via dalla sistemazione "definitiva" operata negli anni Cinquanta del secolo scorso da Achille Camplani. L'ordinamento Camplani, infatti, sancì "l'attraversamento di un crinale fino a quel momento non ancora superato: il crinale tra una percezione ancora attiva, vitale dell'archivio di casa, e la consapevolezza della dimensione ormai storica del patrimonio archivistico" (Bonazza 2007, p. LXIII), determinando di fatto la cristallizzazione dell'insieme documentario in vero e proprio archivio storico.

Non mettendo in dubbio i meriti del Camplani e la difficoltà oggettiva del riordino di un insieme così eterogeneo di documentazioni – sia per tipologia intrinseca che per l'abbondanza di soggetti produttori e per l'estensione cronologica interessata – la sistemazione tematica da lui operata ha comportato che l'archivio sia giunto all'attuale assetto in una forma tale da non rispondere "né alle esigenze dottrinali di un moderno e corretto ordinamento [...] né alle esigenze concrete di ricerca" (Bonazza, 2007, p. LXIII). Ad oggi l'archivio consta nel suo complesso di 40 fondi; le unità presenti al suo interno sono 2666 e tutta la documentazione è ordinata in 408 scatole e in 1038 cartelle. A scatole e cartelle va aggiunto il materiale grafico (disegni, schizzi, mappe e fotografie) conservato nelle cassettiere.

Le vicende dell'archivio si rispecchiano, *vis rerum*, anche nel fondo oggetto di questo contributo ovvero quello che, nella numerazione attuale, è il numero XXXIX «Mappe, Progetti e Disegni (1649-1930)».

Come suggerito dal nome stesso del fondo, esso si articola in tre principali ripartizioni: le "Mappe e rilevazioni dei terreni", in cui sono riunite le opere cartografiche intese come "rilevazioni di terreni a scopi fiscali e di determinazione delle proprietà, spesso allegate agli atti dei processi" (Bonazza, 2007, p. XXI), i "Progetti e rilevazioni di fabbricati" di natura maggiormente architettonica e urbanistica e infine i "Disegni a mano libera" di carattere prettamente artistico.

Il materiale di questo fondo, composto quindi da documenti *sui generis* se paragonati alla consueta norma del testo scritto, è stato pertanto riunito in un unico fondo per "la difficoltà di suddividere con esattezza il materiale tra un fondo e l'altro, accanto alla necessità di una conservazione specifica e univoca" (Bonazza 2007, p. 526): ne consegue pertanto come il *corpus* cartografico di casa Rosmini si presenti ad oggi come esito di un'unificazione di matrice puramente archivistica, frutto di più "scorpori" – moderni e antichi – che hanno sciolto nel tempo il vincolo con i fondi d'origine. Pertanto, le unità cartografiche sono semplicemente accomunate oggi più dalla loro natura di documenti iconografici che da una vera e propria parentela storiografica e filologica.

Se al riordino del 2007 va reso il merito di aver assegnato al materiale cartografico una qual certa dignità

come insieme di documenti dalla natura coerente – dal momento che in precedenza essi erano relegati con altri in un fondo miscellaneo denominato con scarsa fantasia "Documenti vari" – è altresì importante sottolineare come l'insieme «Mappe, Progetti e Disegni» non sia comunque l'unico fondo depositario di materiale variamente classificabile come cartografico: lo stesso revisore dell'inventario afferma infatti come "alcune mappe di terreni o rilevazioni di edifici possono trovarsi anche in altre parti dell'archivio" (Bonazza 2007, p. 526). Ne è un esempio esemplificativo una "Raccolta di cose curiose più o meno interessanti racimolate qua e là. 1950" che consiste in un collage conservato nel fondo «Miscellanea» (ACRR X, 7.1) che, tra le altre cose, contiene diverse piccole "mappe" di provenienza incerta e quindi esito di altri "scorpori".

Il materiale cartografico del fondo considerato in questa sede – ovvero escludendo dall'analisi le sottodivisioni "Progetti e rilevazioni di fabbricati" e "Disegni a mano libera" – consta ad oggi di 96 carte, suddivise nell'inventario dell'archivio in 5 sottogruppi: 1. "Mappe arrotolate realizzate da autori diversi 1754-1870"; 2."Mappe piane di terreni realizzate da autori diversi 1776-1836"; 3."Mappe piane di terreni Rosmini realizzate da autori diversi 1788-1862"; 4."Mappe piane realizzate da Ambrogio Rosmini Serbati 1788-1810"; 5."Mappe piane realizzate da Giuseppe Marco Moschini 1819-1821".

Sebbene il fondo non sia mai stato effettivamente studiato nella sua organicità, parte delle carte qui conservate hanno già conosciuto una divulgazione presso il pubblico locale attraverso la mostra "Imago Tridentina. Cartografia manoscritta del Trentino dagli archivi territoriali", curata dal GeCo (Centro Geo-cartografico di Studio e Documentazione dell'Università di Trento) nell'estate del 2020 a Rovereto in cui alcune delle carte più valevoli sono state restaurate e esposte in concerto con altri documenti provenienti dagli archivi del territorio.

Un ulteriore passo per lo studio del fondo è la digitalizzazione professionale richiesta dal GeCo in virtù di un accordo in corso con la Soprintendenza per i beni e le attività culturali della Provincia autonoma di Trento e eseguita dall'ufficio fotografico della stessa nell'estate del 2024. Le digitalizzazioni ad alta risoluzione sono state conseguentemente versate nell'archivio digitale del Centro Geocartografico e rese, pertanto, fruibili a fini di studio e ricerca anche al di là della loro fisica collocazione roveretana.

4. La cartografia di Casa Rosmini: proposte per una classificazione tematica

Nel presentare la componente cartografica dell'archivio di Casa Rosmini si è scelto di attuare una divisione tematica che travalichi e corregga la partizione archivistica attuata precedentemente per offrire un quadro meno schematico varietà tematica contenuta in un archivio gentilizio quale quello prodotto dalla famiglia Rosmini. I tematismi presentati non hanno peraltro la pretesa di delineare tutti i soggetti contenuti nelle carte ma, al contrario, quello di fare intuire la ricchezza gnoseologica intrinseca del fondo e di fornire una proposta di prima suddivisione ideale dei documenti.

Una prima, cospicua, sezione è rappresentata da quelle riproduzioni a grande o grandissima scala che hanno a soggetto contenuti di carattere urbanistico. In questo novero rientrano tanto quelle rappresentazioni di carattere preliminare – come schizzi o annotazioni – a possibili progetti di modifica dell'assetto urbano quanto vere e proprie descrizioni iconografiche di aree fabbricate. Il soggetto principale di questa tipologia documentale è la città di Rovereto, in particolare singoli isolati o settori del tessuto urbano, con una particolare attenzione – e ben poca sorpresa – verso gli edifici e le proprietà della famiglia Rosmini.

Un esempio di questa categoria (Fig. 1) è rappresentato dalla rilevazione dei terreni e fabbricati appartenenti ai Rosmini Serbati lungo la Strada delle Salesiane a Rovereto (XXXIX, 03.01.05) : sebbene a differenza di altre produzioni manchino alcuni degli elementi formali della carta – come la scala di rappresentazione – il documento si presenta come una pianta orientata dell'isolato di proprietà dei Rosmini lungo la "Strada che porta alle [suore] Salesiane" e in cui una minuziosa legenda scioglie la rappresentazione indicando dove si collocava, nel 1845, il "Portico con sopra il solaro" oppure "il Volto[2] grande dimezzato per il lungo" senza mancare di indicare i possidenti dei vicini lotti fondiari.

2 Da intendersi come locale con copertura a botte.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 1



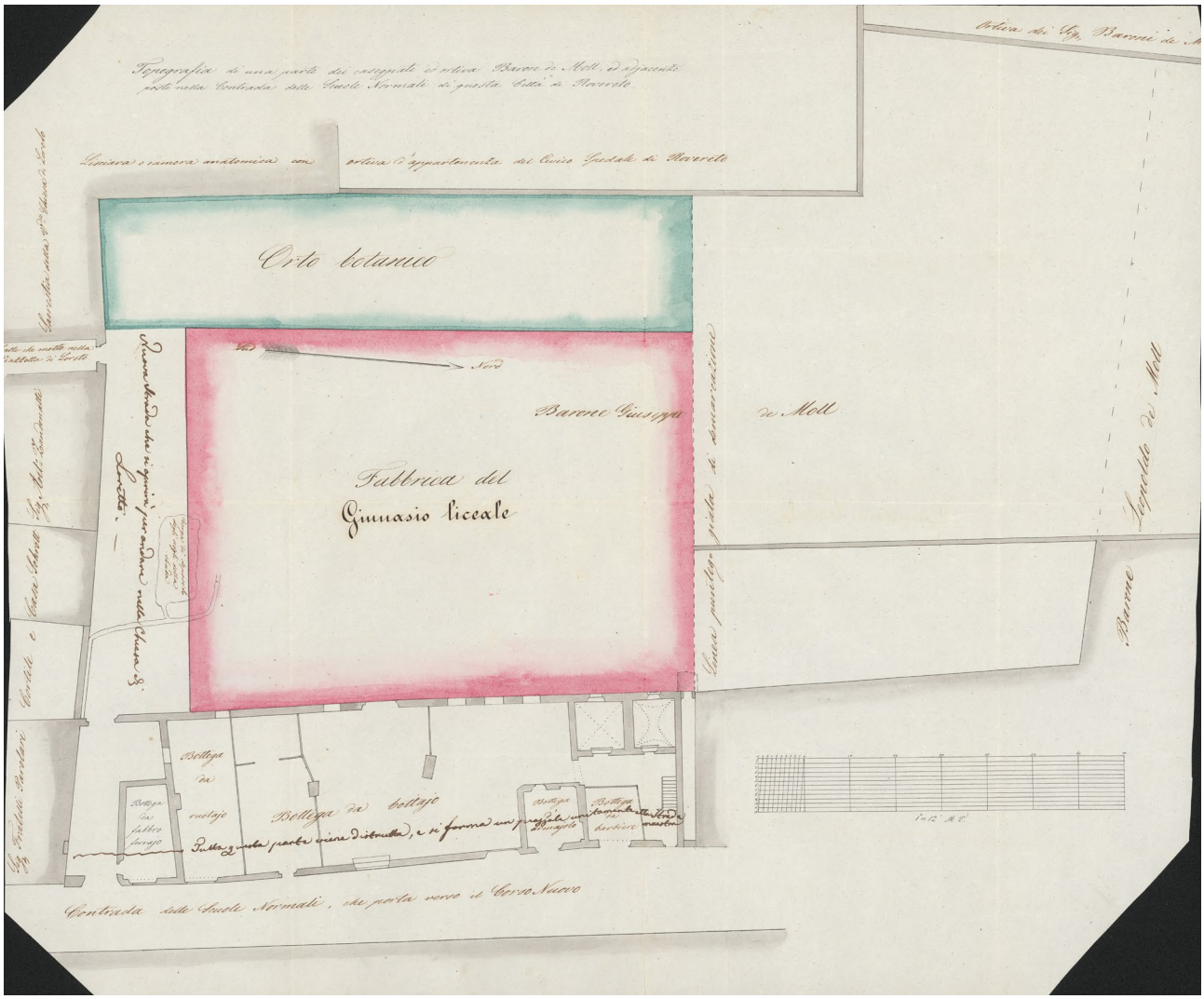
FONTE: ACRR, XXXIX, 03.01.05

Rimpicciolendo appena la scala troviamo un altro esempio di pianta urbana, la "Topografia di una parte dei ed ortiva [del] Baron de Moll, ed adiacenze poste nella contrada delle scuole normali di questa città di Rovereto" (XXXIX, 02-08): essa, di ben altra fattura rispetto alla precedente, rappresenta l'isolato del Ginnasio di Rovereto. Questa carta, la cui datazione precisa è ad oggi incerta, non solo fornisce un'istantanea dell'area della scuola e le immediate adiacenze ma riporta anche una serie di informazioni accessorie sul tessuto urbano della città ottocentesca, preziose per la ricostruzione della fisionomia del centro urbano con le sue diverse aree funzionali: ecco, ad esempio, la bottega "da fabbro ferrajo", quella "da ruotajo", "da bottajo", "d'armajolo", "da barbiere"; la "gorga di deposito degli scoli della strada"; le proprietà e abitazioni private denominate secondo i rispettivi proprietari.

Al momento non è possibile attribuire con certezza la carta ad un autore preciso ma potrebbe essere opera dello stesso Ambrogio Rosmini: oltre al dato calligrafico – in alcune annotazioni la scrittura si presenta simile a quella del patrizio roveretano – la natura progettuale della pianta potrebbe legarla al piano che lo stesso Ambrogio proponeva nel 1811, in qualità di Presidente alla Commissione dell'Ornato, per la costruzione di una "piazza quadrilunga di fronte al locale delle scuole normali" (Vettori e Ferrari, 1986, p.17). Tale rimando potrebbe essere confermato anche da un'annotazione sulla carta stessa: nell'area delle botteghe, infatti, è indicato come "Tutta questa parte viene distrutta, e si forma un piazzale unitamente alla strada maestra" e, conseguentemente, anche la "Nuova strada che si aprirà per andare nella chiesa di Loretto" (Fig. 2).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 2



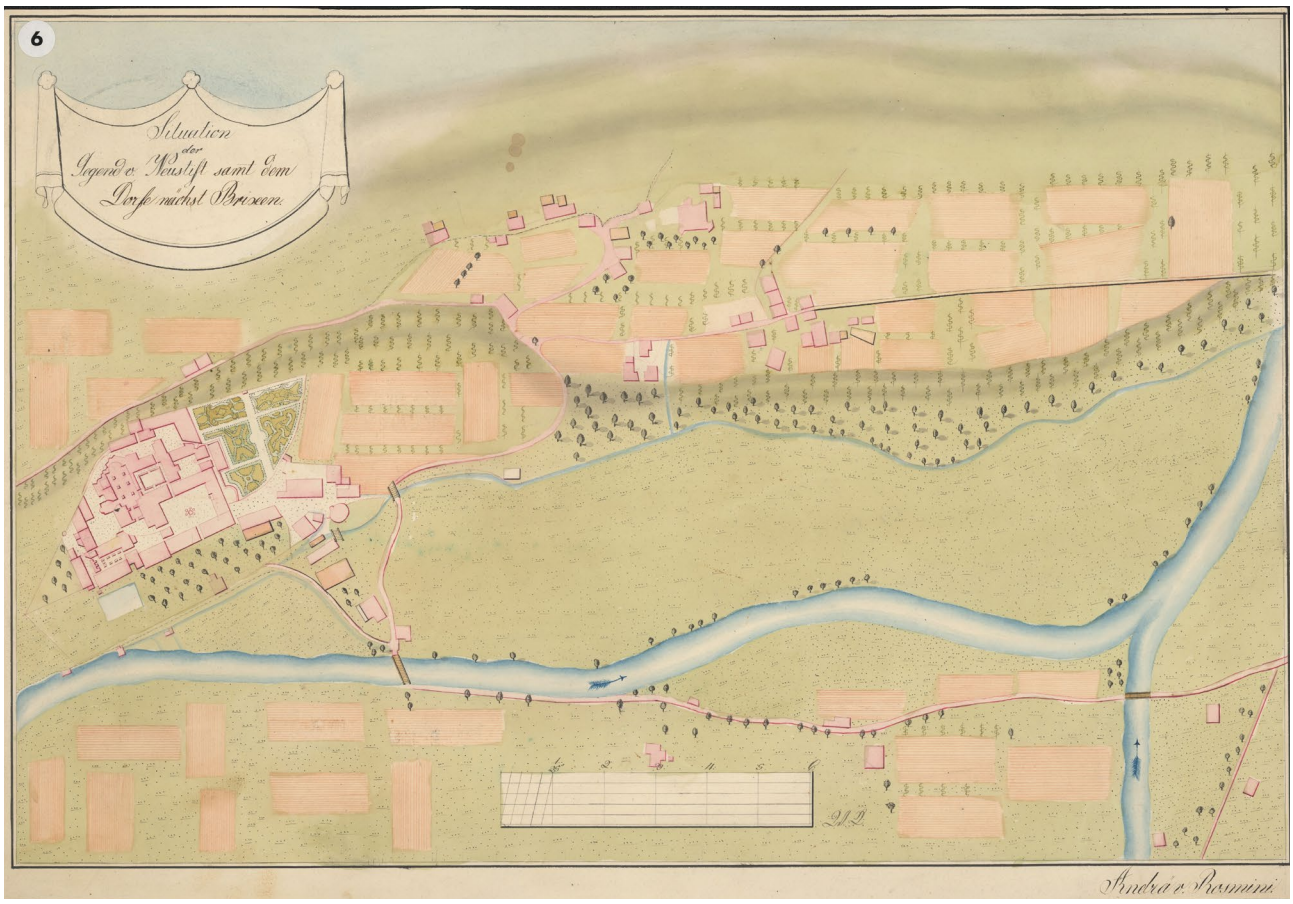
FONTE: ACRR, XXXIX, 02.08

Le carte a grande scala non si esauriscono nella sola attenzione verso la città di Rovereto: ne è un esempio la “Mappa di Cadino”, attribuita da Bonazza (2007, p. 531) come lavoro di Ambrogio Rosmini del 1788. Essa, poco più di uno schizzo – sebbene riporti una peculiare rosa dei venti – rappresenta il piccolo abitato di Cadino, oggi frazione del comune di Faedo (Tn), affacciato sulle rive del fiume Adige. La peculiarità del soggetto risiede nella lontananza dal centro di Rovereto, dal momento che il piccolo abitato è situato a circa 40 km a settentrione di Rovereto e, ad ora, non è chiaro quale motivo abbia concorso alla realizzazione della carta.

Il documento precedente non è il solo che insista su aree geograficamente lontane dal centro lagarino: non sono poche, infatti, le carte che rappresentano areali anche distanti da Rovereto. È il caso di una stupenda carta (XXXIX, 02.05; Fig. 3) intitolata “*Situation der Gegend von Neustift samt dem Dorfe nächst Brixen*” (“Situazione del territorio vicino a Novacella compreso il paese vicino a Bressanone”). La carta è firmata da tale Andrä von Rosmini ma al momento sia l’identità dell’autore che la finalità della rappresentazione risultano incerte: non è infatti chiaro chi sia Andrä né tantomeno quale motivo abbia portato la carta nell’archivio roveretano. Nonostante

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 3



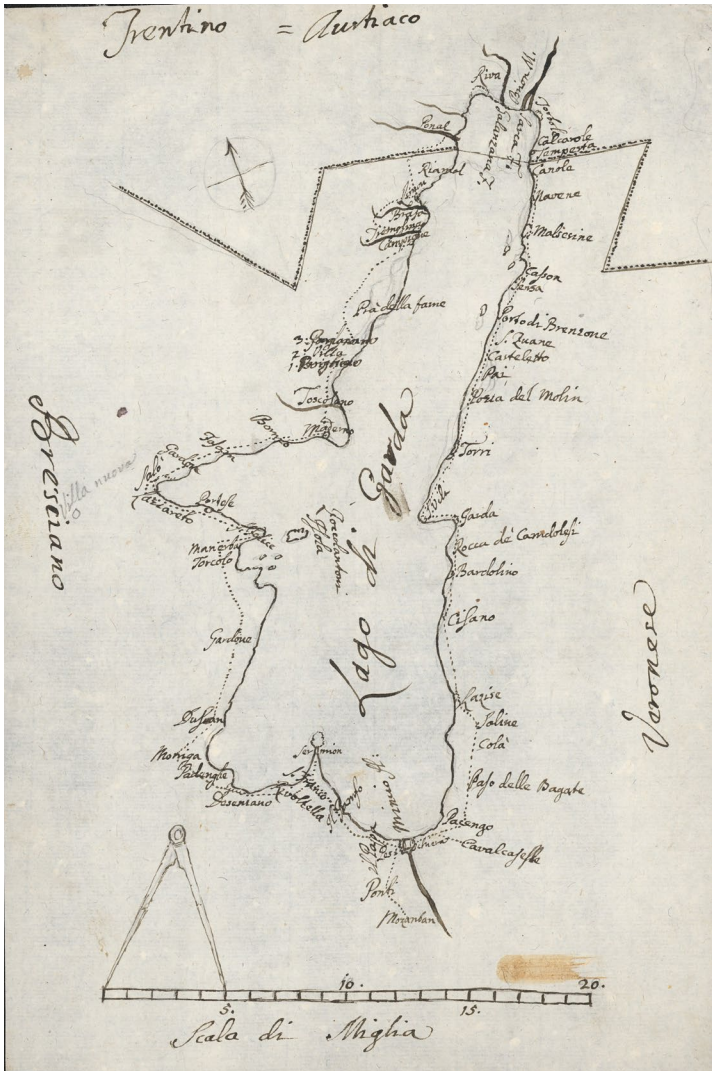
FONTE: ACRR, XXXIX, 02.05

le lacune circa la sua origine, la carta in sé si presenta quale prezioso documento tanto per l’abilità e la finezza grafica che ne caratterizza la fattura quanto per la precisa rappresentazione della nota abbazia agostiniana, dei suoi edifici, del suo chiostro e del territorio circostante nonché per il sapiente e chiaro utilizzo delle convenzioni grafiche e semiologiche che non possono che indicare la perizia della mano che redasse la carta e che ne fanno ipotizzare la datazione entro la prima metà del secolo XIX. Altre località dell’odierna provincia di Trento sono riscontrabili nella cartografia del *corpus*, sebbene la qualità intrinseca dei documenti presenti delle notevoli variazioni e non tutti possano fregiarsi di fattezze paragonabili alla carta precedentemente descritta. I soggetti di queste rappresentazioni sono vari: da piante di centri urbani, come quella di Arco e del suo castello (XXXIX, 04.02) o la corografia attribuita a Ambrogio Rosmini, che rappresenta il lago di Garda. La carta (XXXIX, 04.01.03; Fig. 4), a china con “Scala di miglia” e le indicazioni dei punti cardinali, riporta l’intero sviluppo della costa benacense divisa in tre sezioni (Trentino Austriaco, Bresciano e Veronese) sulla quale sono segnate le principali località che vi si affacciano, la strada che ne segue l’andamento, gli affluenti che si immettono nello specchio d’acqua e alcuni elementi morfologici che insistono sulle coste del lago.

Il nucleo del *corpus* cartografico di Casa Rosmini è rappresentato da quella cartografia che si può definire come gentilizia o peritale, ovvero quella delle rappresentazioni di proprietà fondiarie tese a descrivere puntualmente confini e caratteristiche produttive del patrimonio per fini conoscitivi e che spesso assumono la fisionomia di un vero e proprio “catasto privato”. Tali carte, così come quelle descritte in precedenza, mostrano una notevole disomogeneità per quel che riguarda la qualità grafica e

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 4



FONTE: ACRR, XXXIX, 04.01.03

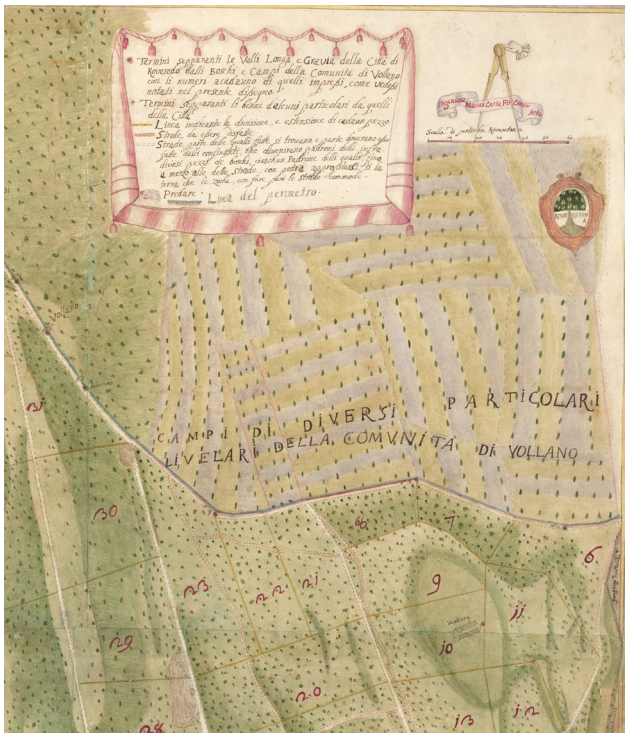
la perizia cartografica, passando da semplici schizzi a matita elaborate carte acquerellate.

Un esempio di documento dalla notevole fattura (XXXIX, 01.01; Fig. 5) è una grande carta (1355 x 1035 mm) che rappresenta i poderi dei Rosmini a nord di Rovereto nel 1754, intitolata “Mappa toppografica delle valli longa, e Gravia, e Boschi verso pozzo della città di Roveredo [...] divise in N. 49 pezzi cadauno de qualli dell’Estensione, e situazione come vedesi nella presente mappa fatta nell’Anno 1754” e firmata da “Felice Natalle Iongo[3] Peritto ingegnere” . La carta, riprodotta in “scalla di pertiche Roveretane” è arricchita da uno scudo con quercia, simbolo della città lagarina, e altre decorazioni (notevole il disegno del compasso posto sopra la barra di scala, con una mano che misura e il cartiglio che riporta *Ingeniosa manus certa fit certior arte*). La natura “paracatastale” del documento è chiara: in aggiunta alla micro-toponomastica riportata sulla carta ogni particella fondiaria è numerata e associabile ad un elenco che esplicita la “Misura di cadaun pezzo di lugo” specificandone l’estensione “con la notta della quantità delle pertiche”.

3 Natale Iongo (o Giongo), noto e famoso agrimensore nel Trentino meridionale durante il XVIII secolo (Salvador 2023, p. 130).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 5



FONTE: ACRR, XXXIX, 01.01 (Particolare)

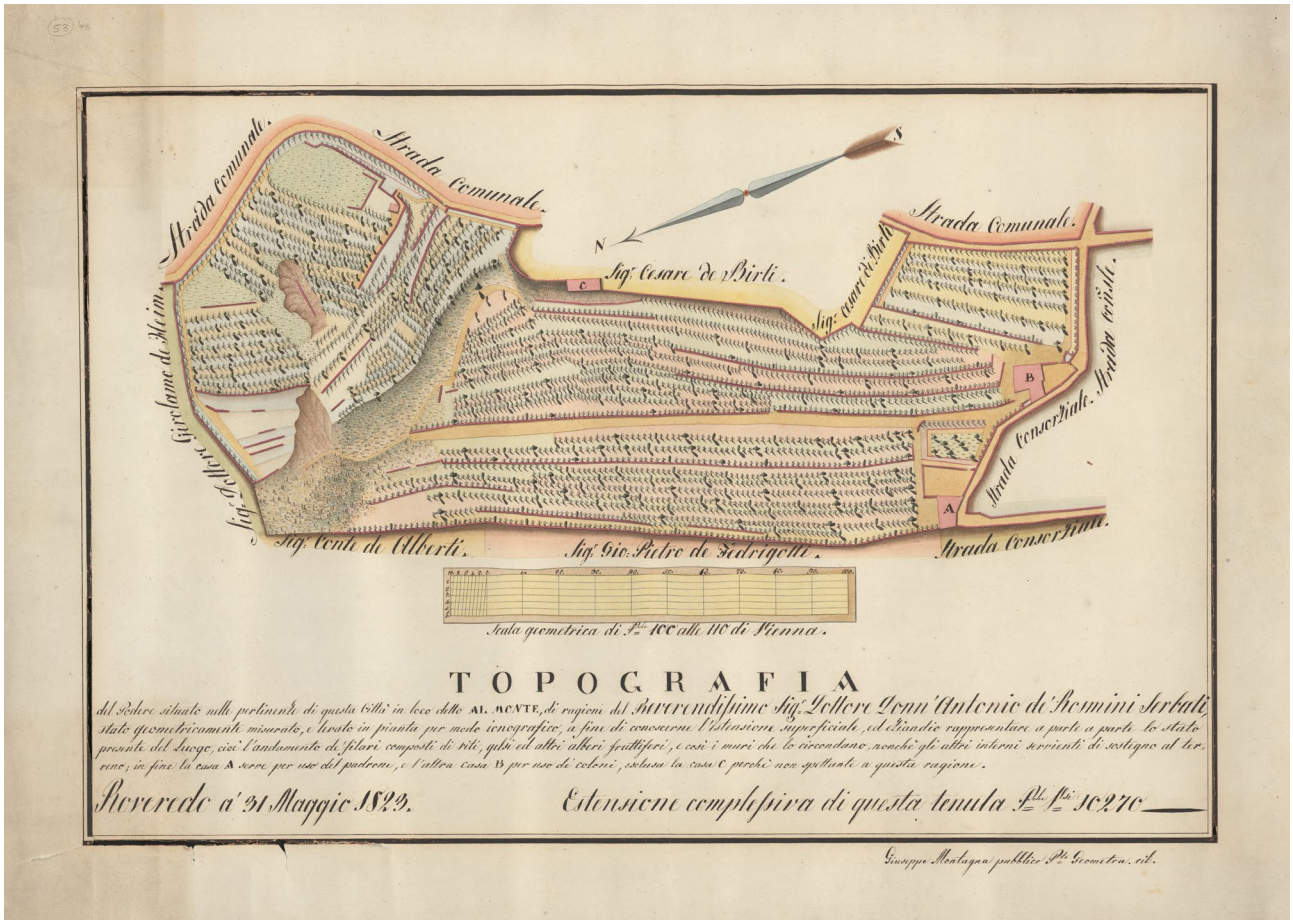
Inoltre, la carta offre allo studioso numerosi particolari sia in relazione allo sfruttamento agricolo dell’area – sono identificabili i campi posti a coltura così come è riscontrabile la presenza di un’ “ucellera”, probabilmente una struttura per la cattura di volatili – e di altri elementi morfologici come alcune “voragini”. Non vengono omessi anche particolari come la presenza di un’uccelliera o di una fonte. Inoltre, è anche puntualmente indicata la proprietà dei singoli appezzamenti di terra che confinano con la tenuta dei Rosmini: tra i possidenti è interessante osservare come spicchino nomi di famiglie importanti nel contesto del notabilato lagarino accanto a nomi decisamente meno noti, tra cui una tale Antonia Daison o i “Boschi e Campi di Valentino Fait” e, oltre a questi, è da osservare come permangano delle aree segnalate quali proprietà comune: è il caso dei “Boschi” appartenenti alla “comunità di Vollano”. Un’ultima considerazione sulle possibilità gnoseologiche offerte dalla carta proviene da una specifica legenda ove sono esplicati alcuni segni peculiari riportati: in questa vi sono indicate le posizioni dei “termini” (cippi confinari) e delle “predare” (cave di pietra), ma anche le linee che rappresentano le “strade da essere disfatte” e, in maniera diversa le “Strade parte delle quali fatte si trovano, e parte doverano esser fatte dalli confinanti, che divenirano padroni delli intradivisi pezzi de boschi, ciaschun Padrone delli qualli fino a mezo alle dette Strade, con pottrà appropriarsi, si la terra che le zoche [ceppi], con fare però le strade commode”, comunicando ancora una volta la commistione tra piano reale e piano progettuale che convivono nelle carte gentilizie.

Un’altra carta altresì degna di nota è la “Topografia del Podere situato nelle pertinenze di questa Città in loco detto al Monte, di ragione del Reverendissimo Sig. Dottore Donn’Antonio de’ Rosmini Serbati” (XXIX, 01.06) a firma del “Pubblico P[eri]to Geometra ril[evatore]” Giuseppe Montagna e datata al 31 maggio 1823. Lo scopo della carta è riportato nella lunga legenda che accompagna la rappresentazione e che afferma come il terreno della proprietà sia “stato geometricamente misurato, e levato in pianta per modo icnografico, a fine di conoscerne l’estensione superficiale” ma non solo: la carta infatti si prefigge come scopo quello di “rappresentare a parte a parte lo stato presente del luogo, cioè l’andamento de’ filari composti di viti, gelsi ed altri alberi fruttiferi, e così i muri che lo circondano, nonché gli altri interni servienti di sostegno al terreno; in fine la casa *A* serve per uso del padrone, e l’altra casa *B* per uso de’ coloni”. La carta, elegantemente incorniciata, presenta tutte le caratteristiche formali in uso tra i professionisti del tempo: scala in pertiche di Vienna, la freccia che indica il nord, colori pastello. La valevole qualità grafica del documento non è peraltro il solo pregio della carta: la precisa rappresentazione delle colture, in cui ai filari di viti sono intervallati gli alberi da frutto, e la puntuale descrizione delle tipologie di uso del suolo offrono una preziosa testimonianza dei sistemi colturali in uso e può offrire copiose informazioni in merito a tali ambiti di ricerca (Fig. 6).

Altre carte di fattura meno professionale offrono comunque informazioni valevoli: è il caso della carta del 1803 (XXXIX, 04.01.10), disegnata da Ambrogio Rosmini, del fondo Piomarta a Rovereto. Sebbene si intuisca che la mano non sia di un cartografo professionista, anche per la mancanza degli elementi formali, vi si apprezzano ugualmente la correttezza grafica e la precisione con cui la tenuta fondiaria viene riprodotta. In questo documento traspare in maniera lampante la finalità della cartografia gentilizia come strumento d’uso: ai singoli appezzamenti in cui la proprietà è divisa sono assegnate delle lettere e, a

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 6



FONTE: ACRR, XXXIX, 01.06

queste, corrisponde un elenco in cui sono puntualmente segnati i termini dell’acquisto dei singoli lotti, la data della compravendita, i precedenti proprietari, come ad esempio “da Rocco già Carl’Antonio Filippi di Marco nel concorso del 1763. Rog. Giordani”.

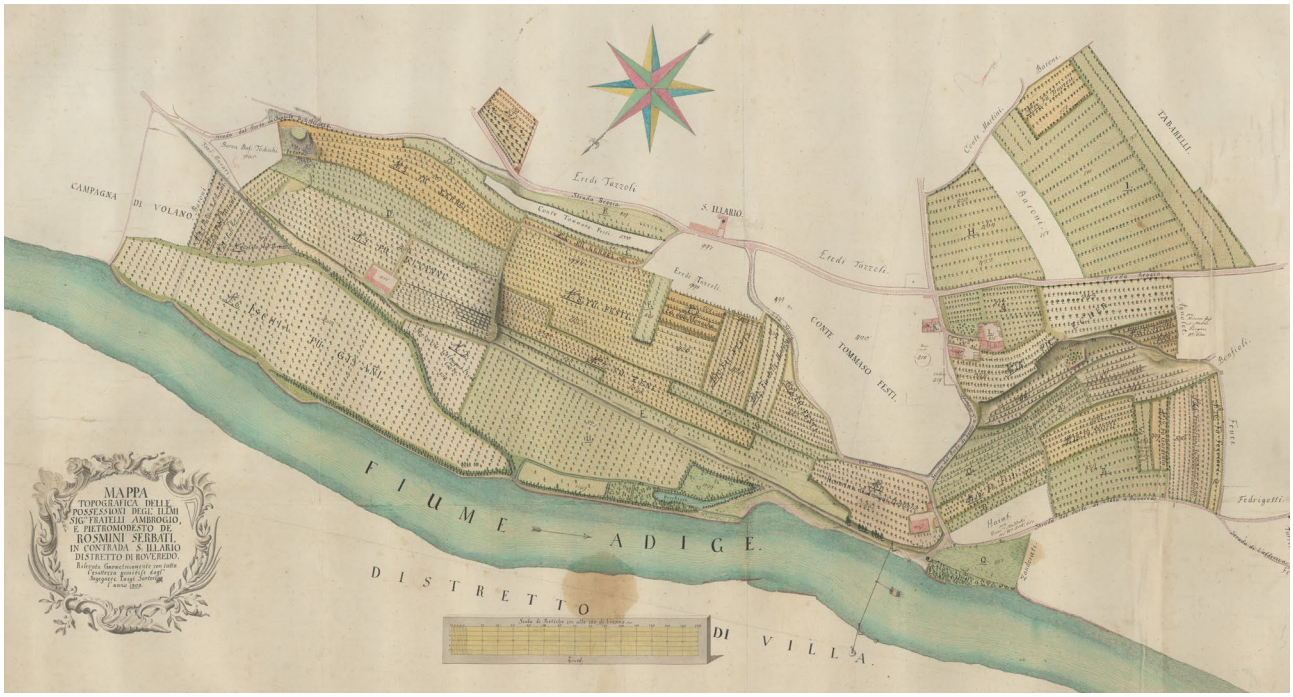
Un’ultima carta da segnalare è la “Mappa topografica delle possessioni degl’Illmi Sig,.ri Fratelli Ambrogio e Pietromodesto de Rosmini Serbati in contrada S. Illario” (XXXIX, 01.05.01 Fig. 7) disegnata e colorata “con tutta l’esattezza possibile” dall’ingegnere Luigi Sartori, perito tecnico molto attivo in questo periodo in Vallagarina e non solo. Il soggetto sono i possedimenti familiari sulla sponda sinistra dell’Adige e proprio sulla riva del fiume appaiono una serie di interessanti elementi che esulano dallo specifico scopo della carta ma che per il ricercatore sono testimonianze fondamentali sugli assetti territoriali dell’epoca: vi si trova, infatti, il traghetto fluviale per l’attraversamento del corso d’acqua con la sua strada “del Porto”, e una “Peschiera”, probabilmente un invaso artificiale per la piscicoltura.

Un ulteriore tematismo assai presente nella cartografia gentilizia è quella dell’idrografia e, più in generale, della regolazione e del governo delle acque e dei paesaggi idraulici (Dai Prà, Tanzarella, 2010). Il tema idrico è predominante sia nella sua accezione di irreggimentazione delle acque urbane – rogge e canali – indispensabili per l’agricoltura e nell’economia serica del roveretano quanto nella gestione dei fiumi e dei torrenti, ponendo pertanto questa materia a cavallo tra rappresentazione dello *status quo* del territorio e progettazione del suo governo. Ne è un esempio la carta tematica che illustra le condotte d’acqua per il filatoio appartenente alla famiglia Rosmini

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

S. ROSSI “Con tutta l’esattezza possibile”

FIGURA 7



FONTE: ACRR, XXXIX, 01.05.01

Serbati (XXXIX, 03.01.01): essa rappresenta la complessità dell’organizzazione territoriale al servizio dell’industria cittadina. Nella carta ogni canale è riportato con il nome del proprietario e con le indicazioni sulla destinazione d’uso della forza idrica: vediamo infatti come l’acqua che passa nei “Canali d’edifizi Rosmini” si dirami poi in quella indirizzata al “Filatojo” e quella invece indispensabile per muovere il “Maglio”, rispettivamente adiacenti al “Filatojo del S. don Antonio de Rosmini” e alla “Fucina”

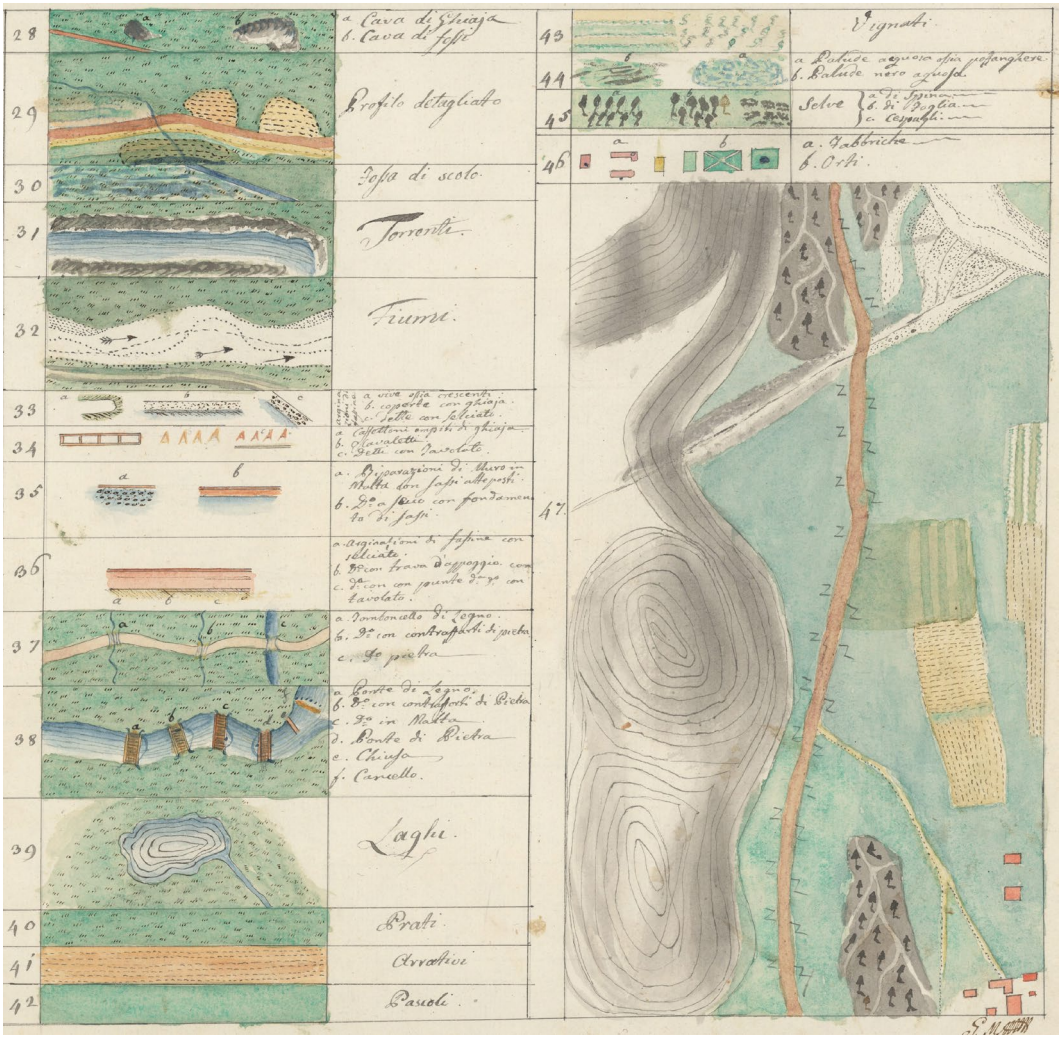
Il soggetto idrico è anche protagonista nella “Mappa dell’andamento dell’Adige [...] co’ suoi ripari fatti a difesa della campagna” (XXXIX, 02.01;) del 1776 o ancora, nella “Dimostrazione dell’andamento del fiume Brenta dalla foce del Tributario Grigno sin oltre l’Austro-Veneto Confine” (XXXIX, 05.02.01) della fine del medesimo secolo: in quest’ultima carta è da notare come siano riprodotte le infrastrutture di accumulazione e stoccaggio del legname che veniva fluitato dai boschi montani verso la pianura veneta.

Un ultimo soggetto tematico che pare valevole di presentazione è costituito dalla vera e propria cartografia progettuale: questo soggetto, decisamente presente nel *corpus*, risulta infatti di grande valenza tanto per quel che riguarda l’amministrazione del territorio e la visione trasformativa – per quanto spesso legata a fini economici e patrimonialistici – che le amministrazioni ipotizzarono nel tempo. Rientrano in questo gruppo carte come l’acquerellata “Topografia rappresentante specialmente la linea di direzione, e l’altezza di un Muro di Cinta, che il Sig. Don Antonio di Rosmini Serbati può far erigere lungo il proprio stabile a St. Marco, ed appresso alla Strada Postale” (XXXIX, 03.04.01) dell’aprile 1836, per mano di Giuseppe Montagna o il notevole, anche solo per l’altezza cronologica, progetto del 1649 della diga (“stuva”) eretta sul torrente Albula – oggi Albola – dalla comunità di Riva del Garda disegnata “dal Capitaneo, e Ingenieuro Allesandro Baron cittadino di Riva” (XXXIX, 06.01).

Infine, un ultimo documento merita di essere presente in questa sinottica rassegna: si tratta di una serie di quattro tavole di esercizi cartografici (XXXIX, 05.01.01-05.01.04) composte da Giuseppe Marco Moschini e datate tra il 1819 e il 1821. In queste non solo si ritrovano le principali convenzioni grafiche utilizzate dai professionisti per riprodurre gli elementi territoriali, numerate e contrassegnate

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 8



FONTE: ACRR, XXXIX, 05.01.02 (Particolare)

dalla doppia definizione in italiano e tedesco, ma anche dei piccoli cammei ove tali elementi sono stati inseriti in un paesaggio fittizio, il che rende questi documenti fondamentali come vera e propria legenda per lo scioglimento di altre opere cartografiche (Fig. 8).

Conclusioni

Questa rapida – e forzatamente incompleta – esposizione del corpus cartografico di Casa Rosmini intende essere una prima presentazione di un fondo che non ha ancora ricevuto le attenzioni scientifiche che indubbiamente merita. Esso costituisce un rilevante punto di partenza per la costruzione di quella biografia iconografica dei territori trentini, unendo il pregio della componente estetica ad un contenuto in termini di metadati puntuale e approfondito.

Come è stato tentato di dimostrare nel testo, infatti, l’eterogeneità della documentazione conservata, la sua preziosità iconografica e la valenza quale fonte storica rendono il fondo rosminiano una risorsa fondamentale nella ricostruzione geostorica di un territorio dal passato complesso come quello tridentino.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Lo studio del fondo sta facendo emergere numerose possibilità di ricerca: le carte, infatti, consentono – in concerto con le altre fonti– di operare analisi transtemporali e transcalari su soggetti geografici del Roveretano e non solo, e di affrontare e approfondire tematiche non unicamente geografiche ma anche economiche, sociali e di governo del territorio che possono travalicare la pura ricerca gnoseologica e approdare nell'attualità più concreta. A tal proposito, in prospettiva futura, è previsto un approfondimento presso l'archivio rosminiano finalizzato a sanare del tutto o anche solo in parte il pernicioso problema degli scorpori archivistici che hanno colpito il fondo al fine di ampliare le informazioni di contesto che arricchirebbero il valore della cartografia presentata.

Inoltre, la loro valenza va oltre la semplice ricerca storica, arrivando a influenzare anche riflessioni contemporanee riguardo alla gestione e governance del territorio. In questo senso, il fondo non solo arricchisce il nostro panorama conoscitivo, ma apre anche nuovi spazi di confronto tra passato e presente, tra memoria storica e pratiche attuali di pianificazione e sviluppo.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Allegri M., (1996), "Tra Vienna e Venezia : la formazione di una società colta nella Rovereto di primo Settecento", *Atti della Accademia Roveretana degli Agiati, s. 7 v.*, pp. 67-89

Bonazza M., (2004) "La misura dei beni. Il catasto teresiano trentino-tirolese tra Sette e Ottocento", in *Il Trentino e l'Europa allo specchio tra Storia e Presente*, Trento, Comune di Trento

Bonazza M., (2005) "L'archivio di casa Rosmini a Rovereto. Archivio privato e famigliare, archivio di concentrazione, fonte per la storia", in Bonazza M. et al. *L'archivio e le stampe di casa Rosmini: riflessioni su un intervento di recupero*, Accademia roveretana degli Agiati, Rovereto, pp. 9-72

Bonazza M., (2007), *Famiglia Rosmini e casa rosminiana di Rovereto: inventario dell'archivio: (1505-1952, con documenti dal XIII secolo),* Provincia Autonoma di Trento, Soprintendenza per i beni librari e archivistici, Trento

Dai Prà E., (a cura di) (2013), *APSAT 9: cartografia storica e paesaggi in Trentino Approcci Geostorici,* SAP Società archeologica, Mantova

Dai Prà E., (2006) *I corpora cartografici gentilizi come strumento di conoscenza e gestione del territorio marchigiano* In: Atti Convegno *La cartografia come strumenti di conoscenza e di gestione del territorio,* Messina, pp. 343-350

Dai Prà E., Martinelli C. (2007) "La comunicazione dei valori identitari del territorio attraverso le carte storiche peritali", *Bollettino Associazione Italiana di Cartografia*, pp. 273-293.

Dai Prà E., A. Tanzarella, (2010), "La cartografia storica peritale strumento predittivo di gestione del rischio idro-geologico. Casi di studio nel Trentino pre-unitario" *Atti 14a Conferenza Nazionale ASITA* - Brescia 9-12 novembre 2010, pp. 707-712

Dai Prà E., (2012), *Gli Albani tra Marche e Romagna: costruzione del territorio e politiche gentilizie tra età moderna e contemporanea,* Franco Angeli, Milano

Frisinghelli A. (2020) "*La seta a Rovereto, Filatoi, imprenditori e mercanti*". *Scuola Officina*, n2

Gabellieri N., (2019) "Il paesaggio scomparso della gelsicoltura in Vallagarina: un approccio geografico-storico a fonti integrate" *Geostorie*, anno XXVII, n.1.

Osti G., (2002), "Rovereto nelle descrizioni di Montaigne (1580), di Papebroch (1660) e di Blainville (1707)", in *Atti della Accademia Roveretana degli Agiati.* s. 8 v. 2, pp. 95-118.

Pariset E., (1890), *Les Industries De La Soie Sériciculture, Filature, Moulinage, Tissage, Teinture Histoire & Statistique,* Imprimerie Pitrat Ainè.

Salvador I., (2022), "Il ruolo delle comunità montane nella "costruzione" e gestione dell'alpe" in Avanzini M., Salvador I. (a cura di) *Memorie di terre alte* MUSE – Museo delle Scienze Trento, pp. 117-137.

Tranquillini V.C., (1997), *Ambrogio Rosmini, ritratto d'un gentiluomo di provincia*., Osiride, Rovereto.

Valerio V., (2006) (a cura di), *Cartografi veneti: mappe, uomini e istituzioni per l'immagine e il governo del territorio,* Programma, Padova

Vettori D., Ferrari S. (1986), *Ambrogio Rosmini (1741-1818) un artista roveretano tra illuminismo e restaurazione*, Manfrini, Calliano.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 156-173

DOI: 10.13137/2282-572X/37651

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

Ubicazione ottimale di Soluzioni Basate sulla Natura alla scala comunale a supporto della pianificazione territoriale

Optimal siting of Nature-Based Solutions at the municipal scale to support spatial planning

Noemi Mannucci*

* Università La Sapienza Roma, noemi.mannucci@uniroma1.it – Università degli Studi di Firenze, noemi.mannucci@unifi.it

Riassunto

L'implementazione di Soluzioni Basate sulla Natura (*Nature-Based Solutions*, NBS) lungo i sistemi fluviali rappresenta una strategia innovativa per mitigare i rischi di inondazione, migliorare la gestione delle risorse idriche e potenziare i servizi ecosistemici collegati al bacino idrografico. Questo studio propone una metodologia scalabile, basata sull'integrazione di dati di telerilevamento e cartografie tematiche, per analizzare il rischio di inondazione e valutare il bilancio tra l'offerta e la domanda di servizi ecosistemici in un territorio di interesse, al fine di supportare i pianificatori territoriali nell'identificazione delle aree più idonee all'implementazione di Soluzioni Basate sulla Natura. Il comune di Pontedera (PI) è stato scelto come caso di studio rappresentativo per testare l'efficacia della procedura in un contesto residenziale e produttivo caratterizzato da un alto rischio idraulico, fornendo un esempio concreto di applicazione. La metodologia proposta rappresenta uno strumento utile per ottimizzare la pianificazione territoriale, favorendo un uso efficiente delle risorse economiche e promuovendo la sostenibilità e la resilienza ambientale, sociale ed economica.

Parole chiave

Soluzioni Basate sulla Natura, rischio idraulico, carte tematiche, telerilevamento, pianificazione territoriale, servizi ecosistemici, sostenibilità.

Abstract

The implementation of Nature-Based Solutions (NBS) along river systems represents an innovative strategy to mitigate flood risks, improve water resources management, and enhance ecosystem services associated to the watershed. This study proposes a scalable methodology based on the integration of remote sensing data and thematic maps to analyze flood risk and assess the balance between the supply and demand of ecosystem services in a target area, aiming to support territorial planners in identifying optimal locations for NBS implementation. The municipality of Pontedera (PI) was selected as a representative case study to assess the effectiveness of the framework in a residential and industrial context characterized by high hydraulic risk, providing a concrete example of its application. The proposed methodology serves as a useful tool for optimizing territorial planning, promoting the efficient use of available economic resources, and fostering environmental, social, and economic sustainability and resilience.

Keywords

Nature-Based Solutions, hydraulic risk, thematic maps, remote sensing, territorial planning, ecosystem services, sustainability.

1. Introduzione

Il bacino idrografico è un sistema complesso che comprende il fiume come corpo principale ma anche gli ecosistemi naturali e antropici che concorrono alla formazione dei deflussi naturali e alla regimazione degli eventi di piena. Questi ecosistemi sono fortemente soggetti alle pressioni esterne come la rapida urbanizzazione, il cambiamento climatico e le pratiche agricole intensive che ne compromettono la loro integrità ed efficienza. Alcuni impatti sono così significativi da essere irreversibili e da determinare importanti cambiamenti negli equilibri ecologici e quindi direttamente sulla vita umana. Questi impatti, spesso invisibili nel breve termine, si manifestano con forza crescente, esacerbando disuguaglianze sociali e aumentando la vulnerabilità delle comunità più esposte (Allan, Castillo, 2007). In questo scenario complesso, emerge la necessità di nuove strategie di gestione che non solo affrontino le sfide immediate, ma garantiscano anche la sostenibilità a lungo termine intesa come capacità di mantenere nel tempo qualità ecologica e servizi idrici misurabili (attenuazione dei picchi di piena, stabilità dei deflussi di base) con costi di gestione proporzionati. Un'opportunità concreta e innovativa risiede nell'integrazione delle Soluzioni Basate sulla Natura (*Nature-Based Solutions*, NBS) nella pianificazione territoriale e nella gestione delle risorse idriche.

1.1 Rischio idraulico

Il rischio idraulico rappresenta una delle sfide più critiche per la gestione sostenibile del territorio, soprattutto in un contesto globale caratterizzato dai cambiamenti climatici e dalle crescenti pressioni antropiche. Questo rischio è definito dalla combinazione di tre fattori principali: la pericolosità degli eventi idraulici, l'esposizione degli elementi vulnerabili e la vulnerabilità intrinseca di tali elementi, che determina la loro capacità di adattamento o resistenza agli eventi avversi. Sulla base di queste variabili si stima il danno, ovvero il grado di perdita prevedibile per fenomeni di specifica intensità, considerando sia il valore che la vulnerabilità degli elementi esposti, oltre alla morfologia del terreno e all'uso del suolo. Negli ultimi decenni, l'aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi idrologici e meteorologici estremi è stato ampiamente documentato, con le alterazioni dei cicli idrologici (Allan et al., 2020). Fenomeni come il riscaldamento globale e l'intensificazione delle precipitazioni estreme hanno aumentato il rischio di alluvioni fluviali, che si verificano quando a seguito di piogge persistenti e diffuse viene superata la capacità di contenimento dei corsi d'acqua. Parallelamente, piogge più intense e frequenti, congiuntamente alla crescita non pianificata degli insediamenti umani e l'impermeabilizzazione diffusa del suolo, che riducono significativamente la capacità del terreno di assorbire le acque meteoriche, portano ad alluvioni pluviali, aumentando il deflusso superficiale, il volume e la velocità dell'acqua che raggiunge i corpi idrici. Questi fenomeni non solo intensificano i danni materiali e infrastrutturali, ma compromettono anche la funzionalità ecologica degli ecosistemi fluviali, ostacolando processi naturali come la ricarica delle falde acquifere e il controllo dell'erosione (Bunster et al., 2021). Per far fronte a tali sfide, la gestione del rischio idraulico si è storicamente basata sull'utilizzo di infrastrutture grigie, come argini, dighe e canali di scolo, progettate per contenere e deviare le acque in eccesso. Sebbene queste soluzioni siano efficaci nel breve termine, presentano numerose limitazioni. In molti casi, spostano i problemi idraulici a valle, alterano profondamente gli ecosistemi fluviali e richiedono elevate risorse economiche per la loro costruzione e manutenzione. Inoltre, l'intensificazione degli eventi estremi legata ai cambiamenti climatici ha evidenziato l'insufficienza di tali approcci tradizionali per gestire il rischio idraulico in modo sostenibile ed efficace nel lungo termine (Peduzzi, 2019).

1.2 Le Soluzioni Basate sulla Natura e i servizi ecosistemici

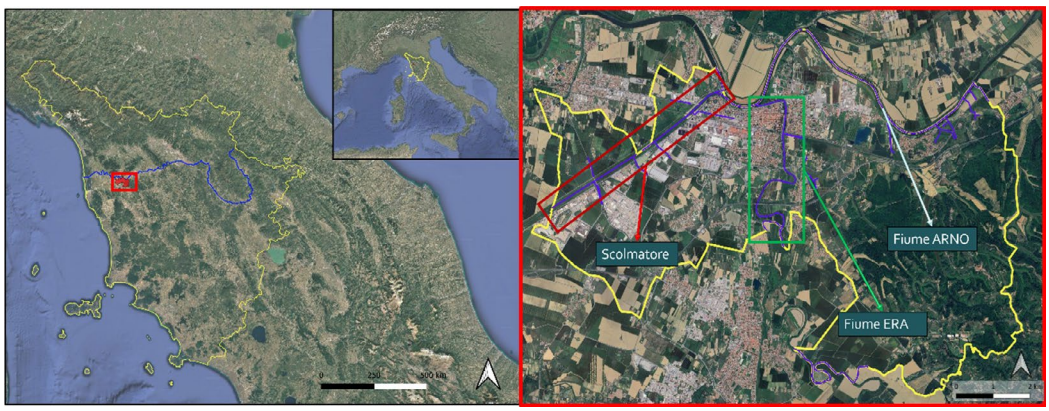
Secondo la definizione fornita dall'IUCN (International Union for Conservation of Nature), le Soluzioni Basate sulla Natura rappresentano un approccio integrato e multifunzionale, ideato per affrontare le sfide della società contemporanea attraverso la protezione e il ripristino degli ecosistemi, migliorando al contempo il benessere umano, la biodiversità e la resilienza ambientale. Basate sul potenziamento dei processi ecologici naturali, le NBS affrontano problematiche complesse come il cambiamento climatico, la gestione delle risorse idriche e la mitigazione dei rischi naturali, inclusi eventi estremi come inondazioni e siccità (Cohen-Shacham et al., 2016). A differenza delle infrastrutture tradizionali "grigie", come dighe e canalizzazioni in cemento, le *Nature-Based Solutions* forniscono e potenziano

servizi ecosistemici. Questi servizi, definiti come i benefici diretti e indiretti forniti dagli ecosistemi naturali, comprendono funzioni cruciali come la regolazione del clima, la purificazione dell'acqua, il controllo dell'erosione, il sequestro di carbonio e il supporto alla biodiversità, che sono indispensabili per il benessere umano (Costanza et al., 1997; Haines-Young, Potschin, 2010). Ad esempio, la rinaturalizzazione dei corsi d'acqua migliora la capacità di assorbimento e regolazione del deflusso idrico, riducendo il rischio di inondazioni e incrementando la qualità delle acque, mentre le zone umide agiscono sia come filtri naturali sia come habitat fondamentali per la biodiversità locale. In contesti urbani, infrastrutture verdi come parchi e tetti verdi forniscono servizi essenziali quali la riduzione dell'effetto isola di calore, il miglioramento della qualità dell'aria e la creazione di spazi ricreativi che favoriscono il benessere psicofisico delle comunità (Kabisch et al., 2017; Raymond et al., 2017). Questi interventi, adottati con successo in numerosi contesti, dimostrano che le Soluzioni Basate sulla Natura non solo risolvono problemi specifici, ma producono vantaggi economici significativi nel lungo termine, grazie alla loro capacità di autogenerarsi e adattarsi ai cambiamenti ambientali. Ad esempi, il progetto europeo "Urban GreenUP" ha dimostrato come il greening urbano possa ridurre del 15% le temperature locali durante i periodi estivi, mitigando gli effetti del cambiamento climatico (Turhan, Gökçen Akkurt, 2018). L'integrazione della valutazione dei servizi ecosistemici nella pianificazione delle NBS consente di progettare interventi che non si limitano a rispondere a sfide immediate, ma che promuovono una gestione territoriale sostenibile e multifunzionale. Strumenti di analisi quantitativa e qualitativa, come modelli spaziali, dati satellitari e GIS, permettono di identificare i benefici ecosistemici a diverse scale e ottimizzare le soluzioni in funzione delle caratteristiche ecologiche e sociali dei territori (Nemec, Raudsepp-Hearne, 2013). Questo approccio non solo massimizza i benefici ambientali, ma favorisce il consenso sociale, rendendo gli interventi più accettabili e inclusivi. In definitiva, le Soluzioni Basate sulla Natura devono essere concepite come parte integrante di una visione olistica e multi-scalare del territorio, capace di affrontare le sfide attuali e future, contribuendo al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile e alla conservazione degli ecosistemi (Müller et al., 2010; Nations (UN), 2015).

2. Materiali e metodi

2.1 Area di studio

FIGURA 1 – Inquadramento geografico dell'area di studio: Comune di Pontedera, situato in Toscana, Italia, con evidenza del fiume Arno, del fiume Era e dello scolmatore



FONTE: Elaborato con QGIS. Google Earth (2024) Pontedera (PI), Italia. Dati di Airbus, SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Landsat/Copernicus[1]

1 https://earth.google.com, ultimo accesso 23/11/24

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

L'area di studio selezionata per testare la metodologia proposta è il Comune di Pontedera, situato in provincia di Pisa, in area pianeggiante nel cuore della Toscana (Fig. 1). Il territorio è attraversato da tre principali corsi d'acqua: il fiume Arno, asse idrico principale della Toscana; il fiume Era, un affluente con caratteristiche torrentizie; e lo scolmatore di Pontedera, un canale artificiale costruito tra il 1953 e il 1987 per mitigare le piene dell'Arno e salvaguardare la città di Pisa. Tuttavia, nonostante la presenza di questa e altre opere di mitigazione di minore entità, il territorio continua ad essere altamente vulnerabile ad eventi di allagamento, soprattutto di origine pluviale, come dimostrano gli episodi ricorrenti registrati negli ultimi decenni (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, 2021). Dal punto di vista idrogeografico, Pontedera si trova a valle del bacino del fiume Arno, un'area particolarmente critica per la gestione delle risorse idriche e del rischio idraulico nel Distretto dell'Appennino Settentrionale. La posizione del comune, situato alla confluenza tra il fiume Era e l'Arno, amplifica il rischio di esondazioni fluviali, mentre la crescente impermeabilizzazione del suolo, tipica dei contesti urbani, incrementa la frequenza e la gravità degli allagamenti pluviali generati da precipitazioni intense. Questi fenomeni richiedono interventi mirati per ottimizzare la capacità del territorio di gestire eventi meteorologici estremi attraverso l'applicazione di Soluzioni Basate sulla Natura. Dal punto di vista gestionale, Pontedera, come molte comuni italiani, rappresenta un territorio complesso a causa della molteplicità di soggetti coinvolti nella pianificazione e gestione territoriale. La governance urbana è spesso caratterizzata dalla frammentazione delle competenze tra enti diversi, ciascuno con obiettivi e priorità potenzialmente divergenti (Sharma et al., 2018). Nel caso di Pontedera, la gestione del rischio idraulico coinvolge l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, la Regione Toscana e l'amministrazione comunale, con un'intersezione di competenze che include la pianificazione idraulica, lo sviluppo urbanistico e la tutela ambientale. Questa sovrapposizione di responsabilità può dar luogo a conflitti o ritardi nelle decisioni, influenzando negativamente l'efficacia degli interventi (Knieper, Pahl-Wostl, 2016). In questi contesti, le politiche di mitigazione del rischio, come l'implementazione di NBS, devono essere integrate con piani urbanistici e normative ambientali, il che rende necessario un coordinamento efficace tra i vari livelli di governance. Tuttavia, l'assenza di strumenti di gestione condivisi e di una visione strategica unitaria costituisce uno dei principali ostacoli all'implementazione efficace di interventi innovativi. Pontedera, in quanto nodo strategico per infrastrutture e attività produttive, riflette queste sfide in modo emblematico e rende questo territorio un caso studio ideale per testare approcci integrati e scalabili, come la metodologia proposta, che mira a individuare punti di applicazione delle Soluzioni Basate sulla Natura in modo efficace. Infine, Pontedera rappresenta anche un contesto strategico dal punto di vista economico e insediativo. La città è sede di importanti attività industriali, come lo stabilimento della Piaggio, ed è al centro di un sistema infrastrutturale che collega Pisa, Firenze e Livorno, tre delle principali città della Toscana. Questo fa sì che gli impatti di un evento alluvionale non si limitino al territorio comunale, ma abbiano ripercussioni su scala regionale, amplificando la necessità di un'efficace pianificazione e gestione del rischio. La combinazione di vulnerabilità fisiche, criticità gestionali e rilevanza economica rende Pontedera un'area di studio ideale per validare la metodologia proposta.

2.2 Carte tematiche e dati di telerilevamento

L'integrazione di diverse fonti di dati (tabella 1) è fondamentale per garantire un'analisi completa e accurata del territorio, specialmente in relazione a problematiche complesse come il rischio idraulico e la valutazione dei servizi ecosistemici. Le carte tematiche rappresentano uno strumento indispensabile per la pianificazione territoriale, poiché offrono una rappresentazione spaziale dettagliata delle caratteristiche del territorio e delle dinamiche in atto, facilitando l'identificazione delle aree ad alto rischio e l'analisi delle opportunità di intervento. La loro utilità risiede nella capacità di sintetizzare informazioni complesse in modo visivo e immediato, rendendo evidenti relazioni spaziali che difficilmente emergerebbero con altre tipologie di dati (Kraak, Ormeling, 2020). Ad esempio, le carte di pericolosità idraulica delimitano le aree soggette a inondazione e i relativi livelli di pericolosità attraverso l'applicazione di modelli idrologici e idraulici avanzati, considerando variabili chiave come i tempi di ritorno degli eventi estremi e la configurazione morfologica del territorio (Lastoria et al., 2021). L'efficacia di queste carte aumenta quando sono integrate con telerilevamento ottico da satellite e altimetria LiDAR (Light Detection and Ranging). In concreto, per la valutazione

dei servizi ecosistemici è stato utilizzato il prodotto Corine Land Cover (CLC) del Copernicus Land Monitoring Service/EEA, una mappatura pan-europea derivata da immagini ottiche (Sentinel-2A/B MSI e Landsat 8 OLI) che classifica l'uso/copertura del suolo in 44 classi e garantisce copertura omogenea e comparabilità su ampie estensioni. Per la componente morfologica e le limitazioni tecniche all'installazione delle NBS sono stati utilizzati Modelli Digitali del Terreno (DTM) da LiDAR, da cui è stata ricavata la pendenza dei siti. Questi dataset consentono monitoraggi multitemporali dei cambiamenti del paesaggio (de Araujo Barbosa, Atkinson, Dearing, 2015) e, grazie alla loro ampia copertura geografica e disponibilità periodica supportano metodologie scalabili come quella proposta. L'integrazione tra carte tematiche e prodotti derivati dal telerilevamento supera le limitazioni delle singole fonti e fornisce una visione multidimensionale del territorio, fondamentale per individuare le aree ottimali in cui implementare NBS, che richiedono una valutazione multicriterio che consideri una molteplicità di fattori ambientali e sociali (La Notte, Zulian, 2021). La metodologia si avvale di strumenti avanzati di analisi spaziale, in particolare dei Sistemi Informativi Geografici (GIS), fondamentali per l'elaborazione, la gestione e la rappresentazione dei dati territoriali. I GIS consentono di integrare e analizzare grandi volumi di informazioni provenienti da fonti eterogenee, come cartografie tematiche e dataset derivati da telerilevamento, garantendo una restituzione spaziale chiara e coerente. Tutti i layer sono stati elaborati in QGIS, ricondotti a un unico sistema di riferimento (Monte Mario / Italy zone 1 – Fuso Ovest, EPSG:3003) e ritagliati sull'area di studio. Quando opportuno, i raster sono stati convertiti in vettori (*polygonize*) per consentire interrogazioni sugli attributi (*extract by attribute*) e operazioni topologiche (ad esempio *intersect*). Sono state inoltre eseguite riclassificazioni e normalizzazioni per rendere confrontabili le variabili spaziali e migliorarne la resa cartografica. Ulteriori dettagli operativi sull'impiego del GIS sono riportati nel paragrafo 2.3 per ciascuna fase della metodologia.

TABELLA 1 – Carte e dati di telerilevamento utilizzati

Tipologia	**Fornitore**	**Risoluzione**
Pericolosità idraulica	ISPRA[1](2021)	10 m
Elementi a rischio	ISPRA[1](2021)	10 m
Classi di rischio	ISPRA[1] (2021)	10 m
Corine Land Cover (CLC)	Copernicus Land Monitoring Service[2] (2018)	100 m
Copertura del suolo	ISPRA (2023)[3] – Regione Toscana[4]	10 m
Modello Digitale del Terreno (DTM)	TINITALY (INGV)[5] – Regione Toscana[4]	10 m - 1 m
Gruppi idrologici del suolo	Regione Toscana[4]	10 m

FONTI: Geoportale Nazionale[2], Copernicus Land Monitoring Service[3], SINAnet Groupware[4], Geoportale GEOscopio Regione Toscana[5], Tinitaly[6]

2 http://www.pcn.minambiente.it/viewer/index.php?services=progetto_mappe_di_pericolosita_e_rischio_di_alluvioni, ultimo accesso 05/01/25

3 https://land.copernicus.eu/en/products/urban-atlas/urban-atlas-2018, ultimo accesso 23/12/24

4 https://groupware.sinanet.isprambiente.it/uso-copertura-e-consumo-di-suolo/library/copertura-del-suolo/carta-di-copertura-del-suolo, ultimo accesso 23/12/24

5 https://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html, ultimo accesso 17/01/25

6 https://tinitaly.pi.ingv.it/, ultimo accesso 24/01/25.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

2.3 Metodologia

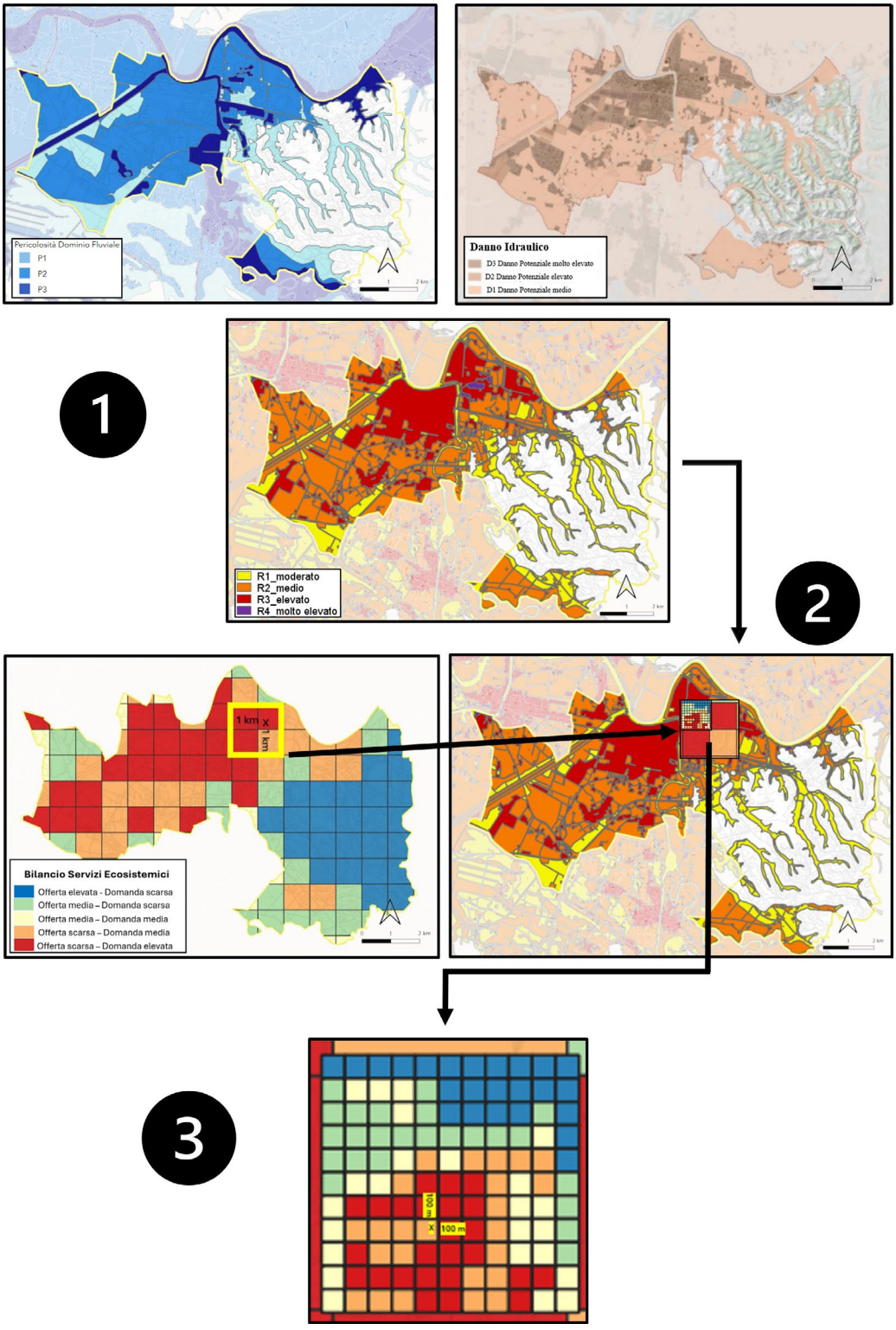
L'implementazione delle Soluzioni Basate sulla Natura richiede una pianificazione integrata che consideri non solo gli aspetti ecologici e territoriali, ma anche il coinvolgimento attivo di una pluralità di stakeholder. Tuttavia, il processo di implementazione può risultare complesso per i pianificatori tradizionali, che potrebbero non possedere le competenze necessarie per gestire approcci olistici e interdisciplinari (Nesshöver et al., 2017). Oltre alle difficoltà interne legate alla governance e alle capacità organizzative (Hamann, April, 2013), lo scetticismo iniziale verso le NBS è amplificato dalla riluttanza ad accettare interventi diversi dalle infrastrutture "grigie". Le comunità tendono infatti a preferire opere tradizionali (canalizzazioni, vasche, tombini), percepite come più affidabili, rispetto a Soluzioni Basate sulla Natura, considerate meno familiari (Colding, Barthel, 2013). Questo atteggiamento conservatore, unito a barriere istituzionali, può rallentare l'integrazione delle Soluzioni Basate sulla Natura nella gestione del rischio idraulico. In questo contesto, la metodologia proposta si pone come strumento di supporto operativo per le amministrazioni locali, che devono affrontare sfide complesse, tra cui risorse economiche limitate. Strutturata in fasi successive, adotta un approccio gerarchico che permette di affinare progressivamente l'individuazione delle aree più idonee per l'implementazione delle Soluzioni Basate sulla Natura, garantendo interventi mirati ed efficaci (Fig. 2). A differenza di un'analisi multicriterio tradizionale, che richiederebbe la definizione e l'assegnazione di pesi ai diversi criteri di valutazione, questa metodologia evita un processo eccessivamente complesso, risultando più adatta a un'indagine esplorativa e a una valutazione preliminare di fattibilità. L'approccio gerarchico consente di escludere gradualmente le aree meno critiche o non idonee, ottimizzando la selezione e riducendo il dispendio di risorse ed energie. La metodologia si articola in tre livelli successivi, integrando cartografia tematica e dati di telerilevamento, come illustrato nella Sezione 2.2. Nel primo, le carte di pericolosità idraulica e degli elementi esposti vengono impiegate per individuare le zone a rischio di inondazione. Le aree classificate a rischio elevato e molto elevato vengono selezionate per ulteriori approfondimenti. Nel secondo livello, il territorio identificato come critico viene suddiviso in una griglia con celle di 1 km, al fine di valutare il bilancio tra offerta e domanda di servizi ecosistemici. Le aree in cui la domanda supera significativamente l'offerta vengono considerate prioritarie per l'implementazione delle NBS, poiché rappresentano i contesti in cui l'intervento può generare il massimo beneficio. Nel terzo, l'analisi si concentra esclusivamente sulle aree prioritarie individuate, aumentando la risoluzione della griglia a 100 m. A questa scala, oltre al bilancio dei servizi ecosistemici, vengono analizzati vincoli urbanistici e tecnici che influenzano la fattibilità delle Soluzioni Basate sulla Natura. I vincoli urbanistici includono normative comunali e destinazioni d'uso del suolo, mentre quelli tecnici riguardano fattori come la pendenza del terreno, valutata tramite dati LiDAR, e le caratteristiche idrologiche del suolo, classificate in base ai gruppi idrologici.

2.3.1 Rischio inondazioni

La valutazione del rischio di inondazioni nella metodologia proposta si basa sull'utilizzo integrato delle carte di pericolosità idraulica e delle carte degli elementi a rischio, fornite dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). Le carte di pericolosità idraulica, aggiornate nell'ultima edizione del 2021, sono state realizzate mediante l'applicazione di modelli idraulici e idrologici avanzati, utilizzando dati ad alta risoluzione spaziale ottenuti da rilievi LiDAR, con una precisione che raggiunge fino 10 m. Queste carte sono basate sui Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) e sono state sviluppate in conformità con gli 'Indirizzi operativi' del Ministero dell'Ambiente, con il contributo dell'ISPRA, delle Autorità di Bacino Nazionali e del Tavolo Tecnico Stato-Regioni, applicando modelli idraulici e idrologici avanzati. Il territorio è classificato in tre livelli di pericolosità in base al tempo di ritorno degli eventi di inondazione: alta pericolosità (P3) per eventi con tempo di ritorno inferiore a 20 anni, media pericolosità (P2) per eventi tra 20 e 200 anni, e bassa pericolosità (P1) per eventi superiori a 200 anni. Parallelamente, le carte degli elementi a rischio, anch'esse aggiornate al 2021, analizzano i potenziali impatti di un evento alluvionale, includendo indicatori relativi a popolazione, edifici, attività produttive e beni culturali ed ambientali. Questi dati derivano da censimenti territoriali e catastali, integrati con valutazioni economiche e ambientali. Le informazioni sulla pericolosità e sulla vulnerabilità degli elementi esposti

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 2 - Metodologia gerarchica per l'individuazione delle aree idonee all'implementazione di Soluzioni Basate sulla Natura in zone a rischio idraulico



FONTE: Elaborazioni su dati ISPRA (2021), Regione Toscana e PAESC Comune di Pontedera

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

costituiscono la base per la costruzione delle carte di danno (PAESC Comune di Pontedera, 2018). A partire dalle carte di danno e da quelle di pericolosità, sono state derivate le carte di rischio per l'area di studio applicando la matrice riportata in Tabella 2 (Duijm, 2015), che consente di distinguere classi da rischio moderato (R1) a molto elevato (R4). Operativamente, in QGIS i layer di pericolosità e di danno sono stati riproiettati nello stesso sistema di riferimento, vettorializzati, e armonizzati per risoluzione ed estensione. I valori sono stati quindi riclassificati nelle classi P1–P3 (pericolosità) e D1–D3 (danno). I due strati informativi sono stati sovrapposti mediante intersezione spaziale, ottenendo unità omogenee sulle quali applicare la matrice P×D (Tabella 2) e attribuire a ciascun poligono la corrispondente classe di rischio R1–R4. Le aree risultate a rischio elevato o molto elevato sono state infine selezionate tramite query sugli attributi ed estratte come layer dedicato, che costituisce l'input per la fase successiva della metodologia (2.3.2).

TABELLA 2 – Matrice di rischio

	Classi di Pericolosità			
Classi di rischio		**P3**	**P2**	**P1**
Classi di danno	**D3**	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R2	R1	R1

2.3.2 Servizi ecosistemici

La valutazione dei servizi ecosistemici rappresenta un elemento centrale per identificare le aree prioritarie per l'implementazione di Soluzioni Basate sulla Natura. Tra i diversi approcci disponibili per quantificare i servizi ecosistemici, è stato adottato il modello di Burkhard et al. (2012) poiché risulta particolarmente idoneo alle finalità dello studio e alla scala di dettaglio richiesta. Questo metodo consente infatti di stimare il bilancio tra offerta e domanda di servizi ecosistemici in modo chiaro e facilmente interpretabile, rendendolo ideale per la pianificazione e la gestione territoriale. In tale approccio, a ogni classe di uso del suolo viene assegnato un punteggio che varia tra 0 e 5 per l'offerta di servizi ecosistemici e tra -5 e 0 per la domanda. Questa classificazione consente di evidenziare le aree con bilanci negativi, ovvero dove la domanda supera l'offerta, identificandole come critiche per interventi mirati. Nell'applicazione di questa metodologia, la selezione dei servizi ecosistemici viene adattata alle specificità del territorio oggetto di studio, includendo nel bilancio esclusivamente quelli pertinenti alle caratteristiche ambientali e socioeconomiche locali. Ad esempio, nel caso del Comune di Pontedera, caratterizzato da un contesto prevalentemente urbano, non sono stati considerati i servizi ecosistemici relativi alla pesca naturale o all'acquacoltura, poiché tali attività risultano assenti nell'area. Il territorio viene suddiviso in una griglia, con l'attribuzione di un valore complessivo a ciascuna cella. Questo valore viene determinato sommando i punteggi relativi ai servizi ecosistemici offerti e richiesti, calcolati sulla base della copertura del suolo presente all'interno di ogni cella. Il processo di valutazione è strutturato per essere scalabile e adattabile a diversi contesti territoriali. Nella fase iniziale, la metodologia proposta utilizza una griglia con celle di 1 km, basata sui dati forniti dal Copernicus Land Monitoring Service, in particolare la classificazione Corine Land Cover 2018 con risoluzione spaziale di 100 m. Questo livello preliminare consente uno screening su larga scala, utile per identificare le macroaree con criticità nei servizi ecosistemici. In una fase successiva, l'analisi viene perfezionata utilizzando una griglia con celle di 100 m, che integra dati più dettagliati, come le carte sull'uso del suolo fornite dall'ISPRA e, in alcuni casi, quelle ancora più precise fornite dalle Regioni. Per l'area di studio scelta sono state utilizzate carte aggiornate al 2021 fornite dalla Regione Toscana con una risoluzione di 10 m. Il bilancio dei servizi ecosistemici è rappresentato attraverso una classificazione in cinque intervalli, con particolare attenzione alle celle appartenenti al quintile inferiore, ovvero il 20% delle celle che mostrano i valori più negativi in termini di bilancio tra offerta e domanda di servizi ecosistemici. Queste celle identificano le particelle in cui la carenza di offerta rispetto alla domanda è più significativa, rendendole prioritarie. Tali zone rappresentano punti critici, dove l'implementazione di Soluzioni Basate sulla Natura può avere un impatto significativo, contribuendo al miglioramento dell'equilibrio ecosistemico e alla riduzione delle vulnerabilità territoriali. L'output è un layer di aree prioritarie da sottoporre alla verifica dei vincoli nell'ultima fase della metodologia proposta (2.3.3).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

2.3.3 Limitazioni urbanistiche e tecniche

La valutazione della fattibilità è specifica per ciascuna tipologia di Soluzione Basata sulla Natura e deve pertanto essere condotta in relazione all'intervento considerato. Questo processo richiede l'integrazione di considerazioni urbanistiche e tecniche, entrambe indispensabili per garantire che gli interventi siano realizzabili, oltre che efficaci e sostenibili (Datola, Oppio, 2023). Dal punto di vista urbanistico, l'analisi fa riferimento agli strumenti vigenti che definiscono l'uso consentito del suolo e individuano i vincoli, in particolare il Piano Strutturale Comunale (PSC) e, nel contesto della Regione Toscana, cui appartiene l'area di studio, il Regolamento Urbanistico (RU) o il Piano Operativo Comunale (POC). La nomenclatura di strumenti omologhi può variare tra regioni. Questi documenti forniscono informazioni cruciali sulle aree protette, i vincoli paesaggistici e ambientali, nonché le destinazioni d'uso stabilite per particolari settori del territorio. Inoltre, delineano limitazioni aggiuntive, come le fasce di rispetto lungo i corsi d'acqua o i divieti relativi a specifici tipi di interventi. La verifica di fattibilità è stata condotta a partire dalle celle prioritarie individuate nella fase precedente (2.3.2); all'interno di ciascuna cella, il territorio è stato ulteriormente suddiviso in unità elementari poligonali di dimensione non superiore alla massima area di applicazione della specifica NBS che si intende implementare. Su queste unità è stata quindi eseguita l'intersezione spaziale con la cartografia del PSC e del POC del comune di Pontedera, includendo, ove previsto, le fasce di rispetto ricavate mediante buffer; le porzioni non compatibili sono state escluse tramite operazioni di ritaglio e differenza, in modo da conservare unicamente quelle ricadenti in aree conformi alla pianificazione. Dal punto di vista tecnico, è necessario analizzare le caratteristiche fisiche del terreno, come la pendenza e il gruppo idrologico del suolo, poiché influenzano direttamente la fattibilità e l'efficacia delle Soluzioni Basate sulla Natura. La pendenza del terreno riveste particolare importanza per tipologie di intervento come i bacini di accumulo o le strutture di fitodepurazione, che richiedono superfici con inclinazioni limitate. Questo parametro è stato derivato dal Modello Digitale del Terreno (DTM) derivato da rilievi LiDAR: la pendenza è stata calcolata con lo strumento *Slope* in QGIS, espressa in percentuale. Il raster ottenuto è stato vettorializzato, mantenendo il valore di pendenza come attributo; i poligoni derivati dalla vettorializzazione, con lato pari alla risoluzione del DTM (1 m nell'area di studio), sono stati utilizzati come maschera per l'intersezione con le porzioni candidate, escludendo quelle ricadenti su valori di pendenza superiori alla soglia progettuale. Per l'intero territorio italiano, è possibile utilizzare il modello TINITALY (Tarquini et al., 2007; 2023), che offre una risoluzione spaziale di 10 m. Per testare la metodologia nell'area di studio, si è impiegato il DTM fornito dalla Regione Toscana, caratterizzato da una risoluzione spaziale di 1 m. La diversa risoluzione dei dati LiDAR può influire in modo significativo sull'accuratezza delle analisi della pendenza: una risoluzione di 10 m tende a smussare le variazioni locali del terreno (Gillin et al., 2015), con il rischio di sovra- o sottostimare l'idoneità di alcune aree all'implementazione delle NBS. Questo effetto è particolarmente rilevante per soluzioni che occupano superfici ridotte, come i giardini della pioggia o le canalette vegetate, che possono avere un'estensione inferiore a 10 m. Un'ulteriore limitazione tecnica riguarda la capacità del terreno di infiltrare o trattenere l'acqua, che viene classificata tramite i gruppi idrologici del suolo. Questa classificazione, sviluppata secondo metodologie standardizzate come quelle del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA, 2009), suddivide i suoli in quattro classi principali, da A a D, con l'aggiunta di una categoria intermedia C/D per i terreni con caratteristiche miste. Le classi A e B sono associate a suoli con elevata capacità di infiltrazione, mentre le classi C e D rappresentano terreni con elevata impermeabilità e maggiore propensione al deflusso superficiale. Queste ultime possono costituire una limitazione significativa per l'efficacia di *Nature Based Solutions*, come i bacini di bioritenzione o i giardini della pioggia, che richiedono terreni più permeabili per operare in modo ottimale. Per questa analisi sono state utilizzate le carte dei gruppi idrologici del suolo, fornite per l'area di studio dalla Regione Toscana, aggiornate al 2021, che offrono una risoluzione di 10 m. Le porzioni precedentemente filtrate per pendenza sono state intersecate con la carta dei gruppi idrologici e filtrate tramite selezione per attributi in modo da mantenere solo le porzioni ricadenti nelle classi compatibili. I dati urbanistici e tecnici sono stati integrati nella metodologia per escludere, all'interno delle celle identificate come critiche, le porzioni in cui l'implementazione delle NBS non è possibile.

2.4 Valutazione dell'efficacia

Per valutare l'efficacia della metodologia di prioritizzazione proposta per l'implementazione delle Soluzioni Basate sulla Natura, sono stati confrontati tre scenari: il caso di riferimento senza interventi (S0), uno scenario con allocazione casuale delle NBS entro le aree ammissibili (S1), e uno scenario con allocazione guidata dall'approccio metodologico proposto (S2). L'analisi ha riguardato sia l'impatto idrologico sia lo sviluppo connesso dei servizi ecosistemici. La valutazione idrologica è stata condotta adottando il metodo SCS–Curve Number (Hawkins et al., 2008; USDA NRCS, 2009), particolarmente indicato per stimare il deflusso superficiale dovuto a eventi di precipitazione. La classificazione delle condizioni di umidità antecedente è stata stabilita come AMC II, in coerenza con la caratterizzazione degli eventi di precipitazione intensa desunta dalle serie pluviometriche delle stazioni regionali prossime a Pontedera (ad esempio Gello–Pontedera, cod. TOS01005262) fornite dal Servizio Idrologico Regionale (SIR) della Regione Toscana[7]. Il parametro di ritenzione potenziale *S* è calcolato tramite il Curve Number (*CN*) relativo all'uso del suolo, con la componente di astrazione iniziale definita come = 0.2 . Lo scenario di precipitazione considerato, corrispondente a un evento con tempo di ritorno di 10 anni, è stato fissato pari a 50 mm. Il volume di deflusso è stato calcolato con la formula:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

dove *P* è la precipitazione, e *S* rappresenta la capacità di ritenzione regolata dal valore di *CN*, variabile tra condizioni pre- e post-intervento per riflettere le modifiche apportate dalle Soluzioni Basate sulla Natura e dalle capacità di invaso aggiuntivo. Per valutare l'efficacia degli interventi, è stata quindi calcolata la differenza tra il volume di deflusso negli scenari pre-intervento (S0) e post-intervento (S1 e S2), con l'obiettivo di quantificare la riduzione del deflusso attribuibile all'adozione delle Soluzioni Basate sulla Natura e alla loro allocazione spaziale.

Per i servizi ecosistemici, l'efficacia è stata valutata nei due diversi scenari confrontando il miglioramento cumulato del bilancio netto tra offerta e domanda nelle celle selezionate per la collocazione delle Soluzioni Basate sulla Natura. In particolare, è stata calcolata la variazione del bilancio tra le condizioni pre-intervento (S0) e post-intervento (S1, S2) e la percentuale di celle che hanno superato il quintile inferiore di criticità a seguito dell'implementazione di Soluzioni Basate sulla Natura.

3. Risultati

3.1 Selezione delle NBS

Nel presente studio sono state selezionate le Soluzioni Basate sulla Natura incluse nel Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC) del 2018 del Comune di Pontedera. L'obiettivo principale di queste soluzioni è la mitigazione del rischio di alluvioni pluviali, causate da precipitazioni intense che generano deflussi superficiali significativi. La selezione è stata guidata da criteri di compatibilità con il tessuto urbano esistente, possibilità di integrazione in spazi pubblici o infrastrutture già presenti, comprovata efficacia in contesti simili e capacità di garantire benefici multipli (idraulici, ecologici e sociali) a fronte di un ingombro ridotto. Tali criteri risultano particolarmente rilevanti in un contesto come quello di Pontedera, dove gli spazi disponibili per interventi sono limitati e legati alla gestione delle alluvioni pluviali. Sono state individuate quattro tipologie principali di intervento per la mitigazione del rischio di alluvioni pluviali: bacini di detenzione, canalette vegetate (*swales*), pavimentazione permeabile e giardini della pioggia (*rain gardens*) (WWAP, 2018; Commissione Europea et al., 2015). La descrizione e i limiti di applicazione di ciascuna soluzione sono di seguito riportati sulla base della letteratura scientifica (Pacetti et al., 2022; Jiménez Ariza et al., 2019; Ávila et al., 2016; Jato-Espino et al., 2016; Progetto LIFE Metro Adapt, 2021):

- i bacini di detenzione sono piccoli invasi a fondo permeabile che raccolgono temporaneamente le acque meteoriche, rilasciandole gradualmente nell'arco di 24 ore per ridurre il deflusso superficiale e favorire la

7 Servizio Idrologico Regionale, https://www.sir.toscana.it/, ultimo accesso 23/08/25

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

sedimentazione dei solidi sospesi. Sono installabili in parchi e isole spartitraffico, richiedendo una pendenza inferiore al 15% e una distanza minima di 6 m dagli edifici;

- le canalette vegetate (*swales*) sono canali poco profondi progettati per convogliare, assorbire e depurare il deflusso delle acque superficiali provenienti da superfici impermeabili, come parcheggi e isole spartitraffico. Favoriscono la rimozione di inquinanti e sedimenti, migliorando la qualità dell'acqua prima della sua dispersione. Possono essere installate in aree con pendenza <10%, con una distanza minima di 4 m dagli edifici e trovano applicazione ideale in parcheggi e isole spartitraffico;
- la pavimentazione permeabile è un sistema di drenaggio urbano che consente l'infiltrazione dell'acqua meteorica nel terreno attraverso superfici modulari dotate di vuoti o giunti riempiti con materiali drenanti come sabbia o ghiaia. Questo sistema riduce il deflusso superficiale e favorisce la ricarica delle falde acquifere, migliorando la gestione delle acque pluviali nelle aree urbanizzate. Dal punto di vista tecnico, la pavimentazione permeabile è adatta a suoli con classificazione del suolo USDA A-B, con una pendenza inferiore al 5% e una distanza minima di 6 m dagli edifici per evitare rischi strutturali. È indicata per l'applicazione in piazze, piattaforme, parcheggi, parchi e percorsi pedonali e ciclabili, contribuendo alla riduzione del rischio idraulico senza compromettere la funzionalità dello spazio urbano;
- i giardini della pioggia (*rain gardens*) e le aree di bioritenzione sono depressioni poco profonde del suolo, ricoperte da vegetazione, progettate per raccogliere e trattare le acque meteoriche provenienti da superfici impermeabili. Adatti a pendenze <12% e con distanza minima di 6 m dagli edifici, possono essere installati in parchi, piazze e percorsi pedonali.

Pur presentando numerosi benefici, la letteratura segnala che le prestazioni delle NBS possono ridursi in assenza di un'adeguata manutenzione o se realizzate in condizioni non ottimali rispetto alle caratteristiche del sito. Tali aspetti, tuttavia, possono essere superati attraverso un'attenta pianificazione e progettazione site-specific, che consente di massimizzare i benefici senza la necessità di ricorrere a soluzioni ulteriori. Queste considerazioni evidenziano la necessità di una progettazione site-specific e di piani di manutenzione strutturati per garantire prestazioni durature. Sebbene altre NBS, come i tetti verdi o le fasce vegetate riparie, possano offrire benefici idraulici ed ecologici analoghi, queste non sono state incluse per i vincoli tecnici e urbanistici specifici di Pontedera, e per la limitata disponibilità di dati di dettaglio utili a una valutazione spaziale alla scala comunale. Oltre a mitigare il rischio idraulico locale, questi interventi offrono significativi benefici ecologici, estetici e sociali, contribuendo a una gestione integrata e sostenibile delle risorse idriche, in linea con gli obiettivi di resilienza urbana (Progetto NWRM, 2015).

3.2 Mappatura delle priorità di intervento

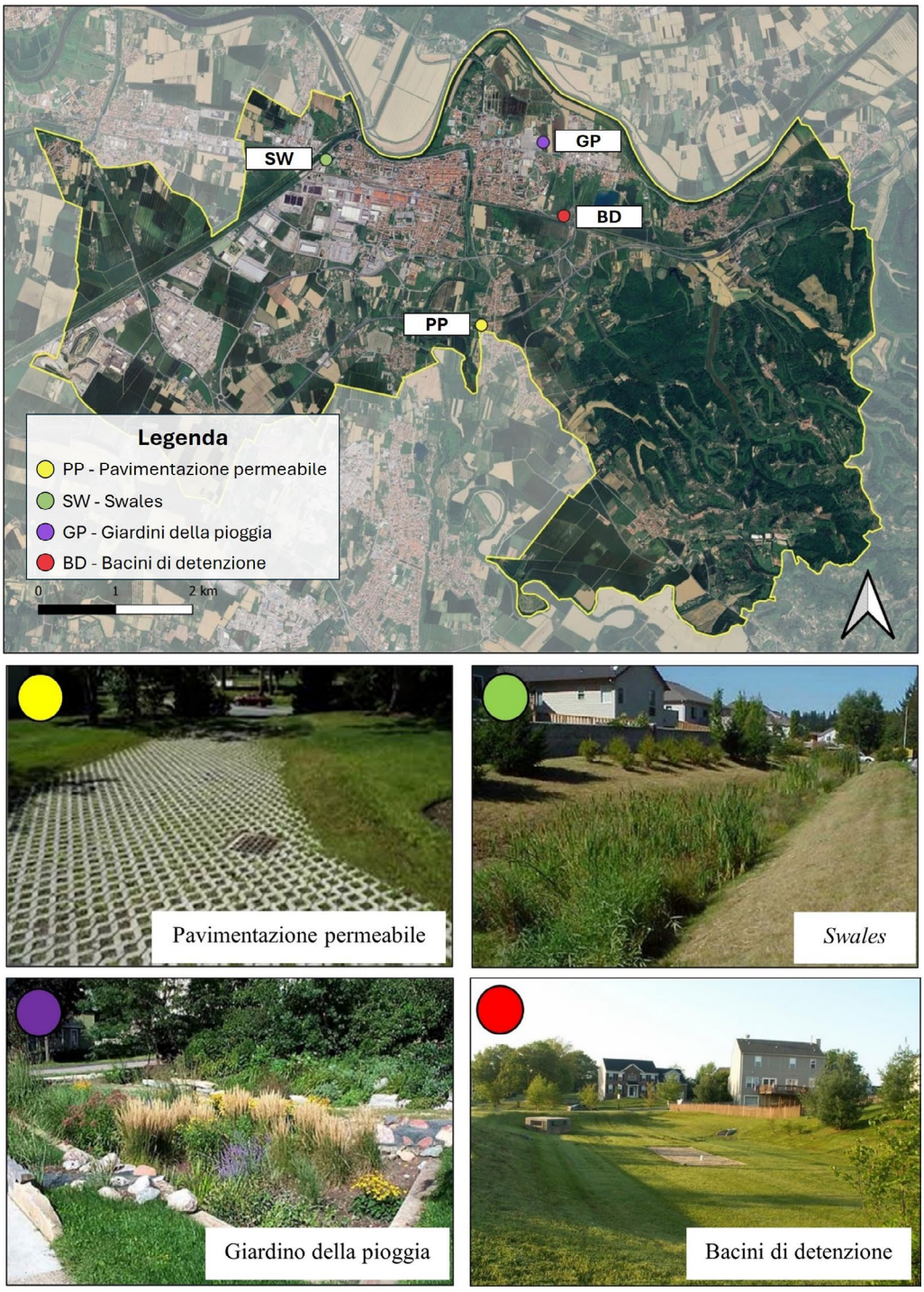
Nelle particelle identificate come prioritarie per l'intervento, sono stati individuati, in base alle limitazioni tecniche e urbanistiche, i possibili punti di applicazione delle NBS scelte. La figura 3 illustra un possibile scenario di miglioramento per il comune di Pontedera, evidenziando come interventi mirati possano favorire una gestione idraulica più efficace e sostenibile. L'efficacia della metodologia, come descritto nella Sezione 2.4, è stata valutata attraverso il confronto tra scenari. I risultati mostrano che la localizzazione degli interventi guidata dalla metodologia proposta (scenario S2) conduce a miglioramenti significativamente superiori rispetto a un'allocazione non prioritaria (scenario S1), mantenendo costanti la superficie totale di nuove aree verdi (~2,76 ha) e la capacità complessiva di invaso (~9.153 m^3). In particolare, nello scenario S2 si è osservata una riduzione del volume di deflusso diretto pari al 79% (da 4.000 m^3 a 840 m^3), superando il 52% di riduzione rilevato in S1 (da 3.942 m^3 a 1.892 m^3).

Per quanto riguarda i servizi ecosistemici, considerando le quattro celle coinvolte nell'analisi, corrispondenti alla collocazione di quattro NBS, lo scenario S2 ha mostrato un miglioramento netto del bilancio totale tra offerta e domanda pari a +12 unità (secondo il modello di Burkhard et al., 2012, descritto nella Sottosezione 2.3.2), con tutte e quattro le celle che hanno superato il quintile inferiore di criticità. Al contrario, in S1 il miglioramento totale è stato di +5 unità, con una sola cella che è uscita dal quintile di criticità, essendo l'unica che vi ricadeva.

Ciò sottolinea l'importanza di un'allocazione spaziale ottimale per massimizzare i benefici ambientali, idraulici e sociali.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 3 – Possibile scenario di miglioramento per il comune di Pontedera (PI) secondo la metodologia proposta



FONTI: Elaborato con QGIS. Google Earth (2024) Pontedera (PI), Italia. Dati di Airbus, SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Landsat/Copernicus e Catalogue of NWRM[8]

8 https://www.nwrm.eu, ultimo accesso 27/01/25

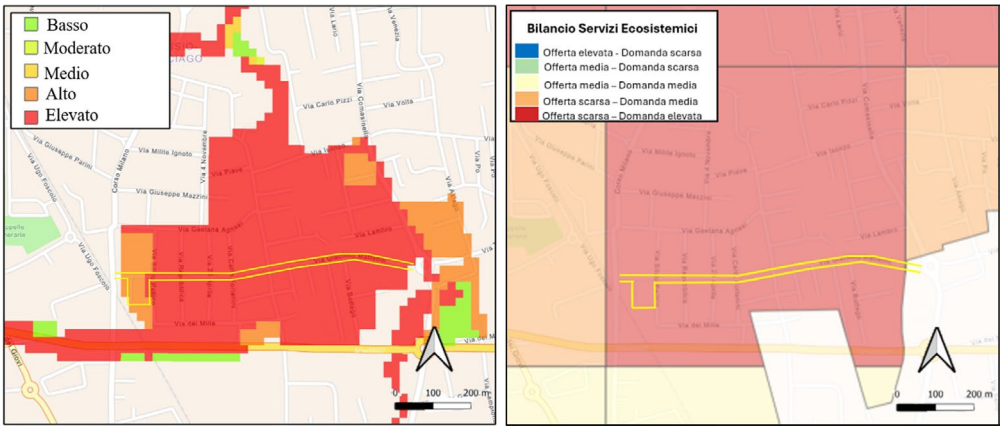
ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

TABELLA 3 – Caratteristiche dei punti scelti per l'implementazione di Soluzioni Basate sulla Natura

NBS	Rischio Idraulico	Servizi Ecosistemici (Griglia 1km)	Servizi Ecosistemici (Griglia 100m)	Classe USDA	Pendenza	Regolamento Urbanistico[1]	Vincoli[2]
Giardini della pioggia	Molto elevato	Offerta scarsa, domanda elevata	Offerta media, domanda media	C	0%	Sottozona F1a - Aree destinate a verde e attrezzature pubbliche	/
Swales	Elevato	Offerta scarsa, domanda elevata	Offerta scarsa, domanda media	Dati non disponibili	<5%	Zona P - Aree destinate a parcheggio pubblico o di uso pubblico	/
Bacini di detenzione	Elevato	Offerta scarsa, domanda media	Offerta media, domanda media	C	0%	Sottozona F1b - Aree destinate a parco	/
Pavimentazione permeabile	Molto elevato	Offerta scarsa, domanda elevata	Offerta scarsa, domanda elevata	B	<2%	Zona P - Aree destinate a parcheggio pubblico o di uso pubblico	Fascia di rispetto dai Fiumi

FONTI: SIT del Comune di Pontedera[9] e sito dell'Amministrazione Trasparente del Comune di Pontedera[10]

FIGURA 4 – Carte di rischio idraulico e del bilancio dei servizi ecosistemici per l'identificazione delle aree critiche per l'implementazione di NBS nel comune di Bovisio Masciago (MB)



FONTE: Geoportale Regione Lombardia[11]

9 http://159.213.141.6/pontedera/map_uilayout.phtml, ultimo accesso 24/01/25

10 https://trasparenza.comune.pontedera.pi.it/files/13/other/Tav%202%20Corografia%20dei%20Vincoli.pdf, ultimo accesso 26/01/25

11 https://www.geoportale.regione.lombardia.it/en-GB/home, ultimo accesso 09/01/25

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

4. Discussione

L'analisi condotta evidenzia chiaramente come le aree urbane siano più esposte al rischio idraulico e presentino un elevato squilibrio tra domanda e offerta di servizi ecosistemici. Questo risultato è coerente con precedenti studi che hanno dimostrato come l'urbanizzazione riduca significativamente la capacità di infiltrazione del suolo, a causa della presenza estesa di superfici impermeabili quali piazze e strade asfaltate, con conseguente incremento del deflusso superficiale (Kamali et al., 2017; Quan, 2021). Tali condizioni favoriscono il verificarsi di alluvioni pluviali, specialmente in contesti urbani dove i servizi ecosistemici sono scarsamente disponibili. La metodologia adottata, che prevede un'analisi del bilancio dei servizi ecosistemici su una griglia a risoluzione di 100 m, si è rivelata efficace nell'individuare le particelle critiche in cui l'implementazione delle Soluzioni Basate sulla Natura può contribuire sia alla mitigazione del rischio idraulico che all'incremento dei benefici ecosistemici. I risultati ottenuti dimostrano come l'approccio proposto consenta di identificare con precisione i punti strategici per l'installazione delle NBS (tabella 3). Per valutare la replicabilità e l'adattabilità della metodologia proposta, si fa riferimento a interventi già realizzati, come il progetto di rigenerazione urbana di una strada a Bovisio Masciago, in provincia di Monza e Brianza. Nel 2022, in questo territorio sono stati implementati interventi quali un bacino di detenzione in Piazzetta Silvio Pellico e giardini della pioggia (*rain gardens*) con aree di bioritenzione in Via Matteotti, progettati da IRIDRA[12] per BrianzAcque e parzialmente finanziati da Regione Lombardia.

L'applicazione della metodologia proposta nel Comune di Bovisio Masciago ha consentito di individuare come punti critici le stesse particelle su cui sono stati effettivamente realizzati gli interventi (Fig. 4), con risultati significativi in termini di mitigazione del rischio idraulico e miglioramento dei servizi ecosistemici. I risultati ottenuti confermano la robustezza e la trasferibilità della metodologia adottata, dimostrando che approcci standardizzati possono risultare efficaci per una gestione integrata e sostenibile delle risorse territoriali (Bauduceau et al., 2015). Tuttavia, la trasferibilità e l'efficace applicazione della metodologia a contesti differenti possono essere condizionate da vincoli istituzionali e sociali. La frammentazione delle competenze tra autorità di bacino, amministrazioni comunali, consorzi di bonifica e gestori dei servizi idrici può generare conflitti di priorità, ritardi autorizzativi e duplicazioni procedurali, riducendo l'efficienza complessiva del processo di attuazione (Mott Lacroix, Megdal, 2016). Inoltre, l'adozione delle NBS può essere ostacolata da barriere di tipo sociale: in assenza di strategie di sensibilizzazione, co-progettazione e partecipazione attiva, tali soluzioni possono essere percepite come meno affidabili rispetto alle infrastrutture grigie tradizionali, con conseguente riduzione del sostegno e della collaborazione da parte della comunità (Anderson, Renaud, 2021; Sari et al., 2023). Una governance coordinata e processi partecipativi inclusivi rendono operativa la metodologia per l'individuazione dei siti ottimali di implementazione delle NBS. Ciò migliora la resilienza urbana – intesa come capacità di far fronte a eventi pericolosi mantenendo funzioni, identità e struttura del sistema (IPCC, 2022) - grazie alla localizzazione mirata degli interventi, che concentra permeabilità e capacità di laminazione nei punti critici della rete di drenaggio urbana e, di conseguenza, riduce il deflusso superficiale e le portate di piena (Bell et al., 2020) e ritarda il tempo al colmo (Hood et al., 2007). Un esempio applicativo coerente è la vasca d'infiltrazione, anch'essa una NBS, nel bacino di Asprela, a Porto, che migliora le condizioni idrauliche anche per eventi severi, aumentando la resilienza urbana (Beceiro et al., 2022). Contestualmente, l'approccio proposto, che considera anche le aree a scarsa offerta di servizi ecosistemici, consente, a parità di risorse, di massimizzare i cobenefici e, di conseguenza, orientare strategie di gestione sostenibile (Bush, Doyon, 2019).

5. Conclusioni

Il presente studio ha sviluppato e validato una metodologia di supporto alla pianificazione territoriale, basata sull'integrazione di carte tematiche e dati di telerilevamento, finalizzata a individuare le aree critiche per l'installazione di Soluzioni Basate sulla Natura. Questo approccio si è rivelato efficace nell'affrontare in maniera integrata il rischio di inondazioni pluviali, in particolare nei contesti urbani, favorendo contestualmente il miglioramento dell'offerta di servizi ecosistemici e la

12 IRIDRA, https://www.iridra.eu/it/, ultimo accesso 23/01/25

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

mitigazione del rischio idraulico. L'applicazione al caso studio di Pontedera (PI), situato a valle del bacino del fiume Arno, in un'area particolarmente esposta a eventi alluvionali. ha confermato la capacità della metodologia di individuare con precisione le aree prioritarie di intervento per l'implementazione di NBS e di supportare scelte progettuali. L'efficacia della metodologia proposta apre la strada a futuri sviluppi. In primo luogo, l'analisi potrebbe essere estesa alla scala di bacino idrografico, tenendo conto che, a questa scala, andrebbe arricchita per includere la dimensione delle connessioni idrologiche tra sottobacini e degli effetti cumulativi degli interventi nelle diverse aree. Inoltre, l'integrazione tra soluzioni NBS e infrastrutture grigie (*gray solutions*) già presenti rappresenta una prospettiva promettente (Zhu et al., 2025) e come possibile sviluppo futuro consentirebbe di ottenere sinergie e benefici aggiuntivi. Ulteriori sviluppi potrebbero includere l'ampliamento del ventaglio di tipologie di NBS considerate e la sperimentazione della metodologia su contesti territoriali differenti, così da confrontare le prestazioni in scenari urbani e rurali diversificati. In sintesi, la metodologia proposta si configura come uno strumento operativo, flessibile, replicabile e trasferibile, in grado di supportare politiche territoriali orientate alla resilienza climatica e alla gestione sostenibile delle risorse idriche, contribuendo in modo tangibile alla riduzione del rischio idraulico e al miglioramento della qualità ambientale.

Ringraziamenti

Si ringrazia Enrica Caporali e Margherita Azzari per gli stimoli ricevuti e per i suggerimenti che hanno accompagnato l'elaborazione del contributo.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Allan J.D., Castillo M.M. (2007), "An introduction to fluvial ecosystems", in: Allan J.D., Castillo M.M. (a cura di), *Stream Ecology: Structure and function of running waters*, Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 1-12, DOI: 10.1007/978-1-4020-5583-6_1

Allan R.P., Barlow M., Byrne M.P., Cherchi A., Douville H., Fowler H.J., Gan T.Y., Pendergrass A.G., Rosenfeld D., Swann A.L.S., Wilcox L.J., Zolina O. (2020), "Advances in understanding large-scale responses of the water cycle to climate change", *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1472(1), pp. 49-75, DOI: 10.1111/nyas.14337

Anderson C. C., Renaud F. G. (2021), "A review of public acceptance of nature-based solutions: The 'why','when', and 'how'of success for disaster risk reduction measures", *Ambio*, 50(8), pp. 1552-1573, DOI: 10.1007/s13280-021-01502-4

Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (2021), "Relazione metodologica" in *Aggiornamento e revisione del Piano di gestione del rischio di alluvione redatto ai sensi dell'art. 7 del D.Lgs. 49/2010 attuativo della Direttiva 2007/60/CE. Secondo ciclo di gestione.* (https://www.appenninosettentrionale.it/itc/?page_id=5262)

Ávila H., Amaris G., Buelvas J. (2016), "Identifying Potential Areas for SUDS Application in Consolidated Urban Watersheds Based on GIS", in: Pathak C.S., Reinhart D. (a cura di), *World Environmental and Water Resources Congress 2016*, West Palm Beach, Florida, pp. 106-114, DOI: 10.1061/9780784479889.012

Bauduceau N., Berry P., Cecchi C., Elmqvist T., Fernandez M., Hartig T., Krull W., Mayerhofer E., N S., Noring L., Raskin-Delisle K., Roozen E., Sutherland W., Tack J. (2015, a cura di), *Towards an EU Research and Innovation Policy Agenda for Nature-based Solutions & Re-naturing Cities: Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-based Solutions and Re-naturing Cities'*, Publications Office of the European Union, Bruxelles. DOI: 10.2777/479582.

Beceiro P., Brito R. S., Galvão A. (2022). "Assessment of the contribution of Nature-Based Solutions (NBS) to urban resilience: application to the case study of Porto", *Ecological Engineering*, 175, 106489, DOI: 10.1016/j.ecoleng.2021.106489

Bell C. D., Wolfand J. M., Panos C. L., Bhaskar A. S., Gilliom R. L., Hogue T. S., Hopkins K. G., Jefferson A. J. (2020). "Stormwater control impacts on runoff volume and peak flow: A meta-analysis of watershed modelling studies", *Hydrological Processes*, 34(14), pp. 3134-3152, DOI: 10.1002/hyp.13784

Bunster T., Gironás J., Rojas C., Bonilla C. (2021), "Impacts of Urbanization and Land Use Change over Water Resources", in: Fernández B., Gironás J. (a cura di), *Water Resources of Chile*, Springer International Publishing, Cham, pp. 365-387, DOI: 10.1007/978-3-030-56901-3_20

Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Müller F. (2012), "Mapping ecosystem service supply, demand and budgets", *Ecological Indicators*, 21, pp. 17–29, DOI: 10.1016/j.ecolind.2011.06.019

Bush J., Doyon A. (2019). "Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute?", *Cities*, 95, 102483, DOI: 10.1016/j.cities.2019.102483

Cohen-Shacham E., Walters G., Janzen C., Maginnis S. (2016, a cura di), *Nature-based Solutions to address global societal challenges*, IUCN, Gland, Switzerland. DOI: 10.2305/IUCN.CH.2016.13.en

Colding J., Barthel S. (2013), "The potential of 'Urban Green Commons' in the resilience building of cities", *Ecological Economics*, 86, pp. 156-166, DOI: 10.1016/j.ecolecon.2012.10.016

Comune di Pontedera (2018), *Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC).*

Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V.,

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M. (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, 387(6630), pp. 253-260, DOI: 10.1038/387253a0

Datola G., Oppio A. (2023), "NBS Design and Implementation in Urban Systems: Dimensions, Challenges and Issues to Construct a Comprehensive Evaluation Framework", in Gervasi O., Murgante B., Rocha A. M. A. C., Garau C., Scorza F., Karaca Y., Torre C. M. (a cura di), *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2023 Workshops*, Springer Nature Switzerland, Cham, pp. 444-454, DOI: 10.1007/978-3-031-37117-2_30

de Araujo Barbosa C.C., Atkinson P.M., Dearing J.A. (2015), "Remote sensing of ecosystem services: A systematic review", *Ecological Indicators*, 52, pp. 430-443. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.01.007

Duijm N. J. (2015), "Recommendations on the use and design of risk matrices", *Safety Science*, 76, pp. 21-31, DOI: 10.1016/j.ssci.2015.02.014

Gillin C. P., Bailey S. W., McGuire K. J., Prisley S. P. (2015), "Evaluation of LiDAR-derived DEMs through terrain analysis and field comparison", *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 81(5), pp. 387-396, DOI: 10.14358/PERS.81.5.387

Haines-Young R., Potschin M. (2010), "The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being", in Raffaelli D., Frid C. (a cura di), *Ecosystem Ecology: a new synthesis*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 110-139

Hamann R., April K. (2013), "On the role and capabilities of collaborative intermediary organisations in urban sustainability transitions", *Journal of Cleaner Production*, 50, pp. 12–21, DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.11.017

Hood M. J., Clausen J. C., Warner G. S. (2007), "Comparison of Stormwater lag times for low impact and traditional residential development1", *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 43(4), pp. 1036-1046, DOI: 10.1111/j.1752-1688.2007.00085.x

Hawkins R. H., Ward T. J., Woodward D. E., Van Mullem J. A. (2008, a cura di), *Curve number hydrology: State of the practice*, American Society of Civil Engineers, Reston.

IPCC (2022), "Annex II: Glossary", in Pörtner H.-O., Roberts D.C., Tignor M., Poloczanska E.S., Mintenbeck K., Alegría A., Craig M., Langsdorf S., Löschke S., Möller V., Okem A., Rama B. (a cura di), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge – New York, pp. 2897–2930. DOI: 10.1017/9781009325844.029

Jato-Espino D., Sillanpää N., Charlesworth S. M., Andrés-Doménech I. (2016), "Coupling GIS with Stormwater Modelling for the Location Prioritization and Hydrological Simulation of Permeable Pavements in Urban Catchments", *Water*, 8(10), pp. 451, DOI: 10.3390/w8100451

Jiménez Ariza S.L., Martínez J.A., Muñoz A.F., Quijano J.P., Rodríguez J.P., Camacho L.A., Díaz-Granados M. (2019), "A Multicriteria Planning Framework to Locate and Select Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) in Consolidated Urban Areas", *Sustainability*, 11(8), pp. 2312, DOI: 10.3390/su11082312.

Kabisch N., Korn H., Stadler J., Bonn A. (2017, a cura di), *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: Linkages between science, policy and practice*, Springer Nature. DOI: 10.1007/978-3-319-56091-5

Kamali M., Delkash M., Tajrishy M. (2017), "Evaluation of permeable pavement responses to urban surface runoff", *Journal of Environmental Management*, 187, pp. 43-53, DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.11.027

Knieper C., Pahl-Wostl C. (2016), "A comparative analysis of water governance, water management, and environmental performance in river basins", *Water Resources Management*, 30(7), pp. 2161–2177, DOI: 10.1007/s11269-016-1276-z

Kraak M.J., Ormeling F. (2020, a cura di), *Cartography: visualization of geospatial data*, CRC Press, Boca Raton. DOI: 10.1201/9780429464195

La Notte A., Zulian G. (2021), "An ecosystem services-based approach to frame NBS in urban context", in Croci E., Lucchitta B. (a cura di), *Nature-based solutions for more sustainable cities – A framework approach for planning and evaluation*, Emerald Publishing Limited, pp. 47-65, DOI: 10.1108/978-1-80043-636-720211005

Lastoria B., Bussettini M., Mariani S., Piva F., Braca G. (2021, a cura di), *Rapporto sulle condizioni di pericolosità da alluvione in Italia e indicatori di rischio associati*, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA, Report 353/2021. (https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-sulle-condizioni-di-pericolosita-da-alluvione-in-italia-e-indicatori-di-rischio-associati)

LIFE Metro Adapt (2020), *Life Metro Adapt Practical Handbook*, Milano. (https://www.lifemetroadapt.eu/it/documenti-e-pubblicazioni/)

Mott Lacroix K. E., Megdal S. B. (2016), "Explore, synthesize, and repeat: Unraveling complex water management issues through the stakeholder engagement wheel", *Water*, 8(4), pp. 118, DOI: 10.3390/w8040118

Müller F., de Groot R., Willemen L. (2010), "Ecosystem Services at the Landscape Scale: the Need for Integrative Approaches", *Landscape Online*, 23, DOI: 10.3097/LO.201023

Nemec K.T., Raudsepp-Hearne C. (2013), "The use of geographic information systems to map and assess ecosystem services", *Biodiversity and Conservation*, 22(1), pp. 1-15, DOI: 10.1007/s10531-012-0406-z

Nesshöver C., Assmuth T., Irvine K. N., Rusch G. M., Waylen K. A., Delbaere B., Haase D., Jones-Walters L., Keune H., Kovacs E., Krauze K., Külvik M., Rey F., van Dijk J., Vistad O. I., Wilkinson M. E., Wittmer H. (2017), "The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective", *Science of The Total Environment*, 579, pp. 1215-1227, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.11.106

NWRM Project (2015), *NWRM practical guide*, Bruxelles. (http://nwrm.eu/)

Pacetti T., Cioli S., Castelli G., Bresci E., Pampaloni M., Pileggi T., Caporali E. (2022), "Planning Nature-Based Solutions against urban pluvial flooding in heritage cities: A spatial multi-criteria approach for the city of Florence (Italy)", *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 41, 101081, DOI: 10.1016/j.ejrh.2022.101081

Peduzzi P. (2019), "The Disaster Risk, Global Change, and Sustainability Nexus", *Sustainability*, 11(4), 957, DOI: 10.3390/su11040957

Raymond C.M., Frantzeskaki N., Kabisch N., Berry P., Breil M., Nita M.R., Geneletti D., Calfapietra C. (2017), "A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas", *Environmental Science & Policy*, 77, pp. 15-24, DOI: 10.1016/j.envsci.2017.07.008

Sari R., Soytas U., Kanoglu-Ozkan D. G., Sivrikaya A. (2023), "Improving the climate resilience of European cities via socially acceptable nature-based solutions.", *npj Urban Sustainability*, 3(1), 9, DOI: 10.1038/s42949-023-00090-4

Sharma A., Gardner T., Begbie D. (2018, a cura di), *Approaches to water sensitive urban design: Potential, design, ecological health, urban greening, economics, policies, and community perceptions*, Woodhead Publishing, Cambridge.

Tarquini S., Isola I., Favalli M., Mazzarini F., Bisson M., Pareschi M.T., Boschi E. (2007), "TINITALY/01: a new triangular irregular network of Italy", *Annals of Geophysics*, 50(3), pp. 407-425, DOI: 10.4401/ag-4424

Id., Isola I., Favalli M., Battistini A., Dotta G. (2023, a cura di), *TINITALY, a digital elevation model of Italy with a 10 meters cell size (Version 1.1)*, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), DOI: 10.13127/tinitaly/1.1

Turhan C., Gökçen Akkurt G. (2018), "Mitigation of Urban Heat Island Effect Through Nature-Based Solutions: H2020 Urban GreenUP Project", in *IV. Uluslararası Katılımlı Anadolu Enerji Sempozyumu*, Trakya Üniversitesi, Edirne

United Nations (2015, a cura di), *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, United Nations, New York. (https://sdgs.un.org/2030agenda)

WWAP (World Water Assessment Program) (2018, a cura di), *The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris.

Zhu, L., Gao, C., Wu, M., Zhu, R. (2025), "Integrating Blue–Green Infrastructure with Gray Infrastructure for Climate-Resilient Surface Water Flood Management in the Plain River Networks.", *Land (2012)*, 14(3), pp. 634, DOI: 10.3390/land14030634

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2024 (180), 174-185

DOI: 10.13137/2282-572X/37643

ISSN 2282-572X (online) ISSN 0044-9733 (print)
https://www.openstarts.units.it/handle/10077/9933

Schedatura della cartografia storica trentina. Un progetto in itinere di approccio digitale a sostegno delle analisi geostoriche territoriali locali

Cataloguing the historical cartography of Trentino. An ongoing digital approach project supporting local territorial geo-historical analyses

Chiara Lo Destro*, Elena Dai Prà**

*Università di Trento, chiara.lodestro@unitn.it; ** Università di Trento, elena.daipra@unitn.it

Riassunto

La gestione e la catalogazione della cartografia in Italia sono state oggetto di dibattito sin dalla fine dell'Ottocento, con l'emergere di diverse metodologie e approcci sviluppati da studiosi ed istituzioni. Il Centro Geo-Cartografico di Studio e Documentazione (GeCo) dell'Università di Trento si inserisce in questo contesto proponendo un modello innovativo di gestione e fruizione del proprio patrimonio cartografico storico manoscritto, attraverso l'utilizzo dei Sistemi Informativi Geografici. Lo scopo della presente ricerca è infatti sviluppare una metodologia di catalogazione che consenta di valorizzare il patrimonio cartografico storico, trasformandolo in uno strumento attivo per l'analisi territoriale e la pianificazione urbanistica.

Il lavoro, dopo una critica analisi dei metodi di catalogazione cartografica finora esistenti in Italia, ha portato alla creazione di un *geodatabase* basato sulla "Guida alla catalogazione in SBN – Materiale Cartografico" dell'ICCU (2022) e sulle norme archivistiche dell'ICCD, adattato per accogliere l'ampia varietà di documenti cartografici digitalizzati conservati al GeCo. La struttura della banca dati e dei suoi campi costituenti è stata progettata per supportare l'approccio diacronico tipico dell'analisi geostorica, permettendo il confronto tra rappresentazioni storiche e attuali del territorio, con particolare attenzione al Trentino-Alto Adige e zone limitrofe. Tra i principali risultati, emerge la possibilità di integrare la cartografia con i GIS per ricostruire l'evoluzione del paesaggio e supportare decisioni in ambiti quali la pianificazione territoriale, la gestione delle risorse ambientali e la valorizzazione culturale.

Abstract

The management and cataloguing of cartography in Italy have been a subject of debate since the late 19th century, with the emergence of various methodologies and approaches developed by scholars and institutions. The Centro Geo-Cartografico di Studio e Documentazione (GeCo) at the University of Trento fits into this context by proposing an innovative model for managing and accessing its historical manuscript cartographic heritage through Geographic Information Systems. The aim of this research is to develop a cataloguing methodology that enhances the value of historical cartographic heritage, transforming it into an active tool for territorial analysis and urban planning.

Following a critical review of existing cartographic cataloguing methods in Italy, this study has led to the creation of a geodatabase based on the "Guida alla catalogazione in SBN – Materiale Cartografico" (ICCU, 2022) and the archival standards of the ICCD, adapted to accommodate the wide variety of digitised cartographic documents preserved at GeCo. The structure of the database and its constituent fields have been designed to support the diachronic approach typical of geo-historical analysis, enabling comparisons between historical and contemporary representations of the territory, with a particular focus on Trentino-Alto Adige and surrounding areas. Among the key findings, the integration of cartography with GIS emerges as a crucial tool for reconstructing landscape evolution and supporting decision-making in fields such as territorial planning, environmental resource management, and cultural heritage promotion.

Le conclusioni evidenziano come questo materiale, se opportunamente georeferenziato e catalogato, possa assumere un ruolo chiave non solo nella conservazione e nell'accessibilità del patrimonio culturale, ma anche come strumento per l'analisi e la *governance* del territorio. Tale modello può essere esteso ad altri contesti geografici, promuovendo una gestione consapevole del paesaggio e una valorizzazione più efficace della cartografia storica nel contesto della ricerca accademica e della risoluzione delle sfide territoriali odierne.

Parole chiave

Cartografia storica; GIS; Geodatabase; Schedatura cartografica; Trentino.

The conclusions highlight how this material, if properly georeferenced and catalogued, can play a key role not only in preserving and ensuring accessibility to cultural heritage but also as a tool for territorial analysis and governance. This model can be extended to other geographical contexts, promoting an informed approach to landscape management and a more effective valorisation of historical cartography within academic research and contemporary territorial challenges.

Keywords

Historical cartography; GIS; Geodatabase; Cartographic cataloguing; Trentino.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

1. Il dibattito sulla catalogazione della cartografia storica in Italia

Nel panorama della ricerca italiana, la corretta gestione, catalogazione e valorizzazione del patrimonio cartografico ha dato vita ad un grande dibattito a partire dalla fine dell'Ottocento. La cartografia, infatti, costituisce un materiale d'interesse nazionale sia per il proprio valore storico e patrimoniale sia per il proprio contenuto informativo. La questione relativa alla sua catalogazione ha quindi visto per tutto il Novecento il susseguirsi di diverse figure di professionisti illustri e delle loro idee e proposte relative alla giusta e necessaria schedatura dei patrimoni cartografici. Tuttavia, ripercorrendo i *curricula* degli studiosi, è facile riscontrare come i loro percorsi accademici e i loro obiettivi catalografici risultino spesso differenti. Da questo punto di vista, il metodo proposto da ciascun curatore nasceva innanzitutto per soddisfare i suoi specifici interessi. Secondo questo principio, quindi, il censimento della cartografia della Regione Veneta di Giovanni Marinelli sottolineava la necessità di completare una classificazione riassuntiva delle principali caratteristiche di ciascuna opera cartografica, divise in quattro macrocategorie principali: "I. Titolo, data autore, dediche, ecc. [...] II. Descrizione materiale [...] III. Descrizione geografica e cartografica [...] IV. Indicazione bibliografica" (Marinelli, 1881, p. XXX-XXXI). Un secolo più tardi, le esigenze di carattere tecnico-matematico portate avanti da Osvaldo Baldacci (1987) mettevano l'accento sulla volontà di sistematizzare e informatizzare il metodo catalografico in risposta alle nuove tecnologie dell'epoca, non senza incontrare difficoltà nel sedimentare una proposta composta da un numero di voci da molti considerato eccessivamente ampio. Infine, il punto di vista dell'Istituto Centrale per il Catalogo Unico delle biblioteche italiane e per le informazioni bibliografiche (ICCU), di carattere archivistico-biblioteconomico, ha fissato nel 2022 le norme standard nazionali di archiviazione del materiale cartografico[1] sia moderno che antico[2].

L'idea del Centro Geo-Cartografico di Studio e Documentazione (GeCo) si inserisce in questo teatro di iniziative con una visione incentrata sulla ricerca geografico-storica a supporto della pianificazione e gestione territoriale. Il GeCo è infatti detentore di un prezioso e ingente patrimonio cartografico storico manoscritto proveniente da archivi dislocati in numerose località della Penisola, nonché in diverse sedi estere europee (Francia, Austria, Germania). A differenza di storici archivi cartografici universitari come quelli di Firenze, Roma o Bologna, il Centro Geo-Cartografico dell'Università di Trento detiene tale *corpus* in formato interamente digitale, particolarità che offre la possibilità di estrapolare rapidamente i metadati e le caratteristiche utili alle ricerche geostoriche, preservando al contempo lo stato di conservazione del documento originale.

2. Il ruolo della cartografia storica come vivo attore nella pianificazione territoriale

Nell'ambito della *mission* del GeCo, la conservazione, la raccolta e l'efficiente consultazione della cartografia storica manoscritta riguardante le aree dell'arco alpino centro-orientale rappresenta lo scopo primario. Il suo patrimonio cartografico, infatti, si predispone come strumento essenziale dei ricercatori per lo studio del territorio e della rappresentazione e concezione che i tecnici e la società coeva avevano di una particolare area geografica illustrata. La cartografia più recente, infatti, ad oggi redatta e supportata da sistemi informativi geografici (GIS), è il frutto di secoli di progresso scientifico-tecnico legati allo studio della rappresentazione della superficie terrestre. In questo contesto, la cartografia storica costituisce un elemento chiave per comprendere come un territorio si sia evoluto nel tempo, tenendo comunque in considerazione le differenze fondamentali nelle modalità di raffigurazione tra presente e passato. Se oggi, infatti, la cartografia risulta tecnicamente soggetta a modalità rappresentative matematicamente e geometricamente precise, con dettami ben definiti e standardizzati, legati a sistemi di riferimento e unità di misura universalmente riconosciuti, un tempo i documenti cartografici risultavano spesso frutto di produzioni più vicine a vezzi

1 ICCU (2022), *Guida alla catalogazione in SBN. Materiale cartografico*, https://norme.iccu.sbn.it/index.php?title=Guida_materiale_cartografico, ultimo accesso 28/01/2025.

2 L'opera dell'ICCU distingue tra materiale cartografico antico e moderno in base ad un discrimine temporale legata alla invenzione nel 1831 del torchio a cilindri, strumento utilizzato in ambito litografico e simbolico punto di partenza per le tecniche di incisione a ciclo meccanizzato (Dormi K., 2001). Successivamente a tale data, quindi, il documento cartografico è considerato con la lettera "M" (moderno), a differenza invece degli elementi "E" (antichi).

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

artistici e iconografici, spesso prevaricanti l'accuratezza tecnica. Sotto questo aspetto, il *corpus* cartografico del GeCo rappresenta un esempio evidente. La sua composizione è infatti incredibilmente eterogenea, non solo per la tematica raffigurata, la committenza e lo scopo di rappresentazione, ma anche per lo stile e la tecnica utilizzati. Tra gli archivi digitalizzati presenti nella nostra sede è infatti possibile imbattersi nella cartografia militare della Grande Guerra, ma anche in rappresentazioni allegate a piani d'avviso comunali, la cui raffigurazione può seguire i dettami delle carte catastali asburgiche ottocentesche oppure delineare, senza alcun rapporto di scala o proporzioni, parti del territorio. In quest'ultima forma, numerose altre tipologie cartografiche sono così presenti nella collezione: planimetrie, voli d'uccello ricchi di elementi decorativi, piani idraulici, diorami, cabrei, ecc.

Sebbene spesso geometricamente imprecise, le carte storiche manoscritte, anche quelle più peculiari e distintive, rappresentano prima di tutto un patrimonio unico nel suo genere, degno, come tutti i documenti storici, di opportuna valorizzazione. Al tempo stesso, la rappresentazione di aree più o meno vaste del territorio permette di decifrare l'evoluzione della zona ritratta e le maniere in cui questa veniva percepita dagli autori o dalla società che abitava quei luoghi. Qualsiasi rappresentazione cartografica ha di per sé un ruolo nel comprendere come una determinata area geografica sia cambiata nei secoli in termini di urbanizzazione o morfologia. La conformazione odierna di un paesaggio non è che un prodotto di numerose alterazioni susseguitesi nel corso del tempo per svariate motivazioni. La cartografia storica è quindi uno strumento di indagine qualitativa preziosissimo per comprendere non solo cosa è cambiato, ma anche perché è cambiato: alcune aree hanno avuto periodi di urbanizzazione intermittente per via di una vulnerabilità dal punto di vista idrogeologico? Altre sono state testimoni di modifiche sostanziali nell'uso del suolo? Altre ancora hanno invece visto l'espandersi o il ridursi di aree boschive legate a particolari eventi o pratiche consuetudinarie? Queste domande, e altre ancora, possono essere parzialmente risolte tramite la consultazione della cartografia storica, il cui studio può auspicabilmente essere accompagnato dalla consultazione di fonti di altra tipologia, quali i rilevamenti di terreno, la documentazione testuale e altro ancora.

3. La proposta catalografica del GeCo all'interno del contesto informatizzato attuale

Sulla base della bibliografia nazionale ed internazionale relativa a diversi metodi di catalogazione cartografica, e considerate le premesse esposte nei precedenti paragrafi, il nostro progetto di ricerca, condotto presso l'Università di Trento e finanziato dalla Provincia Autonoma di Trento, ha ideato una metodologia e una proposta catalografica pensata per adattarsi all'ampio ventaglio cartografico digitale del GeCo e alle esigenze di ricerca universitaria e di enti committenti che ad esso si rivolgono.

Per la costruzione funzionale della scheda di censimento, si è deciso di fare riferimento alla base di partenza costituita dalla proposta dell'ICCU contenuta in "Guida alla catalogazione in SBN. Materiale Cartografico" (ICCU, 2022). Ad oggi, tale modello è composto da due sezioni, una relativa alla descrizione bibliografica e alla raccolta di informazioni sull'esemplare, e un'altra più attinente agli strumenti utili alla catalogazione del materiale cartografico. La prima, fondamentale per la costruzione della tabella di schedatura, presenta un capitolo generale che si costituisce di undici sezioni, ciascuna delle quali suddivisibile in più voci. Con l'intento di costruire un *geodatabase*, il primo step del lavoro ha visto il trasferimento o, meglio, la rielaborazione delle voci previste dall'ICCU in un formato tabellare *.dbf* che ne permettesse la strutturazione in campi ben distinti e analizzabili sia sulla piattaforma Excel che sui software GIS[3].

Per accogliere una mole di dati estremamente ingente (dell'ordine delle decine di migliaia di file digitalmente conservati nell'archivio del GeCo), il database ha richiesto la definizione di regole e dettami per il suo corretto utilizzo e la sua praticità e intuitività nella redazione, per dare vita ad un ambiente *user-friendly* sia per il compilatore sia per il consultatore. L'obiettivo, infatti, è il censimento di ogni *unicum* presente nella collezione cartografica manoscritta del Centro Geo-Cartografico di Studio e Documentazione, per estrapolare in maniera esaustiva e dettagliata tutte le informazioni relative al suo contenuto, alla modalità e alle motivazioni di riproduzione del bene, ai suoi dati tecnico-geometrici, ecc. Come suggerito

3 Per il nostro progetto di ricerca abbiamo utilizzato esclusivamente il software *open-source* QGIS.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

nei paragrafi precedenti, si tratta di un lavoro funzionale agli obiettivi di ricerca geostorica applicata, poiché favorisce le attività degli studiosi del GeCo che si interfacciano alle esigenze dei diversi committenti relative alla pianificazione urbanistica, alla gestione territoriale, alla valorizzazione turistico-culturale dei luoghi appartenenti soprattutto all'odierna Provincia Autonoma di Trento.
Per permettere una coerente e adeguata applicazione di standard e regole di struttura della nostra banca dati, si è deciso di seguire alcuni dei dettami dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD) adoperati per la catalogazione dei beni culturali (Mancinelli, 2018). Queste norme toccano diverse caratteristiche essenziali per l'informatizzazione della scheda. La prima regola adottata in questa proposta è la determinazione della tipologia di campo, sia questo in formato testuale, numerico o data. Questo criterio si rende assolutamente imprescindibile, poiché determina conseguentemente dei limiti o delle prescrizioni al momento della compilazione del record tabellare di riferimento a quella voce. In secondo luogo, ciascun campo è investito da ulteriori precetti legati ad altre caratteristiche che si rendono necessarie ai fini di una schedatura più automatizzata, celere ed agile. Questi riguardano la compilazione obbligatoria o opzionale dei dati richiesti e la interdipendenza tra campi. La prima questione è fondamentale in quanto spesso non tutte le informazioni richieste nella tabella sono ricavabili dal documento oggetto di censimento. Di conseguenza è stato definito come obbligatorio un numero relativamente basso di voci che si ritengono essere sempre redigibili e che possono rappresentare lo scheletro di una basilare schedatura. La distinzione tra campi autonomi e campi dipendenti rappresenta, invece, un approfondimento interessante, tenendo in considerazione che i secondi richiedono la redazione di informazioni correlate per essere a loro volta stilati correttamente. Queste caratteristiche sono ben evidenti in quei campi di carattere *yes*/*no*, i quali indicano la presenza o meno di un certo elemento e, talvolta, comportano la conseguente compilazione di voci collaterali. Esempi di questo genere sono i dati relativi al colore, alla scala, alla georeferenziazione e, più in generale, a gran parte della categoria degli elementi grafici, di cui analizzeremo i componenti nel prossimo paragrafo. Ultimo canone da definire è stato quello di imporre eventuali limitazioni all'accesso del documento cartografico per ragioni di diritti d'autore o rilascio di licenza volute dalla sede archivistica custode del materiale cartografico originale. In questo caso, eventuali informazioni sono esposte nel campo "*License*" dedicato.

4. La scheda catalografica: analisi di campi chiave per le indagini territoriali

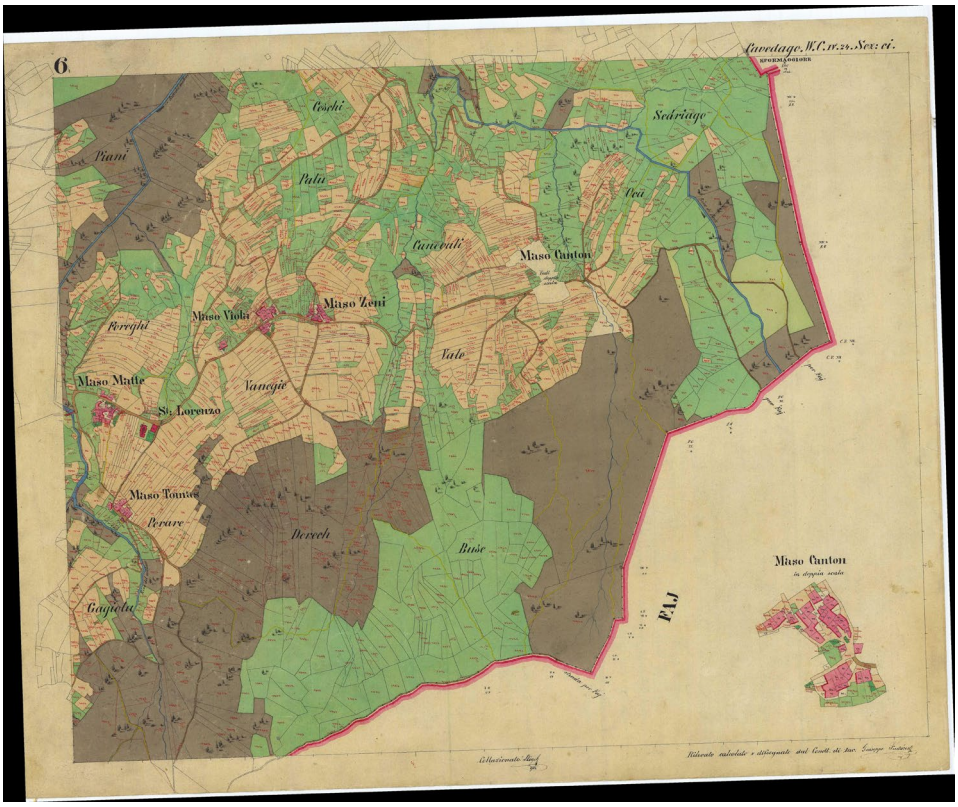
La scheda catalografica ideata per il progetto di ricerca qui presentato si costituisce di ben ottantaquattro campi, di cui ventisei provenienti dalla base ICCU. Con questo assetto, il lavoro di schedatura attualmente *in itinere* mira a creare una struttura catalografica articolata, capace di raccogliere interamente le informazioni storiche, geografiche, artistiche e tecniche deducibili da un qualsiasi tipo di documento cartografico. Sebbene la banca dati presenti una mole di voci relativamente importante, il numero di quelle obbligatorie risulta essere notevolmente inferiore e pari a trentuno. In questa sede non ci focalizzeremo su tutti i campi della tabella, bensì esclusivamente su quelli il cui contenuto risulta direttamente utile ad analisi geografico-storiche condotte in sede al GeCo, a supporto di una corretta gestione e pianificazione territoriale.
Innanzitutto, è importante precisare come il *geodatabase* sia pensato come uno strumento di congiunzione tra scheda di censimento e sistema informativo territoriale per la georeferenziazione della cartografia storica atta ad analisi diacroniche di confronto con l'odierna realtà territoriale. Questa considerazione ha perciò motivato la creazione del campo "*Image URL*", che permette di inserire rapidamente il percorso della risorsa immagine della carta in esame, così da averne un immediato e rapido accesso utile al confronto con i dati inseriti, nonché avere una traccia della sua posizione all'interno dell'archivio digitale del GeCo[4].
Come richiesto in origine dal metodo ICCU, è di prima necessità chiarire la tipologia di oggetto schedato ("*Record*"), che nel caso del patrimonio qui analizzato risulta sempre essere materiale cartografico, classificabile con la sigla alfabetica convenzionale "e"[5].

4 In questo caso non si ritiene necessario inserire il percorso dell'immagine georeferenziata, in quanto quest'ultima è direttamente consultabile sul portale GIS adoperato.

5 "*Sono considerati materiale cartografico [...] tutti i documenti su qualsiasi supporto, bi- e tridimensionali, raffiguranti in*

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 1 – Foglio catastale n. 6 del Comune di Cavedago (Mappe storiche d'impianto)



FONTE: Provincia Autonoma di Trento, (n.d.)[7]

Per dipiù, aldilà dei dati che permettono sia di avere una stima quantitativa del materiale custodito nell'archivio digitale, sia di tenere traccia di ciascun elemento immagine inserito nel database ("*ID Code*", "*Archive Reference*", "*Archive*"), l'identificazione della tipologia di materiale cartografico[6] ("*Document Type*") può spesso risultare utile nel comprendere la chiave di lettura del documento, avendo chiari gli elementi territoriali possibilmente rintracciabili e la modalità in cui interpretarne il significato. Non è quindi necessario giustificare l'importanza di un campo come "*Document Topic*", che spiega brevemente l'ambito tematico della carta. La presenza o meno di colore ("*Colour*") è poi un altro indicatore utile all'interpretazione del contenuto, poiché in alcuni casi la colorazione tematica facilita la classificazione di alcuni dati. L'esempio più lampante è quello rappresentato dalle mappe del Catasto Fondiario Austriaco ottocentesco (Fig. 1), al cui interno è possibile apprezzare un'utile tematizzazione dell'uso del suolo e la cui distinzione consente di effettuare raffronti con il *land cover* odierno (Buffoni *et al*, 2015).

qualunque scala e in forma approssimata e simbolica la Terra e gli altri corpi celesti, in parte o nella loro interezza, nonché la distribuzione sulle loro superfici di elementi fisici e antropici, di carattere generale o tematico [...]. Nello specifico, le risorse che rientrano in tale tipologia sono i seguenti: A. atlanti geografici B. grafi (stradali, idrografici, etc.) C. globi D. carte (topografiche, corografiche, geografiche, nautiche, celesti, geologiche, geomorfologiche, compresi i fusi, etc.) E. modelli F. profili G. immagini di telerilevamento H. sezioni I. vedute (ad es. vedute a volo d'uccello, vedute prospettiche, etc.) J. plastici K. altri (ad es. cartogrammi anamorfici, schemi a blocchi e data set spaziali)" (ICCU, 2022).

6 Per questa voce, abbiamo deciso di fare riferimento ai tipi elencati all'interno del glossario delle "Linee guida per la digitalizzazione del materiale cartografico" (ICCU, 2006, pp. 33-37).

7 OPENkat: https://catastotn.tndigit.it/mappe-storiche-impianto/it/index.html, ultimo accesso 28/01/2025.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

L'eventuale presenza di altro materiale allegato ("*Attached Material*"), sia questo di tipologia cartografica o testuale, si rivela essere un'importante fonte per leggere e comprendere in maniera esaustiva il documento in esame. Un riferimento diretto ad eventuali link esterni alla risorsa immagine è infatti inseribile nell'apposito campo denominato "*External Link*". Altre informazioni utili a completamento dell'interpretazione del contenuto possono essere fornite dai campi "*Title*" e "*Complementary Title*", così come le voci legate ai responsabili ("*Responsability*") e ai committenti ("*Mandant*"), se indicati.

Diverse informazioni temporali sono poi raccolte in numerose voci della scheda. *In primis*, si ritiene necessaria un'essenziale distinzione tra la data di pubblicazione del documento cartografico ("*Publication Date*") e la data o, meglio, l'epoca rappresentata in carta ("*Era*"), in quanto non sempre queste coincidono. Per quanto concerne la seconda, la tabella catalografica prevede ulteriori campi di approfondimento sulla base delle necessità di ricerca ma, soprattutto, conformemente alle informazioni fornite o deducibili. Oltre alla differenziazione tra materiale antico e moderno, ricavata parimenti dal metodo catalografico ICCU ("*Material Age*"), si prevede la raccolta dei dati relativi all'estremo iniziale ("*Early Extreme of the Era*") e all'estremo finale ("*Final Extreme of the Era*") dell'epoca e, se possibile, di indicazioni ancora più precise quali l'anno ("*Year*"), il mese ("*Month*") e/o il giorno ("*Day*") esatto rappresentato in cartografia.

Stesso grado di precisione si auspica, ma non sempre è raggiungibile, per i dati sull'ubicazione dell'area raffigurata. Questa, oltre a essere definita in termini di emisfero celeste di appartenenza ("*Hemisphere*"), viene classificata contraddistinguendo il territorio storico coevo al documento e quello attuale[8]. La differenziazione è inoltre effettuata anche su criteri di scala, nell'ottica di permettere una ricerca dei luoghi a livello provinciale e regionale o, più in generale, a misura locale o globale. Si distinguono infatti i campi "*Current Province*" e "*Current Region*" per l'analisi multiscalare attuale, e i campi "*Historical Territory on Local Scale*" e "*Historical Territory on Global Scale*", che fanno riferimento alla stessa indagine ma su un tempo più remoto, ovvero quello rappresentato in carta, che, per questo motivo, non conviene indicare con i termini moderni di "provincia" e "regione", che ne limiterebbero erroneamente il significato. Ulteriori dati tecnici forniscono importanti spunti in merito alla posizione geografica, quali l'orientamento ("*Orientation*"), ma soprattutto le coordinate del centroide ("*X Coordinate*", "*Y Coordinate*") e delle *bounding boxes* ("*NE Vertex Bounding Box Coordinate*", "*NW Vertex Bounding Box Coordinate*", "*SE Vertex Bounding Box Coordinate*", "*SW Vertex Bounding Box Coordinate*"), nel caso di cartografia georeferenziata ("*Georeferencing*", campo yes/no), per la quale di conseguenza verranno compilate anche le voci relative alla proiezione ("*Projection*"), al sistema di riferimento ("*Datum*") e all'"EPSG" utilizzati. Aggiuntive capacità di localizzazione dell'area rappresentata in carta sono poi derivabili dai campi sulla toponomastica, che viene riportata in lingua originale e suddivisa in puntuale ("*Punctual Toponymy*"), lineare ("*Linear Toponymy*"), areale ("*Areal Toponymy*") e sovrascritta ("*Overwritten Toponymy*"). Si tratta di un campo di studio molto prezioso che permette di facilitare ricerche spaziali parallelamente accompagnate da studi di carattere diacronico.

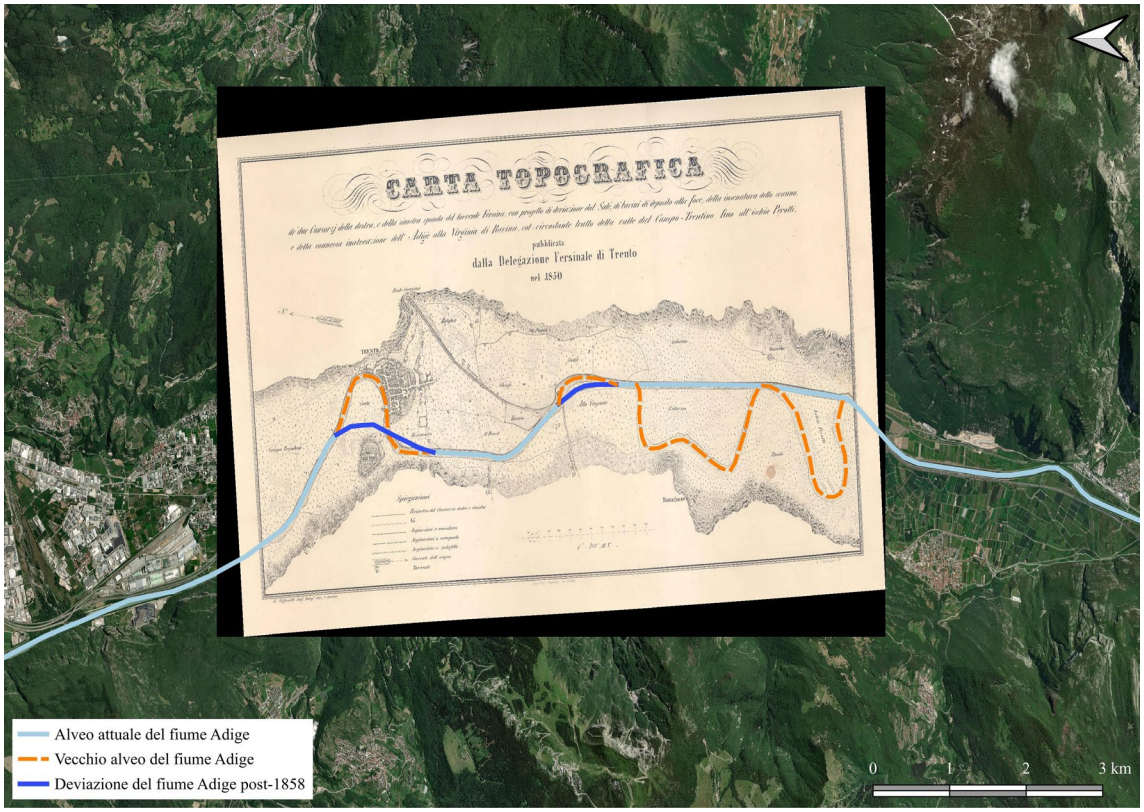
La lettura del documento cartografico è da ritenersi incompleta senza la consultazione degli elementi grafici possibilmente presenti in essa. Tra questi, oltre alle inserzioni a scopo decorativo, risultano di utile riferimento la rosa dei venti ("*Windrose*") e ipotetici stemmi ("*Emblem*", "*Emblem Type*"). Questi ultimi, infatti, possono donare preziose informazioni qualitative circa eventuali committenze o distretti/comunità di appartenenza dei luoghi raffigurati, così da fornire almeno un'indicativa localizzazione del territorio nel caso in cui questo sia di difficile interpretazione. Elementi testuali come una dedica ("*Dedication*"), ma soprattutto una legenda ("*Legend*", "*Legend Content*"), danno utili indicazioni sulle modalità interpretative di eventuali simbolismi, o semplicemente ragguagli su dati non palesati nella rappresentazione grafica. Altro elemento purtroppo non sempre riportato nella cartografia storica manoscritta è invece la scala ("*Scale*"), il cui valore ("*Scale Value*"), tipologia ("*Scale Type*") e sistema metrico adottati ("*Scale System*"), se presenti in parte o in toto, permettono non solo di comprendere l'estensione dell'area illustrata, ma anche di effettuare misurazioni circa gli elementi di interesse riportati, così da ricavare dati matematico-geometrici sugli "oggetti geografici" di valore per le analisi territoriali.

In aggiunta, alcune voci della scheda catalografica proposta dal GeCo raccolgono dati relativi alle caratteristiche che occorrono al consultatore per il miglior utilizzo della risorsa digitale e, eventualmente se necessario, quella del documento originale. Della prima vengono fornite ad esempio la risoluzione ("*DPI Resolution*"), il formato ("*Format*") e l'estensione in *kilobyte* ("*KB Extension*"), mentre per il secondo

8 In alcuni casi vi è infatti una differenza nell'estensione dell'ambito amministrativo.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 2 – Esempio di cartografia storica manoscritta georeferenziata e processata in GIS a confronto con una base satellitare attuale.



FONTE: Base - ESRI World Imagery. Cartografia - Steffanelli G., *Carta topografica de' due consorzi della destra, e della sinistra sponda del torrente Fersina, con progetto di deviazione dal Sale', di bacini di deposito alla foce; della insenatura dello scanno, e della connessa inalveazione dell'Adige alla Virginia di Ravina, col circostante tratto della valle dal Campo-Trentino fino all'ischia Perotti. Pubblicata dalla Delegazione Fersinale di Trento nel 1850* (Biblioteca Comunale di Trento, TG 1 d 10, A72/e/7)

si possono collezionare i dati sulle dimensioni in centimetri di larghezza e altezza ("*Size*") e sullo stato di conservazione ("*Conservation State*")[9].

Infine, il campo "*Notes*" si rende necessario, sebbene di compilazione facoltativa, per eventuale inserimento di annotazioni o di informazioni di contorno o di completamento che non è stato possibile inserire nelle altre ottantatré voci della tabella. Esso rappresenta un campo molto utile di cui si consiglia vivamente la consultazione, in quanto permette una lettura esaustiva del documento oggetto di ricerca.

9 Questi dati sono inseriti emulando l'esempio adottato dal progetto *Charta* dell'Università di Trento (Dai Prà, Tanzarella, 2013). Esso distingue tra stato di conservazione "ottimo", "buono", "discreto", "cattivo", "pessimo", "abrasioni" e "scritte a mano posteriori". Nella banca dati è possibile riportare contemporaneamente più di un valore, se necessario.

5. Un *geodatabase* funzionale alla ricerca geostorica applicata

Come accennato nei paragrafi precedenti, il progetto di ricerca qui presentato vuole consentire un confronto diacronico dei territori trentini tra rappresentazione cartografica antica e stato dell'arte attuale (Fig. 2). Un forte sostegno a tale approccio è dato sempre più dai sistemi informativi geografici, che permettono in maniera rapida ed efficace una comparazione di più elementi cartografici georeferenziati nell'ambito di operazioni più o meno complesse, tra le quali il filtraggio cartografico (Grava *et al.*, 2020).

Nel contesto della nostra ricerca, la scelta di utilizzare l'*open-source* QGIS è stata fondamentale per costituire la base portante del progetto, in quanto la banca dati

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

catalografica è stata progettata per essere redatta all'interno dell'interfaccia di compilazione *user-friendly* offerto dal software e opportunamente modificato per rendere immediatamente visualizzabili solo i campi necessariamente obbligatori, così da ridurre il "rumore" legato alla presenza di ottantaquattro voci. La motivazione dietro la costruzione di un *geodatabase* è legata alla possibilità di integrare la cartografia digitale oggetto di schedatura all'interno del sistema QGIS attraverso georeferenziazione e unione tabellare (*join*) per mezzo delle coordinate del centroide di ciascuna carta. Il progetto QGZ è infatti costituto da numerosi *layer* funzionali alle operazioni e agli step di progetto:

- WMS di ortofoto, immagini satellitari o basi topografiche attuali;
- *raster* dei documenti cartografici georeferenziati;
- *shapefile* poligonali di carattere amministrativo, quali i confini comunali, quelli provinciali (Trento e Bolzano), quelli delle Comunità di Valle del Trentino-Alto Adige e, più in generale, quelli delle province extra-regionali e degli stati esteri i cui territori sono rappresentati sui documenti cartografici costituenti il patrimonio del GeCo;
- *shapefile* puntuali e poligonali legati al centroide e alle *bounding boxes* di ogni carta.

Con questa struttura impostata, l'utente compilatore deve esclusivamente riempire la tabella attributi del centroide con le informazioni legate ad ogni documento cartografico. Questa redazione può essere effettuata direttamente nell'elemento *.dbf* oppure attraverso la creazione di un nuovo *shapefile* puntuale manualmente imponibile, che configuri l'apertura automatica dell'interfaccia di compilazione opportunamente modificato e reso disponibile per le esigenze di progetto. Quest'ultimo caso è attualmente adottato per la fase *in itinere* di rapido censimento della cartografia archiviata presso il Centro Geo-Cartografico di Studio e Documentazione, per la quale viene rapidamente associato un numero di identificazione univoca a ogni carta e inserito in tabella l'indirizzo dell'immagine digitale associata. La fase di compilazione integrale rappresenta uno step successivo del progetto.
Infine, è necessario sottolineare come il prodotto della nostra ricerca sia attualmente riservato all'uso interno dei collaboratori del GeCo. Ciò è dettato principalmente da motivi di diritti d'autore legati al materiale, le cui modalità di gestione e accessibilità sono altrettanto diversificate, in quanto le sedi archivistiche di provenienza presentano ciascuna le proprie regole e prassi di rilascio e consultazione. Inoltre, appare superflua la divulgazione al pubblico generale, poiché lo scopo primario è quello di rendere disponibile la cartografia a chi la utilizza per scopi di ricerca, ovvero, prima di tutto, i collaboratori del GeCo. Non si esclude tuttavia, in futuro, una predisposizione in *WebGIS* del progetto, con gli opportuni crismi e restrizioni del caso.
Attualmente, i GIS rappresentano un valido strumento e un'efficace piattaforma in grado di enfatizzare il ruolo che la cartografia storica, una volta digitalizzata, può ricoprire ancora oggi nella gestione del territorio. L'integrazione della classica schedatura tabellare con i sistemi informativi territoriali offre un'importante opportunità di confronto tra passato e presente, che permette anche di analizzare diacronicamente i processi di trasformazione urbana e territoriale. Questo approccio consente di comprendere meglio i cambiamenti avvenuti e di interpretare possibili evoluzioni future, favorendo una pianificazione sostenibile e supportando al contempo ricerche e studi scientifici a livello locale.

6. Conclusioni

La ricerca presentata in questa sede vuole mettere in luce come la cartografia storica rappresenti molto più di un prezioso reperto culturale da preservare e valorizzare. Essa, infatti, si configura ancora oggi come uno strumento vivo e potenzialmente attivo per le indagini di geografia applicata contemporanee, capaci di fornire nuovi spunti interpretativi e metodologici per le analisi territoriali. Attraverso un approccio interdisciplinare, la cartografia storica si rivela un mezzo efficace per decifrare i processi di trasformazione del territorio, contribuendo ad una lettura complessa e articolata delle dinamiche passate che hanno modellato il paesaggio attuale.
L'esperienza trentina dimostra come l'applicazione combinata della cartografia storica e dei sistemi informativi geografici consenta di integrare informazioni preziose, favorendo un approccio più olistico e proattivo. Da una parte, si cerca di rispondere alle necessità di quella fetta di accademici e ricercatori che esigono una

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

catalogazione cartografica efficace ed esauriente da cui estrapolare le informazioni e i metadati necessari per i propri studi. Dall'altra, si offre l'opportunità di superare una visione museale della cartografia storica, spostando l'attenzione dal valore antiquario e documentale al suo utilizzo operativo e progettuale. La carta, così, non è più soltanto testimonianza del passato e memoria del territorio, ma anche strumento per orientare il presente e pianificare il futuro, proponendosi come un potente alleato per la pianificazione territoriale, la gestione sostenibile delle risorse ambientali, la tutela del paesaggio e la comprensione delle relazioni tra uomo e ambiente nel tempo. Utilizzarla in maniera dinamica e integrata consente di valorizzarne appieno il potenziale, trasformandola in un ponte tra il sapere storico e le esigenze della società contemporanea. Da questo punto di vista, quindi, non si amplia solo il campo di applicazione della geografia storica, ma si favorisce anche una maggiore consapevolezza del valore del patrimonio cartografico.

Il tentativo qui operato di creazione di un sodalizio tra la schedatura della cartografia storica manoscritta del GeCo, l'informatizzazione della banca dati e la contemporanea visualizzazione delle rappresentazioni georeferenziate in ambiente GIS rappresenta ad oggi una sfida importante ed ambiziosa soprattutto nel contesto geografico nazionale. La possibilità di georeferenziare i documenti e integrarli in un *geodatabase* non solo rende più accessibili i dati, ma promuove un dialogo costruttivo tra passato e presente, favorendo una visione del territorio più consapevole e articolata.

La storia ci è testimone del fondamentale ruolo che l'Italia ha giocato per secoli nel campo della cartografia, fornendoci ad oggi un patrimonio di inestimabile valore e di innumerevoli e variegate tipologie rappresentative. La fortuna di poter lavorare in tale contesto e con tale materiale stimola al tempo stesso le necessarie riflessioni e i dovuti crismi, qui esposti, per un lavoro di patrimonializzazione e gestione adeguato. La catalogazione della cartografia può infatti diventare un mezzo efficace per ricavare dati e informazioni legate al contesto storico del documento, utili anche per comprendere meglio la realtà odierna, ma svolge al tempo stesso anche un ruolo fondamentale nel preservare e valorizzare il patrimonio cartografico, sottolineandone il valore culturale e la ricchezza e preziosità dei contenuti.

L'importanza del ricostruire la memoria storica per individuare soluzioni a lungo termine per i correnti problemi di urbanizzazione, consumo di suolo, ecc. può essere enfatizzata da studi di questo tipo, i quali permettono anche di riflettere sul valore educativo della cartografia storica a scopo di sensibilizzazione delle comunità sul rapporto tra uomo, territorio e tempo. I progetti applicativi o portati a termine in territorio trentino e altoatesino da parte del Centro Geo-Cartografico di Studio e Documentazione ne sono una granitica prova (Avanzini *et al.*, 2017; Dai Prà, 2019; Dai Prà *et al.*, 2022). Questo modello può poi essere pensato come metodologia replicabile per la valorizzazione di cartografia storica di aree ancor meno studiate o interessate da peculiari sfide territoriali, suggerendo in parallelo la collaborazione tra accademia, istituzioni e comunità locali.

ZISSN 2282-572X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Almagià R. (1921), "Per una raccolta e una illustrazione dei più importanti documenti cartografici concernenti l'Italia, anteriori al secolo XVIII", *L'Universo*, 2, pp. 135-139.

Avanzini M., Allegri D., Angelucci D.E., Anesin D., Bertoldi W., Comiti F., Dai Prà E., Mastronunzio M., Scoprio V., Surian N., Zen S., Zolezzi G. (2017), "Etsch 2000: un progetto per ricostruire l'evoluzione storica della morfologia fluviale dell'Adige negli ultimi 2000 anni", *Natura Alpina*, 68(1/2/3/4), pp. 185-190.

Baldacci O. (1987), "Censimento e conservazione del patrimonio geocartografico", in *Cartografia e Istituzioni in età moderna*, 27(2), Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 629-646.

Buffoni D., Endrizzi S., Gilardi T. (2015), "La mappa catastale asburgica ottocentesca: interpretazione di colori, segni e simboli nel paesaggio rurale trentino", in Dai Prà E. (a cura di), *Approcci geo-storici e governo del territorio, vol. I, Alpi orientali*, Franco Angeli, Milano, pp. 56-65.

Cerreti C., Masetti C. (1995), "Per una migliore conoscenza del patrimonio cartografico nazionale. Catalogazioni e schedature", in *Momenti e problemi della geografia contemporanea. Atti del convegno internazionale di studi in onore di Giuseppe Caraci, geografo, storico, umanista*, Brigati, Genova, 315-339.

Dai Prà E. (2023), "Cartografia storica applicata, ipertesto progettuale e medium per il governo dei territori", in Cantile A. (a cura di), *IGM: alla scoperta di un'istituzione antica volta al futuro*, IGM, Firenze, pp. 69-85.

Id (2019), "Il confine dibattuto. Il tracciato della Marmolada tra «giurisprudenza» e fonti geostorico-cartografiche", in Baroni A., Migliario E. (a cura di), *Per totum orbem terrarum est... limitum constitutio. II Confinazioni d'altura*, Quasar, Roma, pp. 173-184.

Dai Prà E., Lo Destro C. (2025), "Patrimonializzare la diaspora storico-cartografica del Tirolo Meridionale: dal censimento alla schedatura, un progetto per una valorizzazione inclusiva", in corso di pubblicazione.

Dai Prà E., Gabellieri N., Scanu N. (2022), "Dalla mappa al geodatabase: un modello di raccolta, digitalizzazione e analisi sincronica e diacronica in ambiente GIS del patrimonio toponomastico del territorio trentino da fonti cartografiche storiche (XIX-XXI secolo)", *Il capitale culturale*, 25, pp. 603-663 (https://rivisteopen.unimc.it/index.php/cap-cult/article/view/2815/2138). DOI: 10.13138/2039-2362/2815.

Dai Prà E., Tanzarella A. (2013), "Box 1. Uno strumento metodologico per la ricerca storico-geografica: la scheda di censimento", in: Dai Prà E. (a cura di), *APSAT 9. Cartografia storica e paesaggi in Trentino. Approcci geostorici*, SAP, Mantova, pp. 23-25.

Dormi K. (2001), "Le regole di catalogazione bibliografica del materiale cartografico in Italia: da Albano Sorbelli ad oggi", in *Culture del testo e del documento: le discipline del libro nelle biblioteche e negli archivi*, 5, pp. 33-53.

Grava M., Berti C., Gabellieri N., Gallia A. (2020), *Historical GIS Strumenti digitali per la geografia storica in Italia*, EUT, Trieste.

Guarducci A., Deravignone L., Gelli B., Greppi C., Lauricella G., Macchi Janica G., Tarchi G. (2012), "Imago Tusciae: A digital archive of historical maps of Tuscany (Italy)", *e-Perimetron*, 7(1), pp. 1-15, (https://www.e-perimetron.org/Vol_7_1/Guarducci%20et%20al.pdf).

Istituto Centrale per il Catalogo Unico delle biblioteche italiane e per le informazioni bibliografiche (2006), *Linee guida per la digitalizzazione del materiale cartografico*, Roma.

International Federation of Library Associations and Institutions (2011), *ISBD International Standard Bibliographic Description. Consolidated Edition*, De Gruyter Saur, Monaco di Baviera.

Lo Destro C., Besana A., Dai Prà E., Zatelli P. (2024), "Integrating historical cartography cataloguing with Geographic Information Systems: challenges, solutions and prospects", *e-Perimetron*, 19(3), pp. 97-108, (https://www.e-perimetron.org/Vol19_3.htm).

Mancinelli M.L. (2018), "Gli standard catalografici dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione", in: Tucci R. (a cura di), *Le voci, le opere e le cose. La catalogazione dei beni culturali demoetnoantropologici*, MiBAC-ICCD, Roma, pp. 279-302.

Manzoni L. (2022), "Il patrimonio cartografico nazionale: catalogazione e digitalizzazione", *DigItalia*, 17(2), pp. 121-129, (https://digitalia.cultura.gov.it/article/view/2975/2077).

Marinelli G. (1881), *Saggio di Cartografia della Regione Veneta*, Naratovich, Venezia.

Porceddu A. (2013), "Lo sviluppo di un database per la divulgazione della cartografia storica in formato digitale", in: Dai Prà E. (a cura di), *APSAT 9. Cartografia storica e paesaggi in Trentino. Approcci geostorici*, SAP, Mantova, pp. 283-289.

Pressenda P. (2018), "Strumenti catalografici e repertori carto-bio-bibliografici: aspetti storici e nuovi scenari", *Geotema*, 58, pp. 164-171, (https://www.ageiweb.it/geotema/wp-content/uploads/2019/07/GEOTEMA_58_2018_164_PRESSENDA.pdf).

Rossi M. (2017), "Il progetto Atlante Veneto. La cartografia storica per il progetto territoriale", in: Gemignani C.A. (a cura di), *Officina cartografica. Materiali di studio*, FrancoAngeli, Milano, pp. 246-256.

Sereno P. (1981), "Introduzione all'edizione italiana", in: Baker A.R.H. (a cura di), *Geografia storica: tendenze e prospettive*, Franco Angeli, Milano, pp. 9-37.

Valerio V. (1987, a cura di), *Catalogazione, studio e conservazione della cartografia storica*, Istituto Italiano per gli Studi Filosofici, Napoli.

Associazione Italiana di Cartografia

È un'Associazione di esclusivo carattere culturale e ha lo scopo di contribuire allo sviluppo degli studi e delle ricerche nel campo cartografico in Italia, di perfezionare la cultura professionale dei Soci e di dare il proprio apporto all'affermazione italiana all'estero, nel quadro della collaborazione internazionale.

Il Consiglio direttivo dell'Associazione per il quadriennio 2022-2025 è costituito da:

Presidente: Giuseppe Scanu
Vice Presidente: Andrea Favretto
Segreteria: Milena Bertacchini, Cinzia Podda, Sonia Gambino
Tesoriere: Giovanni Mauro
Consiglieri di diritto:
Comandante dell'Istituto Geografico Militare, Direttore dell'Istituto Idrografico della Marina, Direttore del Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautiche, Direttore Centrale Servizi catastali, cartografici e di pubblicità immobiliare del Ministero delle Finanze, Direttore del Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia – ISPRA
Consiglieri eletti:
Margherita Azzari; Milena Bertacchini; Angelo Besana; Giuseppe Borruso; Andrea Favretto; Giovanni Mauro; Elena Dai Prà; Maria Giovanna Riitano; Giuseppe Scanu; Paola Zamperlin
Revisori dei conti:
Cinzia Podda; Marco Mastronunzio
Probiviri:
Chiara Weiss; Camillo Berti

I Soci dell'AIC ricevono il Bollettino e partecipano alle manifestazioni culturali indette dell'Associazione.
Le quote sociali annuali in vigore sono le seguenti:

- Socio ordinario: Euro 50
- Socio collettivo: Euro 100
- Socio giovane: Euro 20

Modalità di pagamento:

- Contanti (in occasione delle Assemblee dei soci AIC)
- Bonifico Bancario: Coordinate bancarie:
  Deutsche Bank Spa, Sportello di Trieste, Via Roma 7, 34121 – Trieste (TS)
  Associazione Italiana di Cartografia
  IBAN: IT71R0310402200000000822834

Codice fiscale AIC: 94000280480

E-mail, Sito Internet:
E-mail: presidente@aic-cartografia.it; segreteria1@aic-cartografia.it; segreteria2@aic-cartografia.it
Sito Internet: http://www.aic-cartografia.it

Italian Cartographic Association

It is cultural association which aim is to contribute to developing studies and research on Cartography, to improve the professional cartographic culture among associates and to promote Italian cartographic culture abroad within the international cooperation.

Executive Board (2022-2025)

***President**: Giuseppe Scanu*
***Vice President**: Andrea Favretto*
***Secretariat**: Milena Bertacchini, Cinzia Podda, Sonia Gambino*
***Treasurer**: Giovanni Mauro*
***De Jure Members**:*
Director of the IGM – Italian Geographic Military Institute, Director of the IIM – Italian Navy Hydrographic Office, Director of the CIGA – Italian Air Force Geo-topographic Information Centre, Director of the Italian Cadaster – Department of Territory under the Italian Ministry of Finance, Director of the Department for the Protection of the Land under the Italian Ministry of Environment.
***Elected Members**:*
Margherita Azzari; Milena Bertacchini; Angelo Besana; Giuseppe Borruso; Andrea Favretto; Giovanni Mauro; Elena Dai Prà; Maria Giovanna Riitano; Giuseppe Scanu; Paola Zamperlin
***Auditors**:*
Cinzia Podda; Marco Mastronunzio
***Arbitrators**:*
Chiara Weiss; Camillo Berti

Associates of the Italian Association of Cartography receive the Bullettin and take part to the events organized by the association.

Social fees are the following for one year:

- *Regular Associate: Euro 50*
- *Enterprise/Institution Associate: Euro 100*
- *Young Associate: Euro 20*

Payment:

- *Cash (as in General Assembly and Conferences)*
- *Bank transfer. Bank coordinates:*
  Deutsche Bank Spa, Sportello di Trieste, Via Roma 7, 34121 – Trieste (TS)
  Associazione Italiana di Cartografia
  IBAN: IT71R0310402200000000822834

AIC Fiscal Code*: 94000280480*

E-mail, Internet:
E-mail: presidente@aic-cartografia.it; segreteria1@aic-cartografia.it; segreteria2@aic-cartografia.it
Internet: http://www.aic-cartografia.it

Bollettino della **2024 (180)**
ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA
http://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9933

INDICE / *SUMMARY*

1 Alberto Cardillo, Emiliano Canali, Chiara D'Angeli
La Carta degli ecosistemi naturali potenziali dell'Emilia-Romagna: strumento di conoscenza ed interpretazione del territorio inglese

19 Filiberto Ciaglia, Davide Pavia
Sull'evoluzione della Media Valle dell'Aterno dal XVI secolo a oggi: cartografia storica e tecnologie geografiche per un'analisi del contado aquilano
About the territorial evolution of the Middle Aterno Valley since the 16th century. Historical cartography and geographical technologies for an analysis of the countryside of L'Aquila, Italy

38 Federico Cuomo, Gavino Mariotti
Parchi e turismo in Campania: le sfide della comunicazione digitale
Parks and tourism in Campania: the challenges of digital communication

51 Riccardo Giovanni Bruno, Enrica Giaccaglia
Il riconoscimento Riserve della Biosfera MAB UNESCO: tra ricerca scientifica e produzione di innovative pratiche di governance territoriale
The UNESCO Man and the Biosphere (MAB) Reserves Designation: between scientific research and the development of innovative territorial governance practices

67 Stefano De Falco
Un'analisi dei differenziali geografici in relazione alle perdite idriche. Approccio regressivo per la ricerca di eventuali fattori di contesto.
An Analysis of Geographical Differentials in Relation to Water Losses: A Regression-Based Approach to Investigating Potential Contextual Factors

84 Andrea Favretto, Alberto Furlanut
Il telerilevamento a supporto del controllo ambientale: il caso di una valle da pesca in Laguna di Grado
Remote sensing in support of environmental monitoring: the case of a fishing valley in the Grado Lagoon

94 Michela Lazzeroni, Paola Zamperlin
Mapping the Fourth Industrial Revolution in Italy: Innovation and Inequality Dynamics
Mappare la quarta rivoluzione industriale in Italia: dinamiche di innovazione e disuguaglianza

110 Anna Rosa Candura, Luca Fois, Emanuele Poli
Per una didattica cartografica del tempo: Quirico Filopanti e i fusi orari
For cartographic didactics of time: Quirico Filopanti and time zones

130 Michele De Chiaro, Gabriele Garnero, Paola Guerreschi, Luigi La Riccia, Andrea Minella, Angioletta Voghera
La pianificazione delle aree protette: evoluzione dei supporti cartografici per la redazione dei Piani d'Area
The planning of protected areas: evolution of cartographic supports for the drafting of Area Plans

141 Sebastiano Rossi
"Con tutta l'esattezza possibile". Il Corpus *cartografico della famiglia Rosmini di Rovereto*
"With all possible accuracy". The Cartographic *Corpus* of the Rosmini Family of Rovereto

156 Noemi Mannucci
Ubicazione ottimale di Soluzioni Basate sulla Natura alla scala comunale a supporto della pianificazione territoriale
Optimal siting of Nature-Based Solutions at the municipal scale to support spatial planning

174 Chiara Lo Destro, Elena Dai Prà
Schedatura della cartografia storica trentina. Un progetto in itinere di approccio digitale a sostegno delle analisi geostoriche territoriali locali
Cataloguing the historical cartography of Trentino. An ongoing digital approach project supporting local territorial geo-historical analyses

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE