



CITTÀ METROPOLITANE, AREE INTERNE: la competitività territoriale nelle Regioni in ritardo di sviluppo

Rivista del Laboratorio di Estimo e Valutazioni economico-estimative
Dipartimento PAU - Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria



Editorial

Editoriale

- L. Della Spina**p.3
Human-Centred Strategies for the Circular Regeneration of Cultural Heritage
Strategie “Human-Centred” per la rigenerazione circolare del Patrimonio Culturale

Heritage and Identity

Patrimonio e Identità

- G. Datola, V. Assumma, M. Bottero** p.5
Assessing the Economic Value of the Unmovable Cultural Assets for Improving their Resilience: The Case Study of the Church of Santa Maria dei Miracoli
Valutazione del valore economico dei beni culturali immobili per la loro resilienza: il caso di studio della chiesa di Santa Maria dei Miracoli
- A. D'Auria, I. Di Ruocco** p.11
Integrated Assessment between Conservation and Development: the Case Study of the Strategic Plan of The Buffer Zone of Unesco Site “Pompeii, Herculaneum and Oplonti”
Valutazioni integrate tra conservazione e sviluppo: il caso del piano strategico della buffer zone del sito Unesco “Pompei, Ercolano e Oplonti”

Local Development: Urban Space, Rural Space, Inner Areas

Sviluppo Locale: Spazio Urbano, Spazio Rurale, Aree Interne

- G. Maselli** p.17
Estimating the Effects of Urban Regeneration on Real Estate Values
Stima degli effetti della rigenerazione urbana sui valori immobiliari
- D. Rolando, M. Rebaudengo, A. Barreca** p.24
The Assessment of Territorial Potential through a Cross-Dimensional Approach for Italian Inner Areas
La valutazione delle potenzialità territoriali attraverso un approccio multidimensionale per le aree interne

Urban Regeneration, PPP, Smart Cities

Rigenerazione Urbana, PPP, Smart Cities

- D. Anelli, R. Ranieri** p.30
She Resilience Assessment: a Multicriteria Methodology Proposal for the Urban Contexts
La valutazione della resilienza: proposta di una metodologia multicriteriale per i contesti urbani
- F. Naselli, K. Tufina** p.37
Tirana-Next: A Pilot Research on the City's Urban Layers
Tirana-Next: una ricerca pilota sugli strati urbani della città

Mobility, Accessibility, Infrastructures

Mobilità, Accessibilità, Infrastrutture

- M. Mangiameli, G. Mussumeci** p.47
A Geomatic Approach for the Management of the Hospitalization of the Patient Affected by Covid-19
Un approccio geomatico per la gestione del ricovero del paziente affetto da Covid-19
- B. Monardo, C. Ravagnana** p.52
Interpretations of Metropolitan Mobility and Resilience. The Case of Bologna
Interpretazioni di mobilità metropolitana e resilienza. Il caso di Bologna

Environment, Energy, Landscape

Ambiente, Energia, Paesaggi

- C. Marino, A. Nucara, M. F. Panzera, M. Pietrafesa, A. Votano** p.60
The Energy Districts: an Analysis Focused on a Neighborhood of a Southern Italy City
Distretti energetici: uno studio su un quartiere di una città dell'Italia meridionale
- F. Solano, S. Praticò, G. Piovesan, A. Argentieri, A. Terenzi, S. Bonfanti, G. Modica** p.66
Long-Term Analysis of the Forest Landscape Transformation in the Metropolitan Area of Rome Capital in Support of the Territorial Governance for Ecological Transition
Analisi di lungo periodo della trasformazione del paesaggio forestale nell'area metropolitana di Roma capitale a supporto della governance del territorio per la transizione ecologica

DIRETTORI SCIENTIFICI

Francesco Calabrò - Lucia Della Spina

COMITATO SCIENTIFICO

Simonetta Valtieri - *Università Mediterranea di Reggio Calabria*

Angela Barbanente - *Politecnico di Bari*

Nicola Boccella - *Università La Sapienza, Roma*

Nico Calavita - *San Diego State University, California (USA)*

Roberto Camagni - *Politecnico di Milano*

Vincenzo Del Giudice - *Università di Napoli Federico II*

Maurizio Di Stefano - *ICOMOS Italia*

Giuseppe Fera - *Università Mediterranea di Reggio Calabria*

Fabiana Forte - *Seconda Università di Napoli*

Olivia Kyriakidou - *Athens University of Economics and Business*

Giovanni Leonardi - *Università Mediterranea di Reggio Calabria*

Livia Madureira - *University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal*

Domenico E. Massimo - *Università Mediterranea di Reggio Calabria*

Mariangela Monaca - *Università di Messina*

Carlo Morabito - *Università Mediterranea di Reggio Calabria*

Pierluigi Morano - *Politecnico di Bari*

Mariangela Musolino - *Università Mediterranea di Reggio Calabria*

Grazia Napoli - *Università degli Studi di Palermo*

Antonio Nesticò - *Università degli Studi di Salerno*

Marco Poiana - *Università Mediterranea di Reggio Calabria*

Michelangelo Russo - *Università di Napoli Federico II*

Eleni Salavou - *Athens University of Economics and Business*

Luisa Sturiale - *Università di Catania*



Rivista fondata da
Edoardo Mollica

DIRETTORE RESPONSABILE
Simonetta Valtieri

LaborEst

CITTÀ METROPOLITANE, AREE INTERNE
N. 25/Dicembre 2022

COMITATO EDITORIALE

Stefano Aragona, Maria Cerreta,
Marinella Giunta, Giuseppe Modica,
Francesca Salvo, Francesco Tajani,
Maria Rosa Trovato

STAFF EDITORIALE

Angela Viglianisi (Coordinatrice),
Giancarlo Bambace, Daniele Campolo,
Giuseppina Cassalia, Claudia De Biase,
Carmen De Gaetano, Manuela de Ruggero,
Immacolata Lorè, Gabriella Maselli,
Tiziana Meduri, Alessandro Rugolo,
Raffaele Scrivo, Carmela Tramontana

SEGRETERIA DI REDAZIONE E GRAFICA
Immacolata Lorè, Angela Viglianisi

Isr. Trib. di Reggio Cal. n. 12/05
ISSN 1973-7688
ISSN online 2421-3187

Versione elettronica disponibile sul sito:
<http://pkp.unirc.it/ojs/index.php/LaborEst>
www.laborest.unirc.it
Info: laborest@unirc.it

SITO WEB

Angela Viglianisi

PROGETTO GRAFICO

Giuseppina Cassalia, Claudia Ventura

COPERTINA

Angela Viglianisi

LOGO DI COPERTINA

Alessandro Rugolo

CENTRO STAMPA DI ATENEO

M. Spagnolo, G. Fotia, S. Pippia

EDITORE

Università Mediterranea di Reggio Calabria
Centro Stampa di Ateneo

ABBONAMENTI

Annuale (2 fascicoli) € 30,00 + spese postali
1 fascicolo € 16,00 + spese postali

*Gli articoli pubblicati dalla rivista LaborEst
sono sottoposti a una doppia procedura di
"blind peer review" da parte di studiosi
di Università italiane e straniere.*

Human-Centred Strategies for the Circular Regeneration of Cultural Heritage

STRATEGIE “*HUMAN-CENTRED*” PER LA RIGENERAZIONE CIRCOLARE DEL PATRIMONIO CULTURALE

Lucia Della Spina
Condirettore scientifico LaborEst
lucia.dellaspina@unirc.it

Le circostanze eccezionali che stiamo attraversando, a causa della pandemia da Covid-19, rappresentano un'occasione per riflettere sia sulle cause ad essa correlate, sia sulla necessità di elaborare nuovi approcci per supportare una transizione verso una “*Human-Centred*” e “*Circular City*” del patrimonio culturale.

Nel quadro teorico, l'approccio “*Human-Centred*” indica un cambio di paradigma per la transizione da un modello economico di tipo lineare, fondato sul consumo (di beni, servizi e relazioni), a un modello circolare, dove il benessere delle persone e la salute sono considerati prioritari; dove si realizzano sinergie, reti di cooperazione e simbiosi; dove sono localizzate molte reti di comunità, in grado di autogestire e autorganizzare; dove tutti gli spazi pubblici e i principi di partecipazione sono implementati e sono proposti non solo a livello teorico.

Questo modello relazionale crea processi di coesione sociale e rigenerazione del patrimonio culturale e del paesaggio che coinvolge pienamente i cittadini come “attori di innovazione” nella governance partecipativa e nel processo decisionale in una “città per tutti”.

Questa prospettiva, incentrata sull'uomo, è stata fortemente sottolineata dall'Unione Europea, soprattutto nel proporre nuove strategie di sviluppo, basate sul modello dell'economia circolare. In effetti, il pilastro europeo dei diritti sociali è assunto come bussola sia nel recente *Green Deal* europeo, sia nella definizione di una nuova strategia industriale per l'Europa per garantire che le

transizioni previste siano socialmente eque.

L'implementazione del modello circolare nelle strategie di rigenerazione urbana richiede un cambio di paradigma in cui tutti i valori economici coesistono e co-evolvono con i valori ecologici e con quelli sociali/umani, consentendo così l'attuazione di una strategia incentrata sull'uomo.

La strategia di sviluppo centrato sull'uomo assume come obiettivo principale la centralità dei bisogni e dei diritti della persona umana (salute, benessere, lavoro, casa, servizi, qualità della vita, ecc.), interpretati in una prospettiva relazionale. L'adozione di un approccio sistemico richiede che le varie componenti del sistema urbano siano interconnesse e che gli impatti su una di esse abbiano inevitabili effetti sulle altre.

Ciò significa che le nuove strategie di rigenerazione circolare incentrate sull'uomo devono tenere conto degli impatti che hanno non solo in termini di trasformazione fisica dello spazio, ma anche a livello sociale (miglioramento della qualità della vita, aumento dell'inclusione sociale e della coesione, ecc.), a livello ambientale (riduzione delle emissioni, attuazione di strategie di decarbonizzazione e contenimento del riscaldamento globale) e anche a livello economico (distribuzione della ricchezza, creazione di nuove opportunità di business, ecc.).

In questa prospettiva, la rigenerazione del patrimonio culturale, soprattutto in contesti vulnerabili, diventa una “attività produttiva” che moltiplica valori, preservando quelli esistenti e producendone di “nuovi” in molteplici dimen-

sioni. L'attuazione delle strategie di rigenerazione circolare e *human-centred* dovrebbe richiedere l'individuazione del "valore intrinseco" del sistema insediativo, inteso come quel valore intangibile che esprime spazialmente la relazione tra uomo e paesaggio e costituisce il terreno per altri valori, con i quali è connesso.

Questa prospettiva offre una visione e una direzione per implementare strategie circolari di rigenerazione centrata sull'uomo in grado di rigenerare il "valore complesso" del paesaggio. Il riconoscimento del valore intrinseco e la relazionalità sono gli elementi che collegano l'approccio umanistico con quello ecologico.

In questa prospettiva, l'economia circolare, intesa come economia della coevoluzione e delle relazioni, consente di adottare una visione sistemica, attenta alle interdipendenze. In questo scenario, la centralità dell'essere umano supera la visione antropocentrica per evidenziare le relazioni, nello spazio e nel tempo, tra gli esseri umani, ma anche tra le persone e la natura.

In tale contesto, il cambio di paradigma con al centro l'uomo implica un cambiamento culturale, in cui la capacità creativa dell'essere umano diventa l'obiettivo principale dello sviluppo ed esprime le sue principali potenzialità attraverso il coinvolgimento e l'*empowerment* delle comunità locali, in termini di cittadinanza attiva, partecipazione e autorganizzazione.

In questa prospettiva, le città rappresentano la dimensione spaziale in cui il progetto di umanizzazione può essere attuato e la rigenerazione del patrimonio culturale assume il ruolo di punto di ingresso per l'attuazione del modello di città circolare a misura d'uomo.

In particolare, l'imperativo ampiamente riconosciuto di considerare la sostenibilità come un paradigma multidimensionale ha evidenziato l'opportunità di includere il patrimonio culturale come una delle fonti primarie di valori per le generazioni attuali e future.

L'integrazione della dimensione antropocentrica in una prospettiva circolare consente di considerare la rigenerazione del patrimonio culturale in disuso e del paesaggio come un "moltiplicatore di valori", in grado di rigenerare la vitalità di beni culturali e paesaggistici vulnerabili, trasformandoli in un "sistema vivente" in cui il paesaggio assume le caratteristiche degli organismi viventi che lo popolano: un'unione di ambiente naturale, di attività antropiche, di infrastrutture, di reti di relazioni e conflitti sociali, di storia e tradizioni, che vive e si alimenta delle interazioni tra le sue parti in continua trasformazione, in relazione ai soggetti che lo vivono, lo abitano, lo lavorano. Questa visione evidenzia l'importanza delle dimensioni relazionali in cui tutti i valori co-evolvono insieme, attraverso processi virtuosi e circolari che, ponendo al centro di tutto l'essere umano, i suoi valori, i suoi bisogni, garanti-

scono la conservazione e lo sviluppo degli altri valori.

In particolare, il riuso adattivo circolare *human-centred* del patrimonio è in grado di trasformare i "beni morti" in "sistemi viventi", da gestire come organismi viventi, in grado di adattarsi continuamente ai contesti mutevoli e alle condizioni esterne.

Le condizioni generali per il successo del riuso adattivo circolare centrato sull'uomo sono riassumibili nella capacità rigenerativa, nella capacità simbiotica e nella capacità generativa di nuovi valori.

In questa prospettiva, la città circolare, "città dell'uomo a misura d'uomo", è in grado di rigenerare tutte le forme del capitale del patrimonio culturale esistente (naturale, antropico, culturale, sociale, economico e umano) come fattori chiave per il raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile.

È quindi indispensabile che le sperimentazioni di ricerca sul campo adottino l'approccio *human-centred*, quale precondizione per attuare una strategia di valorizzazione/rigenerazione circolare *human-centred*, per rinsaldare la memoria collettiva e i legami comunitari.

Un tale approccio rappresenta il primo passo per ricostruire l'attrattività dei luoghi e per creare nuove opportunità di prosperità per le comunità, valorizzando le potenzialità del capitale sociale e umano locale, punto di ingresso indispensabile per l'attuazione di uno sviluppo locale di "economia circolare" e per una strategia rigenerativa "*human-centered*".

Quanto sopra sottolinea l'importanza della valutazione, - definita anche a livello europeo come "dimensione trasversale" - per elaborare metodi e strumenti per valutare, monitorare e migliorare le performance delle strategie di rigenerazione circolare e *human-centred*.

La valutazione nella prospettiva dell'economia circolare implica l'interpretazione del fenomeno attraverso una prospettiva sistemica e l'adozione di approcci più specifici e integrati, che consentano di considerare gli impatti multidimensionali e di cogliere la complessità dei valori coinvolti nei processi di rigenerazione circolare e *human-centred*.



*Increasing the Resilience of Cultural Heritage:
Application of the Travel Cost Method to Estimate
the Economic Value of the Church of Santa Maria dei Miracoli (Venezia, Italy)*

VALUTAZIONE DEL VALORE ECONOMICO DEI BENI CULTURALI IMMOBILI PER LA LORO RESILIENZA: IL CASO DI STUDIO DELLA CHIESA DI SANTA MARIA DEI MIRACOLI

Giulia Datola^a, Vanessa Assumma^b, Marta Bottero^a

^a*DIST - Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio, Politecnico di Torino, 10125 - Torino, Italia*

^b*DA - Dipartimento di Architettura, Università di Bologna, 40136, Bologna, Italia*

giulia.datola@polito.it; vanessa.assumma@unibo.it; marta.bottero@polito.it

Abstract

Climate change, natural disasters, and human activity subject cultural heritage to several shocks and disturbances. The interest in risk reduction and management has increased significantly over the last decades, including for cultural assets. To protect and value them for future generations, the current issue is the increasing of their resilience. This research work is related to the European project "Re-sCult - Increasing Resilience of Cultural Heritage: A Supporting Decision Tool for the Safeguarding of Cultural Assets". This paper aims on the one hand to illustrate the state of the art on risk assessment in the European context, highlighting its fragmentation, and on the other hand, to determine the economic value expressed by the Church of Santa Maria dei Miracoli in Venice (Italy) through the Travel Cost Method (TCM), as one of the components value to support risk assessment of Cultural Heritage. This study considers how the suggested strategy may be applied on a European level.

KEY WORDS: *Cultural Assets, Decision-Making Process, Economic Methods, Natural Hazards, Resilience.*

1. Introduzione

Il *Cultural Heritage* (CH) è esposto a numerose pressioni, rischi naturali e antropici. Pertanto, la sfida attuale si concentra sulla salvaguardia e sulla valorizzazione di beni culturali, mobili e immobili, finalizzata ad aumentare la loro resilienza [1]. Prima di entrare nel merito dell'obiettivo dell'articolo, si ritiene utile fornire una definizione di patrimonio culturale. Nel contesto nazionale, la prima definizione legislativa di patrimonio culturale è stata sviluppata in seguito alla "Convenzione per la protezione dei beni culturali in caso di conflitto armato", adottata nel 1954. Tuttavia, il concetto di patrimonio culturale è

molto recente. È definito come "l'insieme dei beni di particolare importanza storica, culturale ed estetica, che sono di interesse pubblico e conferiscono ricchezza a un luogo" [2]. In questo senso, è possibile affermare che tale definizione abbia una portata ampia e che allude anche al valore economico generato dai beni che fanno parte del patrimonio culturale nel suo complesso.

Si ritiene utile definire la tipologia di beni economici facenti parte del CH prima di introdurre la sua valutazione in termini monetari. I beni culturali sono classificabili come intermedi tra i beni pubblici e quelli privati [3].

In letteratura, i beni vengono distinti in pubblici e privati in base al pubblico dei consumatori e alle modalità di con-

*Il documento nella sua interezza è frutto del lavoro congiunto dei tre autori.

sumo. Se i beni privati sono caratterizzati da variabili di rivalità ed escludibilità, i beni pubblici si distinguono per variabili di non rivalità e non escludibilità [4].

Inoltre, sia i beni pubblici che quelli privati, si distinguono per la presenza o l'assenza del mercato di riferimento.

I beni privati sono caratterizzati da un mercato di riferimento, caratterizzato da una domanda e un'offerta dei beni. Al contrario, i beni pubblici non hanno un mercato di riferimento [3]. L'assenza di un mercato nel quale effettuare lo scambio (domanda-offerta) implica sfide diverse per determinare la funzione di domanda di un bene pubblico. La presenza di un mercato di riferimento, infatti, consente di ottenere informazioni utili per la valutazione economica e monetaria. Quando si è di fronte a beni pubblici privi di un mercato di riferimento, la valutazione monetaria può essere sviluppata attraverso metodi indiretti, ovvero le preferenze rivelate, oppure attraverso i metodi diretti, rappresentati dalle preferenze dichiarate.

I metodi delle preferenze rivelate valutano il valore economico osservando il mercato dei beni correlati al bene pubblico da valutare. Il Metodo dei Prezzi Edonici (MPE) e il Metodo del Costo di Viaggio (MCV) appartengono a questa categoria [4]. I metodi delle preferenze dichiarate valutano il valore economico dei beni pubblici analizzando le preferenze dei consumatori, attraverso la loro disponibilità a pagare (DAP) per utilizzare il bene oggetto di valutazione. Questo approccio è definito come Metodo della Valutazione Contingente (MVC) [4]. Il presente contributo ha l'obiettivo di valutare il valore economico della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli a Venezia (Italia) nell'ambito della valutazione del rischio del patrimonio culturale [1, 5, 6], impiegando il MCV in quanto ritenuto particolarmente adatto per questo caso di studio [7, 8].

L'articolo è strutturato come segue: la sezione 2 è dedicata alla descrizione del rischio del CH e dei suoi parametri, la sezione 3 descrive la metodologia applicata, la sezione 4 illustra il caso di studio analizzato, la sezione 5 illustra l'applicazione del MCV, la sezione 6 discute i risultati ottenuti e la sezione 7 riguarda le conclusioni e le riflessioni sulle prospettive di ricerca future.

2. Il concetto di rischio

Negli ultimi anni, la Riduzione del Rischio Disastri (RRD) e la valutazione del rischio stanno ricevendo una crescente attenzione a livello globale e sono il punto cardine di numerose agende politiche [5]. La RRD considera fondamentali tre quadri internazionali: la Strategia e il Piano d'azione di Yokohama per un mondo più sicuro [9], il Quadro d'azione di Hyogo 2005-2015 [10] e il Quadro di Sendai [11]. In particolare, la valutazione del rischio sta assumendo grande importanza anche nel settore del CH [1, 12, 13]. Questa nuova visione mira a preservare e valorizzare i beni culturali per le generazioni future come

senso di appartenenza ai luoghi e identità delle comunità locali, oltre a rappresentare testimonianza storica del passato. Questo paragrafo illustra il concetto di rischio e le sue componenti fondamentali per sviluppare una valutazione completa [1]. Il concetto di rischio può essere suddiviso nelle sue componenti principali, ossia pericolo, vulnerabilità e valore. Il rischio viene quindi descritto come:

$$Risk=f(p,E,V) \quad (1)$$

Dove p è la probabilità di accadimento di un determinato disastro; E sta per l'esposizione del bene ad un dato disastro; V è la vulnerabilità espressa dal bene.

Più in dettaglio, la vulnerabilità [V] è definita come le caratteristiche e le circostanze di una comunità, di un sistema o di risorse che la rendono sensibile ai pericoli [14]. L'esposizione [E] riguarda l'insieme degli elementi presenti nelle aree a rischio (ad esempio persone o edifici), che sono soggetti a potenziali perdite [15, 16].

Il rischio per il patrimonio culturale ($Risk_{CH}$) viene valutato considerando tutte queste componenti. Il $Risk_{CH}$ è così definito:

$$Risk_{CH}=f(P_{CH}Vu_{CH}Val_{CH}) \quad (2)$$

Dove P_{CH} è un'espressione delle componenti geografiche e statistiche del rischio [17], Vu_{CH} descrive la vulnerabilità intrinseca di un edificio al fenomeno considerato [18, 19] e Val_{CH} rappresenta il valore economico, sociale e culturale espresso dal bene [20].

Il presente contributo pone l'attenzione sul valore del patrimonio culturale [Val_{CH}], che è descritto dall'equazione 3:

$$Val_{CH}=f(V_e V_c V_s) \quad (3)$$

Il valore economico [V_e] indica il valore stimato dell'edificio, legato al possibile valore di mercato e al costo della sua ipotetica ricostruzione. Il valore culturale [V_c] è un'espressione dell'importanza dell'edificio, anch'essa legata al contesto. Il valore sociale [V_s] può essere definito come l'importanza attribuita all'edificio dalla comunità locale e dagli utenti occasionali. Nel dettaglio, questo contributo si concentra sulla valutazione del valore economico del bene culturale considerato.

3. Metodologia

Come si è detto nella sezione precedente, i beni culturali si riferiscono a una particolare categoria di beni privi di mercato di riferimento [21]. Pertanto, la loro valutazione economica viene effettuata attraverso tecniche di valutazione non di mercato, classificate in due categorie: metodo delle preferenze rivelate e metodo delle preferenze dichiarate (Sezione 1) [22].

Il presente lavoro propone l'applicazione del Metodo del Costo di Viaggio (MCV) [8] per valutare il valore economico della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli a Venezia (Italia). Questo metodo appartiene alla categoria delle preferenze rivelate e utilizza il *surplus* del consumatore come unità di misura per la valutazione. Clawson lo introdusse nel 1959, partendo dalle intuizioni dell'economista Harold Hotelling nel 1930 per valutare gli insiemi ambientali (ad esempio, parchi, foreste, ecc.).

Nell'ultimo decennio, il MCV è stato ampiamente applicato per la valutazione economica dei beni culturali [21]. Il MCV stima il numero di viaggi che i turisti dovrebbero fare per raggiungere un determinato bene culturale [21, 23]. Si basa sulla teoria della domanda e presuppone che la domanda di un sito sia inversamente correlata ai costi di viaggio [24].

Il MCV valuta i benefici generati dall'utilizzo del bene culturale. Il concetto alla base di questo metodo è che all'aumentare del costo di utilizzo di un bene, diminuisce il numero di visitatori del bene stesso. Pertanto, il MCV rientra nella categoria dei metodi basati sulle preferenze rivelate perché utilizza il comportamento dei turisti e le loro scelte effettive per dedurre i valori d'uso di mete turistiche [25]. In dettaglio, il costo è espresso sia in termini monetari, sia in termini di tempo impiegato per raggiungere il bene in questione.

Il costo che influisce maggiormente sulla valutazione è quello del trasporto. Tuttavia, anche altre categorie di costi sono rilevanti per la valutazione, come i costi di vitto, dell'alloggio, dei biglietti d'ingresso, ecc. Si può dire che i costi sostenuti dal visitatore rappresentano una Disponibilità a Pagare (DAP) implicita per l'uso del bene stesso. La valutazione attraverso il MCV porta alla costruzione di una curva di domanda.

La curva è costruita in base ai diversi costi sostenuti dai visitatori per usufruire del bene. I costi considerati sono quelli di trasporto (per raggiungere il luogo in esame), altri costi legati al tempo dedicato al viaggio o costi aggiuntivi di vario genere. Si può affermare che l'obiettivo della seguente metodologia è stimare il valore ricreativo legato alla visita di un bene ambientale o culturale.

Sono state teorizzate cinque diverse fasi dell'esperienza ricreativa [7]: (i) pianificazione, (ii) viaggio di andata, (iii) esperienza ricreativa, (iv) viaggio di ritorno, (v) ricordo dell'esperienza.

Le fasi più rilevanti per la formulazione di una valutazione attraverso il MCV sono il viaggio di andata e il viaggio di ritorno. Queste fasi sono di fondamentale importanza per via dell'elevato costo della valutazione economica.

Più alto è il prezzo che il visitatore è disposto a pagare per raggiungere il bene ricreativo e goderne, maggiore è il valore economico e l'importanza.

4. Caso di studio

Il caso di studio analizzato è la chiesa di Santa Maria dei Miracoli a Venezia (Italia). Si trova nel centro storico della città, nel *sestiere* di Cannaregio, tra il Ponte di Rialto e Piazza San Marco (vedi Fig. 1). La chiesa è uno dei primi edifici in stile rinascimentale di Venezia.

Il principale valore artistico di questa chiesa è quello di essere rivestita interamente, sia all'esterno che all'interno, da marmi policromi (ad esempio pavonazzetto toscano venato, pietra d'Istria o serpentino) [26, 27].

La Chiesa di Santa Maria dei Miracoli è stata scelta come uno dei casi studio pilota del progetto ResCult, in quanto rappresenta un edificio storico ed ecclesiastico rappresentativo della città di Venezia, che è vulnerabile agli eventi di allagamento, colpito dalle acque alte della laguna di Venezia, ma anche ai rischi di terremoto e incendio.



Fig. 1 - Inquadramento territoriale della città di Venezia.
(fonte: Totaro, 2018)

5. Applicazione

Il MCV è stato applicato per valutare il valore economico della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli in relazione alla valutazione del rischio, grazie alla sua capacità di analizzare la relazione tra il suo valore d'uso e il suo valore di conservazione, nonché alla sua attenzione al mercato che analizza le informazioni socio-economiche [21].

La metodologia dei costi indiretti viene qui utilizzata per effettuare l'analisi descritta. In particolare, per ovviare al problema dei viaggi a destinazione multipla, è stato utilizzato il costo dalla località di partenza per raggiungere la Chiesa di Santa Maria dei Miracoli [23], come approfondito nel paragrafo successivo. Viene quindi calcolata l'utilità ottenuta da ciascun visitatore che utilizza il bene.

Per effettuare questo tipo di valutazione sono necessari innanzitutto i dati relativi ai flussi turistici e alla loro provenienza. A tal fine, è stato realizzato un questionario per ottenere queste informazioni. Il questionario è stato realizzato per essere compilato sia *in loco* cartaceo, sia *online* attraverso un modulo Google, appositamente creato. Il campione dei questionari compilati è stato di 83 turisti. Inoltre, per effettuare questa valutazione economica, sono stati raccolti altri dati statistici e non statistici.

Questi dati sono il numero di turisti italiani e stranieri che visitano Venezia in un anno e il numero di turisti italiani e stranieri che soggiornano in una delle province venete e visitano Venezia. Il calcolo viene effettuato misurando la loro DAP, una somma di denaro definita per non rinunciare all'uso dei servizi legati al bene.

La DAP per l'utilizzo del caso di studio è stata calcolata stimando i costi sostenuti dai turisti per raggiungere il bene, dalla loro località di partenza [23].

La valutazione è stata suddivisa in sette diverse fasi:

1. Suddivisione dell'area geografica di allocazione dei turisti. La valutazione presuppone che i visitatori si trovino in una delle sette province del Veneto. In questo modo, è possibile stimare i costi di viaggio sostenuti dai turisti per visitare la Chiesa. La figura (vedi Fig. 2) illustra la suddivisione dell'area geografica in tre zone: 1) la città metropolitana di Venezia, 2) le province di Padova/Rovigo/Treviso e 3) le province di Belluno/Vicenza/Verona.

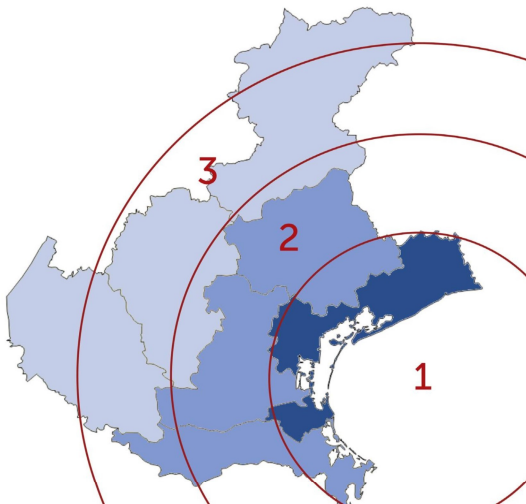


Fig. 2 - Inquadramento territoriale della città di Venezia. (fonte: Totaro, 2018)

2. Calcolo del numero di turisti che visitano la Città metropolitana di Venezia e del numero di turisti che visitano la Chiesa di Santa Maria dei Miracoli in un anno rispetto alla loro area di ubicazione (vedi Fig. 2). Il calcolo si è basato sulla banca dati ISTAT, sui dati forniti dall'ufficio statistico della Regione Veneto e sui dati dei visitatori annuali della Chiesa forniti dall'associazione Chorus.

3. Calcolo del saggio di frequenza dei visitatori per ogni zona ipotizzato al punto 1, attraverso l'equazione 4.

$$S_f = (V_C / V_V) \cdot 1000 \quad (4)$$

dove: S_f è il saggio di frequenza; V_C è il numero di visite della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli in un anno; V_V è il numero totale di visite a Venezia in un anno.

4. Calcolo del costo del viaggio, in base alle diverse zone di partenza. Per ogni zona precedentemente individuata è stata calcolata la distanza media dalla Chiesa di Santa Maria dei Miracoli. Il costo del viaggio è quindi dato dalla somma del costo economico, considerando la spesa per il carburante per la distanza percorsa, e del costo del tempo per recarsi dal luogo di soggiorno alla Chiesa.

5. Valutazione della funzione di regressione. Questa funzione confronta il costo totale del viaggio con il saggio di frequenza (vedi Fig. 3).

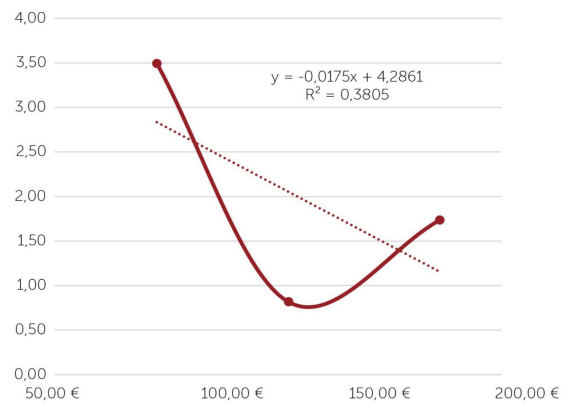


Fig. 3 - Funzione di regressione. (fonte: Totaro, 2018)

6. Stima della curva di domanda. Si costruisce partendo da un biglietto d'ingresso per l'utilizzo del bene. Successivamente, si ipotizza che il suo prezzo aumenti progressivamente fino a raggiungere il numero di visitatori del bene stesso. Studiando la disponibilità a pagare dei visitatori, si può ipotizzare l'importanza attribuita al significato culturale che gli utenti attribuiscono al bene culturale. Dallo studio dell'aumento del prezzo, il numero di visitatori è sceso a zero dopo aver aggiunto un aumento del prezzo di circa 113 €.

7. Costruzione del grafico del surplus del consumatore. Dall'area sotto la curva, è possibile valutare il valore economico del bene attraverso la metodologia del costo del viaggio (vedi Fig. 4).

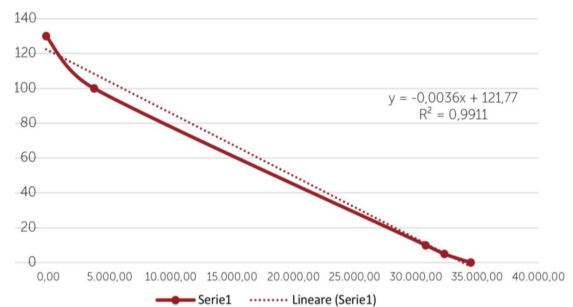


Fig. 4 - Surplus del consumatore. (fonte: Totaro, 2018)

6. Risultati

Il Valore Economico Totale (VET) della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli è stato ottenuto dal surplus dei consumatori. In questa applicazione è stato applicato il metodo geometrico per ottenere il valore economico dal surplus dei consumatori. La Tabella (vedi Tab. 1) illustra la relazione tra la variazione del prezzo e il numero di visite e il TEV della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli [27]. A titolo di esempio, il calcolo della formula relativa all'aumento di 5 € del prezzo del biglietto è qui riportato dall'equazione (5):

$$\left[(0 + 5) \cdot \frac{34.465 - 32.306}{2} \right] = 5.397,73\text{€} \quad (5)$$

Aumento del costo del biglietto	Totale delle visite	Formula
+0 €	34,465	
+5 €	32,306	5,397,7. €
+10 €	30,802	11,282,2. €

Tab. 1 - Relazione tra variazione del costo, numero di visite e VET della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli. (fonte: Totaro, 2018)

Dalla somma dei risultati ottenuti con il metodo geometrico, il VET della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli è pari a 1.902.569,28 €.

7. Conclusioni

Il presente lavoro illustra l'applicazione del MCV per valutare il VET della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli come componente da includere nella valutazione del rischio. In questa prima e preliminare applicazione, il MCV è stato scelto considerando la sua capacità di valutare il valore economico attraverso l'analisi del comportamento reale (ad esempio, costo del viaggio, frequenza di visita) [21] del mercato socio-economico di riferimento. Più in dettaglio, il MCV è stato scelto, rispetto ad altri metodi esistenti, come il metodo dei Prezzi Edonici, in quanto quest'ultimo richiede dati molto specifici e basa la valutazione su specifiche caratteristiche intrinseche del bene, ad esempio caratteristiche strutturali e spaziali [28, 29]. Inoltre, in base allo scopo di valutare il valore economico della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli per includerlo nella valutazione del rischio, il MCV è stato scelto per la sua capacità di mettere in relazione il valore d'uso del bene culturale e il suo costo di conservazione. In questo senso, il MCV è stato scelto come metodo facile da applicare e ripetibile per inserire il suo risultato in un quadro più completo di valutazione del rischio [1] sviluppato dal progetto ResCult. Inoltre, grazie alla sua facilità di esecuzione, si può pensare di proporre un quadro comune di valutazione del rischio per il contesto europeo. Si tratta, quindi, di una preliminare risposta alla frammen-

tazione che caratterizza le procedure di protezione e valorizzazione nell'UE. Questo produrrà sicuramente dei benefici sulla costruzione di città e comunità sostenibili e resilienti [30].

Tuttavia, in base alla sfida attuale di valutare il rischio dei beni culturali per migliorarne la resilienza, è fondamentale analizzare i limiti del metodo proposto, per trovare una soluzione nella futura implementazione. La prima vulnerabilità riguarda i viaggi multiuso. In questa applicazione è stata applicata la semplificazione del calcolo del costo dal luogo di partenza al bene culturale. Inoltre, in prospettiva futura, si dovrebbe utilizzare un modello multi-sito con massimizzazione casuale dell'utilità, per confrontare i risultati ottenuti [21, 31].

Un altro punto debole rilevato dagli autori da considerare in futuro è la sostituzione, o meglio l'omissione di curve di domanda che riflettono la presenza di siti sostituibili, che potrebbe comportare una sovrastima della curva di domanda reale [31]. Inoltre, un'adeguata implementazione futura della presente ricerca è l'applicazione del MPE per valutare il valore economico del bene culturale considerando solo il suo uso ricreativo, ma in base alle sue diverse e molteplici caratteristiche [29, 32].

Acknowledgements

Il presente contributo si basa sul lavoro di tesi intitolato "Un approccio integrato per la valutazione dei beni culturali" (2018) di Lorenzo Totaro con la supervisione della professoressa Marta Bottero, Politecnico di Torino.

Bibliografia

- [1] Appiotti F., Assumma V., Bottero M., et al: *Definition of a Risk Assessment Model within a European Interoperable Database Platform (EID) for Cultural Heritage*. In: J. Cult. Herit., n. 46, pp. 268 - 277, 2020
- [2] Bottari F., Pizzicannella F.: *L'Italia dei tesori: legislazione dei beni culturali, museologia, catalogazione e tutela del patrimonio artistico*. Zanichelli, 2002
- [3] Roscelli R.: *Manuale di estimo. Valutazioni economiche ed esercizio della professione*. UTET Università, 2014
- [4] Grillenzoni M., Grittani G.: *Estimo. Teoria, procedure di valutazione e casi applicativi*. In: 2nd ed. Calderini. Milano, 1994
- [5] Appiotti F., Assumma V., Bottero M., et al.: *Un modello di valutazione del rischio per il Patrimonio Culturale*. In: RIV Rass Ital di Valutazione, pp. 121 - 148, 2018
- [6] Rescult F., Forum U.: *NEWSLETTER 4/2018 This is the 2nd RESCULT newsletter ! What has been done EID conceptualization*. pp. 1 - 5, 2018
- [7] Torres-Ortega S., Pérez-Álvarez R., Díaz-Simal P., et al.: *Economic Valuation of Cultural Heritage: Application of Travel Cost Method to the National Museum and Research Center of Altamira*. In: Sustainability, n. 10, p. 2550, 2018
- [8] OECD: *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. OECD, 2018
- [9] United Nations: *Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World: Guidelines for Natural Disaster Prevention, Preparedness and Mitigation*. In: World Conf. Nat. Disaster Reduct. Yokohama, Japan, 23-27 May, 1994
- [10] United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction:

- Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters. 2005
- [11] United Nations: Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030, 2015
- [12] Accardo G., Giani E., Giovagnoli A.: *The Risk Map of Italian Cultural Heritage*. In: J. Archit. Conserv., n. 9, pp. 41 - 57, 2003
- [13] Diaferio M., Foti D., Sabbà M.F., Lerna M.: *A procedure for the seismic risk assessment of the cultural heritage*. In: Bull. Earthq. Eng., n. 19, pp. 1027 - 1050, 2021
- [14] Alexander D.: *The study of natural disasters, 1977-1997: Some reflections on a changing field of knowledge*. Disasters, 1997
- [15] UNISDR: *Hyogo Framework for Action 2005-2015*. In: United Nations International Strategy for Disaster Reduction. UN World Conf., 2005
- [16] UNISDR: *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*. In: UN World Conf., 2015
- [17] Yıldırım Esen S., Bilgin Altınöz A. G.: *Assessment of risks on a territorial scale for archaeological sites in Izmir*. In: Int. J. Archit. Herit., n. 12, pp. 951 - 980, 2018
- [18] Modena C., da Porto F., Valluzzi M. R., Munari M.: *Criteria and Technologies for the Structural Repair and Strengthening of Architectural Heritage*. In: Int. Conf. Chennai 13 - 16th, 2013
- [19] SCHANZE J. FLOOD RISK MANAGEMENT - A BASIC FRAMEWORK. In: Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures, 2007
- [20] Drury P., McPherson A.: *Conservation Principles, Policies and Guidance*, 2008
- [21] Merciu F. C., Petrișor A. I., Merciu G. L.: *Economic Valuation of Cultural Heritage Using the Travel Cost Method: The Historical Centre of the Municipality of Bucharest as a Case Study*. In: Heritage, n. 4, pp. 2356 - 2376, 2021
- [22] Salvo F., Dell'Ovo M., Tavano D., Sdino L.: *Valuation Approaches to Assess the Cultural Heritage*. pp 1746 - 1754, 2021
- [23] Bedate A., Herrero L. C., Sanz J. Á.: *Economic valuation of the cultural heritage: application to four case studies in Spain*. In: J. Cult. Herit., n. 5, pp. 101 - 111, 2004
- [24] Prayaga P.: *Estimating the value of beach recreation for locals in the Great Barrier Reef Marine Park, Australia*. In: Econ. Anal. Policy., n. 53, pp. 9 - 18, 2017
- [25] Leh F.C., Mokhtar F.Z., Rameli N., Ismail K.: *Measuring Recreational Value Using Travel Cost Method (TCM): A Number of Issues and Limitations*. In: Int. J. Acad. Res. Bus. Soc. Sci., n. 8, 2018
- [26] Piana M., Wolters W.: *Santa Maria dei Miracoli a Venezia. La storia, la fabbrica, i restauri*. Venezia, 2003
- [27] Totaro L.: *Un approccio integrato per la valutazione dei beni culturali*. Politecnico di Torino, 2018
- [28] Dell'Anna F., Bravi M., Bottero M.: *Urban Green infrastructures: How much did they affect property prices in Singapore?*. In: Urban For Urban Green, n. 68, p. 127475, 2022
- [29] Lazrak F., Nijkamp P., Rietveld P., Rouwendal J.: *Cultural Heritage: Hedonic Prices for Non-Market Values*. In: VU Univ. Res. Memo 2009-49, 49:12, 2009
- [30] Berisha E., Caprioli C., Cotella G.: *Unpacking SDG target 11.a: What is it about and how to measure its progress?*. In: City Environ. Interact., n. 14, p. 100080, 2022
- [31] Stellan G., Rosato P.: *La valutazione economica dei beni ambientali. Metodologia e casi di studio*. Città Studi. Torino, 1998
- [32] Dell'Ovo M., Dell'Anna F., Simonelli R., Sdino L.: *Enhancing the Cultural Heritage through Adaptive Reuse. A Multicriteria Approach to Evaluate the Castello Visconteo in Cusago (Italy)*. In: Sustainability, n. 13, p. 4440, 2021



Integrated Assessment between Conservation and Development: the Case Study of the Strategic Plan of the Buffer Zone of Unesco Site “Pompeii, Herculaneum and Oplonti”

VALUTAZIONI INTEGRATE TRA CONSERVAZIONE E SVILUPPO: IL CASO DEL PIANO STRATEGICO DELLA BUFFER ZONE DEL SITO UNESCO “POMPEI, ERCOLANO E OPLONTI”*

Alessio D’Auria^a, Irina Di Ruocco^b

^aDSU - Dipartimento di Scienze Umane, Università Suor Orsola Benincasa, Via Santa Caterina da Siena 37, 80135 - Napoli, Italia

^bDiECO - Dipartimento di Economia, Università dell’Insubria, Via Monte Generoso 71, 21100 - Varese, Italia

alessio.dauria@docenti.unisob.na.it; idiruocco@uninsubria.it

Abstract

The paper intends to point out the case-study of the UNESCO site “Pompeii, Herculaneum and Oplonti” and its buffer zone, listed in World Heritage List since 1997 for its exceptional cultural, artistic and scientific status. In 2014 the Italian Ministry of Cultural Assets has prepared a new version of the site management plan, to ensure a more effective protection of values recognized. The update also provided for the extension of the buffer zone to a vast, complex and densely populated area. For this area, a strategic development plan has been drafting. It is therefore proposed an integrated assessment model, characterized by a formative approach to plan choices, to establish intervention priorities, relevance, coherence and multidimensional feasibility, at once.

KEY WORDS: *Strategic Plan, World Heritage Site, Integrated Assessment, UNESCO Site “Pompeii, Herculaneum and Oplonti”.*

1. Introduzione

Il presente lavoro mira a presentare una metodologia di analisi su aree di particolare rilevanza storica e sensibili. Oggetto della ricerca è il sito archeologico “Pompeii, Ercolano e Torre Annunziata”, iscritto nella World Heritage List (WHL) nel 1997, che in base alla considerazione del Comitato UNESCO, costituisce il fondamento della *Outstanding Universal Value* (OUV), ossia il riconoscimento di quell’Eccezionale Valore Universale del sito quale Patrimonio dell’Umanità, tale da essere tramandato nella sua integrità alle generazioni future [1,2].

A gennaio 2014 il nuovo Piano è stato sottoposto all’*advisory board* dell’UNESCO, ed è tutt’ora in attesa di approvazione definitiva. Il rinnovato piano di gestione del sito UNESCO contiene alcune innovazioni di metodo partico-

larmente significative. Fra tutte, la più feconda di implicazioni è probabilmente l’estensione della *buffer-zone* (vedi Fig.1) definita come un’area che circonda la *core zone*, atta a garantire la tutela e integrità del sito, ma anche avente la funzione di valorizzazione delle caratteristiche strutturali e funzionali, che fa da tampone al sito per garantire l’integrità dell’OUV - da un’area di meno di 25 ettari, ad una, vastissima, di circa 77 kmq e abitata da 380mila persone, comprendente tutte le superfici dei comuni da Portici a Castellammare di Stabia ad eccezione delle aree ricadenti nel Parco Nazionale del Vesuvio. La proposta di buffer zone del sito “Pompeii, Ercolano e Oplonti”, sottoposta al comitato UNESCO, è certamente rispondente a questo rinnovato criterio e approccio, volto a superare e sanare conflitti e contraddizioni tra tutela e sviluppo.

*Il documento nella sua interezza è frutto del lavoro congiunto dei due autori.

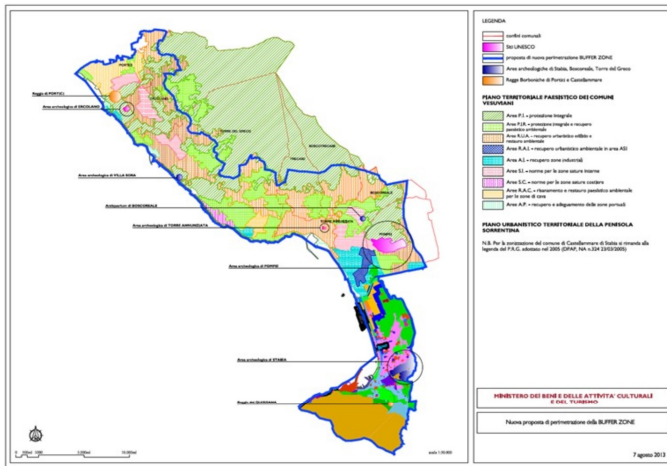


Fig. 1 - L'estensione della Buffer Zone.
(fonte: UGP, 2013)

Per quest'area, vasta e sensibile, il governo ha emanato un'apposita norma che prevede l'elaborazione di un Piano Strategico con lo scopo di perseguire un rilancio economico-sociale, un recupero ambientale e paesaggistico (in particolare della fascia costiera e delle numerose aree industriali dismesse) e un potenziamento complessivo dell'accessibilità ai siti culturali.

Ci si trova davanti alla coesistenza di due piani: per la core zone, ovvero il sito archeologico *intra moenia*, e per la *buffer zone*, ovvero il territorio (amplissimo) *extra moenia*. Per la prima area vige un piano di gestione con lo scopo di individuare le modalità operative dalla tutela, dalla conservazione e dalla valorizzazione del Patrimonio. Per la seconda, un piano con lo scopo di garantire l'integrità della prima, che propone la rappresentazione di lungo periodo del territorio attraverso l'individuazione di obiettivi strategici condivisi e la loro successiva traduzione in azioni specifiche mediante il coinvolgimento attivo di attori pubblici e privati [3].

L'approccio proposto nella fattispecie dal Piano di Gestione del sito UNESCO "Pompei, Ercolano e Oplonti" è multiscale, ed include non solo piani d'azione per il medio periodo (5-10 anni), ma amplia l'orizzonte temporale fino al lungo periodo (30 anni), contemplando la necessità di una *shared vision* tra tutti gli *stakeholders* coinvolti [4]. Ciò implica, necessariamente, che il Piano di gestione adotti un aspetto operativo ed uno strategico, per cui è possibile affermare che esso si configura come uno strumento "diagonale" tra le prescrizioni dei piani cui si raccorda, e i valori eccezionali che si propone di tutelare, da un lato, e la sua natura fortemente informale, legata alla costruzione di "visioni" e partecipativa tipica dei piani strategici, dall'altro [5].

Al tempo stesso, la profonda consapevolezza secondo cui gli effetti generabili dagli attrattori che costituiscono il sito UNESCO, in chiave di fattore propulsivo per lo sviluppo del territorio dell'intera area vesuviana, non possono essere avulsi dal miglioramento delle condizioni di contesto, ha condotto il legislatore con D.L. 91/213

(convertito, con modificazioni, dalla L. 112/2013 e successivamente modificato e integrato dalla L. 106/2014) ad individuare il "Piano Strategico" quale strumento per la definizione di una disegno unitario, finalizzato al rilancio economico-sociale, alla riqualificazione ambientale ed urbanistica e al potenziamento dell'attrattività dell'area comprendente l'insieme dei comuni interessati dal Piano di Gestione del sito UNESCO, ovvero la buffer zone.

L'importanza di individuare una metodologia di valutazione innovativa è strettamente connessa con la necessità di declinare le esigenze territoriali attuali che coinvolgono l'area in oggetto. Da un punto di vista amministrativo, la città di Pompei ricade nell'ambito del Sistema di Metropolitan Regionale (SMR) approvato con DGR 1282 del 5/04/2002 con l'obiettivo di integrare gli obiettivi richiesti dall'Europa in tema di sostenibilità delle città e miglioramento infrastrutturale supportato dal governo italiano per la promozione di integrazione e sviluppo della mobilità ferroviaria campana con interventi ricadenti nell'area della buffer zone.

2. Obiettivi

Le caratteristiche del Piano Strategico per la Buffer Zone lo pongono pertanto tra i piani di prima generazione [7], volto a costruire un "programma di progetti" [8], ma tuttavia il modello di costruzione del piano è tipico della pianificazione strategica di prima generazione, essendo basato su un approccio tecnico, centralistico e gerarchico-piramidale piuttosto che reticolare, tipico dell'approccio della cosiddetta terza generazione, che è senza dubbio quella che ha riscontrato maggior successo e diffusione.

3. Metodologia

L'area individuata e delimitata dalla legge è un ambito territoriale eterogeneo e ricco di contraddizioni, che vede coesistere sia aree urbane e insediamenti residenziali; aree produttive dismesse una fitta rete di infrastrutture, aree di altissimo valore storico, paesaggistico, culturale ed ambientale.

Il Piano Strategico deve tenere in considerevole conto che gli interventi che da esso deriveranno dovranno puntare, soprattutto, all'attenuazione delle dinamiche da sempre problematiche, ed alla proposizione di un rinnovato modello di sviluppo territoriale, basato sulla valorizzazione "in senso ampio" del patrimonio culturale [6].

Il piano è articolato in quattro linee strategiche, che rappresentano gli obiettivi che il piano intende perseguire:

- Linea strategica 1 - Miglioramento vie di accesso e interconnessioni ai siti archeologici,

- Linea strategica 2 - Recupero ambientale dei paesaggi degradati e compromessi
- Linea strategica 3 - Interventi di riqualificazione e rigenerazione urbana
- Linea strategica 4 - Promozione di erogazioni liberali, sponsorizzazioni, forme di partenariato pubblico-privato, attività di coinvolgimento di organizzazioni no profit nella valorizzazione del patrimonio culturale.

L'individuazione di un'ampia area cuscinetto a protezione del sito appartenente al Patrimonio Mondiale dell'Umanità impone certamente un'azione di tutela estesa e coordinata, e può rappresentare il presupposto e lo strumento per uno sviluppo socio-economico di questo territorio grazie all'attuazione della Unità Grande Pompei nel 2013 [9].

Aggiornamenti del Programma Grande Progetto Pompei nel 2019 stabiliscono che è intenzione del Piano Strategico valorizzare il grande polo attrattore del sito di Pompei come attrattore del valore turistico-culturale per lo sviluppo del territorio dell'area vesuviana e del sito UNESCO "Aree archeologiche di Pompei, Ercolano e Torre Annunziata, stabilito dal DL 91/20132. Dall'adozione del Piano strategico alla data odierna, in ottemperanza delle linee del Piano strategico, sono stati avviati alcuni interventi importanti da parte delle amministrazioni territoriali delle aree ricadenti nel Sito UNESCO, definendo anche aspetti per la realizzazione dello snodo ferroviario di Pompei.

4. Caso studio

Il caso studio riporta un ambito territoriale eterogeneo e complesso in cui si trovano i siti archeologici di Pompei, Torre Annunziata, Ercolano, Boscoreale e Stabia. Caratterizzato da forti contrasti urbani e paesaggistici, l'area è una delle più problematiche dell'Italia meridionale.

Il caso studio si concentra su una parte della macro-area, in cui ricadono i siti di Pompei, Ercolano e Oplontis.

Il Piano Strategico si fonda sul requisito fondamentale dell'integrazione delle scelte per eliminare la frammentarietà che ha caratterizzato i precedenti strumenti di pianificazione. Affinché le azioni siano allineate con i principi di Piano, devono avere tre requisiti, ovvero devono essere sostenibili, innovative, e accessibili.

Il Piano si muove in piena sintonia con il Piano Strategico di sviluppo del Turismo¹ 2017-2022, varato dal Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo².

A differenza di un piano normativo (*project plan*), un piano indicativo (di struttura o strategico) offre segnali e riferimenti ai decisori in lassi temporali e ambiti spaziali non ben definiti. In tal caso, un piano si considera di una qualche efficacia se consente adattamenti, aggiustamenti in

corso d'opera e scostamenti plausibili.

La valutazione del piano strategico non può rappresentare, pertanto, la semplice misura di un effetto, a patto che si consideri il piano strategico come strumento di lavoro "aperto" [10]; se si ammette, cioè, la sua duplice natura, strumentale e congetturale, adatta a risolvere, ma anche a porre problemi. La doppia natura (strumentale e congetturale) del piano strategico (con la seconda prevalente sulla prima) complica la valutazione e mette in crisi soprattutto il modello conformativo e la sua logica fini-mezzi. Rossi, Freeman e Lipsey [11] distinguono, all'interno di quella che definiscono in termini generali "teoria del programma", tra una teoria dell'impatto (*program impact theory*), come "il set di assunzioni sulle relazioni tra la strategia e la tattica adottati da un programma e i benefici sociali che ci si aspetta che esso produca".

La *impact theory* risponde, in buona sostanza, alla domanda relativa al come l'intervento proposto produca i benefici attesi e una teoria del processo (*program process theory*) che descrive, invece, come sarà attuato il piano/programma, e fa riferimento ai "meccanismi" di implementazione del piano/programma, piuttosto che di "catene causali" [12]. La logica valutativa pertinente al processo di pianificazione strategica, che accompagna e sostanzia la fase d'implementazione del piano stesso, è dunque una Valutazione di Processo.

Il Piano Strategico della *buffer zone* sembra ispirarsi ai modelli della cosiddetta prima generazione [7] con un approccio decisamente tecnocratico e determinista.

Proprio per questa debolezza del piano, si reputa quanto mai necessario strutturare un modello valutativo di tipo *formative* [13].

La valutazione del piano strategico assume in questo caso un'importanza fondamentale per il suo carattere endoformativo e strutturante e per superare l'approccio adottato nella redazione del Rapporto Ambientale a base della Valutazione Ambientale Strategica (VAS) verso una prospettiva di "processo decisionale integrato", muovendosi nella prospettiva esplorativa descritta in precedenza [14] che favorisce l'interazione tra *decision-makers* e *stakeholders*, [15, 16].

In tale prospettiva, il modello che in questa sede si intende proporre, riferito alla valutazione di processo del Piano Strategico della *buffer zone*, si articola secondo la seguente ramificazione di metacriteri:

1. *Valutazione di rilevanza*: la rilevanza segnala l'appropriatezza delle linee strategiche del piano
2. *Valutazione di priorità*, è riferita ad una fase essenziale del processo valutativo, volta alla costruzione di una gerarchia di priorità in grado di operare una reale ed effettiva trasformazione del territorio [17]. Il metodo più idoneo per compiere l'analisi di priorità è l'*Analytic Hierarchy Process*, elaborata da Thomas

¹Articolo 1, comma 1, lettera f-bis), del decreto-legge 8 agosto 2013, n. 91, convertito, con modificazioni, dalla legge 7 ottobre 2013, n. 112).

²Ministero per i beni e le attività culturali, 2019.

Lorie Saaty già a partire dagli anni '70 [18].

3. *Valutazione di coerenza*, riferita sia alla sfera interna al piano strategico (coerenza interna), analizzando i nessi esistenti tra il programma di progetti, rispetto ai quali sia già stata effettuata una valutazione di priorità, e gli obiettivi strategici del Piano, sia alla proiezione esterna del piano (coerenza esterna), per cui si verifica il grado di conflittualità. *La valutazione di coerenza interna* è volta a segnalare se le azioni progettuali selezionate siano adeguate a perseguire le linee del piano strategico. *La valutazione di coerenza esterna*, invece, è volta a verificare se il piano sia in linea con gli indirizzi strategici di livello superiore. Dal punto di vista metodologico, per la valutazione di coerenza è possibile procedere mediante l'utilizzo del metodo cosiddetto *rank-based expected value* elaborato da Schlager nel 1968 [19].

4. *Valutazione di impatto culturale*, per valutare in maniera adeguata i potenziali impatti delle azioni progettuali secondo la Valutazioni di Impatto sul Patrimonio (*Heritage Impact Assessments, HIA - ICOMOS 2011*), per progetti a larga scala inseriti nella Lista del Patrimonio Mondiale UNESCO. adottando la Valutazione di Impatto Ambientale (*Environmental Impact Assessment*, o semplicemente "EIA").

5. *Valutazione di compatibilità ambientale*, che è da riferirsi alle realizzazioni (programma di progetti) rispetto ai vincoli (ambientali, paesaggistici, idrogeologici) presenti sul territorio extra moenia e normati dal Piano Urbanistico Territoriale (PUT), dal Piano Territoriale Paesistico (PTP) e dal Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico (PSAI *Valutazione di efficacia*, intesa come rispondenza degli impatti attesi dalla concretizzazione delle strategie di piano rispetto alle progettualità attese.

Nella figura (vedi Fig. 2) è riportata la complessa articolazione del processo valutativo integrato del Piano Strategico della buffer zone del sito UNESCO "Pompei, Ercolano e Oplonti".

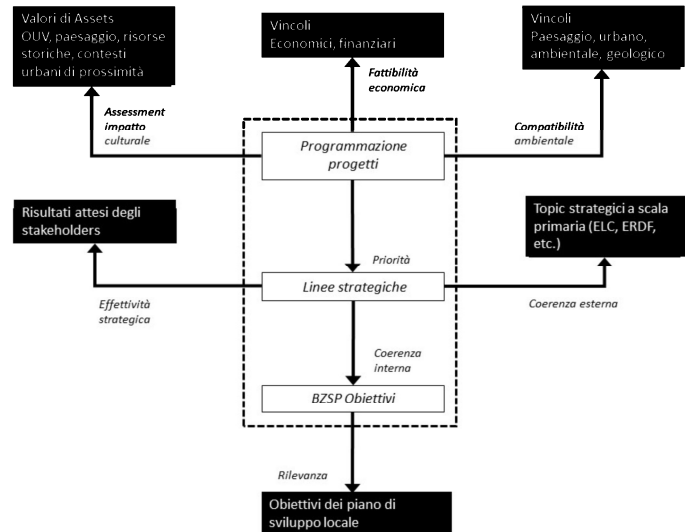


Fig. 2 - Articolazione del processo valutativo integrato. (fonte: propria elaborazione)

La metodologia presentata (vedi Fig. 2) consente di interpretare, nel rispetto della pianificazione strategica, l'intervento di istituire un nodo intermodale a Pompei.

Come descritto nel precedente paragrafo, l'iscrizione nella WHL del Sito di Pompei e il DL 91/2013 individuano nel Piano strategico uno strumento per la definizione e l'attuazione di una strategia unitaria, finalizzata al rilancio economico-sociale, alla riqualificazione ambientale ed urbanistica ed al potenziamento dell'attrattività turistica dei comuni interessati dal Piano di gestione del sito UNESCO "Aree archeologiche di Pompei, Ercolano e Torre Annunziata".

Le priorità del Piano Strategico si concretizzano nella preservazione del tessuto urbano e del patrimonio storico-culturale, in quanto le linee di intervento nell'ambito del programma riguardano nel dettaglio la realizzazione di un hub di interscambio ferroviario fra la linea RFI (linea storica Napoli - Salerno) e la stazione Pompei Scavi (gestita da EAV, linea Napoli - Sorrento) adiacente agli Scavi Archeologici di Pompei.

L'obiettivo dell'intervento è nel miglioramento dell'accessibilità al Parco come Grande Attrattore Turistico, tenendo conto dell'unicità dell'area e dei relativi grandi bacini di domanda turistica, che provengono sia dagli Scavi stessi, sia dal culto religioso per la presenza del Santuario Mariano. Nell'ottica del paper, l'intervento di programmazione strategica consente di evidenziare il ruolo fondamentale della Pianificazione Strategica e del modello proposto. La vicinanza tra l'infrastruttura e il sito si traduce in opportunità di rivalutazione territoriale.

Molti "progetti-bandiera" del PSBZ sono stati proposti a metà 2022 nel "Contratto istituzionale di sviluppo (CID) Vesuvio-Pompei-Napoli".

Il CID ha l'obiettivo di riqualificare e valorizzare la vasta area che comprende parte della periferia orientale di Napoli, il territorio vesuviano e alcuni comuni interni e costieri della penisola sorrentina. Il CID è stato firmato dal

Ministro il 17 maggio 2022.

I 19 comuni coinvolti hanno presentato 138 proposte. L'istruttoria condotta dall'Agenzia per la coesione territoriale e da Invitalia ha permesso di selezionare i progetti territoriali sulla base di tre gradi di priorità, individuandone 31 che saranno finanziati già all'avvio del CID.

A questi si aggiungono quelli promossi e finanziati dal Ministero della Cultura.

Il CID consente di destinare al territorio 287 milioni di euro per il finanziamento di 45 interventi.

L'investimento più consistente (oltre 33 milioni di euro) riguarderà la trasformazione della linea ferroviaria Torre Annunziata - Castellammare di Stabia - Gragnano in tram leggero, mentre 12,1 milioni di euro serviranno per realizzare un nuovo lungomare a Ercolano.

5. Risultati /Conclusioni

La proposta di un modello valutativo integrato per il piano strategico della buffer zone del sito UNESCO "Pompei, Ercolano e Oplonti" ha consentito di esplicitare le potenzialità insite nell'interazione tra pianificazione e valutazione, nonché di esplorare il campo degli strumenti propri delle "valutazioni integrate" [20, 21].

All'interno di un approccio integrato ai processi valutativi e decisionali, ragionare sui valori comporta la necessità di includere una prospettiva multidimensionale, che tenga conto degli aspetti materiali e immateriali, dei valori hard e dei valori soft, dei valori oggettivi e soggettivi, dei valori d'uso come di quelli indipendenti dall'uso, dei valori intrinseci e delle loro relazioni sinergiche e complementari [22, 23].

L'implementazione della procedura presentata, consentirebbe di migliorare la trasparenza del percorso decisionale nel suo complesso: è impossibile infatti non riconoscerle una dimensione decisamente politica dal momento che si esplicitano eventuali conflitti di interesse, consentendo di assumere decisioni più vantaggiose per tutti gli attori coinvolti, sviluppando alternative del tipo win-win e portatrici di coesione sociale, fondate su una visione condivisa di sviluppo policentrico e sul rispetto delle condizioni di sostenibilità ambientale [24].

Essa, inquadrandosi a un livello cruciale dell'intero processo decisionale, può integrare, nel rispetto dei principi della sostenibilità, le scelte di carattere tecnico con quelle di carattere politico, avendo come riferimento sistemi di valori articolati e complessi, inseriti in realtà conflittuali e mutevoli [25 - 27].

Ma soprattutto, il modello di valutazione integrata articolato secondo la nidificazione illustrata in precedenza, consentirebbe di perseguire un bilanciamento tra conservazione dei beni culturali, intesa come tutela di risorse scarse e irripetibili e trasformazione del territorio, inteso come sviluppo locale, rispettando i valori

complessi in gioco e le diverse forme di capitale, sottolineando, infine, la necessità di considerare la valutazione e la pianificazione come attività reciprocamente incorporate [28].

Bibliografia

- [1] UNESCO: Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention, Intergovernmental Committee for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage, World Heritage Centre, Paris, 2005
- [2] UNESCO: Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention, Intergovernmental Committee for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage, World Heritage Centre, Paris, 2012
- [3] Feilden M. B., Jokilehto J.: *Management Guidelines for World Cultural Heritage Sites*. Rockwell and Lawrence Editors for ICCROM, Roma, 1998
- [4] Bonazzi G., Lagi A., Bonini A.: *Piano di gestione sito UNESCO "Aree Archeologiche di Pompei, Ercolano e Torre Annunziata"*. MiBACT, Roma, 2013
- [5] D'Auria A.: *I piani di Gestione delle World Heritage Cities: una proposta operativa per Napoli*. In: Metropoli In-Transizione, Urbanistica Dossier n.75, pp. 463 - 464. INU Edizioni. Roma, 2004
- [6] Valentino P., Musacchio A., Perego F.: *La storia al futuro: beni culturali, specializzazione del territorio e nuova occupazione*. Associazione Civita/Giunti, Firenze, 1999
- [7] Gibelli M. C.: *Tre famiglie di piani strategici: verso un modello 'reticolare' e 'visionario'*. In: Curti F., Gibelli M.C. (a cura di): *Pianificazione strategica e gestione dello sviluppo urbano*, pp. 15 - 54. Alinea, Firenze, 1996
- [8] D'Auria A.: *Urban and Rural Areas: Creative Strategies to Compete*. In: *Sustainable City and Creativity: Promoting Creative Urban Initiative*, Bollettino del Dipartimento di Conservazione dei Beni Architettonici ed Ambientali, n. 9, 2009
- [9] Unità Grande Pompei: *Piano Strategico per lo sviluppo delle aree comprese nel Piano di gestione del sito UNESCO "Aree archeologiche di Pompei, Ercolano e Torre Annunziata"*, Documento di orientamento, 2013
- [10] Patassini D.: *Logiche valutative nei processi di pianificazione territoriale*. In: Moroni S., Patassini D. (a cura di): *Problemi valutativi nel governo del territorio e dell'ambiente*, pp. 23 - 46. Franco Angeli, Milano, 2006
- [11] Rossi P., Freeman H. E., Lipsey M. W.: *Evaluation. A systematic approach*. Sage, Thousand Oaks, 1999
- [12] Pawson R., Tilley N.: *Realistic Evaluation*. Sage, London, 1997
- [13] Dematteis G., Governa F. (a cura di): *Territorialità, sviluppo locale, sostenibilità: il modello SLOT*. Franco Angeli, Milano, 2005
- [14] Fusco Girard L., Cerreta M., De Toro P., Forte F.: *The Human Sustainable City: Values, Approaches and Evaluative Tools*. In: Deakin M., Mitchell G., Nijkamp P., Vreeker R. (eds.): *Sustainable Urban Development. The Environmental Assessment Methods*, Vol. 2., pp. 65 - 93. Routledge, London, 2007
- [15] Kirdar Ü.: *A Better and Stronger System of Human Governance*. In: Fusco Girard L., Forte B., Cerreta M., De Toro P., Forte F. (eds.): *The Human Sustainable City. Challenges and Perspectives from the Habitat Agenda*. Ashgate, Aldershot, 2003
- [16] Fusco Girard L., Cerreta M., De Toro P.: *Integrated Assessment for Sustainable Choices*. In: *Adaptive Evaluations in Complex Contexts*, Scienze Regionali, vol. 13, n.1, pp. 111 - 142, 2014

- [17] D'Auria A.: *Un modello valutativo per verificare coerenza, efficacia e fattibilità delle strategie di sviluppo nelle aree protette: una sperimentazione nel Parco del Cilento e Vallo di Diano*. In: AISRe, Impresa, mercato, lealtà territoriale, Atti della XXVII Conferenza Scientifica Annuale, Pisa, 2006
- [18] Saaty T. L.: *Multicriteria Decision Making - the Analytic Hierarchy Process*. RWS Publications, Pittsburg, USA, 1992
- [19] Fusco Girard L.: *Risorse architettoniche e culturali: valutazione e strategie di conservazione. Una analisi introduttiva*. Franco Angeli, Milano, 1987
- [20] Golub A. L.: *Decision Analysis: An Integrated Approach*. John Wiley, New York, 1997
- [21] Therivel R.: *Strategic Environmental Assessment in Action*. Earthscan, London, 2008
- [22] Fusco Girard L., Nijkamp P. [a cura di]: *Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio*. FrancoAngeli, Milano, 1997
- [23] Cerreta M.: *Thinking through complex Values*. In: Cerreta M., Concilio G., Monno V.: *Making Strategies in Spatial Planning*. Springer, London-New York, 2010
- [24] Mondini G.: *Valutazione e complessità*. In: Bottero M., Mondini G. [a cura di]: *Valutazione e sostenibilità. Piani, programmi, progetti*, pp. 17 - 22. Celid, Torino, 2009
- [25] Fusco Girard L., Cerreta M., De Toro P.: *Integrated Planning and Integrated Evaluation. Theoretical References and Methodological Approaches*. In: Miller D., Patassini D. (eds.): *Beyond Benefit Cost Analysis. Accounting for Non-Market Values in Planning Evaluation*, pp. 173 - 203. Ashgate, Aldershot, 2005
- [26] Fusco Girard L., Cerreta M., De Toro P.: *Valutazione Spaziale Integrata: approcci e strumenti. Visioni di territorio: dalle utopie agli scenari*. In: Urbanistica Dossier n.89. INU Edizioni, Roma, 2006
- [27] Fusco Girard L., Cerreta M., De Toro P.: *ValSI: un sistema di supporto alle decisioni per la pianificazione territoriale*. In: D'Ambra L., Rostirolla P., Squillante M. [a cura di]: *Metodi, Modelli e Tecnologie dell'informazione a Supporto delle Decisioni. Parte prima: metodologie*, pp. 225 - 232. Franco Angeli, Milano, 2008
- [28] Alexander E. R. [ed.]: *Evaluation in Planning. Evolution and Prospects*. Ashgate, Aldershot, 2006



*Estimating the Effects of Urban Regeneration
on Real Estate Values*

STIMA DEGLI EFFETTI DELLA RIGENERAZIONE URBANA SUI VALORI IMMOBILIARI

Gabriella Maselli

*^aDICIV - Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Salerno, via Giovanni Paolo II, 132,
84084 - Fisciano (SA), Italia
gmaselli@unisa.it*

Abstract

Urban regeneration interventions, increasingly implemented in response to the uncontrolled urbanisation of cities, can generate social, environmental, and economic benefits. This study aims to investigate how urban regeneration influences the price of residential real estate. This paper compares techniques commonly used in practice, such as Multiple Linear Regression (MLR), and innovative Artificial Intelligence (AI) models like Artificial Neural Networks (ANNs). The analysis shows that some of the criticalities of MLR, such as the inability to handle non-linearity and collinearity between variables, can be overcome by resorting to AI algorithms. However, the latter fail - for instance - to evaluate the marginal prices of input variables. Therefore, the research first aims to provide a panel of variables useful for predicting real estate values following changes in the quality of the urban environment. Then, a methodology that involves the joint use of MLR and ANN is defined. This is to demonstrate that AI models, when supported by traditional models, can return a broader set of information to valuers and represent a more valid support to decision-making.

KEY WORDS: *Urban Regeneration Interventions, Real Estate Value, Multiple Linear Regression, Artificial Neural Networks.*

1. Introduzione

Al giorno d'oggi, strategie di rigenerazione urbana sono una necessaria risposta al degrado dei beni ambientali causato dall'espansione incontrollata delle città.

Molteplici studi hanno dimostrato che la frammentazione dei beni ecologici urbani comporta conseguenze drammatiche, quali l'interruzione del sistema idrologico, la perdita di biodiversità e le interruzioni dei flussi di energia [1]. Per evitare un irreversibile degrado urbano, occorre investire sempre più sulla conservazione e sul ripristino delle aree verdi e blu, cosicché la città stessa possa diventare generatrice di risorse e di servizi ecosistemici.

Tali investimenti, inoltre, costituiscono un contributo tangibile che le città possono fornire all'agenda delle Nazioni

Unite e agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile [2]. Secondo il Millennium Ecosystem Assessment (MEA) [3], le reti di aree urbane e suburbane verdi e blu sono in grado di fornire quattro differenti tipi di servizi: (i) di approvvigionamento di acqua, cibo, fibre, legname e risorse genetiche; (ii) di regolazione del clima, qualità dell'acqua e il trattamento dei rifiuti; (iii) culturali, come la ricreazione, la realizzazione spirituale e il godimento estetico; e (iv) di supporto, quali la formazione del suolo, l'impollinazione e il ciclo dei nutrienti. I risultati del MEA hanno condotto diversi autori ad investigare gli effetti del ripristino dei servizi ecosistemici nelle aree urbane e, più in generale, delle politiche di riqualificazione urbana [4-7].

In questo quadro, diviene una grande sfida valutare i benefici monetari dei servizi ecosistemici forniti dalla natura

nelle aree urbane, comprese le attività ricreative e le amenità ambientali [8-10]. Ciò può essere fatto stimando l'incremento del prezzo degli immobili collocati nelle vicinanze di un'area coinvolta da interventi di rigenerazione urbana [11, 12]. Ki e Jayantha [13] dimostrano che un miglioramento dell'ambiente urbano determina benefici per la collettività, nonché un incremento dei prezzi dei valori immobiliari. Noor et al. [14] sottolineano che i prezzi delle proprietà immobiliari sono significativamente influenzati dalla presenza di spazi verdi, servizi e infrastrutture. Nesticò et al. [15] studiano i livelli di correlazione tra i prezzi degli immobili e la dotazione di verde urbano. Con questo paper s'intende dapprima confrontare gli approcci tradizionali di previsione del prezzo, ovvero basati sulla teoria del prezzo edonico, e i metodi innovativi di Intelligenza Artificiale (IA) e Machine Learning (ML). Quindi definiamo una Rete Neurale Artificiale (RNA), ancora scarsamente impiegata per valutare la variazione del prezzo degli immobili dovuto a cambiamenti della qualità dell'ambiente urbano. Tale modello, che include variabili ambientali di rado tenute in conto negli approcci IA-ML, intende rappresentare un valido supporto agli approcci tradizionali di previsione del prezzo ed essere un riferimento per decisori ed investitori immobiliari.

2. Stato dell'arte

2.1. Approcci tradizionali per la previsione del prezzo degli immobili

In letteratura sono stati sperimentati diversi approcci prevedere il prezzo delle abitazioni. Tra questi, il Metodo dei Prezzi Edonici (MPE) è tra i più ampiamente consolidati, soprattutto per la relativa semplicità di implementazione [16, 17]. Tale metodo si fonda sulla teoria del comportamento del consumatore di Lancaster, secondo la quale non è il bene in sé a creare utilità, ma le sue specifiche caratteristiche [18]. In accordo a tale teoria, il prezzo pagato per l'acquisto dell'immobile può essere scomposto in prezzi edonici (o impliciti) dei singoli attributi della proprietà [19]. Il prezzo implicito delle singole caratteristiche immobiliari viene generalmente stimato attraverso la Regressione Lineare Multipla (RLM).

Diverse sono le applicazioni che impiegano la RLM per valutare le esternalità ambientali e, più in generale, l'impatto di interventi di rigenerazione urbana sul valore di immobili residenziali. Solo per citarne alcuni, Zhang et al. [20] dimostrano che il verde urbano ha un'influenza positiva - e statisticamente significativa - sui valori delle proprietà vicine, che subiscono un incremento compreso tra il 5% e il 20%. Jim and Chen [21] stimano le esternalità positive causati dai parchi cittadini che offrono opportunità ricreative e servizi al vicinato e migliorano la qualità dell'ambiente e della vita. Chiarazzo et al. [22] stimano

l'impatto che inquinanti ambientali e disservizi ecosistemici, quali la distanza da un impianto industriale, generano sui valori immobiliari nella città di Taranto.

Nesticò e La Marca [23] dimostrano che vi è un'ampia area urbana a Salerno che risente degli effetti negativi delle attività industriali inquinanti, e che i prezzi degli immobili subiscono contrazioni fino al 43%. Ancora, Zhang and Zheng [24] documentano che una migliore qualità dell'aria è ricompensata dal mercato con prezzi delle abitazioni più alti.

Nonostante l'MPE sia un approccio consolidato ed ampiamente accettato, sia da professionisti che accademici, ha come principale limite quello di non tenere in conto della possibile non-linearità tra variabile dipendente (il prezzo della proprietà) e variabili indipendenti (ovvero le caratteristiche immobiliari) [17]. Un secondo limite è che non riesce a considerare i possibili effetti di correlazione tra le variabili. In aggiunta, il campione deve essere ampio e i dati uniformemente distribuiti nello spazio.

Se così non fosse, la previsione teoricamente non potrebbe garantire l'accuratezza dell'output. Infine, i risultati possono andare contro quelli derivanti dall'analisi qualitativa, tanto da non riuscire a definire una coerente equazione di regressione [23, 25].

Modelli di previsione dei prezzi più sofisticati di quelli analizzati riescono a superare il problema della relazione non lineare tra i dati di input e di output. Tra gli altri, vale citare l'Evolutionary Polynomial Regression (ERP) e i modelli polinomiali [25]. Approcci econometrici spaziali, quali il modello autoregressivo (Simultaneous Autoregressive Model, SAR), il modello spaziale a correzione dell'errore (Spatial Error Model, SEM), il modello di autocorrelazione spaziale (Spatial Autocorrelation Model, SAC), la regressione geografica pesata (Geographically Weighted Regression, GWR) riescono a tener conto della dipendenza e dell'eterogeneità spaziale, includendo variabili spaziali "ritardate" [26]. Tali modelli, che non sempre riescono a raggiungere risultati significativamente più performanti della RLM, possono risultare più complessi da implementare.

2.2. Approcci di Intelligenza Artificiale per la previsione del prezzo degli immobili

Una possibile alternativa agli approcci tradizionali di previsione dei prezzi è data dai modelli di Intelligenza Artificiale (IA) e di Machine Learning (ML), che hanno di recente trovato ampia applicazione in diversi settori industriali e commerciali [26-28]. Studi affermano che le Reti Neurali Artificiali (RNA), inclusi tra i modelli IA-ML, risultano un efficace strumento per la previsione del prezzo degli immobili [17]. Il loro principale vantaggio consiste nella capacità di definire relazioni non lineari tra input e output, condizione che spesso si verifica in ambito immobiliare. Diversi autori dimostrano che le reti neurali

potrebbero avere un grande potenziale per prevedere serie temporali economiche e finanziarie, anche eterogenee [28].

Le RNA sono tecniche di modellazione altamente sofisticate, che consentono di realizzare funzioni di progetto con un livello di complessità molto elevato, simulando il comportamento del cervello umano. L'unità minima di elaborazione della rete è il neurone artificiale, che è costituito da input, nodi, pesi ed output. I dati di input corrispondono ai terminali dei neuroni interconnessi; i pesi rappresentano le sinapsi di collegamento assone-dendriti; il nodo costituisce il corpo cellulare, ovvero il luogo di rielaborazione dei dati; infine, l'output rappresenta l'informazione in uscita trasmessa dall'assone del neurone in esame. I pesi associati ad ogni neurone sono calcolati attraverso un processo di prova-errore detto di apprendimento.

Selezionando un set adeguato di pesi di collegamento e funzioni di trasferimento, una RNA può imparare a raggiungere un determinato compito. Generalmente, le RNA sono costituite da più strati di neuroni artificiali collegati tra loro:

- l'*input layer*, che include le variabili indipendenti del problema;
- l'*output layer*, che trasmette il risultato all'ambiente esterno;
- l'*hidden layer*, che stabilisce collegamenti tra gli strati di input e di output - tramite la funzione di trasferimento selezionata - e fornisce la generalizzazione della rete [29].

In sintesi, per costruire una rete neurale occorre definire:

- l'architettura, stabilendo il numero di layer, il numero di neuroni contenuti in ogni layer e la presenza di eventuali connessioni di retroazione;
- la funzione di attivazione, che determina il tipo di risposta che un neurone è in grado di emettere e può essere di diversi tipi (a gradino o soglia, continua lineare, continua non lineare, ...);
- l'algoritmo di apprendimento, che ha la funzione di addestrare la rete, andando a modificare gradualmente i pesi sinaptici, in modo da minimizzare tra output e target. Si possono distinguere due diverse modalità di apprendimento: supervisionato, se è necessario fornire alla rete possibili input e relativi output; non supervisionato, se occorre fornire solo gli input [30].

Con specifico riferimento alla previsione dei valori immobiliari, la letteratura ha dimostrato che le RNA potrebbero condurre a previsioni altamente accurate ed attendibili [29]. Al riguardo, sono state condotte sperimentazioni con diversi scopi ed in contesti geografici differenti. Imran et al. [16] impiegano algoritmi di

apprendimento automatico per definire modelli di regressione intelligenti a supporto della previsione del valore degli immobili in Pakistan. Morano et al. [30] caratterizzano una RNA per prevedere valori di mercato degli immobili residenziali di un quartiere della città di Bari (Italia). Ćetković et al. [31] impiegano la RNA per stimare i prezzi delle proprietà residenziali nei Paesi Europei e dimostrano che tali valori dipendono anche da variabili macroeconomiche. Con algoritmi di IA, Kitapci et al. [32] intendono supportare investitori immobiliari, fornendogli più efficaci indicazioni sui prezzi delle proprietà ad Ankara (Turchia). Kalliola et al. [17] dimostrano che le RNA possono raggiungere risultati altamente accurati prevedendo i prezzi delle abitazioni in un quartiere di Helsinki, in Finlandia.

In letteratura si evincono anche alcuni tentativi di definire modelli IA-ML, avanzati o ibridi, in grado di raggiungere altissimi livelli di performance. Abidoye et al. [33] definiscono un modello ibrido basato sull'uso congiunto della RNA, Support Vector Machine (SVM) e standard Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) per prevedere valori immobiliari fuori campione. Ho et al. [34] confrontano tra loro diversi algoritmi di apprendimento automatico - SVM, Random Forest (RF) e Gradient Boosting Machine (GBM) - per la valutazione del prezzo degli immobili ad Honk Kong usando i dati di transazioni per un periodo di 18 anni.

Principale limite delle RNA è che il risultato è sensibilmente influenzato dalle informazioni input del sistema di studio, nonché dagli algoritmi di addestramento della rete. Un secondo limite è che gli elementi che costituiscono la rete - inclusi input, funzione di trasferimento e numero di layer nascosti - devono essere stabiliti a priori dal decisore. Inoltre, le RNA non sono in grado di incorporare leggi economiche nei processi di apprendimento [30].

Dagli studi analizzati emerge che alcuni aspetti della modellazione RNA risultano lacunosi, pertanto devono essere ulteriormente indagati. La letteratura ha restituito modelli molto differenti per: (i) numero di variabili input; (ii) dimensioni del campione; (iii) architetture del modello e rapporto di addestramento. Per quanto riguarda il punto (i), il numero di variabili adoperate è all'incirca compreso tra 6 e 40 e non vi sono indicazioni sul set ottimale di fattori input da considerare.

Ci sono opinioni discordanti anche sulle dimensioni del campione di dati (ii): in alcuni modelli la dimensione del panel di dati input è dell'ordine delle migliaia; in altri studi si dimostra che è possibile ottenere risultati relativamente buoni ricorrendo a poche centinaia di dati [30]. Infine, anche l'architettura del modello (iii) gioca un ruolo fondamentale in ogni RNA: più è elevato il numero di neuroni nascosti, più la soluzione può essere complessa. Inoltre, poiché le architetture sono state valutate in condizioni sperimentali molto diverse, vi è ancora discor-

Sviluppo Locale: Spazio Urbano, Spazio Rurale, Aree Interne

danza su quale sia in grado di restituire risultati più accurati. Altra questione che merita approfondimento riguarda proprio l'inclusione nei modelli RNA di variabili ambientali, nonché applicazioni utili a prevedere i prezzi degli immobili a seguito di cambiamenti della qualità dell'ambiente urbano. Difatti, negli studi citati, le variabili input riguardano principalmente caratteristiche immobiliari intrinseche (superficie dell'appartamento, livello di piano, numero di bagni, età dell'edificio, etc.) e alcune caratteristiche estrinseche o zonali (ad es. la distanza dai principali servizi).

Tra i pochi riferimenti che includono variabili ambientali nel modello RNA, Chiarazzo et al. [35] stimano i prezzi di vendita di proprietà residenziali in un'area urbana altamente inquinata e identificano i fattori ambientali che in una città industriale maggiormente influenzano le scelte di ubicazione residenziale.

In conclusione, dal confronto tra gli approcci tradizionali e i modelli di IA, emerge che questi ultimi, oltre a restituire risultati molto performanti, riescono ad impostare relazioni non lineari tra input e output. Tuttavia, implementando la RLM, è possibile stimare i prezzi marginali delle singole variabili che influenzano la funzione prezzo. Tramite la RNA, invece, si riesce solo ad identificare le variabili input più significative.

3. Materiali e Metodi

Obiettivo del lavoro è caratterizzare una metodologia in grado di valutare l'effetto generato da cambiamenti della qualità dell'ambiente urbano sul prezzo degli immobili residenziali. Nello specifico, si intende definire un modello previsionale di semplice implementazione pratica, che restituisca risultati performanti e che permetta sia di individuare le variabili ambientali più significative, sia di stimare tali esternalità. Pertanto, proponiamo un'innovativa RNA nella quale sono incluse variabili ambientali, di rado tenute in conto negli approcci di ML. In parallelo, costruiamo anche un modello di Regressione Lineare Multipla (RLM) con le stesse variabili input su cui si basa l'RNA, per fornire anche indicazioni sui prezzi marginali dei fattori ambientali. Difatti, si ritiene che l'uso congiunto di modelli tradizionali e modelli innovativi IA-ML possano restituire al decisore un più ampio e più rigoroso set di risultati e di informazioni sulla struttura del mercato immobiliare.

Di seguito si descrivono le quattro fasi della metodologia.

Fase 1: Scelta delle caratteristiche immobiliari e raccolta dei dati. Si individuano le caratteristiche intrinseche ed estrinseche che influenzano il meccanismo di formazione del prezzo dell'immobile. Di seguito si riporta un set di fattori, che rappresentano le variabili indipendenti sia della RNA che della funzione di regressione. Da tale panel, l'analista potrà selezionare gli indicatori utili a calibrare i modelli

sulla base delle specifiche caratteristiche sociali, economiche, ambientali dell'area di studio e della disponibilità di dati.

Selezionate le variabili del modello, si procede alla raccolta dati. Si tratta di una fase fondamentale, poiché dati errati ed incoerenti possono influire sulla bontà del risultato.

La Tabella (vedi Tab. 1) restituisce il panel delle caratteristiche immobiliari.

Caratteristica	Descrizione	Unità di misura
Intrinseche		
Superficie	Superficie tot. dell'abitazione	Cardinale (m ²)
Livello	Livello di piano (1°, 2°, 3°)	Cardinale (1, 2, 3 etc.) o dummy (0, 1)
Bagni	Numero di bagni	Cardinale
Conservazione	Stato di conservazione dell'abitazione	(Discreta 1 - pessima, 3- buono, 5 - eccellente)
Ascensore	Presenza dell'ascensore	Dummy (1;0)
Giardino	Presenza del giardino	Dummy (1;0)
Garage	Presenza del garage	Dummy (1;0)
Terrazza	Presenza di terrazze	Dummy (1;0)
Tipo di abitazione	Appartamento, Terrazza, Casa indipendente	Dummy (per ogni tipo di abitazione)
Orientamento	Esposizione rispetto alla luce solare	(Discreta 1 - pessima, 3- buono, 5 - eccellente)
Sicurezza	Presenza di allarme	Dummy (1;0)
Climatizzazione	Presenza di sistemi di condizionamento	Dummy (1;0)
Età	Età o epoca di costruzione dell'immobile	Dummy (per range di età)
Estrinseche		
Densità abitativa del lotto	N. di abitanti per area	Cardinale (ab/km ²)
Servizi	Numero di ristoranti, vendita al dettaglio, sportelli bancomat etc.	Cardinale (N.)
Scuole	Presenza di scuole primarie e/o secondarie (entro 500 m)	Dummy (1;0)
Reddito	Reddito medio per area	Cardinale (€)
Disoccupazione	Tasso di disoccupazione per area	Cardinale (%)
Centro	Distanza dal centro storico e/o finanziario	Cardinale (m)
Metropolitana, ferrovia, aeroporto	Distanza dai principali servizi di trasporto	Cardinale (m)
Bus	Linea di autobus entro 500 m	Dummy (1;0)
	Numero totale di linee che servono l'area	Cardinale (N.)
Costa marina	Distanza dalla costa	Cardinale (km)
Area pedonale	Distanza da area pedonale	Cardinale (m)
Spazi verdi	Distanza da spazi verdi (parchi urbani)	Cardinale (km)
Disservizi ecosistemici	Distanza da diss. Ecos. (impianti industriali)	Cardinale (km)
Spazi aperti degradati	Distanza da spazi aperti degradati	Cardinale (km)
Rigenerazione urbana	Distanza da un'area riqualificata	Cardinale (km)
Qualità ambientale	Qualità ambientale percepita o misurazione degli inquinanti	Discreta (per livelli) o cardinale (per es. µg/m ³)
Inquinamento acustico	Livello sonoro percepito o misurato	Discreta (per livelli)

Tab. 1 - Caratteristiche immobiliari intrinseche ed estrinseche. (fonte: propria elaborazione)

Fase 2: Configurazione e implementazione della RNA. Si caratterizza una rete a tre strati - ovvero layer input, layer nascosto e layer di output - in quanto generalmente preferita per la risoluzione di problemi previsionali. Per cui, prima di addestrare la rete, il decisore deve specificare:

il numero di neuroni n_i nello strato di ingresso; il numero di strati nascosti ed il numero di neuroni n_h in ognuno di questi strati; il numero di neuroni n_o nello strato di uscita. n_i corrisponde al numero di caratteristiche immobiliari selezionate dal panel della tabella (vedi Tab. 1), a seconda delle specificità del caso studio e dei dati disponibili.

L'output è dato dal prezzo degli immobili, per cui $n_o = 1$. Non vi è alcuna regola per stabilire univocamente n_h , pertanto il numero ottimale di neuroni nascosti è trovato tramite un processo iterativo per tentativi ed errori.

Ogni neurone artificiale è costituito da n connessioni input (A) le quali ricevono segnali dagli altri neuroni (o unità base), unitamente ad una 'bias adjustment' (per regolare la distorsione del segnale ricevuto) e ad un set di pesi per ogni connessione input. Poi, una funzione di trasferimento somma gli input pesati e la bias per decidere il valore dell'output derivante da quell'unità base. Nello specifico, l'output (O_j) per il generico nodo j deriva dall'applicazione di una funzione di trasferimento ϕ alla somma di tutti i segnali derivanti dalla singola connessione A_i moltiplicati per il valore del peso W_{ij} della connessione i entrante nel nodo j :

$$O_j = \phi (\text{Sum}_j) \quad (1)$$

$$\text{Sum}_j = \sum_i (W_{ij} \cdot A_i) \quad (2)$$

Nel caso in esame, si ritiene di dover caratterizzare una rete feedforward Multi-Layer Preceptron addestrata mediante l'algoritmo di back-propagation Levenberg - Marquardt, poiché ampiamente preferita per problemi di classificazione o previsione [36]. Per identificare il numero ottimale di neuroni nascosti e la soglia ottimale di errore interno, applichiamo un processo di prova ed errore.

La funzione di attivazione per il layer nascosto è sigmoidea. Prima di addestrare la rete, i dati input vengono normalizzati a [0,1]:

$$X_i = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (3)$$

Il set di dati normalizzati è poi diviso in tre diversi campioni in modo casuale: il 70% è usato come set di addestramento della rete e i restanti dati sono equamente divisi tra set di convalida, per misurare la generalizzazione della rete, e set di test, per valutare le prestazioni della rete durante e dopo l'addestramento. Occorre infine impostare il numero di neuroni nascosti sulla base della misura di performance della rete.

L'RNA più performante è valutata tramite lo scarto quadratico medio (Root Mean Square Error, RMSE) e l'indice di regressione R^2 :

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - \widehat{P}_i)^2} \quad (4)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \widehat{P}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2} \quad (5)$$

Dove: P_i è il prezzo osservato dell' i -esima abitazione; \widehat{P}_i è il prezzo stimato; \bar{P} è il prezzo medio ed n corrisponde al numero di osservazioni. Il modello scelto sarà quello con R^2 più prossimo all'unità e con RMSE più basso.

Infine, per valutare le variabili input più significative, si effettua un'analisi di sensibilità. Dunque, la fase di addestramento dell'RNA viene ripetuta tante volte quante sono le caratteristiche immobiliari, eliminando ogni volta una delle variabili input. La significatività di ciascuna variabile input eliminata è valutata in funzione del valore R^2 che si ottiene alla fine di ogni procedura di addestramento. In altri termini, al diminuire del valore R^2 , aumenta la significatività della variabile rimossa [35].

Fase 3: Stima dei prezzi marginali mediante RLM. Definiamo una funzione di regressione del tipo:

$$Y = X \cdot \beta + \varepsilon \quad (6)$$

Nella (6): Y è un vettore ($n \times 1$) dei prezzi delle singole abitazioni, generalmente specificato in termini logaritmici; X è una matrice (di dimensione $n \times k$) con k variabili indipendenti, rappresentate dalle caratteristiche immobiliari (intrinseche ed estrinseche), scelte tra quelle suggerite in tabella (vedi Tab. 1); β è il vettore dei k coefficienti da stimare o regressori, che rappresentano i prezzi marginali delle n caratteristiche immobiliari; ε è un vettore ($n \times 1$) di errori indipendenti e identicamente distribuiti; n il numero di osservazioni. Una volta calibrato ed implementato il modello, occorre sia verificare le ipotesi su cui si basa la regressione multipla, che valutare l'accettabilità dei risultati.

Le ipotesi da validare riguardano: la normalità delle distribuzioni condizionate e la linearità delle relazioni tra le variabili (Q-Q plot); l'omoschedasticità (analisi dei residui); l'esistenza di una relazione significativa tra la variabile dipendente P e l'insieme delle variabili esplicative (test-F); la significatività di ciascuna delle variabili esplicative del modello (test t). L'accettabilità dei risultati è verificata valutando gli indici di determinazione R^2 , R^2_{corr} , ed il criterio di Akaike (Akaike's Information Criterion, AIC).

Fase 4: Confronto dei risultati. Dal confronto dei risultati ottenuti dagli step 2 e 3, è possibile ricavare importanti informazioni: (a) quale dei due modelli - RNA e RLM - restituisce risultati più performanti in termini di R^2 e RMSE per la rete neurale, e in termini di R^2 e R^2_{corr} per la regressione multipla; (b) le variabili di input più significative, con particolare attenzione a quelle ambientali; (c) la stima dei prezzi marginali di ciascuna caratteristica immobiliare tramite la MRA.

La figura (vedi Fig. 1) schematizza gli step logico-operativi da seguire.

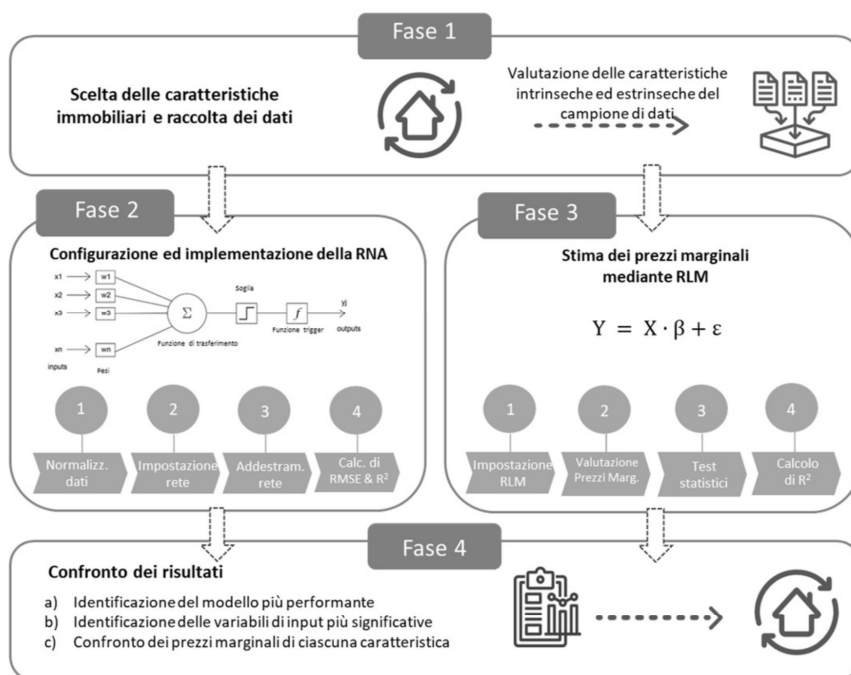


Fig. 1 - Fasi della metodologia.
 (fonte: propria elaborazione)

4. Conclusioni

Le iniziative d'investimento volte alla riqualificazione urbana, se ben pianificate, non solo restituiscono una nuova vita a quartieri fatiscenti, ma generano esternalità ambientali, sociali e culturali sul territorio circostante. Pertanto, tali processi oltre a migliorare la qualità dell'ambiente urbano, determinano un incremento del valore mercantile delle proprietà nel quartiere interessato dagli interventi di recupero.

Questo studio intende proporre una metodologia che permetta di valutare la variazione dei prezzi degli immobili residenziali causato da cambiamenti delle condizioni ambientali. Dalla disamina critica della letteratura emerge che i modelli di regressione tradizionali non sempre restituiscono risultati efficaci, in quanto non tengono in conto dell'eventuale non-linearità tra la variabile dipendente (il prezzo dell'immobile) e le variabili indipendenti (le caratteristiche immobiliari). In aggiunta, tali approcci non riescono a considerare la correlazione tra le variabili.

Pertanto, analizzando le potenzialità predittive degli approcci IA-ML emerge che questi ultimi riescono a definire relazioni non lineari tra input e output e restituiscono tendenzialmente risultati con un'elevata precisione statistica. Alla luce di questa analisi, con questo studio s'intende fornire: (a) un set di caratteristiche immobiliari e di indicatori ambientali e sociali che influenzano la funzione prezzo; (b) un'innovativa RNA nella quale sono incluse variabili ambientali, di rado tenute in conto negli approcci di ML. Tale modello può rappresentare un utile supporto agli approcci tradizionali basati sulla RLM.

Infatti, se congiuntamente implementati, i due approcci possono restituire a pianificatori ed investitori un quadro più completo di informazioni sui trend immobiliari, nonché

rappresentare un utile supporto al processo decisionale. Tale studio rappresenta solo il punto di partenza della ricerca. Applicazioni a casi studio reali permetteranno di testare l'RNA definita e restituire un confronto tra i risultati derivanti dagli approcci tradizionali e quelli ottenibili da modelli AI-ML.

Bibliografia

- [1] Assadpour N., Melles G.: *Participation in urban renewal projects in Iran: An initial review of Mashhad, Shiraz and Tehran*. Development Bulletin - Australian Development Studies Network 79, 2018
- [2] UNEP: *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication - A Synthesis for Policy Makers*, 2001. Maggiori informazioni su: www.unep.org/greeneconomy
- [3] M.E.A.: *Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, 2005
- [4] Mehdipanah R., Marra G., Melis G., Gelormino E.: *Urban renewal, gentrification and health equity: a realist perspective*. In: *European Journal of Public Health* vol. 28, n. 2, pp. 243 - 248, 2018
- [5] Morano, P., Guarini M.R., Sica F., Anelli D.: *Ecosystem Services and Land Take. A Composite Indicator for the Assessment of Sustainable Urban Projects*. In: Gervasi O. et al. (ed.): *International Conference on Computational Science and Its Applications*, pp. 210 - 225. Springer, Cham, 2021
- [6] Della Spina L., Giorno C., Galati Casmiro R.: *Bottom-Up Processes for Culture-Led Urban Regeneration Scenarios*. In: Misra S. et al. (ed.): *Computational Science and Its Applications - ICCSA 2019. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 11622, pp.93 - 97. Springer, Cham, 2019
- [7] Troisi R., Castaldo P.: *Technical and organizational challenges in the risk management of road infrastructures*. In: *Journal of Risk Research*, 2022
- [8] Bencardino M., Nesticò A.: *Demographic Changes and Real Estate Values. A Quantitative Model for Analyzing the Urban-Rural Linkages*. In: *Sustainability*, vol. 9(4), n. 536, 2017

- [9] Dolores L., Macchiaroli M., De Mare G.: *A dynamic model for the financial sustainability of the restoration sponsorship*. In: Sustainability vol. 12 (4), n. 1694, 2020
- [10] Maselli G., Nesticò A.: *L'Analisi Costi-Benefici per progetti in campo ambientale. La scelta del Saggio Sociale di Sconto*. In: LaborEst n. 20, pp. 99 - 104, 2020
- [11] Spampinato G., Malerba A., Calabrò F., Bernardo C., Musarella C.: *Cork oak forest spatial valuation toward post carbon city by co2 Sequestration*. In: Bevilacqua C., Calabrò F., Della Spina L. (eds): *New Metropolitan Perspectives*. NMP 2020. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol. 178, pp. 1321 - 1331, 2021
- [12] Troisi R., Alfano G.: *Is regional emergency management key to containing COVID-19? A comparison between the regional Italian models of Emilia-Romagna and Veneto*. In: International Journal of Public Sector Management, 2021
- [13] Ki C., Jayantha W.: *The Effects of Urban Redevelopment on Neighbourhood Housing Prices*. In: International Journal of Urban Sciences vol. 14, n. 3, 2010
- [14] Noor N., Asmawi M. Z., Abdullah A.: *Sustainable Urban Regeneration: GIS and Hedonic Pricing Method in determining the value of green space in housing area*. In: Procedia - Social and Behavioral Sciences n. 170, pp. 669 - 679, 2015
- [15] Nesticò A., Endreny T., Guarini M. R., Sica F., Anelli D.: *Real estate values, tree cover, and per-capita income: an evaluation of the interdependencies in Buffalo City (NY)*. In: Gervasi O. et al.: *International Conference on Computational Science and Its Applications*, pp. 913 - 926. Springer, Cham, 2020
- [16] Imran I., Zaman U., Waqar M., Zaman A.: *Using Machine Learning Algorithms for Housing Price Prediction: The Case of Islamabad Housing Data*. In: *Soft Computing and Machine Intelligence Journal*, n. 1, vol- 1, pp. 11 - 23, 2021
- [17] Kalliola J., Kapočūtė-Dzikienė J., Damaševičius R.: *Neural network hyperparameter optimization for prediction of real estate prices in Helsinki*. In: *PeerJ Computer Science*, n. 7, 2021
- [18] Lancaster K. J.: *A new approach to consumer theory*. In: *The Journal of Political Economy*, vol. 74, n. 2, pp. 132 - 157, 1966
- [19] Capello R.: *Una valutazione di accessibilità e qualità urbana: Una stima di prezzi edonici nella città di Trento*. In: *Metodologie nelle Scienze Regionali*. Franco Angeli: Milano, Italy, 2004
- [20] Zhang B., Xie G., Xia B., Zhang C.: *The effects of public green spaces on residential property value in Beijing*. In: *Journal of Resource and Ecology*, vol. 2, n. 3, pp. 243 - 252, 2012
- [21] Jim C. Y., Chen W. Y.: *External effects of neighbourhood parks and landscape elements on high-rise residential value*. In: *Land Use Policy* vol. 27, n. 2, pp. 662 - 670, 2010
- [22] Chiarazzo V., dell'Olio L., Ibeas Á., Ottomanelli M.: *Modeling the Effects of Environmental Impacts and Accessibility on Real Estate Prices in Industrial Cities*. In: *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, n. 111, pp. 460 - 469, 2014
- [23] Nesticò A., La Marca M.: *Urban Real Estate Values and Ecosystem Disservices: An Estimate Model Based on Regression Analysis*. In: *Sustainability*, vol. 12(16), n. 6304, 2020
- [24] Zhang L., Zheng H.: *Public and Private Provision of Clean Air: Evidence from Housing Prices and Air Quality in China*, 2019. Maggiori informazioni su: SSRN 3214297
- [25] Wang C.: *House Price Prediction Model Based on Neural Network*, 2021
- [26] Efthymiou D., Antoniou C.: *Measuring the effects of transportation infrastructure on real estate prices and rents. Investigating the potential current impact of a planned metro line*. In: *EURO Journal on Transportation and Logistics*, n.3, 2013
- [27] Cioffi R., Travaglioni M., Piscitelli G., Petrillo A., De Felice F.: *Artificial intelligence and machine learning applications in smart production: progress, trends, and directions*. In: *Sustainability*, vol. 12(2), n. 492, 2020
- [28] Xu X., Zhang Y.: *House price forecasting with neural networks*. In: *Intelligent Systems with Applications* vol. 12, n. 200052, 2021
- [29] Karasu S., Altan A., Saraç Z., Hacıoglu R.: *Estimation of fast varied wind speed based on narx neural network by using curve fitting*. In: *International Journal of Energy Applications and Technologies* n. 43, pp. 137-146, 2017
- [30] Morano P., Tajani F., Torre C. M.: *Artificial intelligence in property valuations: An application of artificial neural networks to housing appraisal*. In: *Advances in Environmental Science and Energy Planning*, pp. 23 - 29, 2015
- [31] Četković J., Lakić S., Lazarevska M., Žarković M., Vujošević S., Cvijović J., Gogić M.: *Assessment of the Real Estate Market Value in the European Market by Artificial Neural Networks Application*. In: *Complexity*, 2018
- [32] Kitapci O., Tosun Ö., Tuna M., Türk T.: *The Use of Artificial Neural Networks (ANN) in Forecasting Housing Prices in Ankara, Turkey*. In: *Journal of Marketing and Consumer Behaviour in Emerging Markets* vol. 1, n. 5, pp. 4 - 14, 2017
- [33] Abidoye R. B., Chan A. P. C., Abidoye F. A., Oshodi O. S.: *Predicting property price index using artificial intelligence techniques: evidence from Hong Kong*. In: *International Journal of Housing Markets and Analysis* vol. 12, n. 6, pp. 1072 - 1092, 2019
- [34] Ho W. K. O., Tang B., Wong S. W.: *Predicting property prices with machine learning algorithms*. In: *Journal of Property Research*, n. 3, vol. 1, pp. 48 - 70, 2020
- [35] Chiarazzo V., Caggiani L., Marinelli M., Ottomanelli M.: *A Neural Network based Model for Real Estate Price Estimation Considering Environmental Quality of Property Location*. In: *Transportation Research Procedia* n. 3, pp. 810 - 817, 2014
- [36] Liang L., Wu D.: *An application of pattern recognition on scoring Chinese corporations financial conditions based on back propagation neural network*. In: *Computers and Operational Research* vol. 32, n. 5, pp. 1115 - 1129, 2005



*The Assessment of Territorial Potential through
a Cross-Dimensional Approach for Italian Inner Areas*

LA VALUTAZIONE DELLE POTENZIALITÀ TERRITORIALI ATTRAVERSO UN APPROCCIO MULTIDIMENSIONALE PER LE AREE INTERNE*

Diana Rolando^a, Manuela Rebaudengo^b, Alice Barreca^a

^aDAD - Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, viale Pier Andrea Mattioli 39, 10125 - Torino, Italia

*^bDIST - Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio, Politecnico di Torino,
viale Pier Andrea Mattioli 39 - 10125, Torino, Italia*

diana.rolando@polito.it; manuela.rebaudengo@polito.it; alice.barreca@polito.it

Abstract

In Italy, fragile territories are often characterized by depopulation, degrade and minimal essential services; according to different definitions, they're also called marginal areas, inland areas, peripheral areas and, from 2013, inner areas. In recent years, a national policy funded 72 pilot cases to enhance territorial potential to resiliently counteract the demographic decline and the socio-economic weaknesses. With the aim of standardizing an evaluation methodology, the paper started from an in-depth literature review, highlighting that territorial vulnerability and vibrancy are never explored in non-urban contexts. In order to close this gap, authors propose a multidimensional methodological approach consisting of six-step-quantitative analyses based on specific dimensions and indicators. Shifting from the vulnerability approach, the use of different analytical and evaluation tools is suggested to explore territorial vibrancy as local development trigger. The results showed that the proposed approach can clearly support the territory exploration and lead to the development of enhancement policies in fragile areas as those analyzed in the context of the "Branding4Resilience" research project.

KEY WORDS: *Inner Areas, Territorial Potential, Territorial Resilience, Territorial Vulnerability, Territorial Vibrancy, Branding4Resilience.*

1. Introduzione

Il territorio italiano è un sistema complesso di città e piccoli borghi dove le aree urbane più grandi offrono strutture, servizi, attività, fungendo da attrattori/catalizzatori per la popolazione. Le aree più periferiche, che spesso offrono solo servizi essenziali e sono quindi caratterizzate da spopolamento e degrado, sono state definite *aree interne*: territori fragili, lontani dalle grandi città, che coprono il 60% della superficie nazionale e ospitano quasi 13,5 milioni di persone (il 22% della popolazione) [1].

La Strategia Nazionale Aree Interne (SNAI) è una strategia nazionale innovativa promossa per contrastare la marginalità e il declino demografico all'interno delle aree

interne italiane, valorizzandone le risorse naturali e culturali, creando nuovi circuiti occupazionali e nuove opportunità di sviluppo locale attraverso la coesione territoriale. Nel 2019, la SNAI ha selezionato 72 aree pilota (circa mille comuni, che raggruppano complessivamente circa 2 milioni di abitanti) e le ha finanziate con un importo complessivo di oltre 590 milioni di euro (che si aggiungono oltre agli stanziamenti dei Fondi ESI del Programma Operativo e di altri fondi pubblici/privati).

L'impatto di questo primo ciclo di programmazione (2014-2020) è ora in fase di valutazione per misurare i risultati degli investimenti pubblici e per supportare il successivo ciclo di finanziamento (2021-2027).

L'opportunità di nuove attività economiche e la creazione

*Il documento nella sua interezza è frutto del lavoro congiunto dei tre autori. Tuttavia l'introduzione è stata scritta da Manuela Rebaudengo, il background da Alice Barreca, la metodologia da Diana Rolando; risultati e conclusioni sono frutto di una stesura e revisione congiunta.

di posti di lavoro sono strettamente legate all'offerta di servizi essenziali (istruzione, sanità e mobilità): intervenire sul potenziamento di questa "dotazione territoriale di base" è quindi una precondizione assoluta per invertire la tendenza al declino.

Negli ultimi anni sono stati intrapresi molti studi [2-7] per politiche, progetti di sviluppo e strategie diffuse per le aree fragili; in questo framework nazionale si colloca l'esperienza "B4R Branding4Resilience. Infrastrutture turistiche come strumento per la valorizzazione dei piccoli borghi attraverso comunità resilienti e nuovi habitat aperti", un progetto di ricerca di interesse nazionale (PRIN 2017 - Linea Giovani) finanziato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR), avviato nel 2020 [8]. Il progetto è coordinato dall'Università Politecnica delle Marche e coinvolge come partner l'Università degli Studi di Palermo, l'Università degli Studi di Trento e il Politecnico di Torino. B4R indaga le potenzialità del branding nei piccoli borghi italiani, proponendo la trasformazione delle infrastrutture turistiche minime come motore per lo sviluppo di territori e comunità locali più strutturali e resilienti. (<https://www.branding4resilience.it/>).

In questo quadro di ricerca e di strategie nazionali "concrete" per la rivitalizzazione di aree fragili, è importante riuscire a far emergere le potenzialità dei territori in una prospettiva multidimensionale, caratterizzata il più possibile da dati e indicatori quantitativi che possano consentire confronti tra territori simili situati in aree geografiche molto diverse, ad esempio in un'ottica di classificazione/valutazione per bandi competitivi di finanziamento.

In questo articolo si presenta uno studio basato su una prima esplorazione quantitativa di dati territoriali open tratti da banche dati esistenti online, in contrasto con gli approcci più diffusi che hanno ridotto o trascurato l'approccio quantitativo a favore di una valutazione più qualitativa, più rapida e più flessibile, che consente una visione più dinamica, ma generica.

Il contributo propone un approccio metodologico multidimensionale (basato su 9 fasi per la gestione della conoscenza) da applicare nell'esplorazione delle aree fragili, che consente una certa flessibilità e adattabilità a contesti diversi e non limitati alla singola area di osservazione. Vengono proposti alcuni strumenti operativi di analisi per studiare, a partire da dati, indicatori e indici, la vulnerabilità e la resilienza dei territori marginali, valutandone le potenzialità territoriali.

Tutto ciò, secondo un nuovo significativo assunto, ideato e applicato nel progetto B4R (di cui gli autori fanno parte), che richiede il passaggio da un *vulnerability approach* a un *vibrancy approach*: non ci si concentra più sulle debolezze delle aree, ma si esplora il loro dinamismo, cioè la presenza di fattori, caratteristiche e azioni/iniziative che danno luogo o possono contribuire alla rivitalizzazione delle aree.

Dopo un'approfondita disamina della letteratura scientifica più recente, che evidenzia un'importante lacuna proprio su questi temi, il documento descrive l'approccio metodologico proposto che, attraverso l'uso integrato di strumenti di analisi e valutazione multidimensionale (applicabili in modo scalare), supera le visioni "settoriali" e fornisce una visione più ampia delle potenzialità territoriali.

2. Background

Con l'obiettivo di evidenziare gli indicatori e indici maggiormente adottati in letteratura per indagare la resilienza, la vivacità e la vulnerabilità territoriale nelle aree interne, viene qui presentata una sintetica rassegna della letteratura. La ricerca è stata focalizzata solo su lavori scientifici indicizzati sulle più comuni banche dati e pubblicati negli ultimi anni. Dal punto di vista geografico non sono stati posti limiti, anche se, a scale diverse, sono stati presi in considerazione soprattutto lavori europei e italiani.

Per capitalizzare le ricerche già condotte da altri autori sulla base dei loro risultati, sono stati quindi inclusi nell'analisi una selezione di contributi emersi dalla banca dati Scopus (<https://www.scopus.com>) utilizzando tre diversi script di ricerca quali: "ALL (*inner areas AND resilience, OR vibrancy, OR vulnerability*)" che riporta 150 risultati; "ALL (*resilience AND vulnerability AND vibrancy*)" che riporta 22 risultati e "ALL (*inner areas AND development index*)" che riporta 11 risultati.

Questi primi output sono stati poi analizzati e ridotti, facendo emergere alcune lacune nella ricerca: molti studiosi, infatti, hanno analizzato il tema della vulnerabilità e della vivacità nelle aree urbane, mentre solo pochi hanno affrontato il problema di colmare il divario tra aree urbane/centrali e aree territoriali interne [9-16].

In generale, i lavori analizzati possono essere divisi in due gruppi principali in relazione alla scala geografica che considerano nella ricerca: una scala regionale o sovra-comunale e una scala urbana o suburbana.

Per la presente ricerca, abbiamo preso in considerazione indicatori appartenenti a entrambi i livelli, ma che possano essere adattati a una scala urbana/comunale anche quindi di area interna. A livello regionale o nazionale esistono rapporti ufficiali dell'UE e indicatori di sviluppo e resilienza molto interessanti [11, 17-24] e indici compositi [25, 26], adatti anche alla ricerca sulla vulnerabilità/vivacità, ma poco adattabili ad analisi a scala comunale o sub-comunale.

La parte più ampia e specifica della letteratura riguarda le città e le aree urbane, con indicatori di resilienza, sviluppo, vulnerabilità e vivacità [16, 27-31], ma - anche in questo caso - a causa della diversa natura del territorio, la maggior parte di questi indicatori non è adatta alle

Sviluppo Locale: Spazio Urbano, Spazio Rurale, Aree Interne

aree interne o ai piccoli comuni marginali.

In Italia ci sono due iniziative principali che stanno costruendo e applicando indicatori per studiare e monitorare il territorio nazionale, comprese le aree interne: la *Strategia Nazionale per le Aree Interne* (SNAI), che cerca di valutare la resilienza delle aree interne/rurali [32] e gli indicatori *ICity Rank* costruiti per monitorare e classificare le città italiane. Questi ultimi misurano, ogni anno, la capacità delle città di essere sempre più dinamiche, funzionali, ecologiche, vivibili, gestibili, innovative e capaci di promuovere lo sviluppo sostenibile, reagendo ai cambiamenti socio-economici in corso attraverso l'uso delle nuove tecnologie [33]. Vale la pena citare anche il *Regional Digital Economy and Society Index* (DESI), che traccia i progressi dei Paesi dell'UE in materia di competitività digitale; tale indice è stato sviluppato anche in Italia per costruire indici di sostenibilità e marginalità a livello urbano (nei principali capoluoghi).

Una ulteriore sperimentazione è stata fatta recentemente dalla Regione Piemonte, che ha calcolato un indice di sostenibilità regionale DESI, finalizzato appunto ad analizzare le potenzialità locali di sviluppo sostenibile.

La metodologia di valutazione si è basata sul lavoro svolto da Forum PA "*ICity Rank - Rapporto annuale 2019*", mutuandone parzialmente la metodologia e applicandola su tutti i comuni piemontesi, che sono stati valutati all'interno di cluster di comuni sia in base al numero di abitanti (piccoli comuni, al di sotto dei 1.000 abitanti; medio-piccoli comuni, tra i 1.000 e i 5.000 abitanti; medio-grandi comuni, tra i 5.000 e i 25.000 abitanti; grandi comuni, con oltre 25.000 abitanti), sia alla altimetria di riferimento (pianura, collina, montagna) [34]. Dall'analisi di questa letteratura sono emerse alcune lacune: in primo luogo, il concetto di *vivacità territoriale* è poco indagato in letteratura, mentre quelli di *resilienza*

territoriale e *vulnerabilità territoriale* sono ormai quasi completamente sviluppati e largamente applicati.

In generale, gli indicatori presentati in letteratura si riferiscono a scale piccole (regioni e sub-regioni), ma con dati piuttosto aggiornati, mentre se la scala si allarga e quindi si vogliono informazioni granulari e non aggregate, gli unici indicatori multidimensionali trovati sono relativi alle aree urbane.

Fortunatamente, la mancanza di dati aggiornati negli ultimi anni si sta riducendo, grazie all'impegno delle varie nazioni europee a rendere disponibili quanti più dati possibili in formato open data.

In Italia, tuttavia, la situazione è ancora molto diversa da regione a regione, e la disponibilità dei dati dipende principalmente dagli argomenti da analizzare: infatti, ottenere dati anche solo indirettamente legati alla legge nazionale sulla privacy è ancora molto difficile, senza considerare il basso livello di digitalizzazione delle informazioni soprattutto storiche nei piccoli comuni.

La già citata SNAI, date le sue finalità, sta svolgendo l'analisi dei territori con una serie molto efficace di indicatori che, però, hanno il limite di essere generalmente monodimensionali.

3. Approccio metodologico

Per indagare le potenzialità delle aree interne abbiamo sviluppato un approccio metodologico multidimensionale basato sulla gestione della conoscenza che, a partire da un set di indicatori strutturati in diverse dimensioni di analisi e organizzati in un GIS, può supportare l'esplorazione e la valutazione di territori fragili.

La figura (vedi Fig. 1) ne illustra le nove fasi in cui è organizzato.

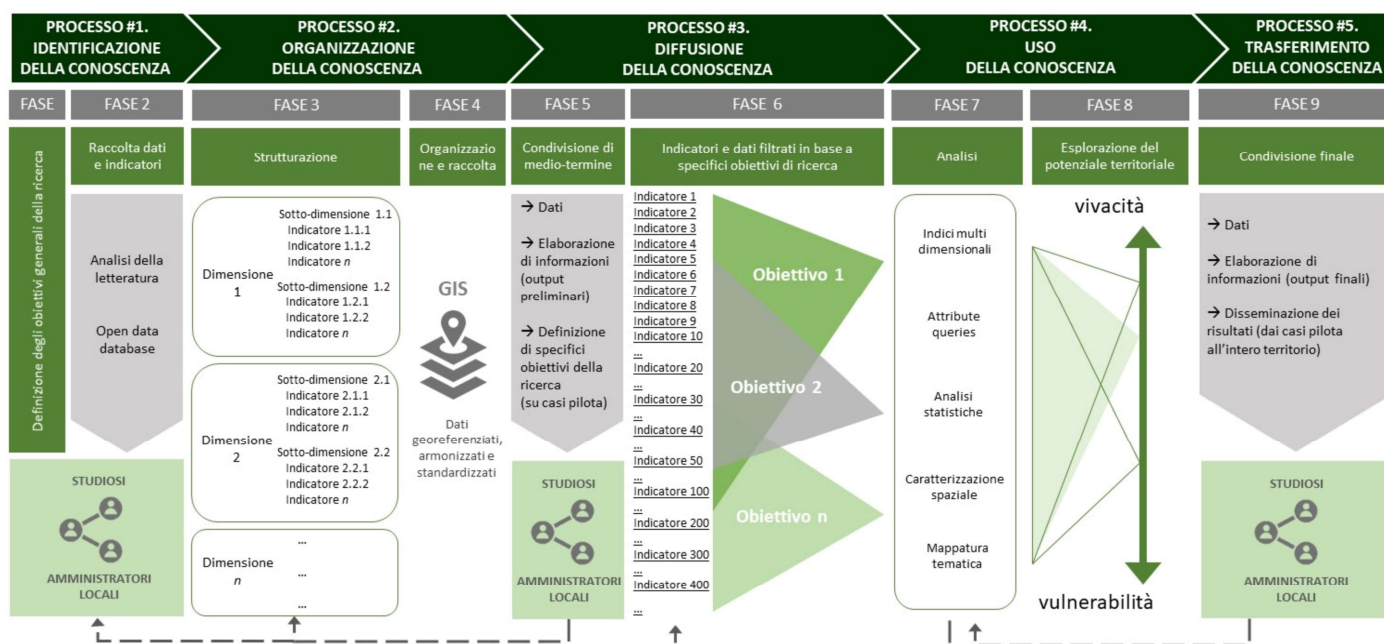


Fig. 1 - Lo schema metodologico a nove fasi.
(fonte: [35])

In primo luogo (Fase 1), è necessario definire gli obiettivi principali dell'analisi, che possono essere generali, ma specificamente legati al contesto territoriale che deve essere esplorato e valutato (l'area fragile analizzata può essere riferita a un solo comune o a un gruppo di pochi o più comuni).

Successivamente, è necessario raccogliere una selezione estesa di indicatori sulla base degli obiettivi e della scala territoriale dell'analisi, al fine di creare una base di conoscenza adeguata, fondamentale per impostare lo sviluppo futuro dell'esplorazione del territorio (Fase 2).

Questa fase deve essere supportata dalla letteratura, nonché dall'analisi dei database e dei dati open disponibili per le aree da esplorare.

La Fase 3 è fondamentale per gestire i numerosi indicatori precedentemente identificati: questa base di conoscenza deve essere strutturata e organizzata classificando ogni indicatore in specifiche dimensioni e sottodimensioni, che possono cambiare per rappresentare i temi principali dell'analisi.

Questa prima base di conoscenza può evolvere in un Sistema Informativo Territoriale (GIS), che può essere creato contestualmente all'organizzazione e archiviazione dei dati, ma poi utilizzato dinamicamente per ulteriori analisi (Fase 4).

Successivamente, è necessario delineare obiettivi di ricerca più specifici per analizzare in modo più approfondito gli aspetti chiave del territorio (Fase 5) e, in base a questi, selezionare un insieme di indicatori più specifici (Fase 6).

Le dimensioni e le sottodimensioni precedentemente identificate possono guidare questa selezione, anche se è preferibile non riferirsi ad una singola dimensione/sottodimensione, ma costruire indicatori e indici multidimensionali. È poi importante sottolineare che l'ampia selezione di indicatori raccolti durante la Fase 2 non viene ridotta, ma solo opportunamente selezionata e combinata per gli scopi stabiliti.

Gli indicatori selezionati possono essere quindi utilizzati in diversi modi per esplorare le potenzialità territoriali, applicando diversi strumenti di analisi e valutazione (Fase 7). Ad esempio, con il supporto GIS possono essere sviluppati indici multidimensionali e condotte analisi spaziali e mappature, utilizzando i dati e gli indicatori precedentemente selezionati. Indicatori diversi possono essere fusi o correlati tra loro in modo da generare molteplici analisi volte a studiare criticamente gli aspetti di vulnerabilità e vivacità del territorio.

I risultati di queste analisi possono quindi evidenziare efficacemente le aree più o meno vivaci/vulnerabili (Fase 8), in modo da indirizzare strategicamente politiche e azioni specifiche.

A tal fine, i dati, le elaborazioni dei dati e i risultati finali devono essere condivisi e diffusi (Fase 9).

L'interazione e lo scambio di conoscenze tra studiosi ed

enti locali è importante fin dall'inizio, ma la condivisione e il trasferimento finali sono particolarmente importanti per stabilire se gli obiettivi di ricerca iniziali e intermedi sono stati raggiunti in modo da poter interrompere il processo di gestione della conoscenza.

Trattandosi invece di un processo iterativo, il dibattito e l'interpretazione dei risultati potrebbe portare alla riattivazione di alcune delle fasi precedenti, per ripartire dalla Fase 6 o 7 ridefinendo obiettivi diversi con la relativa selezione dei dati e successive analisi.

4. Risultati

L'approccio metodologico proposto è stato applicato per esplorare la resilienza, la vulnerabilità e la vivacità di territori fragili.

In particolare, l'obiettivo generale dell'analisi (Fase 1) è quello di indagare il potenziale territoriale dell'Alta Valsesia (che costituisce il territorio analizzato dal gruppo di ricerca del Politecnico di Torino nell'ambito del progetto B4R [35, 36]), al fine di riattivare gli habitat e sviluppare infrastrutture turistiche minime come motore per lo sviluppo di territori e comunità locali più strutturali e resilienti. In questo lavoro sono stati assunti come riferimento gli obiettivi più generali del progetto B4R: ripopolamento, sviluppo locale e valorizzazione economica di territori fragili italiani.

A questo scopo è stata impostata un'analisi quantitativa basata su indicatori specifici che possono essere calcolati per confrontare territori anche molto diversi tra loro come quelli analizzati nel contesto del progetto B4R [8]. Assumendo i risultati ottenuti in altri studi [9], [12], [15], [18], [21], [25], [26], [28], è stata raccolta una selezione estesa di indicatori al fine di creare una base di conoscenza adeguata per l'esplorazione di ogni territorio (Fase 2).

Sono stati individuati più di 400 indicatori e sono state analizzate le principali banche dati esistenti nel contesto italiano per verificare la disponibilità di dati per le aree considerate.

Ad esempio, sono state esaminate le seguenti fonti di dati: l'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), l'Open Kit della Strategia Nazionale per le Aree Interne (SNAI), la piattaforma Open Coesione, gli indicatori dell'Urban Index, la piattaforma Open Bilanci e diversi Geoportali a livello regionale e comunale.

Pertanto, tutti gli indicatori sono stati strutturati e organizzati in dimensioni specifiche (Fase 3).

Ogni dimensione è stata poi dettagliata in diverse sottodimensioni, in grado di raccogliere e classificare indicatori specifici (vedi Tab. 1).

	Dimensioni	Sotto-dimensioni/tematismi	Indicatori
1	Infrastrutture	1.1 reti infrastrutturali e nodi; 1.2 accessibilità, mobilità e connessioni; reti e nodi di telecomunicazione	48
2	Patrimonio e ambiente costruito	2.1 patrimonio costruito; 2.2 turismo; 2.3 beni culturali; 2.4 offerta sportiva e per il tempo libero	64
3	Ambiente naturale	3.1 patrimonio naturale paesaggistico; 3.2 uso del suolo; 3.3 rischi naturali; 3.4 rischi antropici; 3.5 inquinamento	26
4	Economia e lavoro	4.1 settore primario; 4.2 settore secondario; 4.3 settore terziario; 4.4 mercato immobiliare; 4.5 economia; 4.6 lavoro	93
5	Governance e networks	5.1 governance e sviluppo locale; 5.2 istituzioni pubbliche; 5.3 reti locali; 5.4 comunità; 5.5 ricerca e innovazione; 5.6 digitalizzazione	111
6	Popolazione e servizi	6.1 istruzione; 6.2 equità di genere; 6.3 qualità della vita; 6.4 salute; 6.5 sicurezza; 6.6 servizi; 6.7 popolazione	101

Tab. 1 - Sintesi della strutturazione di fase 3. (fonte: [35])

Queste dimensioni e sottodimensioni hanno supportato non solo la strutturazione e la creazione di una base di conoscenza generale, ma anche la creazione di Sistemi Informativi Territoriali (Fase 4) quali strumenti dinamici di analisi in grado di evidenziarne le vulnerabilità e le vivacità territoriali.

È stato quindi necessario delineare obiettivi di ricerca più specifici (Fase 5) per affrontare analisi più approfondite, basate su una selezione di indicatori (Fasi 6 e 7).

Ad esempio, sono stati indagati diversi aspetti chiave come l'offerta turistica, la desertificazione commerciale, la presenza di servizi di base, la capacità delle amministrazioni pubbliche di attrarre fondi, la presenza del digital divide, l'offerta di attività sportive e ricreative, la presenza di imprese innovative. Ad esempio, la figura (vedi Fig. 2) rappresenta, su una base di reti infrastrutturali e patrimonio edilizio la distribuzione e tipologia dei servizi presenti nei 17 comuni dell'Alta Valsesia.

Su questa base, è stata esplorata ulteriormente la vulnerabilità e la vivacità dei territori per far emergere le loro potenzialità di sviluppo e valorizzazione economica (Fasi 8 e 9 6).

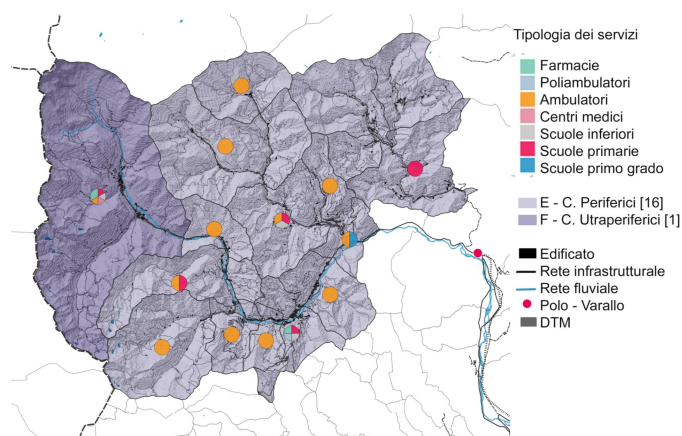


Fig. 2 - Esempio di rappresentazione di dati e indicatori: offerta culturale e per il tempo libero. (fonte: propria elaborazione)

5. Conclusioni

L'approccio metodologico proposto mostra come le analisi basate sulla conoscenza e sull'analisi di dati possano supportare l'esplorazione della vulnerabilità e della vivacità delle aree fragili, a cui la letteratura attuale non ha ancora fornito una soluzione organica e completa.

La suddivisione in 9 fasi successive permette di costruire progressivamente un'importante base di conoscenza scalabile al livello territoriale specifico della ricerca.

La struttura, organizzata in dimensioni e sottodimensioni, fornisce un contesto d'insieme più dettagliato, consentendo di selezionare un insieme appropriato di indicatori, a seconda degli obiettivi specifici dell'indagine.

Il problema della disponibilità di dati su scala comunale è tuttavia ancora da risolvere in diversi territori, in netto contrasto con l'attuale era dei big data.

La costruzione di indici multidimensionali permette letture trasversali dei territori e un'interpretazione sfaccettata dei fenomeni che possono essere utili alla definizione di politiche di sviluppo volte a contrastare la vulnerabilità e a promuovere la vivacità territoriale.

L'approccio proposto può, quindi, supportare efficacemente l'esplorazione dei territori fragili e porre le basi per future valutazioni per un uso integrato di dati, indicatori semplici e indici cross-dimensionali.

A partire da questa prima esplorazione, i territori oggetto di studio stanno affrontando la sfida della pianificazione a livello comunale, al fine di definire progetti specifici e/o diffusi che - a partire dalle reti esistenti - possano essere l'innescio di azioni locali virtuose.

Bibliografia

- [1] Barca S., Casavola F., Lucatelli P.: *A strategy for Inner Areas in Italy: definition, objectives, tools and governance*. In: *Materiali Uval Series*, p. Issue 31, 2014
- [2] De Rossi A.: *Riabitare l'Italia: le aree interne tra abbandoni e riconquiste*. Donzelli editore, 2019
- [3] Jachia E., Osti G.: *AttivAree: un disegno di rinascita delle aree interne*. Il Mulino, 2020
- [4] Brandano M. G., Faggian A., Urso G.: *Oltre le crisi. Rinnovamento, ricostruzione e sviluppo territoriale*. Franco Angeli Milano, 2020
- [5] Carrosio G.: *I margini al centro: l'Italia delle aree interne tra fragilità e innovazione*. Donzelli editore, Roma, 2019
- [6] Gómez-Ullate M., Rieutort L., Kamara A., Santos A. S., Pirra A., Solís M. G.: *Demographic Challenges in Rural Europe and Cases of Resilience Based on Cultural Heritage Management. A Comparative Analysis in Mediterranean Countries Inner Regions*. *European Countryside*, 2020
- [7] Martinelli L.: *L'Italia è bella dentro. Storie di resilienza, innovazione e ritorno nelle aree interne*. Altreconomia, Milano, 2020
- [8] Ferretti M., Favargiotti S., Lino B., Rolando D.: *Branding4Resilience: Explorative and Collaborative Approaches for Inner Territories*. In: *Sustainability*, n. 14, p. 11235, 2022
- [9] Mastronardi L., Giagnacovo M., Romagnoli L.: *Bridging regional gaps: Community-based cooperatives as a tool for Italian inner areas resilience*. In: *Land Use Policy*, 2020

- [10] Assumma V., Bottero M., De Angelis E., Lourenço J. M., Monaco R., Soares A. J.: *A decision support system for territorial resilience assessment and planning: An application to the Douro Valley (Portugal)*. Science of the Total Environment, 2021
- [11] Pontarollo N., Serpieri C.: *JRC Technical Report. A composite policy tool to measure territorial resilience capacity*, 2018
- [12] Pontarollo N., Serpieri C.: *A composite policy tool to measure territorial resilience capacity*. Socio-Economic Planning Sciences, 2020
- [13] Brunetta G. et al.: *Territorial resilience: Toward a proactive meaning for spatial planning*. In: Sustainability, Switzerland, 2019
- [14] Pilone E., Demichela M., Baldissoni G.: *The multi-risk assessment approach as a basis for the territorial resilience*. In: Sustainability, Switzerland, 2019
- [15] Hidalgo D. M., Nunn P. D., Beazley H.: *Uncovering multilayered vulnerability and resilience in rural villages in the pacific: A case study of ono island, Fiji*. Ecology and Society, 2021
- [16] Olar A., Jitea I. M.: *Assessing the quality of Local Development Strategies in Romania, evidence from 2014-2020 programming period*. Management Economic Engineering in agriculture and rural development, 2020
- [17] Fratesi U., Perucca G.: *Territorial capital and the resilience of European regions*. In: Annals of Regional Science, 2018
- [18] Di Pietro F., Lecca P., Salotti S.: *Regional 20economic resilience in the European Union: a numerical general equilibrium analysis*. Spatial Economic Analysis, 2021
- [19] Giannakis E., Bruggeman A.: *Regional disparities in economic resilience in the European Union across the urban-rural divide*. Regional Studies, 2020
- [20] Odei S. A., Stejskal J., Prokop V.: *Understanding territorial innovations in European regions: Insights from radical and incremental innovative firms*. Regional Science Policy and Practice, 2021
- [21] Graziano P., Rizzi P.: *Resilience and vulnerability in European regions*. Scienze Regionali, 2020
- [22] Benczúr P., Joossens E., Manca A. R., Menyhért B., Zec S.: *JRC Technical Report. How resilient are the European regions? Evidence from the societal response to the 2008 financial crisis*. 2020
- [23] Pontarollo N., Serpieri C.: *Challenges and Opportunities to Regional Renewal in the European Union*. International Regional Science Review, 2021
- [24] Barbier-Gauchard A. et al.: *Towards a more resilient European Union after the COVID-19 crisis*. Eurasian Economic Review, 2021
- [25] Booyesen F.: *An overview and evaluation of composite indices of development*. Social Indicators Research, 2002
- [26] Staničková M.: *An overview and evaluation of methods for deriving composite indices of regional development in socio economic issues*, 2018
- [27] Da Silva J., Moench M.: *City Resilience Framework*, 2014
- [28] Martín C. et al.: *Institutionalizing Urban Resilience: A Midterm Monitoring and Evaluation Report of 100 Resilient Cities*. The Urban Institute, 2018
- [29] Barreca A., Curto R., Rolando D.: *Urban vibrancy: An emerging factor that spatially influences the real estate market*. In: Sustainability, Switzerland, 2020
- [30] Barreca A., Curto R., Rolando D.: *Assessing social and territorial vulnerability on real estate submarkets*. In: Buildings, vol. 7, n. 4, 2017
- [31] Barreca A., Curto R., Rolando D.: *Is the Real Estate Market of New Housing Stock Influenced by Urban Vibrancy?*. Complexity, 2020
- [32] Adam-Hernández A., Harteisen U.: *A proposed framework for rural resilience - How can peripheral village communities in Europe shape change?*. Ager, 2020
- [33] Dominici G., Fichera D., Musacchio C.: *ICity Rank annual Report*, 2019
- [34] Oic Piemonte, *Indice di sostenibilità. La classifica dei comuni Piemonte per classi*, 2019
- [35] Rolando D., Rebaudengo M., Barreca A.: *Exploring the resilience of inner areas: A cross-dimensional approach to bring out territorial potentials*. In: International Symposium: New Metropolitan Perspectives, pp. 182 - 190. Springer, Cham, 2022
- [36] Rolando D., Rebaudengo M., Barreca A.: *Managing Knowledge to Enhance Fragile Territories: Resilient Strategies for the Alta Valsesia Area in Italy*. In: Proceeding of the 17th International Forum on Knowledge Asset Dynamics (IFKAD) - Knowledge Drivers for Resilience and Transformation. 20-22 June 2022, Lugano, Switzerland, 2022



The Resilience Assessment: a Multicriteria Methodology Proposal for the Urban Contexts

LA VALUTAZIONE DELLA RESILIENZA: PROPOSTA DI UNA METODOLOGIA MULTICRITERIALE PER I CONTESTI URBANI

Debora Anelli^a, Rossana Ranieri^b

*^aDICATECh - Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Territoriale, Edile e Chimica, Politecnico di Bari,
Via Orabona 4, 70125 - Bari, Italia*

*^bDiAP - Dipartimento di Architettura e Progetto, Sapienza Università di Roma, via Flaminia 359, 00185 - Roma, Italia
debora.anelli@poliba.it; rossana.ranieri@uniroma1.it*

Abstract

The environmental-climate changes and the Covid-19 emergency have highlighted the weakness for multi-events resilience. The social, natural and economic features that characterize the urban environment, make it a complex system that need to be comprehensively assessed. Aim of the work is to define a multicriteria-based methodology able to create an Urban Resilience Index (IUR) that represents the capacity of the territory to face socio-economic diseases and natural disaster. The proposed protocol consists of a step-by-step guide with the adoption of the Analytic Hierarchy Process technique aggregating the system of indicators and the geographic information system for the visualization of the different spatial distribution of the resilience. The proposed methodology can be used as a decision support tool for public-private partnership's urban intervention aimed at achieving the Sustainable Development Goals of the Agenda 2030 and the European Green Deal targets. Its flexibility makes it implementable for several sustainable urban planning decision at different scale.

KEY WORDS: *Urban Resilience, Real Estate Market, Multicriteria Technique, AHP, Sustainable Development, Indicators System.*

1. Introduzione

Il XXI secolo pone nuove sfide alla città a causa della pressione antropica generata dall'aumento del numero di individui che, in tutto il mondo, vivono in ambienti costruiti e in particolare all'interno delle aree urbanizzate [1, 2]. I cambiamenti climatici, le pandemie e la crisi economica sono stati affrontati in modo diverso dai sistemi urbani in base alla loro complessità strutturale, al numero di persone e al livello di incertezza associato ai relativi eventi esogeni [3, 4]. La resilienza delle città descrive la capacità dei contesti urbani socio-ecologici complessi di adattarsi, cambiare e trasformarsi in risposta a stress e sollecitazioni. La resilienza è un termine emerso nel campo dell'ecologia negli anni '70 per descrivere in modo specifico la capacità di un sistema di mantenere o recuperare la funzionalità in caso di perturbazioni o disturbi. Pertanto, tale concetto è concepito per essere applicato a un sistema di elementi diversi e interdipendenti, di cui il contesto urbano è la rappresentazione più esemplare [5, 6]. La nozione di città resiliente diventa concettualmente rilevante quando shock improvvisi minacciano disastri diffusi o la struttura urbana esistente collassa, evidenziando l'incapacità di affrontare i cambiamenti [7,

tarsi, cambiare e trasformarsi in risposta a stress e sollecitazioni. La resilienza è un termine emerso nel campo dell'ecologia negli anni '70 per descrivere in modo specifico la capacità di un sistema di mantenere o recuperare la funzionalità in caso di perturbazioni o disturbi. Pertanto, tale concetto è concepito per essere applicato a un sistema di elementi diversi e interdipendenti, di cui il contesto urbano è la rappresentazione più esemplare [5, 6]. La nozione di città resiliente diventa concettualmente rilevante quando shock improvvisi minacciano disastri diffusi o la struttura urbana esistente collassa, evidenziando l'incapacità di affrontare i cambiamenti [7,

8], allontanandosi dall'approccio tradizionale di gestione del rischio di catastrofi che, invece, si basa su pericoli specifici. La resilienza contempera la possibilità che si verifichi un'ampia gamma di eventi di disturbo, non necessariamente prevedibili [9, 10]. In letteratura è possibile individuare differenti approcci per inquadrare o valutare la resilienza. Essi si concentrano o su specifici asset urbani o, su interi sistemi e considerano le infrastrutture, l'ambiente naturale, la gestione del territorio e il comportamento umano in misura diversa.

L'approccio sistemico è più aderente al concetto di resilienza e alla nozione, spesso consolidata, di aree urbane come "sistemi all'interno del sistema": l'assetto sociale è determinato dal comportamento umano, che è anche influenzato dalla distribuzione degli elementi naturali tra infrastrutture, servizi e beni nell'ambiente urbano.

Sulla base di una approfondita analisi della letteratura sul tema, è stato possibile identificare otto fattori critici che influenzano il livello di resilienza: soddisfare i bisogni di base, salvaguardare la vita umana, preservare e valorizzare i beni, facilitare le relazioni umane e l'identità, promuovere la conoscenza, difendere la giustizia e l'equità, sostenere i mezzi di sussistenza, stimolare la prosperità economica [11]. Per misurare questi fattori, appaiono utili alcuni indicatori, la cui quantificazione è di supporto ai decisori politici poiché consente di assegnare un punteggio, stilare una classifica e monitorare i progressi compiuti nell'ambito delle diverse strategie politiche, sia a livello locale di comunità, sia a livello nazionale.

I ricercatori hanno sviluppato strumenti quantitativi, principalmente indicatori e indici, per misurare la resilienza attraverso un'ampia gamma di prospettive disciplinari (ad esempio, impatti dei cambiamenti climatici, economia politica, ecologia, sostenibilità, esigenze sociali, ambientali, ecc.) e su diverse scale spaziali [12-14].

Fleischhauer [15] ha introdotto diversi indicatori che possono essere utilizzati per valutare la resilienza dei processi di pianificazione territoriale. Frazier e Thompson [16] hanno condotto uno studio che definisce una serie di indicatori per valutare e quantificare gli aspetti spaziali e temporali della resilienza alla scala della comunità nella contea di Sarasota, in Florida, ponderandoli in modo diverso, al fine di considerare l'effettivo contributo per ogni indicatore. Joerin et al. [17] hanno sviluppato un "indice di resilienza ai disastri climatici" per Chennai, in India, che presenta cinque dimensioni: fisica, sociale, economica, naturale e istituzionale. Ciascuna di queste dimensioni è successivamente suddivisa in cinque parametri, a loro volta composti da cinque variabili.

Sebbene il risultato sia un elenco ragionevolmente completo di criteri legati alla resilienza, lo studio risulta specifico per il contesto per cui è stato sviluppato e altri criteri utili potrebbero essere stati non considerati.

Ulteriormente, l'inclusione delle dinamiche di mercato nello studio della resilienza urbana può contribuire ad

ampliare l'analisi dei problemi di urbanizzazione.

Antoniucci e Marella [18], infatti, hanno studiato il mercato immobiliare italiano, scoprendo che le città meno dense hanno una maggiore capacità di resilienza.

Sharifi et al. [19] hanno evidenziato che l'adozione di tecniche di costruzione avanzate e l'applicazione delle normative specifiche possono migliorare la resilienza urbana nelle aree a più alta densità e quindi incrementare i benefici economici. Ciò dimostra che il mercato immobiliare risulta un indicatore sensibile rispetto al tema, essendo influenzato da una moltitudine di fattori che correlati con la resilienza urbana. Tuttavia, non esiste, ad oggi, una definizione condivisa sul significato di resilienza per le aree urbane ed anche su come introdurre elementi per migliorarla nel processo di pianificazione urbana.

Nel complesso, sono ancora poche le ricerche che contemperano i molteplici aspetti della resilienza urbana e che riconoscono la sua rilevanza nel modificare le condizioni del mercato immobiliare in un quadro di valutazione completo [20-22].

2. Obiettivi

Nel contesto delineato, la ricerca intende definire una metodologia in grado di indirizzare passo dopo passo i processi di pianificazione sostenibile e di trasformazione urbana nella valutazione del livello di resilienza.

In particolare, la metodologia proposta si articola in un protocollo finalizzato alla costruzione di un indice multicriteriale - Indice di Resilienza Urbana (IUR) - basato su un sistema di indicatori e tre macro-categorie di criteri, riferiti alle caratteristiche economiche, ambientali e sociali rilevanti, che possono influenzare il livello di resilienza urbana. Attraverso l'applicazione di una tecnica multicriteriale, quale l'Analytic Hierarchy Process (AHP), gli indicatori sono ponderati in modo diverso e poi aggregati in un indice sintetico spaziale, in grado di rappresentare immediatamente il livello e la distribuzione spaziale della resilienza relativa al contesto urbano considerato.

Nella costruzione dell'IUR, è possibile individuare le seguenti 9 fasi:

- 1) definizione di resilienza urbana;
- 2) identificazione della scala territoriale di riferimento;
- 3) identificazione delle caratteristiche più rilevanti che caratterizzano il concetto di resilienza nell'area considerata e strutturazione dell'AHP;
- 4) raccolta dei dati;
- 5) normalizzazione e analisi delle correlazioni;
- 6) individuazione dell'intervallo di intensità e determinazione dei relativi pesi locali;

7) determinazione dei pesi locali degli indicatori e dei criteri;

8) aggregazione degli indicatori nell'IUR e valutazione del livello di resilienza della scala territoriale considerata;

9) analisi di sensitività e georeferenziazione del valore di IUR ottenuto.

L'utilizzo della metodologia proposta risulta efficace per sostenere ed indirizzare le decisioni dei soggetti pubblici e privati coinvolti nel processo della pianificazione urbana sostenibile. La pubblica amministrazione, ad esempio, può utilizzare tale metodologia per identificare e successivamente monitorare le criticità evidenziate dall'indice. In tal modo, si favorisce l'incremento della consapevolezza sul tema, al fine di effettuare interventi specifici necessari per migliorare la resilienza per il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030 e degli obiettivi europei del Green Deal.

La chiara struttura dell'AHP rende il protocollo proposto immediatamente applicabile, senza richiedere conoscenze software elevate o specifiche. Inoltre, risulta flessibile e utilizzabile a diverse scale territoriali e di sviluppo urbano, consentendo di identificare prontamente il livello di resilienza più critico e per il quale sono necessari interventi specifici e urgenti.

Il soggetto privato può beneficiare dell'indice nelle fasi di negoziazione dei parametri urbanistici con la pubblica amministrazione, in quanto la valutazione attraverso l'IUR permette di tenere conto delle condizioni del mercato immobiliare locale, fornendo anche una misura del rischio di una potenziale operazione di trasformazione urbana. Ad esempio, in un'area con un IUR elevato, il soggetto privato coinvolto in un intervento di trasformazione, conoscendo le condizioni del mercato immobiliare locale, incluse nella componente economica dell'indice, può richiedere un contributo corrispondente al livello di rischio a suo carico. Inoltre, l'attenta calibrazione dei vincoli morfologici e strutturali dell'intervento consente di valutare le attuali condizioni ambientali e sociali rappresentate all'interno del valore dell'indice risultante.

Il lavoro è strutturato in due parti: la prima (Paragrafo 3) spiega e descrive tutti i passaggi della metodologia proposta; la seconda, invece, prevede la conclusione e gli approfondimenti futuri del lavoro (Paragrafo 4).

3. Metodologia

La metodologia proposta si articola in un protocollo di 9 fasi in cui, a ciascuna di esse, corrisponde una specifica operazione e tecnica di valutazione da adottare per la costruzione dell'indice di resilienza.

Nella figura (vedi Fig. 1) è rappresentata la sintesi di tutte le fasi che costituiscono la procedura.

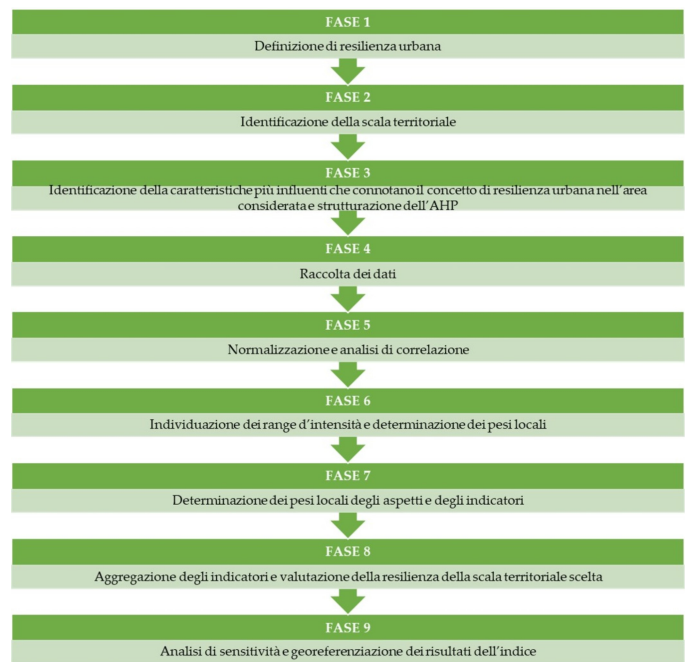


Fig. 1 - Fasi della metodologia proposta.
(fonte: propria elaborazione)

3.1. Fase 1. Definizione di resilienza urbana

In accordo con la letteratura esistente, riguardante le caratteristiche che definiscono il concetto di resilienza urbana, i fattori più rilevanti non sono solo relativi agli aspetti ambientali, ma anche quelli sociali ed economici giocano un ruolo rilevante. La capacità delle città di resistere ad eventi imprevedibili definisce il grado di resilienza di tutti gli elementi che la costituiscono.

La dimensione socio-economica è misurata mediante dati socio-demografici come il reddito, l'occupazione, la copertura sanitaria, l'età ed il livello scolastico.

La dimensione fisica infrastrutturale fa riferimento alla resilienza del patrimonio edilizio e dei suoi servizi come acqua, elettricità e sistemi di comunicazione, e comprende anche le infrastrutture verdi e blu, che insieme al tessuto edilizio rappresentano la morfologia del territorio. La tipologia di edifici e le tecniche di costruzione sono fattori rilevanti che rendono possibile conoscere il grado di vulnerabilità. Gli stretti legami esistenti tra attività antropiche e la qualità della vita urbana rendono necessario tener conto delle componenti sociali, ambientali ed economiche nella valutazione della resilienza.

Quest'ultima è spesso associata alla capacità produttiva e alla dinamicità locale, tralasciando il contributo del mercato immobiliare. In teoria, infatti, è risaputo che la resilienza urbana può aumentare la confidenza delle persone nell'investire nel settore immobiliare.

Se, infatti, i governi locali hanno agito bene in termini di adattamento e rapida ripresa dopo il verificarsi di eventi disastrosi, ciò significa che la città è forte e stabile per gli investitori. Inoltre, stabilizzare le aspettative degli investitori locali attrae più imprenditori e consumatori esteri. Infine, la dinamicità del mercato immobiliare consente di

migliorare la capacità di ripresa dell'economia, considerata spesso il punto focale di una città resiliente. È pertanto possibile definire la resilienza urbana come somma pesata di tre criteri:

$$\text{RESILIENZA URBANA} = \text{ECONOMIA} + \text{AMBIENTE} + \text{SOCIETA'}$$

$$\text{INDICE DI RESILIENZA URBANA} = w_1 * \text{CRITERIO ECONOMICO} + w_2 * \text{CRITERIO AMBIENTALE} + w_3 * \text{CRITERIO SOCIALE}$$

Laddove w_n rappresenta i differenti pesi associati a ciascun criterio che a sua volta è composto da più indicatori, selezionati in accordo con la letteratura e le caratteristiche territoriali del contesto di riferimento.

3.2. Fase 2. Identificazione della scala territoriale

La scala territoriale deve essere scelta coerentemente con l'utilità finale dell'indice, per poter considerare gli aspetti rilevanti che determinano la resilienza urbana. In particolare, quattro differenti scale territoriali possono essere individuate al variare degli obiettivi dell'analisi:

1. Scala di vicinato: può essere adottata se si intende conoscere la resilienza di un contesto ristretto, magari nelle valutazioni "ex ante" degli interventi di trasformazione urbana;
2. Scala urbana: è più ampia della precedente e può essere utile nelle valutazioni "ex ante", se devono essere realizzati servizi o infrastrutture che comprendono più quartieri o lotti urbani;
3. Scala della città: in caso di procedure di ranking o valutazioni che prevedono il confronto tra città può essere utile considerare l'intero sistema urbano presente;
4. Scala extra-urbana: è più ampia della precedente perché comprende più ambiti amministrativi e può supportare il monitoraggio del raggiungimento del livello di resilienza a scala maggiormente aggregata rispetto alle precedenti menzionate.

Nell'ambito delle decisioni di pianificazione urbana sostenibile, la scala del vicinato e quella urbana sono preferibili, in quanto maggiormente controllabili, analizzabili e conosciute dai decisori coinvolti nei processi di trasformazione urbana.

3.3. Fase 3. Identificazione delle caratteristiche più influenti e che connotano il concetto di resilienza nell'area considerata + struttura dell'AHP

Dopo aver scelto la scala territoriale da analizzare per la costruzione dell'indice di resilienza urbana, è necessario studiare e conoscere le caratteristiche che connotano la

scala considerata e che, allo stesso tempo, hanno relazioni e collegamenti con il grado di resilienza urbana. Leggibilità, robustezza, affidabilità, trasparenza e coerenza sono i criteri che guidano la scelta dei parametri che definiscono ciascun aspetto della resilienza. Di seguito (vedi Tab. 1) è riportata una lista di potenziali indicatori che rappresentano ciascun aspetto.

ASPETTO DELLA RESILIENZA URBANA	INDICATORE
Economico	<ul style="list-style-type: none"> • Trend dei prezzi di vendita/canoni di locazione del settore residenziale/ non residenziale • Volatilità dei prezzi di vendita/canoni di locazione del settore residenziale/ non residenziale • Numero medio di mesi per la vendita o locazione • Stato manutentivo •
Ambientale	<ul style="list-style-type: none"> • Tasso di consumo di suolo naturale • Temperatura media del suolo • Presenza di strutture verdi e blu • Livello di rischio sismico, di frane e alluvioni •
Sociale	<ul style="list-style-type: none"> • Numero di minori e anziani • Numero di giovani che non studiano e non lavorano • Numero di famiglie con bambini di 3 anni • Tasso di occupazione femminile/ maschile • Numero di fermate metro e bus •

Tab. 1 - Lista di possibili indicatori che costituiscono il sistema alla base della costruzione dell'indice di resilienza urbana. (fonte: propria elaborazione)

3.4. Fase 4. Raccolta dei dati

In questa fase si costruisce il database che raccoglie i valori degli indicatori a seconda della scala di misurazione che li caratterizza.

La scelta della scala territoriale incide su questa fase in quanto la disponibilità di dati, più o meno aggregati dalle fonti disponibili, è dettata da tale scelta.

La costruzione del database prevede quindi che per ciascuna unità territoriale che compone la scala considerata, si raccolgano i dati e le informazioni che afferiscono a ciascun indicatore. Questo passaggio è importante per creare un sistema di indicatori solido su cui basare la costruzione dell'indice.

3.5. Fase 5. Normalizzazione e analisi di correlazione

La comparazione ed aggregazione degli indicatori avviene previa normalizzazione dei dati raccolti, qualora compaiano differenti unità di misura. La tecnica di normalizzazione può influire sul risultato finale dell'indice, perciò deve essere scelta in maniera adeguata a seconda dell'obiettivo finale dell'analisi: dar maggior peso ai valori critici, restituire una visione globale o eliminare valori estremi che possono inficiare la valutazione sono tutti obiettivi a cui corrispondono specifiche tecniche di normalizzazione da adottare prima di aggregare gli indicatori [24].

Segue l'analisi di correlazione tra gli indicatori, per poter eliminare quelli maggiormente correlati ed evitare che fenomeni di ridondanza delle informazioni possano inficiare

la robustezza del risultato finale. Se dopo aver eliminato gli indicatori altamente correlati il numero è inferiore a 3 per ciascun aspetto della resilienza urbana, nuovi indicatori devono essere raccolti ed analizzati, altrimenti l'AHP non è utilizzabile.

3.6. Fase 6. Costruzione dei range d'intensità e determinazione dei relativi pesi locali

La distribuzione e variazione spaziale all'interno delle unità territoriali dei valori degli indicatori è presa in considerazione e valutata nella costruzione dell'indice attraverso i range d'intensità. Ciascuno di essi racchiude un range di valori osservabili negli indicatori; pertanto, le differenze possono così essere adeguatamente tenute in conto.

Ad ogni range corrisponde un peso locale, maggiore o minore, a seconda della relazione funzionale che l'indicatore ha con la resilienza urbana, in termini di peggioramento o miglioramento. La determinazione dei pesi locali avviene mediante la costruzione di matrici di confronto a coppie di ordine pari al numero di indicatori del set finale, per quanto riguarda la determinazione dei pesi locali degli indicatori, al numero di range d'intensità creati per ciascun indicatore per quanto riguarda i pesi dei range ed infine al numero di aspetti considerati per quanto riguarda il peso che ognuno di essi ha nella costruzione dell'indice di resilienza urbana. Al fine di ridurre la soggettività dei giudizi di preferenza espressi per ciascuna matrice di confronto a coppie da un panel di esperti opportunamente selezionati, il Rapporto di Consistenza viene determinato per ogni matrice effettuata. Se il suo valore è inferiore allo 0.1, la consistenza dei giudizi di preferenza è ottimale, diversamente, se superiore allo 0.1, è necessaria la revisione dei giudizi con il panel di esperti [25-26].

La trasformazione da giudizi di preferenza verbali a valori è effettuata mediante la scala di Saaty.

3.7. Fase 7. Determinazione dei pesi locali degli indicatori e degli aspetti della resilienza urbana

Il peso locale degli indicatori (livello 2) e degli aspetti della resilienza urbana (livello 1) è determinato mediante la formazione di matrici di confronto a coppie, così come per i range d'intensità. Il panel di esperti selezionato, pertanto, fornisce i giudizi di preferenza verbale che saranno trasformati mediante la scala di Saaty in valori la cui consistenza sarà verificata attraverso il Rapporto di Consistenza.

3.8. Fase 8. Aggregazione degli indicatori nell'indice e valutazione del livello di resilienza urbana della scala territoriale considerata

Considerando con $w_{i,j}$ il peso locale dell' i -esimo range di intensità relativo al j -esimo indicatore, con $w_{j,k}$ il peso locale dell' j -esimo indicatore che fa riferimento al k -esimo

aspetto e con w_k il quelli determinati dal confronto a coppie dei tre aspetti, l'aggregazione dell'indice di resilienza (IUR) è data dalla seguente formula:

$$IUR = [w_{i,1} * w_{1,1} * w_1] + [w_{i,2} * w_{1,2} * w_2] + \dots + [w_{i,j} * w_{j,k} * w_k] \quad (2)$$

L'indice di resilienza fa riferimento alle condizioni economiche, ambientali e sociali della scala territoriale adottata per la valutazione e si basa sull'insieme di indicatori che si riferiscono alle caratteristiche di un sistema urbano, pertanto può essere considerato un indice territoriale.

3.9. Fase 9. Analisi di sensitività e georeferenziazione dei risultati dell'indice

Per verificare la robustezza dell'indice di resilienza ottenuto, la modifica del gruppo gerarchico dei pesi locali dei parametri considerati nella struttura AHP, quali ad esempio gli indicatori dell'aspetto economico o quello relativo al range di intensità del j -esimo indicatore, potrebbero portare a migliorare i risultati e fare in modo che l'indice tenga conto del contributo reale di ciascun parametro [27, 28].

Per una rapida evidenza del valore dell'indice ottenuto per ciascuna delle scale territoriali considerate, un sistema informativo geografico accessibile online come "My Maps" fornito da Google, può aiutare gli utenti finali a visualizzare la distribuzione spaziale dell'indice in un formato georeferenziato sottoforma di mappa dei valori.

4. Conclusioni

Gli eventi esogeni e imprevisti recentemente avvenuti nell'ultimo decennio, come la crisi economica, il cambiamento climatico e la diffusione del covid-19, hanno evidenziato la fragilità e il basso profilo di resilienza dei sistemi urbani. Le strutture economiche, ambientali e sociali che sono alla base della complessità delle città definiscono il livello di resilienza e, quindi, la loro capacità di adattamento a molteplici stress e tensioni.

Gli approcci sistemici sembrano essere adeguati e coerenti con il concetto di resilienza urbana nella valutazione della resilienza del sistema urbano complesso, influenzato da diversi fattori interconnessi che devono essere considerati per una valutazione complessiva.

Nel contesto delineato, il presente lavoro è finalizzato alla definizione di una metodologia in grado di costruire un Indice di Resilienza Urbana (IUR) multicriteriale e spaziale che rappresenti la vulnerabilità di una determinata scala territoriale, in termini di multi-pericoli/eventi.

Il sistema multicriterio su cui si basa la costruzione dell'indice consente di tenere conto dei fattori più rilevanti degli aspetti economici, ambientali e sociali di un territorio che contribuiscono a incidere sul livello di resilienza.

Attraverso l'implementazione dell'AHP l'indice tiene conto di tutto l'effettivo contributo apportato da ciascun aspetto, indicatore e range di intensità che costituiscono il sistema di valutazione proposto da cui deriva, in termini di pesi locali. In particolare, nell'aspetto economico viene riconosciuto il ruolo chiave delle dinamiche del mercato immobiliare nella determinazione della resilienza.

In questo modo, il protocollo che prevede la costruzione del IUR può supportare i soggetti pubblici e privati nelle: i) decisioni di pianificazione urbana sostenibile, ii) processo di monitoraggio del raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030, iii) scoring e ranking procedura, iv) la composizione morfologica più resiliente dell'intervento urbano, v) la determinazione dei bilanci e dei relativi rischi che possono manifestarsi nel territorio considerato, vi) la sensibilizzazione al dibattito pubblico e al policy-making.

Gli sviluppi futuri riguarderanno l'applicazione della metodologia proposta ad un caso studio reale, verificando i risultati ottenibili con l'implementazione di altre tecniche di valutazione [29-31].

Bibliografia

- [1] Dixon J. A., Fallon L. A.: *The concept of sustainability: origins, extensions, and usefulness for policy*. In: Society & Natural Resources, vol. 2(1), pp. 73 - 84, 1989
- [2] Spindler E. A.: *The history of sustainability the origins and effects of a popular concept*. In: Sustainability in tourism, pp. 9 - 31. Springer Gabler, Wiesbaden, 2013
- [3] Wade N.: *Edward Goldsmith: Blueprint for a de-industrialized society*. Science, vol.191(4224), pp. 270 - 272, 1976
- [4] Purvis B., Mao Y., Robinson D.: *Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins*. In: Sustainability science, vol.14(3), pp. 681 - 695, 2019
- [5] Calabrò F., Iannone L., Pellicanò R.: *The historical and environmental heritage for the attractiveness of cities. The case of the umbertine forts of Pentimele in Reggio Calabria, Italy*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: New Metropolitan Perspectives, pp. 1990 - 2000. Springer, Cham, 2020
- [6] Spampinato G., Malerba A., Calabrò F., Bernardo C., Musarella C.: *Cork oak forest spatial valuation toward post carbon city by CO 2 sequestration*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: New Metropolitan Perspectives, pp. 1321-1331. Springer, Cham, 2020
- [7] Massimo D. E., Del Giudice V., De Paola P., Forte F., Musolino M., Malerba A.: *Geographically weighted regression for the post carbon city and real estate market analysis: a case study*. In: International Symposium on New Metropolitan Perspectives, pp. 142 - 149. Springer, Cham, 2018
- [8] Del Giudice V., Massimo, D. E., De Paola P., Del Giudice F. P., Musolino M.: *Green buildings for post carbon city: Determining market premium using spline smoothing semiparametric method*. In: International Symposium on New Metropolitan Perspectives, pp. 1227 - 1236. Springer, Cham, 2020
- [9] Della Spina L., Giorno C., Galati Casmiro R.: *Bottom-up processes for culture-led urban regeneration scenarios*. In: International Conference on Computational Science and Its Applications, pp. 93 - 107. Springer, Cham, 2019
- [10] Della Spina L.: *Cultural heritage: A hybrid framework for ranking adaptive reuse strategies*. In: Buildings, vol.11(3), p.132, 2021
- [11] Index C. R.: *City resilience framework*. The Rockefeller Foundation and ARUP, p. 928, 2014
- [12] Brooks N., Adger W. N., Kelly P. M.: *The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation*. In: Global environmental change, vol.15(2), pp. 151 - 163, 2005
- [13] Schipper E. L. F., Langston L.: *A comparative overview of resilience measurement frameworks*. Analyzing Indicators and Approaches, p. 422. Overseas Development Institute: London, UK, 2015
- [14] Parris T. M., Kates R. W.: *Characterizing and measuring sustainable development*. In: Annual Review of environment and resources, vol. 28(1), pp. 559 - 586, 2003
- [15] Fleischhauer M.: *The role of spatial planning in strengthening urban resilience*. In: Resilience of Cities to Terrorist and other Threats, pp. 273 - 298. Springer, Dordrecht, 2008
- [16] Frazier T. G., Thompson C. M., Dezzani R. J., Butsick D.: *Spatial and temporal quantification of resilience at the community scale*. In: Applied Geography, n. 42, pp. 95 - 107, 2013
- [17] Joerin J., Shaw R., Takeuchi Y., Krishnamurthy R.: *Action-oriented resilience assessment of communities in Chennai, India*. In: Environmental Hazards, vol. 11(3), pp. 226 - 241, 2012
- [18] Antonucci V., Marella G.: *Small town resilience: Housing market crisis and urban density in Italy*. In: Land Use Policy, n. 59, pp. 580 - 588, 2016
- [19] Sharifi A., Chelleri L., Fox-Lent C., Grafakos S., Pathak M., Olazabal M., Yamagata Y.: *Conceptualizing dimensions and characteristics of urban resilience: Insights from a co-design process*. In: Sustainability, vol. 9(6), p. 1032, 2017
- [20] Meerow S., Newell J. P., Stults M.: *Defining urban resilience: A review*. In: Landscape and urban planning, n. 147, pp. 38 - 49, 2016
- [21] Morano P., Tajani F., Anelli D.: *Urban planning decisions: An evaluation support model for natural soil surface saving policies and the enhancement of properties in disuse*. Property Management, 2020
- [22] Della Spina L., Calabrò F., Rugolo A.: *Social Housing: An Appraisal Model of the Economic Benefits in Urban Regeneration Programs*. In: Sustainability, vol. 12(2), p. 609, 2020
- [23] Tian C., Peng X., Zhang X.: *COVID-19 Pandemic, Urban Resilience and Real Estate Prices: The Experience of Cities in the Yangtze River Delta in China*. In: Land, vol. 10(9), p. 960, 2021
- [24] Joint Research Centre-European Commission: *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. OECD publishing, 2008
- [25] Schoenherr T., Tummala V. R., Harrison T. P.: *Assessing supply chain risks with the analytic hierarchy process: Providing decision support for the offshoring decision by a US manufacturing company*. In: Journal of purchasing and supply management, vol. 14(2), pp. 100 - 111, 2008
- [26] Saaty T. L.: *The analytic hierarchy process: Decision making in complex environments*. In: Quantitative Assessment in Arms Control, pp. 285 - 308. Springer, Boston, MA, 1984
- [27] Orenco P. M., Fujii M.: *A localized disaster-resilience index to assess coastal communities based on an analytic hierarchy process (AHP)*. In: International Journal of Disaster Risk Reduction, n. 3, pp. 62 - 75, 2013
- [28] Chakhar S., Martel J. M.: *Enhancing geographical information systems capabilities with multi-criteria evaluation functions*. In: Journal of geographic information and decision analysis, vol. 7(2), pp. 47 - 71, 2003
- [29] Anelli D., Sica F.: *The financial feasibility analysis of urban transformation projects: an application of a quick assessment model*. In: International Symposium on New Metropolitan Perspectives, pp. 462 - 474. Springer, Cham, 2020

Rigenerazione Urbana, PPP, Smart Cities

[30] Locurcio M., Tajani F., Morano P., Anelli D.: *A multi-criteria decision analysis for the assessment of the real estate credit risks*. In: *Appraisal and Valuation*, pp. 327-337. Springer, Cham, 2021

[31] Morano P., Tajani F., Anelli D.: *Urban planning variants: A model for the division of the activated "plusvalue" between public and private subjects*. In: *Valori e Valutazioni*, n. 28, 2021



*Tirana-Next: A Pilot Research
on the City's Urban Layers*

TIRANA-NEXT: UNA RICERCA PILOTA SUGLI STRATI URBANI DELLA CITTÀ*

Fabio Naselli, Klaudia Tufina

^aDipartimento di Architettura, Università Epoka, Rruga Tiranë-Rinas, Km 12, 1039 - Tirana, Albania

fnaselli@epoka.edu.al; ktufina15@epoka.edu.al

Abstract

Tirana-Next is pilot research that aims to provide an updated analysis-based diagnosis of the Capital and the greatest City of Albania: Tirana. How it was in the past, how it became nowadays, what are its actual conditions and what is going on through the in-force Master Plan "Tirana 030" (2018). Across diverse pilot investigations, within the Tirana neighbourhoods (super-blocks), researchers want to explore the embodied experience of inner spaces and the changing relations between them and the surrounding humanity and spatiality. The pilot cases have been studied and analysed by considering the physical space (hard-scape), the social life on the streets (soft-scape), the human interactions (human scape), the virtual spaces in addition to the conventional physical ones (digital-scape), and the processes framework (process-scape). By investigating and analysing the links between these elements it was expected that this research work might provide a set of practical recommendations and suggestions, pilot-based, for a more suitable systemic-punctual urban regeneration in the favour of Tirana neighbourhoods' quality of life, even "beyond" the in-force city planning formal process.

KEY WORDS: *Tirana-Next, Urban Identity, Informality's Values, Historic Fabrics, Development Strategies, Urban Tactics.*

1. Introduzione

Le città in transizione - come Tirana - si trasformano velocemente: il motore principale è sempre l'economia che spinge a trasformare, demolire e/o ricostruire ampie porzioni anche nella città consolidata, perseguendo strategie di sviluppo ricorrenti e standardizzanti.

Guardando attraverso la lente di queste dinamiche economiche, troppo spesso il patrimonio edilizio esistente (compreso quello storico) - vuoi perché considerato obsoleto o perché edificato con densità oggi considerate troppo basse - viene percepito come *esaurito* nei suoi ruoli urbani, e quindi da sostituire, o semplicemente non considerato affatto, rimanendo da parte come un frammento residuo di attività edilizie passate o delle recenti

contestuali turbolenze evolutive.

Tutt'intorno la "Città Moderna", come immaginata dalla politica locale e nazionale, cresce e consuma nuovo suolo, mentre cancella quelle parti di tessuto urbano consolidato che si trovano nelle aree interne della città; accentuando ancora di più squilibri fra le diverse parti di città che compongono Tirana [1] (vedi Fig. 1).

L'attuale *unico* palinsesto urbano è costituito quindi (come spesso è per ogni città Mediterranea) [2] dalla sovrapposizione di numerosi strati storico-culturali che, nel caso, provengono dagli insediamenti pre-ottomani; dalla città islamico-ottomana; dalla città moderna (come promossa dal Re Zogu I e proseguita dagli *italiani*); dalla città socialista - con i blocchi residenziali e i nuovi insediamenti lavorativi extra-moenia; dalla città informale *neoliberista*,

* Il documento nella sua interezza è frutto del lavoro congiunto dei due autori. Tuttavia, in questo articolo, i paragrafi 1, 3 e 6 sono stati approfonditi da Fabio Naselli, mentre i paragrafi 2, 4 e 5 da Klaudia Tufina.

dell'immediato post-regime; e, cronologicamente ultima, la città contemporanea, in marcia verso una chiara ma poco definita idea di "modernizzazione" [3-5].

Questi scenari, presenti in strati sovrapposti, dello sviluppo storico della città, si sommano al turbolento e caotico processo post-socialista di riappropriazione della dimensione *privata*; un processo spontaneo che ha sfidato, e sfida ancora, profondamente il significato esistenziale più profondo della sua stessa *multi-identità urbana*; proponendosi con i suoi consueti paesaggi urbani "interni" a misura d'uomo, composti di case unifamiliari con giardino (pre-ottomane e ottomane), edifici stilistici di piccole dimensioni (palazzetti razionalisti e c.d. ville italiane), blocchi socialisti, e un vasto insieme di micro realizzazioni informali e adattamenti creativi spontanei che rendono le *aree interne* della città così ricche di cultura locale remota e relazioni sociali pienamente compiute [6].



Fig. 1 - Tirana.

Foto sopra: il centro città fino al 2018.

Foto sotto: il centro città come riconfigurato oggi.

(fonte: foto degli autori, 2018, 2022)

Ma anche una ricchezza di tessuto urbano, sociale e culturale che è oggi a rischio di sostituzione - cieca e incondizionata - per fare spazio ai nuovi grandi isolati urbani contemporanei che crescono in verticale, ovunque e con molto poco rispetto per la sua peculiare identità urbana

e un'attenzione zero all'eredità sociale e culturale della città.

Oggi, l'Amministrazione persegue l'obiettivo di dare forma alla nuova Tirana Moderna e il Piano Urbanistico TRO30, in vigore dal 2018, ne ha tracciato chiaramente ed inequivocabilmente le strategie chiave e le norme alla scala urbana. Strategie tutte condivisibili e adeguate che però, nel dettaglio di quelle aree racchiuse come un patrimonio all'interno dei super-blocchi ritagliati dalla città formale, sembrano essersi limitate a *chiudere gli occhi* lasciando all'iniziativa privata il provvedere di un nuovo ordine - a colpi di sostituzioni edilizie e urbanistiche - quelle parti di città composte da strati di storia sovrapposta e di "spontaneità informale" generata nella prima ora della caduta del socialismo. Dalle prime risultanze del processo di analisi e indagine che si presenta in questo articolo, possiamo senza dubbio già affermare che - nonostante i pregi e le innovative idee, ancora qualcosa manca nelle strategie di sviluppo per la prossima Tirana, così come delineate nel vigente Strumento [1, 6].

Questo articolo si propone di presentare una prima sintesi di considerazioni scaturite dai lavori di indagine avviati, dalla metodologia applicata; e quindi argomentare sui primi risultati della ricerca *Tirana-Next Pilot-Approach* (TN.PA) in corso presso il Dipartimento di Architettura dell'Università Epoka a Tirana [7]. Le finalità principali della ricerca sono di apprendere da queste singolari dinamiche evolutive della città; di comprendere e diffondere i reali valori degli strati che hanno costruito Tirana nei diversi momenti della sua evoluzione storica, di mappare quelle caratteristiche tipologiche e morfologiche che definiscono sia l'identità urbana, che i paesaggi urbani da proteggere e valorizzare.

La ricerca mira a definire una proposta per due possibili strategie "mancanti", una mirata a tutelare e valorizzare quell'anima storica diffusa di Tirana; l'altra a valorizzare il sistema dei "Terzi Paesaggi" [8, 9] lasciati fuori dalla veloce e massiva crescita della città.

2. Obiettivi e temi di ricerca emergono dalla realtà

L'obiettivo principale di questo articolo, e del lavoro di ricerca che lo supporta, scaturisce dal bisogno di sottolineare e fare emergere - nel dibattito corrente - alcuni dei temi cruciali fra quelli "dimenticati" nell'attuale processo di configurazione della città, avviato con la stagione della *Modernizzazione* e col nuovo Piano Urbanistico TRO30 adottato nel 2018.

Da quando Tirana ha avviato questo nuovo processo di transizione "dentro le regole", attorno all'anno 2005, l'accelerazione sulla crescita ha lasciato spazi troppo ampi sia per *interferenze* privatistiche che per suggestioni culturali *omologanti*. Il collage di articoli di giornale e pagine web (vedi Fig. 2) ci fornisce un buon panorama degli ar-

gomenti e delle discussioni in atto sulla città, e sulle riflessioni sulla direzione dello sviluppo che la città ha intrapreso, anche nel dibattito pubblico.

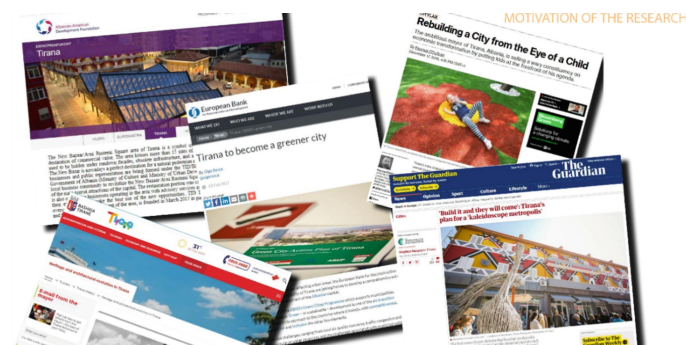


Fig. 2 - Obiettivi e temi di ricerca emergono dalla realtà. (fonte: elaborazione grafica degli autori, 2022)

Come affermato da J. Gehl (2010), “negli ultimi decenni le nostre città sono state costruite più dall’alto che da una prospettiva umana” [10], perseguendo in un vecchio paradigma delle origini della città moderna [11].

Questo ha significato che i bisogni umani *reali* sono stati dimenticati (al limite accantonati) e che la priorità nell’organizzazione della città è stata a poco a poco transitata all’automobile e ai suoi accessori; ai nuovi e sempre più grandi volumi costruiti; alle infrastrutture viarie (strade, autostrade, circonvallazioni, ecc.); tutti materiali a cui si è delegata la priorità in quanto più redditizi e, nel connettere il centro città con i nuovi sobborghi urbani, capaci di generare nuove economie utili a rendere questi processi facili e veloci, così da rilasciare la possibilità di costituire nuovi pezzi di città. Con il risultato che le nostre città sono diventate più *Mega*, in forma di estese *conurbazioni metropolitane*, di giganteschi nuovi quartieri residenziali, di mega-attrezzature per il commercio (spesso fallimentari *alias* di immaginari quartieri storici urbani”), e così via dicendo.

Questa situazione è perfettamente presente, a una scala sempre più larga, nell’intensa e vibrante città di Tirana. Col repentino incremento di popolazione, dovuto principalmente all’immigrazione dalle aree rurali o da altre città minori, il bisogno di crescita della città si è naturalmente espresso in nuove aree urbanizzate dove, volumi costituiti velocemente hanno rimpiazzato, e spesso *negato*, sia lo spazio pubblico che la vita pubblica.

È certo che la priorità è stata data alle infrastrutture (cavalcando le ragioni di una *presunta* carenza endemica) e all’edilizia privata mentre - come un contrappeso - minore attenzione è stata concessa alla parte più “a dimensione d’uomo”, quell’*area interna* della città, e ai bisogni reali dei suoi cittadini.

3. Breve evoluzione di Tirana

La popolazione di Tirana, al 2022, è di 906.166 abitanti; su una superficie di 1.110 Km² circa, essa raccoglie più del 30% dell’intera popolazione albanese (2.793.592) [dati INSTAT 2022] [12].

Tirana si trova al centro dell’Albania; giace in una vasta in pianura umida alluvionale, circondata da colline e montagne che la separano dalla costa sull’adriatico, le prime, e dall’entroterra montano, le seconde.

La città è tagliata in direzione est-ovest da due fiumi, il Lana, che l’attraversa da parte a parte, al suo interno, e dal fiume Tirana, che la borda sul margine settentrionale. All’interno della città si trovano anche due laghi, il lago Farka e il cosiddetto Lago Artificiale, punto di interesse per attività sportive, di svago e godimento del tempo libero (vedi Fig. 3).



Fig. 3 - La città di Tirana, e sua collocazione geografica. (fonte: elaborazione grafica degli autori, 2022)

L’attuale impronta della città la vede articolata in blocchi e super blocchi [6] circondati e configurati dagli assi viari principali e dagli anelli interni. All’interno di questi super blocchi, definiti e bordati da edilizia socialista o dai nuovi edifici post-socialisti, contenenti lo scenario storico/informale vivente della città, come descritto nel seguito (vedi Fig. 4).

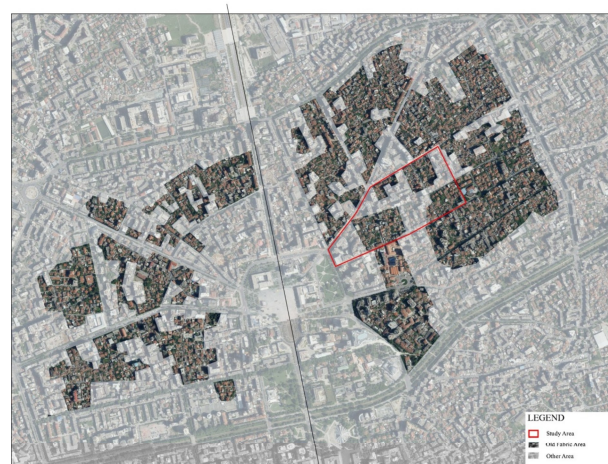


Fig. 4 - Assi, Ring e Super Blocchi. (fonte: elaborazione grafica degli autori, 2022)

Rigenerazione Urbana, PPP, Smart Cities

Il processo di crescita e sviluppo della città è stato molto articolato e complesso, così come molto rapido.

Presumibilmente iniziato da un insediamento agricolo, forse una piccola città rurale, fino ai giorni nostri, diversi fattori hanno preso parte nel processo formazione di Tirana, lasciandone traccia nei numerosi *layer* sovrapposti che oggi la compongono. Le radici certe di un primo insediamento si possono datare al III secolo D.C., ma la regione che oggi corrisponde al suo territorio è stata certamente abitata ininterrottamente dall'età del ferro. L'area era popolata dagli Illiri ed è stata probabilmente un centro di raccolta e commercio di produzioni agricole anche durante il periodo Romano e Bizantino.

Poi, sotto l'Impero Ottomano (1614), l'insediamento acquisisce lo status di città (vengono realizzate le attrezzature minime indispensabili quali: il mercato, l'albergo, l'hammam, la Moschea e il forno) [3, 4] aprendo le porte ad un nuovo processo di city-forming.

In termini di *formazione* della città, possiamo descrivere almeno due stagioni in cui la città ha alternato percorsi di crescita organica e informale - il periodo Ottomano e pre-Ottomano, e successivamente alla caduta del regime socialista - a percorsi di evoluzione formale e razionale - dall'insediamento del Re Zogu Primo e, in continuità, il successivo periodo coloniale italiano, al seguente periodo socialista, fino all'attuale fase di "restaurazione" avviata nel 2005.

Questi eventi configurano definitivamente l'impronta della città attuale - con l'indipendenza, Zogu Primo avvia un profondo processo ridisegno della città, che dal 1920 è stata anche proclamata capitale della Nazione (vedi Fig. 5) - la città informale cede il passo ai primi approcci di una nuova città formale, la guida e le decisioni vengono dal Centro, mentre il concetto e le proposte vengono da specialisti europei. Gli architetti italiani hanno un grande ruolo in questa fase e, già prima dell'invasione di Mussolini, hanno il privilegio di potere avviare il processo di riconfigurazione della città attraverso la realizzazione di un primo lungo boulevard [4, 5].



Fig. 5 - Il primo "asse" rigido sovrapposto su un tessuto urbano morbido.
(fonte: Archivi IGM, Firenze, 1936)

Il passo è fatto, un lungo e largo asse viario taglierà la città in due, ponendo le basi per la configurazione della nuova forma di città che darà origine all'attuale impronta reticolare, strutturata in assi radiali e anelli circoncetrici, sovrapposta alle *città organiche* preesistenti (vedi Fig. 6) [6].



Fig. 6 - Sintesi del processo di sviluppo di Tirana dal 1920.
(fonte: elaborazione grafica degli autori, 2022)

Ma la storia evolutiva recente riserva ancora interessanti sorprese. Con la definitiva caduta del regime socialista (1994) e l'instaurazione di una nuova Repubblica democratica ancora acerba e debolmente rappresentata, si apre una nuova stagione di "informalità" [14, 15].

L'improvvisamente acquisita libertà di scelta e di azione scatena, per quasi 15 anni, la possibilità per "tutti" di attuare le proprie scelte e mette in condizione chiunque, privatamente o collettivamente, ma non ancora come pubblico, di realizzare tutte quelle trasformazioni edilizie ed urbane desiderate ed auspiccate per anni, che riaprono oggi la questione della configurazione fisica della città [3-5]. Si può considerare questa come una lunga fase di autodeterminazione (non solo Tirana, ma tutta l'Albania ne è pervasa) in cui la città muta di nuovo, assecondando scelte "organiche e informali"; cercando e dando risposte ai bisogni minuti e quotidiani in un processo di reale bottom-up; inseguendo esigenze, bisogni e desideri infine liberi di potere essere liberamente espressi e messi in pratica [6]. Si modificano i volumi costruiti, le destinazioni d'uso - soprattutto ai piani terra - si agganciano nuovi corpi edilizi con *rocambolistiche* giunzioni creative, si costruiscono nuove case e nuovi palazzi nei vuoti una volta destinati a spazi collettivi delle architetture di regime.

L'ultima fase di questo continuo in-divenire del paesaggio e della forma urbana inizia nel 2005, con il primo governo democratico stabile e riconosciuto, che restaura un certo ordine ed un nuovo democratico rispetto delle regole [6]. È significativo notare che, nonostante questa ricchezza e sovrapposizione di strati succedutisi nella configurazione della città attuale, nel comune sentire Tirana continua a essere considerata una città di 100 anni di età; facendo erroneamente partire il cronometro dal 1920!

Anche questo atteggiamento collettivo *errato* contribuisce ad accentuare l'oblio delle parti più antiche della città.

4. Spazi urbani aperti più reali e più comuni: un criterio metodologico

“Le città sono i luoghi dove la gente si incontra e scambia idee, affari o semplicemente si rilassa e si diverte” [14] “[esse] sono la casa della società.” [11] [traduzioni degli autori].

Data l'importanza indiscussa della vita sociale e della sfera sociale in ambito urbano, attività, interazioni e relazioni innalzano di conseguenza l'importanza del ruolo giocato dagli spazi comuni, ponendo l'accento sulle relative esigenze qualitative spaziali.

È noto, infatti, che il generale contributo alla qualità della vita e al benessere delle persone è direttamente causa/effetto del miglioramento della qualità dei nostri ambienti urbani aperti [10], possiamo argomentare che l'intera realtà pubblica della città, strade, piazze, parchi, ecc., si palesa come un palcoscenico attivo, catalizzatore di ogni tipo di interazione sociale che contraddistingue la peculiare dinamicità di ogni città.

Ma per comprendere le qualità locali bisogna andare ancora più a fondo nell'analisi e spostare la scala di indagine alla dimensione del quartiere, dove si possono meglio comprendere le complesse *multi-realtà* di queste parti di città ad uso misto. Unità base del sistema di relazioni umane e sociali della comunità, alla scala locale come a quella dell'intera città, dal micro al macro.

Luoghi dove il sistema degli spazi urbani risulta essere più *collettivo* che *pubblico*, e in ciò risulta più aderente alla vita reale e al vero sistema di relazioni *puntuali* che segnano le dinamiche identitarie di queste parti interne, celate nei super blocchi.

Per queste ragioni, il processo di indagine è stato condotto su due binari paralleli, a scala urbana e a scala di quartiere (in *due-più-una* aree di studio) ed è partito dal ricomporre e aggiornare il quadro conoscitivo dei luoghi, delle persone e delle attività, nonché delle informazioni di sfondo, per poi concentrarsi sulla parte interpretativa dei dati raccolti o derivati, e si è concluso proponendo una riflessione sui casi studio come paradigmatici per la comprensione dell'intera città, per giungere, infine, a delineare dal confronto, quelle caratteristiche compatibili capaci di suggerire possibili strategie complementari alla pianificazione urbana ufficiale. Strategie più mirate (da definirsi e ritagliarsi caso per caso) e modellate sul luogo e sui valori del luogo, da attuare sollecitando una piena partecipazione delle comunità locali.

L'obiettivo finale di tali nuove strategie *complementari* alla pianificazione ufficiale già in essere, non potrà che essere di promuovere la *Prossima Tirana* come una città per la gente [1, 7], concentrandosi sulla dimensione umana, im-

maginando la realizzazione di una città sicura negli spostamenti, vivibile negli spazi aperti, sostenibile nelle pratiche, attiva nelle interazioni e abile nel mantenere e abilitare i caratteri sociali e relazionali derivanti dalla lunga e travagliata storia vissuta; una storia che oggi configura una *città per parti*, tutte diverse e sovrapposte, ma tutte presenti e vive.

Per capire, investigare e studiare questi aspetti abbiamo seguito un criterio metodologico di lavoro complesso, che fosse integrato e misurato per questi *speciali quartieri* di Tirana - celati all'interno di quelli che abbiamo definito super blocchi - in modo da consentirci di raccogliere e gestire la grande varietà e variabilità di dati e informazioni derivate da un'indagine multicriterio sul campo.

Nel diagramma della figura (vedi Fig. 7), in basso, è rappresentata graficamente la cornice metodologica multicriteriale seguita.

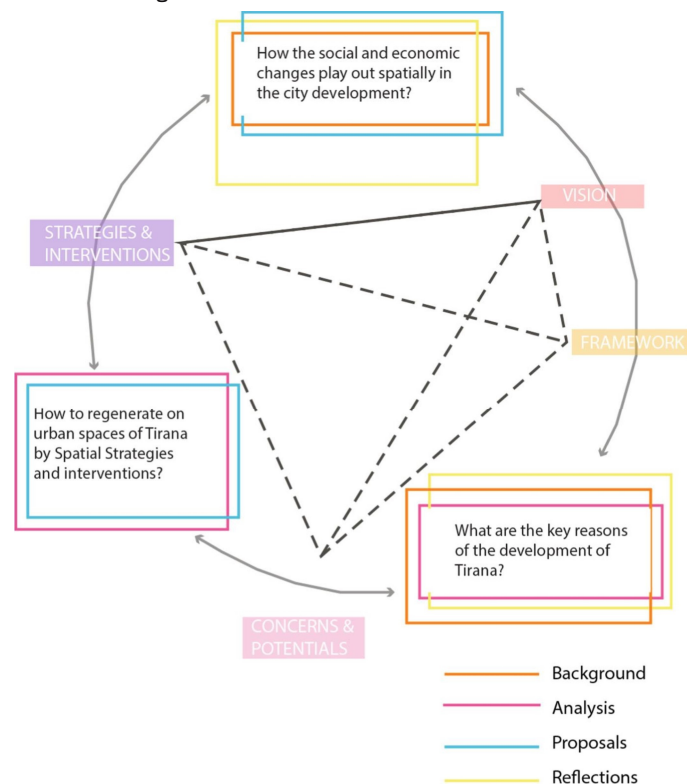


Fig. 7 - La cornice metodologica multi-criteriale applicata. (fonte: elaborazione grafica degli autori, 2022)

Sia a livello di super blocco che di quartiere le domande che abbiamo provato ad indagare sono state:

- 1) Come possiamo registrare la reale *esperienza dei cittadini*, in una visione più ampia, e capire quali siano quei servizi e attività che usano giornalmente al servizio della loro *vita reale*?
- 2) Come possiamo contribuire a stabilizzare le condizioni spaziali e socio-economiche del quartiere attraverso strategie e interventi condivisi, anche *puntuali e tattici*?
- 3) Quali sono i *temi chiave* per il prossimo sviluppo di Tirana?

È utile ribadire ancora, prima di procedere oltre nella de-

scrizione della ricerca, che la scala di analisi e di comprensione dei fatti non può che essere quella del quartiere. In particolare, per Tirana, la scala è quella del super blocco, o di una sub-parte omogenea di esso, che abbiamo chiamato quartiere, dove il riadattamento di luoghi di bassa qualità, spesso dimenticati o semplicemente ignorati dai processi di crescita dominanti, può davvero consentire un innalzamento reale della qualità urbana locale. Spazi anche piccoli, ma letti insieme come un sistema di micro-spazi pubblici o collettivi, interconnessi da percorsi di mobilità pedonale e alternativa (ciclabili o per mezzi elettrici); sicuri (ovvero praticabili da tutti); brevi (percorribili in 15 minuti), intervallati da spazi di raccolta, scambio e socializzazione, e adatti a raggiungere in sicurezza tutti i luoghi e le attività del quartiere che soddisfino i bisogni giornalieri e settimanali.

Restituendo quella priorità al pedone nell'uso degli spazi urbani per le attività di vita normali (vedi Fig. 8).



Fig. 8 - I temi chiave indagati dal lavoro di ricerca nei super blocchi.
(fonte: elaborazione grafica degli autori, 2022)

5. Aree di studio e applicazione della metodologia di analisi

Per i propositi della ricerca sono state scelte due aree di studio, di investigazione e di analisi che si trovano all'interno di due dei super blocchi della città in cui le tracce della poliedrica storia di Tirana sono più evidenti e, nello stesso tempo, ancora abbastanza conservate.

Il primo è il super blocco delimitato dall'asse di Rruga Duresit, da quello di Rruga Kavajes, dal ring di Unaza e che termina, quasi a punta, sul sistema della piazza centrale della città, piazza Skenderbej; il secondo è il super blocco delimitato dagli assi di Rruga e Dibres e Rruga Luigj Gurakuqi-Hoxha Tahsim, dall'anello di Rruga Bardhyl e, anch'esso, chiude sul sistema di piazza Skenderbej (vedi Fig. 9).



Fig. 9 - Le aree di studio e indagine.
(fonte: elaborazione grafica degli autori, 2022)

Allo stesso tempo anche il sistema centrale di piazza Skenderbej è stato oggetto di analisi allo scopo di potere effettuare utili comparazioni funzionali. Entrambi i quartieri scelti per lo studio sono fra i quartieri più vecchi di Tirana, prossimi al centro fisico e urbano della città e, come detto, ritagliati da larghi assi viari. La scelta è stata fatta anche considerando la loro alta densità di popolazione e l'alto livello di attività vitali presenti.

Questo tipo di analisi integrata e comparata tra le due aree e il centro urbano, è stata portata avanti sui diversi temi chiave che abbiamo evidenziato in precedenza (vedi grafico di Fig. 8), avendo la possibilità di tirare conclusioni che intrecciano valori e aspetti sociali, culturali e spaziali a scala locale. Nel concreto, l'analisi è stata condotta sul campo, partendo da un'analisi intuitiva e percettiva, come passeggiate e osservazioni sul campo a diverse ore del giorno e in diversi giorni della settimana; e poi interviste, domande e incontri con i cittadini, campagne fotografiche e, finalmente, somministrazione formale di questionari, composti da domande non generiche, ma tarate sulla base della reale consapevolezza locale, come registrata lungo le fasi di interazione con la comunità. In parallelo è stata condotta l'analisi dei dati e delle informazioni recepite dalle amministrazioni locali e nazionali.

La classica analisi morfologica e tipologica *desk* è stata condotta anche dal confronto e dalla sovrapposizione delle cartografie e immagini storiche, così come dal raffronto con documenti e dati archivistici e statistici.

L'intento è stato quello di mappare, nell'ordine: le tracce residue dei brani di tessuto storico ancora presenti e il loro stato; la ricchezza e i rischi degli adattamenti informali e delle micro modifiche adattative spontanee; la effettiva consistenza dei bisogni *reali* dei cittadini e i loro desideri; la reale consistenza delle attività e dei servizi ai piani terra e negli spazi aperti, marciapiedi inclusi.

Così cercando una mediazione fra i reali fabbisogni e i reali valori inalienabili e da salvaguardare per riconoscere, mantenere e rafforzare quell'identità urbana forte che ne traspare.

In questo modo, riteniamo di potere fornire una scala di valori utile per ogni presente e futura proposta che voglia tenere debito conto delle vocazioni del luogo, delle caratteristiche fisiche, dei modi d'uso, dell'accessibilità, e delle varie attività che vi si svolgono. Potere contare su una "lista di desideri e di bisogni" da soddisfare, dalla quale fare germogliare ogni progetto tagliato sul quartiere piuttosto che acriticamente calarlo dall'alto.

L'utilizzo, infine, di alcune applicazioni di facile reperimento ci ha permesso di tenere conto, per esempio, dei dati sui reali spostamenti degli abitanti del quartiere, nonché sull'uso (in termini di occupazione) dello spazio che essi fanno quotidianamente.

Nella figura (vedi Fig. 10), come esempio, è mostrata la sintesi dei primi risultati dell'analisi multi-Criteria riguardante il tema dell'accessibilità, le forme di tale accessibilità e i diversi gradi di accessibilità nelle due aree prese come casi studio e nell'area campione del Centro Città.

La circolazione è evidenziata nelle modalità pubblica e privata, così come veicolare e carrabile. Sono inoltre evidenziate le aree dedicate alla circolazione veicolare, incluse sosta e parcheggio, sia formali che informali.

Continuando nella interpretazione dei dati e dei primi risultati esposti graficamente nella figura (vedi Fig. 10), si può evincere che anche la quantità di spazio pubblico, istituzionale e privato, trova sostanza nella maggior parte della area interessata, al contrario di quanto ci si potesse aspettare, in linea con i paradigmi ricorrenti per la città. Nella mappa abbiamo mostrato analoga lettura anche per il centro cittadino, ovvero per il sistema di piazza Skenderbej, al fine di fornire un confronto con la parte più dinamica e viva della città.

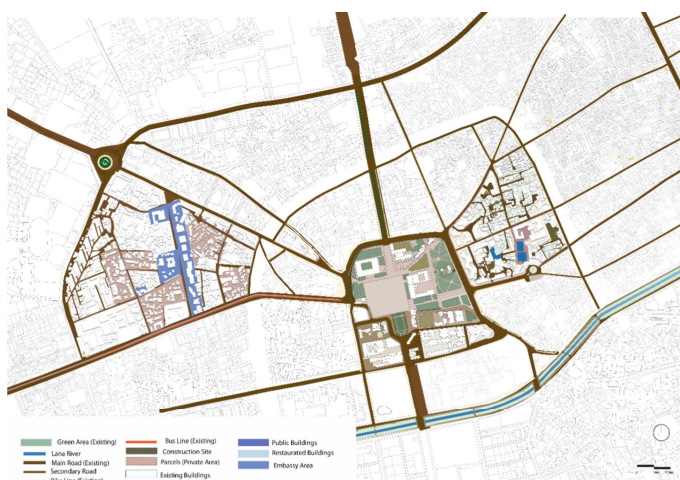


Fig. 10 - Sintesi dei primi risultati dell'analisi multilivello dell'accessibilità, e i diversi gradi di tale accessibilità. (fonte: elaborazione grafica degli autori, 2022)

Un'ulteriore informazione che possiamo ricavare da questo singolo tema di analisi riguarda la quantità di spazio (soprattutto di spazio verde) aperto al pubblico che, contrariamente al dato precedente, ci informa della forte carenza. Questo a ulteriore dimostrazione che la tipologia più ricorrente per le aree interne della città è ancora quella con giardino, di derivazione certamente rurale tra-

sformata in urbana.

Dalla comprensione, che non può che essere complessa e intuitiva, delle reali condizioni di queste zone potremo crearci una più chiara consapevolezza su cosa succede nella vita reale fra gli edifici, e perseguire il grande obiettivo di immaginare la città di Tirana come una *Tirana Next* a misura d'uomo.

Ma una delle prime fasi di indagine è stata condotta proprio sulla struttura e sui contenuti del piano, attraverso i documenti rilasciati pubblicamente dall'amministrazione e attraverso i siti web ufficiali della città di Tirana e dell'Agencia Nazionale per la Pianificazione Territoriale (AKPT), nonché da quanto riportato sul sito web dello studio Boeri, consulente per il piano.

È proprio dalle informazioni ottenute che abbiamo ritenuto più importante concentrarci su queste parti nascoste della città. Abbiamo quindi condotto un'analisi quali-quantitativa dello strumento, nel tentativo di tirarne fuori una valutazione sull'approccio ad un quartiere tipo. Il risultato è esposto in una valutazione in termini di Analisi SWOT a due vie, comparativa degli interventi con effetti alla scala urbana e di quelli con effetti alla scala di quartiere, ovvero delle aree urbane interne (vedi Tab. 1).

	Tirana 030	Inner-city
Strengths	Reduce land take Promoting regeneration and densification Territorial safety New urban economies Green areas proliferation Pollution reduction Biodiversity spot and connectors Bicycle lane network More efficient public transportation	Low rise-mixed rise buildings Providing citizens with all the necessary services Social cohesion Very near attractive areas of the city Mixed architectural style Cultural heritage
Weaknesses	Lack of regenerating the smaller scale of the neighbourhoods Lack of regenerating building typologies Lack of green areas within neighbourhoods Lack of paths layout within neighbourhoods Lack of mobility within neighbourhoods	Lack of green infrastructure Lack of green spaces around the housing areas Wasted areas serving as parking Big scale buildings Heavy car parking Waste in potential green areas
Opportunities	Covers the most urbanized areas of the city Creates great infrastructure of the city layout Potential collaborating with the existing Infrastructure within the city Creates collaboration and social integration within neighbourhoods	Situated at the most urbanized parts of the city Near the rings Near the centre Easily accessible Close to landmarks of the city Potential infrastructure for a "walkable city"
Threats	Not connected with the livable parts Overlaps the existing situation Does not cover "inner-city" infrastructure	Limited municipal revenue sources Lack of regeneration and transformation plan Lack of organized paths

Tab. 1 - Analisi SWOT doppia, confronto delle alternative. (fonte: elaborazione degli autori, 2022)

6. Conclusioni: Oltre la pianificazione ufficiale

Lo sviluppo di Tirana al 2030 è definito ufficialmente da una serie di 13 progetti strategici contenuti all'interno del piano regolatore della città, cosiddetto TRO30 (vedi Fig. 11) approvato e in vigore dal 2018.

TIRANA AS A KALEIDOSCOPIC METROPOLIS

13 strategic projects that contribute in the short, medium and long term to the creation of Tirana as a Kaleidoscopic Metropolis.

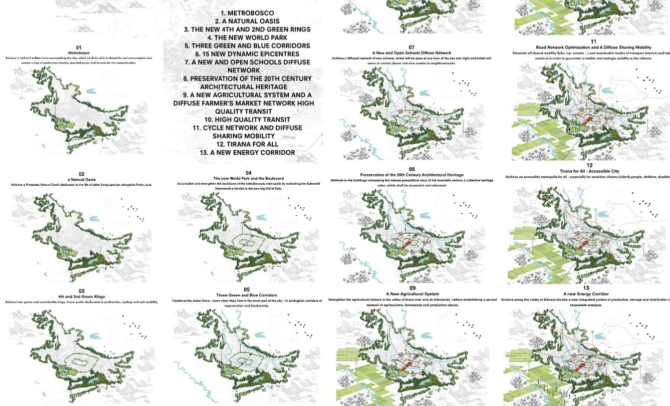


Fig. 11 - I 13 Progetti Strategici del TRO30.
(fonte: Studio Boeri, 2018)



Fig. 12 - Il progressivo riempimento per sostituzione e verticalizzazione dei tessuti urbani originari della città.

Foto presa lungo la recente "estensione" del principale asse urbano.
(fonte: foto degli autori, 2022)

La visione ufficiale per la città futura costruita dal Piano mira risolvere i problemi infrastrutturali di mobilità e reti di servizi, ambientali e del verde pubblico, dei principali spazi pubblici, di produzione energetica alternativa, delle periferie, dei quartieri urbani degradati sui margini della città consolidata, dell'agricoltura periurbana, della gestione delle acque, e del turismo [17].

"Tirana 2030, carta di identità dello sviluppo futuro della città, si compone di tre parti fondanti, che corrispondono a tre fasi di redazione del Piano Regolatore, ciascuna con un livello di approfondimento e definizione progressivi. L'"*Affresco metropolitano*", fondato su dieci grandi temi (biodiversità, policentrismo, sapere diffuso, mobilità, acqua, geopolitica, turismo, accessibilità, agricoltura, energia) dà la visione complessiva del Piano; l'"*Atlante*", composto da 13 progetti strategici collocati nel territorio, definisce gli interventi che possono innescare lo sviluppo delineato dall'"*Affresco*" e che saranno poi realizzabili attraverso una "*Carta di regole*" la cui stesura rappresenta la terza fase di attuazione del Piano [17].

Essendo un piano regolatore generale, il progetto si focalizza soprattutto alla scala urbana, re-immaginando una Tirana policentrica, verticale e *full-green*. Dal punto di vista della struttura e del disegno urbano, conferma e rafforza, con l'ultimo anello, l'attuale disegno radiale della città.

Alla Scala del quartiere, o meglio dei super blocchi generati da tale disegno urbano, non è posta nessuna attenzione. Come nessuna attenzione si riserva ai loro valori intrinseci e alle loro caratteristiche identitarie, e i suoli da loro occupati (circa il 65/70% dell'intera città) restano a disposizione - come di fatto sta già accadendo - per questa "*verticalizzazione*", come *fogli bianchi* in attesa di essere fustellati e aperti come pop-up (vedi Fig. 12).

A parte un certo numero di progetti di riqualificazione urbana di alcune aree *incastrate* fra la periferia e la città; il piano raccomanda per queste aree interne ai super blocchi solo alcune strategie concettuali minori degne di nota. Come l'uso 24h degli spazi scolastici esterni e attrezzati per attività varie a servizio della collettività, proposto come attuazione del concetto di agopuntura urbana, ma non interpretato, ad esempio, né in termini sistemici, né partecipativi.

Va da sé che il potere contare su uno strumento che tratta e propone visioni in quasi tutti gli aspetti legati alla gestione della città è di sicuro un grande vantaggio per la ricerca urbanistica, anche considerando che il piano è stato adottato nel 2018 e che quindi è abbastanza recente; esso rappresenta un'ottima base per riflessioni di maggiore respiro a proposito di alcuni argomenti e temi che dalla ricerca sono emersi come di particolare rilevanza. La prima grande questione che emerge nelle riflessioni sull'attuale strumento di pianificazione, o meglio, su quello che il Piano non fa emergere, è che si capisce che l'attenzione prioritaria continua ad essere data - ancora una volta in continuità con i periodi formalistici della storia di questa città - alla *città ufficiale*, ovvero alla città che appare lungo i boulevard, lungo gli assi e lungo gli anelli, dalle principali piazze e giardini pubblici.

Dimenticando in tal modo, o meglio colpevolmente omettendo, la ricchezza, non soltanto storica, di quello che abbiamo calcolato rappresentare, in media, il 65/70% dell'intero tessuto cittadino. Quella poliedrica e labirintica, ma zeppa di vita, *parte interna* dei super blocchi.

Un insieme di parti di città che riempiono i vuoti lasciati dalla *città perfetta*, aprendo spazi di incertezza, a volte degrado, ma anche lusso e ricchezza di attività quotidiane e sicuramente vibrante di relazioni sociali, della *città naturale* (vedi Fig. 13).



Fig. 13 - La reale situazione dei quartieri delle aree interne della città, racchiusi all'interno dei super blocchi ritagliati dagli assi viari radiali. (fonte: elaborazione grafica e foto degli autori, 2022)

Parti di un insieme lasciate indietro dal veloce, esasperato sviluppo (crescita) della città, soprattutto a seguito della caduta del socialismo e fino ai giorni nostri.

Ma parti di città in cui la dimensione umana è ancora fortemente presente, e in qualche modo storicamente e culturalmente protetta, anche se costantemente sotto attacco per via dei crescenti bisogni dell'automobile e della continua sostituzione di brani di tessuto orizzontale con nuovissimi palazzi multipiano [15].

Quello che troviamo, se zoomiamo alla scala del quartiere, se entriamo dentro questi super blocchi, se esploriamo le sue strade i suoi vicoli, è la ricchezza del suo tessuto fatto di frammenti di storia e adattamenti spontanei e informali a una nuova improvvisa libertà; se buttiamo un occhio alla molteplicità di stili e di trasformazioni, così come alla varietà e alla densità delle relazioni e interrelazioni sociali. In questa corsa verso la *Modernizzazione*, diviene urgente prenderle in considerazione in maniera più significativa di come faccia il piano TRO30 nelle parti interne. Sono parti che meritano un'attenzione rigenerativa che tenga conto di questa complessità di elementi e fattori. Ed è un'azione che deve andare di pari passo con la ricognizione del patrimonio storico ancora esistente - e a rischio di cancellazione perché non riconosciuto nella sua unicità come monumento, né tantomeno come frammento di tessuto storico più complesso - e col riconosci-

mento del valore delle trasformazioni spontanee - quegli adattamenti venuti dal riadattamento di spazi, volumi e attività.

Il piano ufficiale quindi ci offre una visione ampia e strategica per sviluppare la città e indirizzarla sulla strada di una metropoli green contemporanea [vedi Fig. 14].



Fig. 14 - Vista dall'alto della Visione "full-green" O30 per Tirana. (fonte: Studio Boeri, 2018)

Tutte strategie e visioni assolutamente condivisibili, ma non sufficienti. È indispensabile porre attenzione alla piccola e micro scala della città al suo interno, implementando le strategie e le azioni già delineate con almeno due altre azioni strategiche, la definizione del centro storico (a macchia di leopardo) della città (e quindi la sua protezione e gestione) e la definizione degli interventi attuabili e da attuare (anche con pratiche *bottom-up*) per valorizzare l'unicità identitaria delle *aree interne* della città.

Tirana-Next è una ricerca pilota in corso, partita nel 2019, che mira a fornire una diagnosi aggiornata, basata sull'analisi della capitale e maggiore città dell'Albania: Tirana. Com'era in passato, come è diventata oggi, quali sono le sue attuali condizioni e cosa sta succedendo attraverso il vigente Master Plan "Tirana 2030" (2018). Attraverso complesse indagini pilota, all'interno dei quartieri di Tirana (*super blocchi*), i ricercatori intendono esplorare e rendere condivisibile l'esperienza multipla degli spazi interni e le mutevoli relazioni, l'umanità e la spazialità circostanti. I casi pilota sono stati studiati e analizzati considerando lo spazio fisico (paesaggio solido), la vita sociale nelle strade (paesaggio morbido), le interazioni umane (paesaggio umano), gli spazi virtuali oltre a quelli fisici convenzionali (paesaggio digitale) e il framework dei processi (paesaggio dei cicli e processi).

Indagando e analizzando i legami tra questi elementi ci si aspettava, come è stato finora dimostrato dai primi risultati conseguiti, che questo lavoro di ricerca potesse fornire una serie di raccomandazioni e suggerimenti pratici, per una rigenerazione urbana sistemico-puntuale più adeguata a favore della qualità della vita reale dei quartieri di Tirana, anche "al di là" del vigente processo formale urbanistico in corso.

Bibliografia

- [1] Naselli F.: *Tirana-next: a complementary development strategy (and consequent urban tactics) for the informal and historical urban fabrics within Tirana super blocks*. In: Yunitsyna, A., et al. (eds.): *Current Challenges in Architecture and Urbanism in Albania*. Cham (CH) The Urban Book Series, pp. 61 - 77, Springer, 2021
- [2] Matvejevic P.: *Breviario mediterraneo*. Milano (IT), Garzanti, 2020
- [3] Aliaj B., Lulo K.: *The city of Tirana, history of architecture and urban development*. In: Aliaj B., Lulo K., Genc M. (eds.): *Tirana the Challenge of Urban Development*. Skofja Loka (AL), SLOALBA Publishers, 2003
- [4] Vokshi A., Tola A.: *Tirana, Between East And The West. In The Focus Of The Urban Texture*. In: UBT International Conference 17 proceedings, Prishtina (RKS), the UBT Knowledge Center, 2013
- [5] Bulleri A.: *Back to the future. Architecture and Urban Planning for an Extraordinary Metropolis*. Rionero in Vulture (IT), OFL-Oil Forest League, 2018
- [6] Naselli F., Jazaj E.: *Tirana Adaptive City. "Creativity and Spontaneity" in Active-Streets and Living Super-Blocks*. In: Bevilacqua C. et al. (Eds.): *NMP 2020, SIST 178*, Cham (CH), Springer, 2021
- [7] Naselli F., Tufin K.: *Beyond the official city planning. Tirana Next: Pilot for healthier and safer urban open spaces in the post2020*. In: Calabrò F., et al. (Eds.): *NMP 2022, LNNS 482*, Cham (CH), Springer, 2022
- [8] Naselli F., Dine S.: *Urban tactics for the third landscape. The case of Tirana*. In: *Journal of Applied Sciences-SUT*, vol. 8, n. 15-16, Tetova (NMK), Faculty of Applied Sciences, 2022
- [9] Clément G.: *Manifesto del Terzo Paesaggio*. Macerata (IT), Quodlibet, 2005
- [10] Gehl J.: *Cities for People*. Washington DC (USA), Island Press, 2010
- [11] Salzano E.: *Fondamenti di Urbanistica. La Storia e la norma*. Roma-Bari (IT), Laterza, 2007
- [12] INSTAT: Tirana (AL). Maggiori informazioni su: <http://www.instat.gov.al/en/themes/demography-and-social-indicators/population/>
- [13] Jacobs J.: *The Death and Life of Great American Cities*. New York (USA), Random House Inc., 1961
- [14] Pashako F.: *The legacy of informality in Albanian landscape*. In: Pastore, D. (ed.) *EVOKED. Architectural Diptychs*, Bari (IT), Edizioni Giuseppe Laterza, 2016
- [15] Zeka E., Mali F.: *Spaces to places*. In: Mali F. (ed.): *HAPESIRA/ZEROSPACE. Albanian Pavilion at the Biennale di Venezia 2018*. Tirana (AL), RSH Ministria e Kultures, 2018
- [16] Tirana (AL): Tirana Municipality. Maggiori informazioni su: <https://tirana.al/en/administrative-areas>
- [17] Milano (IT): Studio Boeri. Maggiori informazioni su: <https://www.stefano-boeri-architetti.net/project/tirana-2030/>



A Geomatic Approach for the Management of the Hospitalization of the Patient Affected by Covid-19

UN APPROCCIO GEOMATICO PER LA GESTIONE DEL RICOVERO DEL PAZIENTE AFFETTO DA COVID-19

Michele Mangiameli, Giuseppe Mussumeci

DICAr - Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Catania, Viale Andrea Doria, 6, 95125 - Catania, Italia

michele.mangiameli@unict.it, giuseppe.mussumeci@unict.it

Abstract

During the COVID-19 pandemic period, it is often necessary to hospitalize a patient positive for the virus and in serious health conditions in suitable hospitals. The difficulty in managing these emergencies arises from the fact that it is often not possible to know which is the nearest hospital with beds available for hospitalization of the COVID-19 patients. In this work, we present a GIS application based on a relational database that allows to determine an optimal path for the patient transport from a starting point to the nearest hospital with free places for hospitalization. The developed application reduces the patient's transport time, decreasing the exposure time of the medical staff in the ambulance in contact with the positive patient. The application was developed in the urban area of Catania where hospitals gather a large pool of users and therefore it is essential to have a system that in real-time provides the available beds and thus optimize the distribution of COVID-19 positive patients who need an admission to a hospital.

KEY WORDS: *Covid-19, Spatial Database, GIS Technology, Spatial Analysis.*

1. Introduzione

Sono passati quasi due anni da quando le autorità cinesi hanno identificato un nuovo ceppo di coronavirus mortale, SARS-CoV-2 (7 gennaio 2020) che ha causato più di 1.500.000 contagiati e migliaia di morti.

L'intera comunità scientifica mondiale si è resa subito conto che il virus avrebbe presto colpito il mondo intero. Questo virus importante e pericoloso deve essere combattuto da tutti e con tutte le armi a disposizione della scienza e con attività di ricerca che coinvolgono tutti i settori dalla medicina, ingegneria, ecc. [1-9]. Ovviamente, molti lavori scientifici stanno interessando attività di ricerca di medicina allo scopo di affrontare biologicamente

il virus, anche con i suoi cambiamenti e le sue varianti.

Le nuove tecnologie dell'informazione hanno fornito validi strumenti per lo studio e la lotta al virus. Tra tutte, sicuramente, la tecnologia GIS è stata ampiamente utilizzata perché è uno strumento per i sistemi di supporto alle decisioni. Infatti, la tecnologia GIS viene utilizzata in vari campi fornendo applicazioni, che vanno dalla gestione dell'energia, alla gestione del rischio, alla robotica mobile, agli studi socio-economici, alla pianificazione del territorio e altro ancora.

Sono state sviluppate diverse applicazioni GIS per gestire il fenomeno della pandemia da COVID-19, grazie anche alla capacità di gestire grandi quantità di dati anche a carattere spaziale. La tecnologia GIS è stata utilizzata nel-

l'identificazione dei processi di trasmissione dell'epidemia, nella prevenzione e nel controllo dell'epidemia, nell'allocazione spaziale delle risorse utili a combattere il virus ecc. [10]. La Corea del Sud ha fornito il miglior esempio nel controllo dell'epidemia di COVID-19 attraverso applicazioni GIS, implementate al fine di identificare, tracciare e monitorare le persone infette e i luoghi che ogni paziente aveva visitato prima di essere certificato come positivo al virus [11, 12]. Molti studi hanno coinvolto anche lo sviluppo di applicazioni GIS per l'analisi socio-economica, al fine di comprendere come questo aspetto possa contribuire alla diffusione del virus.

Ad esempio, da un'analisi socio-economica effettuata sul territorio iraniano con tecnologia GIS, è emerso che la riduzione della concentrazione di popolazione in alcuni usi del suolo urbano è un modo per prevenire e ridurre la diffusione del COVID-19. I risultati ottenuti utilizzando l'applicazione GIS hanno mostrato che le regioni centrali e orientali di Teheran sono più a rischio e le stazioni di trasporto pubblico e le farmacie erano le più correlate con l'ubicazione dei pazienti COVID-19 [13].

Infine, diversi studi sono stati indirizzati per comprendere le dinamiche spazio-temporali della diffusione del virus COVID-19 per definire i processi decisionali, la pianificazione e l'azione comunitaria per mitigare e chiarire la portata e l'impatto socio-economico della pandemia [14 - 16]. Prendendo spunto dalla bibliografia esistente e dalla volontà di fornire un contributo scientifico per la lotta al virus, è stata sviluppata un'applicazione GIS che permette di ridurre i tempi di ricovero del paziente, fornendo il percorso ottimale, in base ai posti letto destinati ai pazienti COVID-19 disponibili negli ospedali.

L'applicazione è caratterizzata da un'architettura basata principalmente su una struttura dati relazionale raccolti e strutturati all'interno di un RDBMS spaziale (Relational Database Management System) e utilizzabili su piattaforma GIS. Abbiamo testato l'applicazione sviluppata nella città di Catania (Sicilia, Italia), città caratterizzata da presidi ospedalieri presenti sia all'interno del centro urbano, sia in periferia.

2. Applicazione GIS

Il trasporto di un paziente positivo al COVID-19 in ospedale deve essere effettuato il più rapidamente possibile, sia per evitare il peggioramento delle condizioni di salute del paziente, sia per ridurre i tempi di esposizione degli operatori sanitari o del personale presente con il paziente. Per ridurre i tempi di percorrenza del paziente è necessario conoscere l'ospedale più vicino e il percorso più breve per raggiungerlo, naturalmente considerando solo i presidi ospedalieri attrezzati con posti letto disponibili destinati ai pazienti positivi al Covid.

A tal fine, è stata sviluppato un approccio geomatico ba-

sato su piattaforma GIS per gestire il trasporto di un paziente COVID-19, utilizzando un database contenente un grafo stradale strutturato in archi e nodi e un tematismo vettoriale contenente tutti i presidi ospedalieri in grado di gestire i pazienti positivi al COVID-19.

L'applicazione GIS, implementabile anche nella versione WEBGIS, permette di scegliere un punto di partenza e fornisce automaticamente il percorso più veloce verso l'ospedale più vicino con posti letto disponibili destinati ai pazienti positivi al Covid. Il calcolo automatico del percorso in ambiente GIS viene effettuato utilizzando gli strumenti di analisi di rete sui dati strutturati e disponibili su piattaforma GIS ed è in grado di considerare diverse variabili, tra cui le interruzioni stradali o le condizioni del traffico, se queste informazioni sono disponibili come dati vettoriali o raster.

Il database relazionale è stato fisicamente realizzato in un Relational Database Management Systems (RDBMS) esterno alla piattaforma GIS [2] in cui sono state implementate le funzioni trigger per scartare automaticamente gli ospedali che hanno finito i posti letto e quindi non essere utilizzati come possibili ospedali di destinazione per il paziente.

Utilizzando l'RDBMS dedicato, è possibile evitare problemi di ridondanza e incoerenza dei dati, problemi di concorrenza per l'accesso ai dati da parte di più utenti simultaneamente, perdita di integrità dei dati, problemi di sicurezza e problemi di efficienza dal punto di vista della ricerca e dell'aggiornamento dei dati.

L'architettura hardware è caratterizzata da un server dove sono allocati l'RDBMS e il database spaziale, mentre tutte le applicazioni GIS (Desktop e Web) possono essere disponibili in dispositivi come tablet, PC, smartphone, ecc... Con questa architettura si sfruttano tutte le caratteristiche del DBMS e del database spaziale e si migliora la velocità di aggiornamento delle modifiche e delle interrogazioni del database, grazie ad una macchina totalmente dedicata alla struttura dati.

Il diagramma della figura (vedi Fig. 1) mostra come e dove deve essere implementata l'architettura proposta, e le relazioni tra i componenti hardware e software utilizzati per l'implementazione dell'applicazione GIS sviluppata.

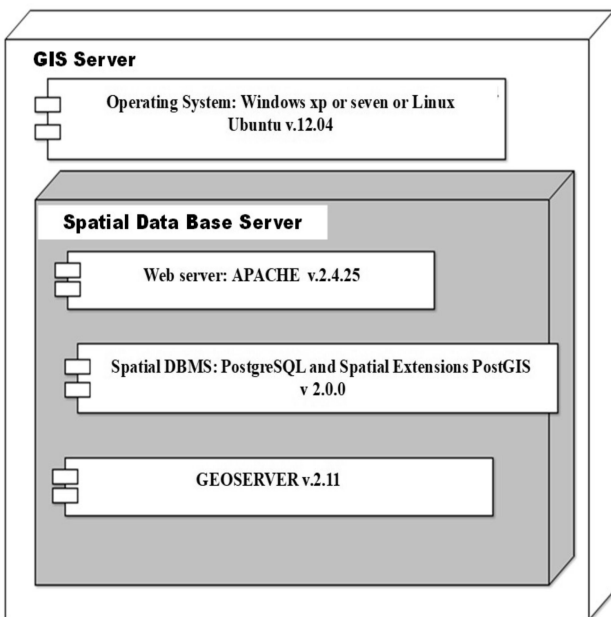
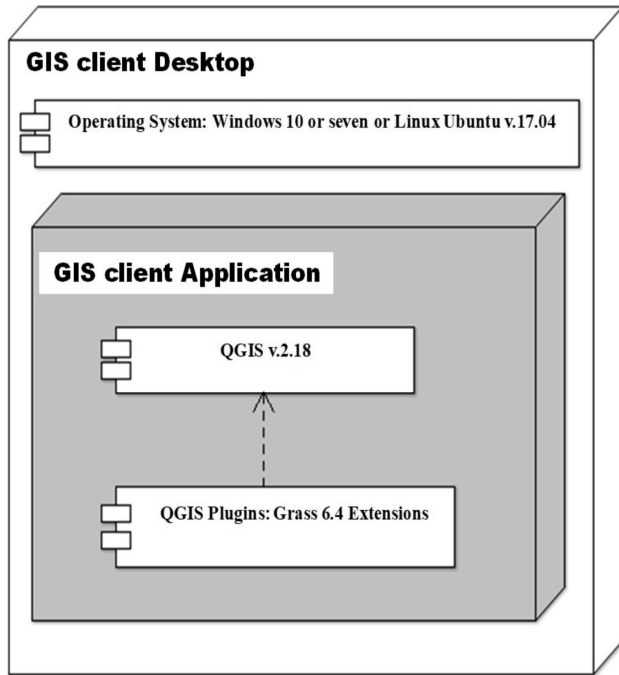


Fig. 1 – Diagramma UML (deployment diagram) dell'applicazione GIS sviluppata. (fonte: propria elaborazione)

3. Data Base spaziale implementato

Il database spaziale è stato sviluppato utilizzando una struttura dati relazionale in un RDBMS esterno alla piattaforma GIS. L'uso di questa struttura dati consente di gestire diversi tipi di informazioni geometriche, relazioni spaziali, relazioni topologiche, relazioni direzionali e relazioni di prossimità all'interno dell'applicazione GIS sviluppata.

La progettazione della struttura dati implementata all'interno dell'RDBMS ha seguito quattro fasi principali:

1. Individuazione degli ospedali e delle infrastrutture stradali appartenenti all'area oggetto di studio;
2. Definizione delle relazioni tra i soggetti precedentemente individuati;
3. Progettazione concettuale della struttura dati utilizzando il diagramma di relazione tra entità;
4. Implementazione fisica del database spaziale all'interno dell'RDBMS spaziale.

La struttura del database relazionale spaziale è caratterizzata da tre entità: nodi, archi e ospedali.

La relazione arco-nodo rappresenta il grafico stradale che permette di raggiungere gli ospedali. L'entità arco è caratterizzata dagli attributi *Arc_ID* e *Name*, rispettivamente chiave primaria e un attributo semplice.

L'entità Nodi è caratterizzata dagli attributi *Nodes_ID*, *Node_type* e *Cost*, rispettivamente chiave primaria e attributi semplici. In particolare, l'attributo *Node_type*, può essere di accesso al presidio ospedaliero, oppure un nodo stradale ossia incrocio, intersezione, ecc.

L'attributo *Cost*, contiene il valore relativo al peso di partecipazione del nodo nell'algoritmo di calcolo del percorso ottimo; maggiore è il peso, minore sarà la probabilità che il nodo partecipi al calcolo.

L'entità ospedali è caratterizzata dagli attributi *ID_Ospedale*, *Name* e *Numero di letti disponibili*. Questa entità include una funzione di trigger che assegna un costo elevato al nodo di accesso corrispondente all'ospedale che ha finito i posti letto. In questo modo il nodo di accesso viene scartato dall'algoritmo di ricerca del percorso, fornendo all'utente un'altra destinazione ospedaliera con posti letto disponibili (vedi Fig. 2).

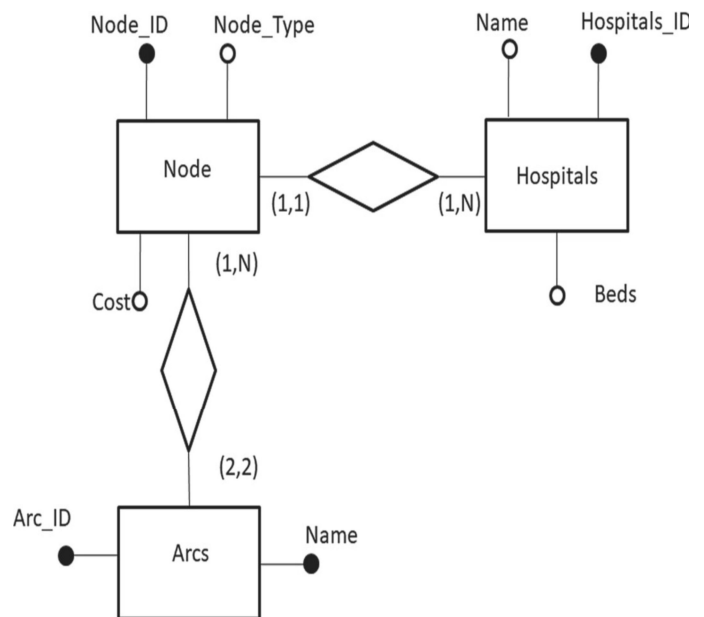


Fig. 2 – Diagramma Entità-Relazioni. (fonte: propria elaborazione)

4. Caso studio: la città di Catania

L'applicazione GIS sviluppata è stata testata nell'area metropolitana di Catania (Sicilia, Italia), dove sono ubicati sei principali ospedali pubblici.

Come supporto cartografico raster abbiamo scelto un'ortofoto georeferenziata, utilizzando il sistema di riferimento identificato univocamente con EPSG 6708 e gestito in ambiente GIS come servizio WMS tramite il collegamento web al "Sistema Informativo Territoriale Regionale - Regione Siciliana" (vedi Fig. 3).

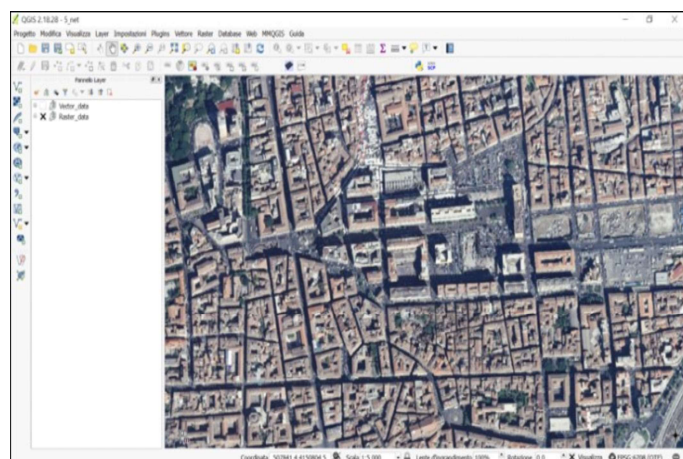


Fig.3 – Supporto cartografico georiferito.
(fonte: propria elaborazione)

Utilizzando questa base cartografica, gli archi e i nodi sono stati digitalizzati e gestiti in ambiente GIS come tematismi vettoriali, rispettivamente con geometria lineare e puntuale. Questi strati informativi costituiscono il grafo stradale mostrato nella figura (vedi Fig. 4).

Il layer nodi contiene sia i nodi appartenenti al grafo stradale che i nodi di accesso agli ospedali, cioè i punti di partenza e di arrivo utilizzati dall'algoritmo di ricerca del percorso ottimo. Inoltre, si è ottimizzata anche la rappresentazione grafica di questo layer in modo da differenziare le due tipologie di nodi (vedi Fig. 5).

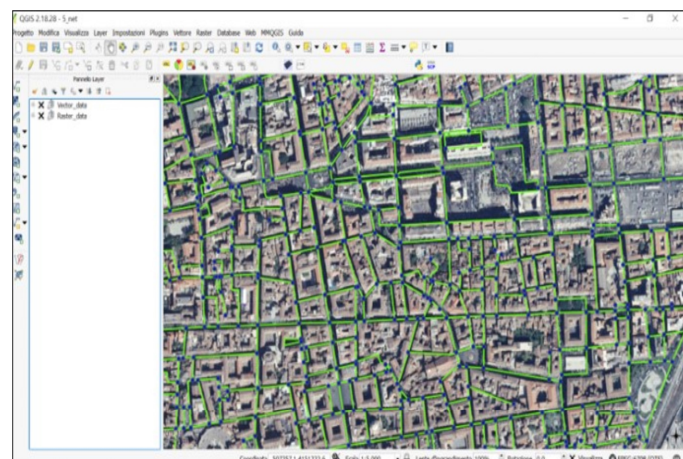


Fig.4 – Grafo stradale della città di Catania.
(fonte: propria elaborazione)

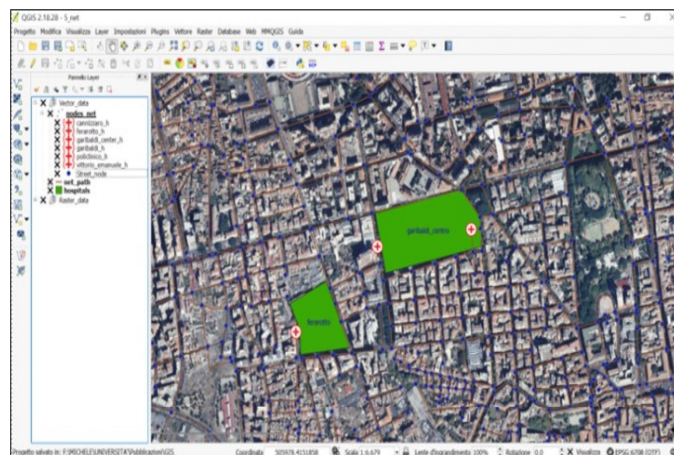


Fig.5 – Nodi di accesso agli ospedali.
(fonte: propria elaborazione)

Come ultimo step sono stati digitalizzati tutti gli ospedali della città metropolitana di Catania con posti letto COVID-19.

L'applicazione GIS sviluppata seleziona automaticamente tutti i nodi di accesso agli ospedali con il costo minore (ovvero con più posti letto disponibili) e successivamente viene calcolato il percorso più breve tra il punto di partenza ed il nodo selezionato al minor costo. A parità di costi si sceglie il punto più vicino al nodo di partenza (vedi Fig. 6).

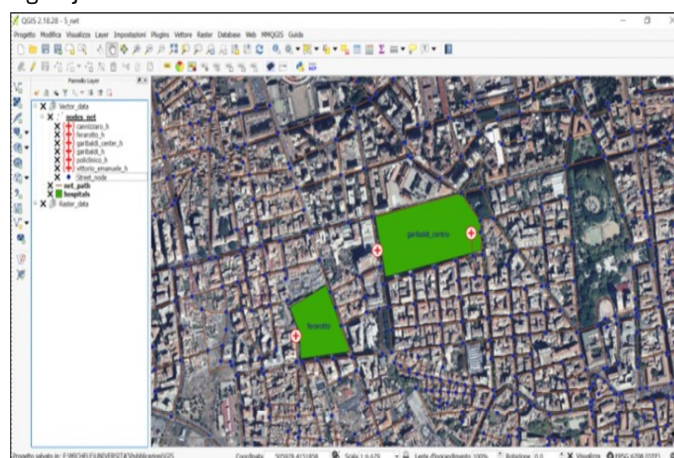


Fig.6 – In rosso il miglior percorso calcolato automaticamente tra un nodo di partenza e l'ospedale più vicino con posti letto covid disponibili.
(fonte: propria elaborazione)

5. Conclusioni

In questo lavoro presentiamo un'applicazione GIS in grado di fornire un valido strumento per la lotta alla pandemia di COVID-19.

La metodologia che abbiamo proposto sfrutta un database spaziale relazionale a supporto della piattaforma GIS per determinare il percorso ottimale tra un punto di partenza e un ospedale idoneo ad ospitare un paziente COVID-19. Il percorso è ottimizzato perché sono esclusi tutti gli ospedali con posti letto esauriti oppure distanti dal punto di partenza che corrisponde alla posizione in cui

viene prelevato il paziente positivo al covid. Questo risultato riduce i tempi di viaggio verso l'ospedale del paziente COVID-19 ed i tempi di esposizione del personale medico.

Il grande vantaggio dell'applicazione sviluppata è il costo zero, la velocità di calcolo del percorso più breve e l'espandibilità della piattaforma sul web per l'accesso all'applicazione a più utenti contemporaneamente.

Il limite dell'applicazione è l'accesso diretto al sistema informatico degli ospedali, che dovrebbe aggiornare la banca dati con il numero effettivo di posti letto disponibili in tempo reale. Pertanto, il nostro approccio può essere implementato nelle procedure di governance se le aziende sanitarie regionali possono fornire le informazioni relative ai posti letto disponibili attraverso portali web dedicati.

Bibliografia

- [1] Famoso D., Mangiameli M., Roccaro P., Mussumeci G., Vagliasindi F. G. A.: *Asbestiform fibers in the Biancavilla site of national interest (Sicily, Italy): Review of environmental data via GIS platforms*. In: Rev. Environ. Sci. Bio Technol., n. 11, pp. 417 - 427, 2012
- [2] Mangiameli M., Mussumeci G.: *Gis approach for preventive evaluation of roads loss of efficiency in hydrogeological emergencies, International Archives of the Photogrammetry*. In: Remote Sens. Spat. Inf. Sci. ISPRS Arch., 2013
- [3] Mangiameli M., Mussumeci G., Roccaro P., Vagliasindi F. G. A.: *Free and open-source GIS technologies for the management of woody biomass*. In: Appl. Geomat., n. 11, pp. 309 - 315, 2019
- [4] Troisi R., Castaldo P.: *Technical and organizational challenges in the risk management of road infrastructures*. In: Journal of Risk Research, 2022
- [5] Gennaro A., Mangiameli M., Muscato G., Mussumeci G., Sgarlata M.: *Geomatic techniques for surveying and mapping an archaeological site*. In: IEEE International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage [Cassino 2018], MetroArchaeo 2018 - Proceedings, pp. 277 - 281, 2018
- [6] Mangiameli M., Mussumeci G., Cappello A.: *Forest Fire Spreading Using Free and Open-Source GIS Technologies*. In: Geomatics, vol. 1(1), pp. 50 - 64, 2021
- [7] Mangiameli M., Mussumeci G., Oliva S.: *Free and Open Source GIS Technologies for the Assessment of Tsunami Hazards in the Ionic Sea*. In: Lecture Notes in Computer Science, vol. 11622 LNCS, pp. 216 - 224, 2019
- [8] Ganci G., Cappello A., Bilotta G., Corradino C., Mangiameli M., Mussumeci G., Del Negro C.: *3D lava flow mapping in volcanic areas using multispectral and stereo optical satellite data*. In: AIP Conference Proceedings, n. 2293, p. 300003, 2020
- [9] Mangiameli M., Candiano A., Fargione G., Gennaro A., Mussumeci G.: *Multispectral satellite imagery processing to recognize the archaeological features: The NW part of Mount Etna (Sicily, Italy)*. In: Mathematical Methods in the Applied Sciences, vol. 43(13), pp. 7640 - 7646, 2020
- [10] Gatta G., Bitelli G.: *A HGIS for the study of waterways: the case of Bologna as ancient city of waters*. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 949, International Conference Florence Heri-tech: the Future of Heritage Science and Technologies, 14-16 oct 2020, Online Edition, 2020
- [11] Korea's Fight against COVID-19 (2020). Maggiori informazioni su: http://www.mofa.go.kr/eng/brd/m_5674/view.do?seq=320048
- [12] Rezaei M., Nouri A. A., Park G. S., Kim D. H.: *Application of geographic information system in monitoring and detecting the COVID-19 outbreak*. In: Iran J Public Health, vol. 49, suppl.1, pp.114 - 116, 2020
- [13] Razavi-Termeh S. V., Sadeghi-Niaraki A., Farhangi F., Choi S.: *COVID-19 Risk Mapping with Considering Socio-Economic Criteria Using Machine Learning Algorithms*. In: International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 18(18), p. 9657, 2021
- [14] Franch-Pardo I., Napoletano B. M., Rosete-Verges F., Billa L.: *Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review*. In: Science of The Total Environment, vol. 739, 15 October 2020, p. 140033, 2020
- [15] Troisi R., Di Nauta P., Picicocchi P.: *Private corruption: An integrated organizational model*. In: European Management Review, 2021
- [16] Troisi R., Alfano G.: *Is regional emergency management key to containing COVID-19? A comparison between the regional Italian models of Emilia-Romagna and Veneto*. In: International Journal of Public Sector Management, 2021



INTERPRETAZIONI DI MOBILITÀ METROPOLITANA E RESILIENZA. IL CASO DI BOLOGNA*

Bruno Monardo, Chiara Ravagnan

*^aPDIA - Dipartimento di Pianificazione, Design e Tecnologia dell'Architettura, Sapienza Università di Roma,
via Flaminia 72, 00196 - Italia*

bruno.monardo@uniroma1.it; chiara.ravagnan@uniroma1.it

Abstract

The polysemous nature of the term “resilience” in urban policies is enabling more and more innovative multi-disciplinary entanglement and cooperation, implementing a virtuous dialogue between several knowledge domains as health, ecology, environment, socio-economy, planning. Significant schools of thought stress the role of mobility networks as a strategic issue for the interpretation of the resilience concept in terms of cohesion principles for territories and civic communities. Looking at the ‘space of movement’, new planning tools as SUMP (promoted by the EU) can allow to overcome ancient and persistent separations between mobility networks and the land use design by concretely implementing integrated regeneration strategies. The integrated planning process in the metropolitan area of Bologna appears particularly significant in terms of interpretation of metropolitan resilience related to the ‘space of movement’. Its recent planning path shows the dialogue of mobility networks, public transportation systems, dense urban patterns, green-blue corridors and public spaces which become ‘new urbanity’ realms.

KEY WORDS: *Sustainable Mobility Plan, Resilience, Metropolitan Cities, Urbanity.*

1. Il quadro di riferimento

Dall'inizio del XXI secolo è in corso un vivace e caustico confronto sulla capacità delle realtà urbane di affrontare e adottare strategie di adattamento e rigenerazione di fronte a crisi sistemiche ricorrenti. Il dibattito scientifico sull'evoluzione degli insediamenti e l'agenda delle politiche urbane si è concentrato principalmente sul ruolo, presente e futuro, delle città contemporanee come baluardi contro gli effetti dannosi dei disastri dei cambiamenti climatici, l'aumento delle disuguaglianze urbane e le minacce alla salute collettiva. Si è discusso, in particolare, dei crescenti livelli di riscal-

damento globale e delle isole di calore all'interno dell'ambiente urbano, dell'impermeabilizzazione del suolo e dei rischi di inondazione, dell'inquinamento idrico e atmosferico generato dai criteri localizzativi delle attività produttive e dai flussi di mobilità, nonché della progressiva mancanza di biodiversità nel verde urbano e nei corridoi metropolitani. Inoltre, tutti questi problemi stanno provocando frequenti eventi estremi nel quadro generale dell'impatto globale e locale delle attività umane sui cambiamenti climatici [1, 2]. Guardando alla condizione delle aree metropolitane contemporanee, il dibattito ha evidenziato la necessità di gestire lo *sprawl* urbano e la relativa frammentazione dello

*Questo contributo illustra i primi percorsi di indagine nell'ambito del progetto di ricerca internazionale dell'Università di Roma La Sapienza “Infrastrutture di mobilità. Verso nuovi paradigmi interpretativi e strumenti operativi per la resilienza delle città metropolitane europee” (Coord. Monardo B. e Ravagnan C.). Entrambi gli autori hanno concepito e sviluppato organicamente l'articolo, tuttavia le sezioni 1 e 2 sono ascrivibili a C. Ravagnan, le sezioni 4 e 5 a B. Monardo, la sezione 3 a entrambi.

spazio pubblico, dei tessuti e delle comunità locali, esacerbate nel nuovo millennio dalle crisi economiche del 2001 e del 2008, dalla pandemia e dal conflitto in Ucraina. In particolare, gli ultimi anni hanno visto le grandi città in prima linea nella fase di emergenza sanitaria, di fronte ai problemi spaziali, ambientali e sociali di scarsa accessibilità alle strutture pubbliche, mancanza di infrastrutture e spazi aperti, distribuzione ineguale dei beni comuni, discontinuità delle reti pedonali e ciclabili, tutte problematiche aggravate dalle misure di distanziamento sociale legate al Covid-19 [3, 4].

Questi problemi hanno sempre più enfatizzato la necessità di una prospettiva autenticamente “olistica” per la resilienza urbana [5], promossa già in precedenza dagli Obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite e dalle Politiche dell’Unione Europea.

Negli ultimi tempi, il termine “resilienza” è diventato un concetto incredibilmente diffuso e un po’ “alla moda”, proprio in ragione dell’esplosione dei fenomeni globali contemporanei e delle loro ricadute critiche. Tuttavia, la ricorrenza sempre più frequente degli eventi avversi, nonostante abbia cambiato radicalmente gli stili di vita di tutti, rappresenta paradossalmente una potente opportunità per introdurre o rafforzare nuovi paradigmi nelle strategie di pianificazione urbana e metropolitana.

Discutere sul concetto di ‘resilienza’ applicato alla realtà urbana, tuttavia, tenendo conto del rischio di banalizzazione che il successo del termine sta producendo nel lessico comune, suggerisce di assumere precisi riferimenti teorico-metodologici e operativi.

“La resilienza urbana è la capacità di individui, comunità, istituzioni, imprese e sistemi all’interno di una città di sopravvivere, adattarsi e crescere indipendentemente dal tipo di stress cronico e shock acuto che subiscono” [6].

“La resilienza urbana è la capacità misurabile di qualsiasi sistema urbano, con i suoi abitanti, di mantenere la continuità attraverso tutti gli shock e gli stress, adattandosi e trasformandosi positivamente verso la sostenibilità” [7].

Nell’universo sempre più ampio del termine resilienza applicato agli insediamenti urbani e territoriali, queste definizioni appaiono particolarmente convincenti: non si limitano a evidenziare l’imperativo della sopravvivenza e dell’adattamento, ma sottolineano la necessità che dagli eventi avversi e dalle crisi possa scaturire un potenziale evolutivo, si attivino strategie e comportamenti che con il tempo inducano trasformazioni sistemiche virtuose.

2. Obiettivi e Metodologia

Partendo dalla cornice di riferimento, lo scopo di queste riflessioni è evidenziare come la resilienza possa essere considerata la chiave per ripensare le molteplici dimensioni della rigenerazione, all’interno di un quadro di approccio di tipo olistico, che combina questioni spaziali,

ambientali, sociali e istituzionali.

In coerenza con i recenti riferimenti teorici e operativi per la resilienza urbana, questo concetto si riflette nell’approccio integrato delle strategie di mobilità tra spazi pubblici, verdi e del movimento, nel quadro dei cambiamenti climatici e delle problematiche pandemiche (sezione 3). Inoltre, il concetto è supportato da un insieme strategico di strumenti di pianificazione, come nel caso di studio della Città Metropolitana di Bologna, selezionata dagli autori nel contesto italiano come uno degli ecosistemi urbani più vivaci e fiorenti, nonché una delle amministrazioni pubbliche locali più avanzate (vedi Fig. 1).

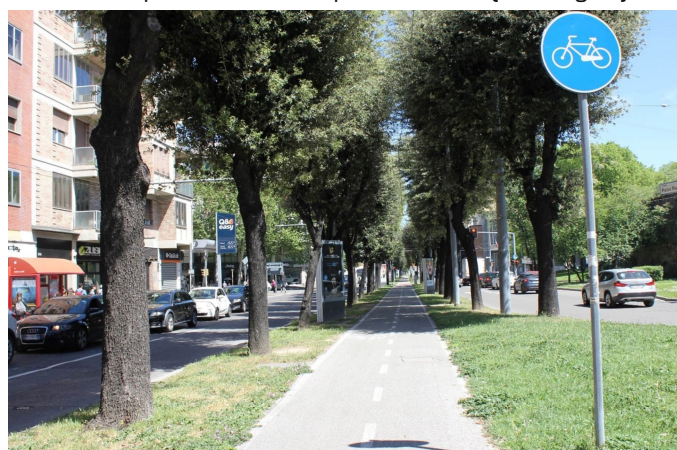


Fig. 1 - Bologna: ciclabile in sede propria.
(fonte: foto di Ravagnan)

Nello sviluppo dello studio di caso, il metodo di ricerca segue l’approccio induttivo e le classiche chiavi interpretative basate sulla categoria “descrittiva” [8], per lo più sviluppate con un approccio qualitativo e supportate da documenti pubblici, analisi, fonti di indagine diretta “on site” e interviste (sezione 4); da qui la possibilità di argomentare su strumenti urbanistici in grado di intrecciare le scelte strutturanti per la sostenibilità urbana e ambientale, l’urbanistica tattica e l’approccio partecipativo, sviluppando riflessioni infine sul concetto di ‘urbanità’ e la sua dimensione privilegiata in rapporto al paradigma della mobilità emergente (sezione 5).

3. La contestualizzazione. Un approccio olistico alla resilienza delle città metropolitane

Da un punto di vista teorico, la natura polisemica del termine “resilienza” nelle politiche urbane ha avviato una crescente contaminazione multidisciplinare di tipo innovativo, attuando un dialogo virtuoso tra diversi domini della conoscenza (salute, ecologia, ambiente, socio-economia, diritto, pianificazione).

La resilienza è una risposta alla complessità e alle interazioni urbane, una idea che promuove la migrazione verso un metabolismo urbano sostenibile, l’uso di tecnologie intelligenti, l’implementazione di spazi e reti urbane ecocompatibili e adattive, il miglioramento della coopera-

zione istituzionale.

Inoltre, la resilienza, declinata in prospettiva ecosistemica [9], è correlata al concetto di anti-fragilità [10, 11] che favorisce la capacità di adattamento alle perturbazioni esterne di fronte alla vulnerabilità, e di prevenzione dei rischi, offrendo molteplici e coordinate azioni e modalità di intervento che consentano miglioramenti dei sistemi all'interno di sollecitazioni rapide e cambiamenti di lunga durata. Questo concetto favorisce, quindi, un carattere proattivo di dinamismo e adattamento delle scelte di trasformazione ai cambiamenti ambientali, economici e socio-culturali, e rivolge attenzione all'incertezza degli scenari, alla scarsità di risorse e alla necessità di analisi dei dati su registri di flessibilità e reversibilità. Allo stesso tempo, afferma l'importanza di radicarsi nel milieu attraverso approcci *place-based*, concentrandosi sulla qualità complessiva e multiscale delle reti di relazioni fisiche, culturali, economiche e sociali.

La resilienza urbana richiede, dunque, un approccio olistico all'equità, efficienza, sicurezza e protezione nelle città, rafforzando le interazioni tra reti materiali (infrastrutture e trasporti, corridoi verdi) e reti immateriali (TIC, interazioni e cooperazione istituzionale) [12] considerati vettori strategici per restituire senso ai principi di "diritto alla città" [13], alla luce dei nuovi modelli di "città intelligente" [14].

La resilienza urbana richiede, quindi, nuovi riferimenti per un quadro metodologico integrato e un progetto culturale condiviso, come il *New European Bauhaus* [15].

Gli attuali riferimenti sottolineano la complessità delle interazioni tra reti, agenti e fattori [16], al fine di mettere in sinergia nuove forme di governance intelligente di spazi, servizi e processi [17], combinando infrastrutture ed ecosistemi, leadership e strategia, salute e benessere, economia e società [18]. Da un punto di vista operativo, le politiche di ripresa post-pandemica, avviate nel 2020-21 attraverso l'allocazione di ingenti risorse pubbliche a livello internazionale (come l'American Jobs Plan' degli USA o la 'Next Generation EU'), hanno enfatizzato il concetto di resilienza (PNRR 2021), promuovendo una strategia integrata su infrastrutture e reti digitali (dalla transizione ecologica della rotaia alla MaaS), in coerenza con i principi di coesione dei territori e delle comunità civiche. Inoltre, i documenti sottolineano l'importanza della dimensione strategica per la pianificazione per coordinare i diversi interventi e azioni di *stakeholders* e altri utenti della città, e per ricucire il gap tra politiche *top-down* e pratiche *bottom-up*.

La fase post-Covid porta con sé il potenziale per costruire "a new normal" [19] nelle città, ponendo le problematiche relative alla salute e al disagio sociale dei cittadini, ma anche alla vulnerabilità dei sistemi economici, al centro delle strategie di rigenerazione. L'urbanistica, nata nell'era industriale come disciplina volta ad affrontare i problemi igienico-sanitari e l'organizzazione delle reti e dei

servizi urbani, ha assunto nel Novecento nuove responsabilità, a partire dalla consapevolezza della complessità della città contemporanea, e delle profonde interrelazioni tra dinamiche antropiche e fenomeni naturali in epoca "antropocenica" [20].

In questo contesto, assumono un ruolo centrale i modelli e le infrastrutture di mobilità, a partire da dati che confermano non solo il contributo del trasporto su gomma alle emissioni di gas serra nelle aree urbane europee (circa il 25%), ma anche i relativi effetti economici e sanitari [21].

Le agende globali ed europee offrono un quadro di riferimento per i governi nazionali, regionali e locali per promuovere un nuovo paradigma di sviluppo sostenibile, privilegiando investimenti e risorse che tengano insieme obiettivi di intervento (ambiente e paesaggio, mobilità e infrastrutture, spazio pubblico e servizi urbani), strumenti (politiche, piani, programmi, progetti) e scale di intervento (europee, nazionali, regionali, locali), ponendo il tema al centro di un quadro di *governance* multilivello della resilienza. La resilienza urbana trova particolare concretezza nelle scelte volte a rafforzare la mobilità sostenibile e i servizi ecosistemici nella costruzione delle reti, riconfigurando i riferimenti metodologici per la pianificazione, progettazione e gestione dello spazio urbano.

L'integrazione delle strategie e degli strumenti di mobilità urbana è la base dell'innovazione e la chiave delle migliori pratiche. Guardando allo "spazio del movimento", i nuovi strumenti di pianificazione possono superare le antiche separazioni con la progettazione territoriale e il sistema degli spazi aperti, attuando concretamente strategie integrate di rigenerazione [3, 4].

Tra gli strumenti innovativi, rileva il Sustainable Urban Mobility Plan dell'UE (SUMP), che è stato ufficialmente introdotto attraverso il "Pacchetto Mobilità Urbana" [22], e progressivamente declinato dai 27 Stati membri. Rappresenta l'ambizione di combinare la mobilità e le infrastrutture di trasporto con la progettazione dello spazio urbano, al fine di attuare la transizione ecologica attraverso il coordinamento di diverse reti infrastrutturali e spazi urbani, superando gli approcci di settore. Tra le principali buone pratiche vanno ricordate la Regione di Bruxelles Capitale, l'agglomerazione di Grenoble e la Greater Manchester.

La combinazione di reti ciclabili, verdi e spazi pubblici è la specificità delle pratiche spagnole sperimentate nel contesto del ruolo emergente dell'*Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas*, attraverso nuovi strumenti che integrano i sistemi della mobilità, lo spazio pubblico e le reti verdi: esempi emblematici sono gli strumenti messi in atto a Vitoria-Gasteiz, come il Piano integrato della mobilità e dello spazio pubblico e il *Plan de Acción Territorial de la Infraestructura Verde del Litoral de la Generalitat Valenciana* [23], dove la ciclovia è una spina dorsale per la costru-

zione di un'infrastruttura verde multiscalare. Molti piani della mobilità stanno sperimentando la costruzione di "reti locali" [24] al fine di migliorare l'accessibilità di prossimità e rimodulare le centralità. Questo obiettivo è supportato dal concetto teorico della *ville du quart d'heure* [25] consolidato in anni di studi e rilanciato nella fase di pandemia a partire dall'esperienza di Parigi.

La città dei 15 minuti promuove una riorganizzazione dell'accessibilità locale con tessuti e servizi compatti, al fine di consentire un aumento della qualità della vita nelle fasi ordinarie e la riduzione dei rischi durante le crisi ambientali e sanitarie.

Una proposta per una rete locale è sviluppata anche nel Good Move Mobility Plan per la Capital-Region di Bruxelles 2020-2030 (premiato come miglior SUMP nel 2020), dove la strategia progettuale dell'"espace rue" propone un'ipotesi per organizzare le relazioni, interazioni e conflitti tra spazi pubblici e spazio della mobilità a scala locale e urbana, evidenziando l'importanza di un approccio integrato attorno all'infrastruttura stradale, in coerenza con gli indicatori della *healthy street* definiti da *Transports for London* [26].

La strategia dell'ampliamento flessibile e reversibile dello spazio dedicato ai pedoni e al verde locale nell'ambito dell'"urbanistica tattica", dalle Superillas di Barcellona [27] a Piazze aperte di Milano, sta ponendo sempre più attenzione alla mobilità ciclabile come metodo per la realizzazione di piste temporanee o come sperimentazione per futuri progetti strutturali di reti nei SUMP, al fine di testare l'interesse dei cittadini e le possibili sinergie e conflitti con altre forme di mobilità e spazi pubblici [19].

Queste strategie sono il comune denominatore di numerose sperimentazioni e studi a livello internazionale che rivelano un'accelerazione delle pratiche in alcune metropoli come Madrid, New York, Bogotá, Lima, oltre a Barcellona e Milano [4]. Questa tempestività è strettamente legata al consolidamento delle scelte strutturali sulla mobilità sostenibile considerate prioritarie sia dall'amministrazione, che dai cittadini, da anni coinvolti in processi partecipati e dibattiti sulla rigenerazione urbana.

Tra questi, Bologna rappresenta un caso emblematico in Italia, anche per essere stata la prima città metropolitana ad approvare il Piano della Mobilità Sostenibile secondo il format UE (vedi Fig. 2).

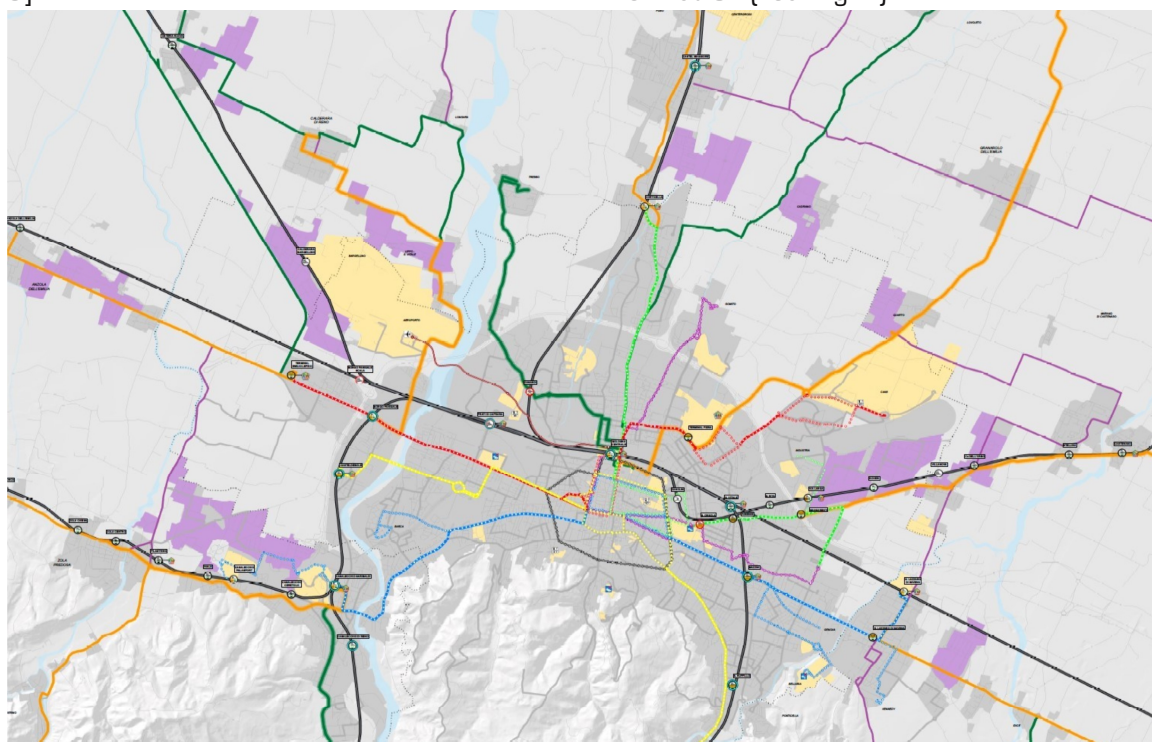


Fig. 2 - PUMS di Bologna Trasporto pubblico metropolitano, scenario a regime.
(fonte: <https://pumsbologna.it/>)

4. Il caso di Bologna

Il capoluogo della Regione Emilia Romagna rappresenta un caso paradigmatico di comunità sostenibile, una sorprendente culla di politiche, piani e progetti ideati, sviluppati e realizzati secondo l'identità emergente di 'piccola metropoli' basata su resilienza, coesione, attrattività e connettività da perseguire attraverso la costruzione di strumenti innovativi, in cui le reti della mobilità non sono concepite in una dimensione settoriale, ma come vettore

di connettività tra 'polis', 'civitas' e 'urbs'.

Nel giro di pochi anni le istituzioni pubbliche locali, Città Metropolitana e Comune di Bologna in particolare, hanno saputo perseguire un percorso straordinariamente ricco ed efficace, ideando, discutendo e approvando numerosi strumenti integrati e coerenti per affrontare le sfide emergenti dell'urbanistica contemporanea.

Il Comune di Bologna ha recentemente approvato un nuovo Piano Urbanistico Generale (luglio 2021), perseguendo un profilo strategico avanzato, secondo i principi

di innovazione introdotti dalla l. n. 24/2017. Guardando al livello intercomunale, i recenti strumenti di pianificazione come il Piano Strategico Metropolitano, il Piano Territoriale Metropolitano e il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) si stanno rivelando interpretazioni originali di processi di pianificazione integrata e inclusiva, particolarmente coerenti con l'approccio olistico promosso dalle politiche europee. Nel seguito, si evidenzia in particolare il ruolo cruciale svolto dalla mobilità e dai suoi piani nel perseguire e interpretare la resilienza urbana. In Italia, le aree metropolitane sono ancora una realtà giuridica giovane, "in progress". Il primo provvedimento legislativo che le ha introdotte più di 30 anni fa (l. 142/1990) non ha trovato condizioni mature per essere concretamente attuato. Il rilancio è avvenuto solo pochi anni fa, con la reintroduzione dell'istituzione "Città metropolitana" (l. 56/2014), la cui missione primaria era l'individuazione e il coordinamento delle strategie di sviluppo per l'intera area metropolitana attraverso un Piano Strategico.

Nell'ambito degli obiettivi dell'Agenda 2030 dell'ONU e della "Carta di Bologna per l'Ambiente", Bologna - la prima nuova metropoli costituita in Italia (2015) - ha approvato nel 2018 il suo Piano Strategico Metropolitano (PSM 2.0) perseguendo tre dimensioni fondamentali:

- la sostenibilità nelle sue dimensioni ambientale, economica e sociale, alimentata dalla cultura della legalità e dall'educazione ai valori civici;
- inclusività, intesa come capacità di valorizzare differenze e peculiarità, trasformandole in patrimonio e ricchezze comuni;
- attrattività come apertura alle problematiche originali, inaspettate, diverse, consapevole di come rafforzare sempre più la propria identità internazionale e cosmopolita.

Il Piano Territoriale Metropolitano (PTM) promuove un territorio sostenibile, resiliente e attrattivo, in cui la tutela dell'ambiente, la bellezza dei luoghi urbani e naturali, insieme al lavoro e all'innovazione possono trovare sintesi unitaria e propulsiva.

Il Piano, approvato nel 2020, in piena emergenza Covid-19, è il principale vettore di nuovi compiti: promuovere la rigenerazione urbana, potenziare i servizi ecosistemici, gestire la progressione verso il "consumo di suolo zero", redistribuire in modo perequato, a scala metropolitana, le risorse generate dalle principali trasformazioni urbane. La "territorializzazione" delle strategie di sviluppo rappresenta l'oggetto specifico e il valore aggiunto del PTM, con particolare attenzione alla resilienza territoriale e urbana, alla prevenzione dei rischi, all'accessibilità dei servizi, al sistema del welfare, alla qualità delle aree produttive, e soprattutto all'adeguatezza delle reti di mobilità e dei collegamenti infrastrutturali.

A fine 2019 Bologna è stata anche la prima città metro-

politana in Italia ad approvare il 'Piano Urbano della Mobilità Sostenibile' (PUMS), l'interpretazione italiana del Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP), strumento strategico dell'UE volto a soddisfare la domanda di mobilità di residenti, attività economiche e city-user per il miglioramento della qualità della vita.

Il modello del SUMP europeo promuove l'innovazione degli approcci tradizionali tra "spazio insediativo" e "spazio del movimento" attraverso i principi di resilienza, integrazione, partecipazione. La sua formalizzazione a livello UE rappresenta il culmine di un percorso evolutivo a partire dall'Action Plan on Urban Mobility del 2009 [28] e dal Libro Bianco sui Trasporti (2011), nonché attraverso una consultazione condotta per conto della Commissione Europea dal 2010 al 2013 con il coinvolgimento di numerosi esperti e attori del settore; il lavoro ha infine portato al "Urban Mobility Package" [29] che ha riconosciuto il SUMP come un nuovo strumento strategico per l'integrazione di mobilità, accessibilità e assetto insediativo nelle aree urbane e metropolitane dell'UE. In alcuni paesi come la Francia o l'Italia è diventato obbligatorio per le città o le aree policentriche con almeno 100.000 abitanti.

Il lavoro congiunto è confluito nella prima e nella seconda edizione delle Linee guida SUMP [30, 31], documenti ufficiali della Commissione Europea rivolti agli stakeholder pubblici e privati al fine di agevolare la concezione, l'attuazione e la gestione collettiva del piano con l'ambizione di integrare reti della mobilità, sistemi di trasporto e strategie urbanistiche.

A differenza degli approcci più tradizionali alla pianificazione della mobilità, la filosofia del SUMP s'incardina su assi principali quali il coinvolgimento partecipativo dei cittadini e degli stakeholder diffusi, il coordinamento delle amministrazioni a diversi livelli, l'armonizzazione delle strategie settoriali che accrescono la sinergia tra gli strumenti esistenti e quelli in corso. Il SUMP mira alla democrazia partecipativa, alla processualità, alla prefigurazione e valutazione degli scenari evolutivi, al monitoraggio attento e al rimodellamento delle fasi di attuazione.

In Italia il concetto di piano della mobilità rappresenta la maturazione evolutiva del Piano Urbano della Mobilità (PUM), introdotto originariamente nel 2000 ispirandosi al 'Plan de Déplacements Urbains' (PDU) francese, nato nel 1982 con la legge LOTI (*Loi d'orientation des transports intérieurs*). In origine, il modello francese si basava sul principio del "diritto al trasporto", inteso soprattutto nella sua dimensione tecnico-funzionale; in seguito, il profilo del piano si è arricchito di temi e contenuti relativi alla dimensione ecologico-ambientale emergente (legge LAURE, *Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'énergie*, 1996) e alle politiche di "welfare urbano" (legge SRU, *Solidarité et Renouvellement Urbain*, 2000).

Superando la dimensione settoriale, negli ultimi decenni il PDU ha raggiunto un'esplicita integrazione organica con gli strumenti di pianificazione urbana e intercomunale, raf-

forzando il proprio ruolo “strategico” e ampliando l’identità urbana e metropolitana.

Pertanto, se il piano della mobilità consente l’integrazione virtuosa delle dimensioni sociali, ambientali e simboliche con il disegno d’uso del suolo e la progettazione infrastrutturale, potrebbe dare nuova linfa all’idea originaria lefebvriana del “diritto alla città” [32], recuperata e interpretata con crescente consapevolezza nella letteratura che ha discusso la metamorfosi degli stili di vita urbani [33-35].

In effetti, il modello francese di “espace de mouvement” e “urbanisme des réseaux” [36], che ha ispirato l’idea dell’UE di piano della mobilità sostenibile, non si limita a perseguire la circolazione razionale di persone e merci, l’efficienza (e la sicurezza) dei vettori, il ripensamento del sistema della sosta, ma propone un’idea più inclusiva che allude alle politiche di welfare urbano, prefigurando il passaggio dal “droit au transport” (LOTI, 1982) al “droit à la mobilité” (LOM, *Loi d’Orientation des Mobilités*, 2019) ed esplicitando il contrasto a ogni forma di disuguaglianza, emarginazione e isolamento nella città.

La “vision” sottesa al primo PUMS metropolitano approvato in Italia mira a “rendere più attrattiva l’area metropolitana di Bologna attraverso elevati livelli di qualità urbana e vivibilità al fine di rafforzare la coesione e l’attrattività del sistema territoriale nel suo complesso e rafforzare il ruolo del capoluogo come città internazionale”. L’approccio olistico, evocato nel dibattito disciplinare, trova concretezza nei macro-obiettivi che delineano i pilastri della sostenibilità urbana e territoriale.

I temi della mobilità e dell’accessibilità emergono nelle loro caleidoscopiche interpretazioni: dalla dimensione fisico-spaziale della riconnessione tra centralità e periferie, all’imperativo ambientale di contrastare le emissioni e favorire la resilienza ai cambiamenti climatici.

L’accessibilità assicurata dalle reti di trasporto collettivo e dalla micromobilità privilegiata viene colta come un’opportunità per ripristinare urbanità, coesione sociale, prossimità ai servizi locali e un “senso di appartenenza” alle comunità diffuse sul territorio [37].

Bologna, anche in tempo di pandemia, conferma la regola che impone alle amministrazioni - tradizionalmente attive nel delineare politiche integrate e processi aperti - di essere resilienti e abbracciare geometrie flessibili adattive di fronte a eventi indesiderati.

Nel PUMS metropolitano di Bologna l’approccio alla resilienza è evidenziato dal “Biciplan”, una rete ciclabile ecologica [ispirata al “Réseau Vélo” della regione parigina], concepita ex-ante e successivamente integrata nel nuovo piano. Noto come “Bicipolitana”, il telaio strutturale ciclabile interconnesso si è rivelato una risorsa molto efficace, sia come riferimento per gli interventi tattici sollecitati dall’emergenza sanitaria, sia come sistema di relazioni strategiche di lungo periodo (vedi Fig. 3).

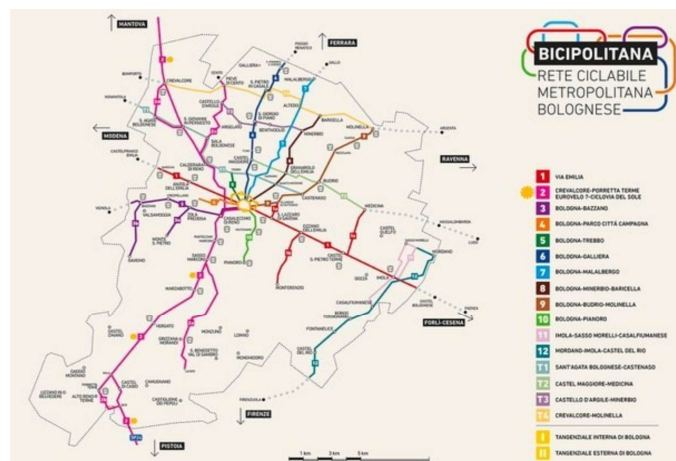


Fig. 3 - Città metropolitana di Bologna, Bicipolitana. (fonte: www.bicipolitanabolognese.it)

5. Questioni aperte

Nella stagione pandemica, le città e le aree metropolitane sono state individuate come il dominio privilegiato per ripensare politiche, piani, programmi e progetti utili a gestire le problematiche di salute delle comunità guardando a criticità specifiche, come la correlazione tra densità insediativa, trasporto pubblico e diffusione del contagio o l’aumento patologico delle disuguaglianze strutturali a livello sociale ed economico [38].

Secondo i principi emergenti nel dibattito scientifico-disciplinare, questa condizione, nonostante la persistente crisi che continua a esplicitarsi in forme mutevoli, rappresenta l’innescò per accelerare quei processi di rigenerazione urbana che richiedono una virtuosa integrazione delle reti della mobilità e dello spazio pubblico con le trame del sistema ecologico ambientale e il disegno d’uso del suolo. È il precipitato di una realtà insediativa resiliente [19], in quanto esito dei processi di coesione, veicolati dalla diversa articolazione scalare delle infrastrutture della mobilità individuale e collettiva, a partire dal focus su spostamenti di prossimità [25], mobilità attiva non inquinante, spazi pubblici flessibili e inclusivi [7, 39].

Le amministrazioni locali si stanno dimostrando attrezzate per gestire condizioni e opportunità aperte dalla crisi e disegnare scenari virtuosi di trasformazione? Idee e iniziative dipingono un paesaggio caleidoscopico e rivelano il pendolo tra molte iniziative tattiche, e meno diffusi scenari strategici. Gli attori urbani e metropolitani sono chiamati ad affrontare una sfida formidabile: le questioni in gioco sono rilevanti e il ‘dna’ culturale degli stili di mobilità, più o meno sensibili agli spostamenti sostenibili, sta facendo la differenza anche nelle contingenze emergenziali. La tentazione di incoraggiare la micromobilità con una pianificazione urbanistica tattica “pret à porter” si è rivelata inevitabile, ma i casi internazionali dimostrano chiaramente che l’approccio a breve termine non può essere sufficiente.

Le amministrazioni locali che hanno risposto in modo più tempestivo ed efficace alla sfida della pandemia e della crisi economica legata al conflitto ucraino sembrano coincidere in larga misura con quelle tradizionalmente attive nella progettazione di politiche integrate, e dunque dotate di nuovi piani, programmi e altri strumenti coerenti con una visione di trasformazione strategica complessiva.

Infatti, l'attuazione di azioni coordinate tra scelte a breve e lungo termine richiede un'ampia gamma di strumenti strategici e operativi in grado di gestire interventi di emergenza e temporanei, all'interno di quadri relazionali equilibrati, massimizzando gli effetti virtuosi nello spazio e nel tempo [40]. L'esperienza di Bologna mostra come le città che hanno adottato misure tempestive e convincenti siano quelle con un bagaglio culturale consolidato, capaci di promuovere e attuare strumenti caratterizzati da approcci strategici in grado di rilanciare sinergicamente reti fisiche e immateriali per la resilienza urbana e metropolitana. Il processo di pianificazione integrata e inclusiva nell'area metropolitana di Bologna appare avanzato per la sua coerenza con l'approccio olistico promosso dalle politiche dell'UE e attuato da significative aree metropolitane dell'Europa occidentale. Il suo recente percorso progettuale mostra l'integrazione delle reti di mobilità e dei sistemi di trasporto pubblico con i modelli urbani compatti, i corridoi verdi e blu e gli spazi pubblici da progettare attraverso i processi di democrazia partecipativa.

I recenti strumenti metropolitani bolognesi rappresentano la matrice essenziale utile per ripensare e adattare spazi e forme di mobilità, investiti da eventi emergenziali. I principi originari dei nuovi piani di mobilità sfuggono alla dimensione settoriale, assumendo un ruolo strategico attraverso l'ambizione di integrare lo spazio infrastrutturale e la progettazione territoriale a scala metropolitana.

È il tentativo di prefigurare una "nuova urbanità" basata sulla sinergia tra la dimensione del movimento e lo spazio della stasi che tutti abbiamo sperimentato durante i lockdown. Cosa si intende per "nuova urbanità"? È uno dei concetti più complessi e polimorfici: prestigiose scuole di pensiero parlano di urbanità come "il reciproco adattamento della morfologia del tessuto urbano e delle forme di convivialità" [41, 42].

Rappresenta l'intreccio tra la "mixité" sociale che promuove l'integrazione e lo spazio pubblico in tutte le sue forme, che diventa il luogo privilegiato per il suo sviluppo. E gli spazi della mobilità, con particolare attenzione ai percorsi pedonali e ciclabili, possono offrire interpretazioni originali e creative dell'urbanità [43, 44].

La lezione che emerge dal cambiamento degli stili di vita a seguito delle crisi non può, quindi, riguardare solo l'ottimizzazione di ciò che già esiste: è necessario ripensare i siti infrastrutturali nell'intreccio con le funzioni urbane, riflettere sulle conseguenze della densità, non solo dei residenti, dei luoghi di lavoro o di studio, del tempo libero, dei servizi concentrati o diffusi, del consumo, ma soprat-

tutto delle densità di flusso nello spazio del movimento. La stagione pandemica ha costretto a prendere atto di nuovi equilibri, come l'esigenza di un ridimensionamento regolato nel calcolo della capacità dei vettori di trasporto collettivo da rendere maggiormente attraente e sicuro, prevenendo al contempo affollamenti pericolosi nelle ore di punta. Tutte caratteristiche che devono trovare una nuova chiave interpretativa in tema di tutela della salute pubblica. La mobilità non è solo un'opportunità per creare spazi di relazione, ma incarna l'essenza del "luogo", ovunque venga identificato o progettato.

Non solo una tecnica per collegare nodi e aree, ma il vettore di una nuova "urbanogenesi".

Bibliografia

- [1] IPCC: Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Contribution of WG1 to the sixth Assessment Report of IPCC. IPCC, Geneva, 2021
- [2] IPCC: Climate Change 2014. Synthesis Report. Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, 2014
- [3] Un-Habitat: Un-Habitat Guidance on Covid-19 and public space, 2020. Maggiori informazioni su: unhabitat.org/sites/default/files/2020/06/un-habitat_guidance_on_covid-19_and_public_space.pdf
- [4] OECD: Reshaping our cities for resilience, 2020. Maggiori informazioni su: www.itf-oecd.org
- [5] UNDRR: Making cities resilient, 2020. Maggiori informazioni su: www.unisdr.org/campaign/resilientcities/
- [6] The Rockefeller Foundation. Maggiori informazioni su: <https://www.rockefellerfoundation.org/100-resilient-cities/>
- [7] Un-Habitat Urban Resilience Hub. Maggiori informazioni su: <https://urbanresiliencehub.org/>
- [8] Yin R. K.: *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications, Beverly Hills, 1984
- [9] Acierno A.: *La visione sistemica complessa e il milieu locale per affrontare le sfide*. In: AAVV, *Le sfide per la resilienza urbana*, TRIA, n. 15, 2015
- [10] Taleb N. N.: *Antifragile: Things That Gain from Disorder*. Random House Publishing, New York Group, 2012
- [11] Blečić I., Cecchini A.: *Verso una pianificazione antifragile. Come pensare al futuro senza prevederlo*. Franco Angeli, Milano, 2016
- [12] Gargiulo C., Maternini G., Tiboni M., Tira M.: *New scenarios for safe mobility in urban areas*. In: TeMA, Special issue, n. 1, 2022
- [13] Amato C., Cerasoli M., de Ureña J. M., Ravagnan C.: *Percorsi di resilienza in Italia e Spagna. Fenomeni insediativi contemporanei e nuovi modelli di mobilità*. In: Talia M. (ed.): *La città contemporanea: un gigante dai piedi d'argilla*. Milano: Planum, 2019
- [14] Lauri C.: *Smart mobility. Le sfide regolatorie alla mobilità urbana*. In: *Rivista Trimestrale di Scienza dell'Amministrazione*, n. 1, 2021
- [15] EC. *New European Bauhaus*, 2021. Maggiori informazioni su: https://europa.eu/new-european-bauhaus/about/about-initiative_en
- [16] Troisi R., Alfano G.: *Towns as Safety Organizational Fields: An Institutional Framework in Times of Emergency*. In: *Sustainability*, vol. 11(24), p. 7025. Switzerland, 2019
- [17] Frantzeskaki N.: *Urban resilience. A concept for co-creating cities at the future*. Resilient Europe, 2016. Maggiori informazioni su: https://urbact.eu/sites/default/files/resilient_europe_baseline_stu

dy.pdf

[18] Rockefeller Foundation 2013, City resilient framework. Maggiori informazioni su: <https://www.rockefellerfoundation.org/wp-content/uploads/City-Resilience-Framework-2015.pdf>

[19] OECD, City policies responses, in Tackling Coronavirus. Contributing to a Global effort. Maggiori informazioni su: www.oecd.org/coronavirus/en/

[20] Crutzen P. J.: *The "Anthropocene"*. In: Ehlers E., Krafft T. (eds): *Earth System Science in the Anthropocene. Emerging Issues and Problems*. Springer, Cham, 2000

[21] European Environment Agency EEA: Greenhouse gas emissions from transport in Europe. Maggiori informazioni su: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-12>

[22] European Commission: Together towards competitive and resource-efficient urban mobility. COM 913, Brussels, 2013

[23] Ravagnan C.: *Rigenerare la città e i territori contemporanei. Prospettive e nuovi riferimenti operativi per la rigenerazione*. Aracne, Roma, 2019

[24] Ravagnan C., Cerasoli M., Amato C.: *Post-Covid cities and mobility. TeMA - Journal of Land Use*. In: *Mobility and Environment*, pp. 87 - 100, 2022

[25] Moreno C.: *Droit de cité: de la "ville-monde" à la "ville du quart d'heure"*. Editions de l'Observatoire, Paris, 2020

[26] Transport for London, Healthy streets. Maggiori informazioni su: www.london.gov.uk/sites/default/files/healthy_streets_explained.pdf

[27] Rueda S.: *La supermanzana, nueva célula urbana para la construcción de un nuevo modelo funcional y urbanístico de Barcelona*, 2016. Maggiori informazioni su: www.bcnecologia.es/sites/default/files/proyectos/la_supermanzana_nueva_celula_poblenou_salvador_rueda.pdf

[28] European Commission: Action Plan on Urban Mobility, COM 490, Brussels, 2009

[29] European Commission: White Paper, Roadmap to a Single European Transport Area - towards a competitive and resource efficient transport system, Brussels, 2011

[30] Rupprecht Consult (ed.): *Planning for People. Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*, European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, Brussels. Maggiori informazioni su: eltis.org/sites/default/files/guidelines-developing-and-implementing-a-ump_final_web_jan2014b.pdf

[31] Rupprecht Consult (ed.): *Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan, Second Edition*, European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, Brussels. Maggiori informazioni su: eltis.org/sites/default/files/ump_guidelines_2019_interactive_document_1.pdf

[32] Lefebvre H.: *Droit à la ville*. Anthropos, Paris, 1968

[33] Mitchell D.: *The Right to the City: Social Justice and the Fight for Public Space, 1st edition*. The Guilford Press, New York, 2003

[34] Harvey D.: *Rebel Cities: From the Right to the City to the Urban Revolution*. Verso Books, London, 2013

[35] Secchi B.: *La città dei ricchi e la città dei poveri*. Laterza, Bari, 2013

[36] Dupuy G.: *L'urbanisme des réseaux. Théories et methods*. A.Colin, Paris, 1991

[37] Monardo B.: *Il ruolo delle reti della mobilità dolce per una nuova urbanità post-Covid 19*. In: Moccia D., Sepe M.. (eds): *XII giornata internazionale di studi INU, Benessere e/o salute? 90 anni di studi, politiche, piani*. Urbanistica Informazioni, S.I. 289, 2020

[38] Nomisma: 3° Rapporto sul mercato immobiliare in Italia. Maggiori informazioni su: www.nomisma.it/presentati-i-dati-del-3-rapporto-sul-mercato-immobiliare-2020

[39] Honey-Rosés J. et al.: *The impact of COVID-19 on public space: an early review of the emerging questions - design, perceptions and inequities*. Cities & Health. Taylor and Francis, Cambridge, 2020

[40] Lydon M., Garcia A.: *Tactical Urbanism. Short-term Action for Long-term Change*. Island Press, Washington DC, 2015

[41] Choay F.: *Le Règne de l'urbain et la mort de la ville*. In: Dethier J., Guiheux A. (eds.): *La Ville, art et architecture en Europe, 1870-1993*, pp. 26 - 35. Editions du Centre Pompidou, Paris, 1994

[42] Choay F.: *Urbanité*. In: Merlin P., Choay F. (eds): *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*. PUF, Paris, 1996

[43] Levy J.: *La mesure de l'urbanité*. In: *Urbanisme*, n. 296, pp. 58 - 60, 1997

[44] Lévy J.: *Modèle de mobilité, modèle d'urbanité*. In: Institut pour la ville en mouvement (ed): *Les sens du mouvement. Modernité et mobilité dans les sociétés contemporaines*. Belin, Paris, 2004



*The Energy Districts: an Analysis Focused
on a Neighborhood of a Southern Italy City*

DISTRETTI ENERGETICI: UNO STUDIO SU UN QUARTIERE DI UNA CITTÀ DELL'ITALIA MERIDIONALE

Concettina Marino, Antonino Nucara, Maria Francesca Panzera, Matilde Pietrafesa, Angelo Votano

DICEAM - Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Energia dell'Ambiente e dei Materiali,

Università Mediterranea di Reggio Calabria, Via R. Zehender, 89100 - Reggio Calabria, Italia

concettina.marino@unirc.it; antonino.nucara@unirc.it; francesca.panzera@unirc.it;

matilde.pietrafesa@unirc.it; vota.angelo@gmail.com

Abstract

Nowadays the energy transition, which implies the design of a new energy supply and distribution model based on RES, is an urgent course of action. Not only is it crucial to tackle climate change issues, but it is also an opportunity to generate new technical, economic and social development possibilities. In this framework, the implementation of new structures of collective and collaborative economy, such as energy districts and communities, is encouraged by the European Union's development programs as a crucial strategy to mitigate both climate change crisis and economic inequalities as well as socio-environmental injustices.

With a view to providing a contribution to the studies addressing the effectiveness of these new energy management structures, especially in Mediterranean climates, this work proposes an analysis focused on a neighborhood of a city located in the Southern Italy. The results showed that the implementation of RES in an energy district perspective, according to the feasibility granted by the neighborhood features, allowed the balance between energy productivity and needs to be reached.

KEY WORDS: *Energy District, Energy Community, Energy Management, Share Economy.*

1. Introduzione

L'energia è un bene ed un servizio strategico per la crescita e lo sviluppo di un Paese: attuare politiche energetiche di riduzione dei consumi, aumento dell'efficienza energetica e integrazione di impianti rinnovabili di auto-produzione è oltremodo urgente per fronteggiare i cambiamenti climatici e ridurre la dipendenza energetica.

La transizione verso modalità di produzione e consumi energetici più sostenibili è una delle grandi sfide contemporanee. Un sistema energetico a basse emissioni di carbonio si basa sul passaggio da fonti fossili a rinnovabili e la trasformazione del paradigma di generazione elettrica

da centralizzato a distribuito.

In gran parte, tutt'ora, la generazione elettrica ha luogo prevalentemente in grandi centrali termoelettriche, nucleari e idroelettriche, con trasporto dell'energia agli utenti finali attraverso estese linee di trasmissione e distribuzione, con perdite significative. Tale sistema, che si è affermato in virtù dell'elevata efficienza, ha innescato una dipendenza dalle fonti fossili, che oggi, grazie allo straordinario sviluppo delle rinnovabili ed al prepotente avanzamento delle tecnologie digitali, può essere superato. I benefici potenziali del nuovo modello sono di diversa natura, e riguardano il sistema elettrico nel suo complesso (incremento dell'indipendenza energetica,

maggior efficienza, flessibilità e affidabilità della rete), ma anche aspetti economici e sociali (ingresso nel mercato di un gran numero di operatori, maggiore consapevolezza nella gestione dell'energia da parte delle piccole unità locali divenute produttrici/consumatrici).

Nell'ambito di questi nuovi sistemi di produzione, consumo e gestione dell'energia, importanza rilevante assume il settore civile (terziario e residenziale), che fino ad oggi è responsabile del maggior contributo ai consumi (36%), seguito da quello dei trasporti (32%) e dell'industria (23%). L'Italia è il primo paese in Europa per emissioni di CO₂ per usi energetici del comparto civile e tra i primi per consumi di energia primaria; in particolare le città sono responsabili di due terzi dell'approvvigionamento energetico e producono il 70% delle emissioni.

Il parco edilizio italiano dispone di 13,7 milioni di edifici, di cui 12,1 ad uso abitativo, corrispondenti a circa 27 milioni di abitazioni, di cui 22 abitate stabilmente e riscaldate [1].

Il fabbisogno energetico medio di un edificio convenzionale è di 100 kWh/m²anno, per uno di vecchia costruzione (ante D. Lgs. 373/76) di 150 kWh/m²anno (ENEA) [1]: ciò deriva dalla presenza di molti edifici (70%) realizzati prima dell'entrata in vigore delle direttive sull'efficienza energetica (1976), inoltre, il 25% di essi non ha mai subito interventi di manutenzione straordinaria. Rispetto ad un edificio a basso consumo (in Europa la media del fabbisogno è 25-60 kWh/m²anno), i nostri edifici presentano consumi nettamente superiori, con utilizzi eccessivi di combustibili ed elevate emissioni.

Sul tema in EU la *Renovation Wave* (2020) [2] si prefigge di raddoppiare il tasso di riqualificazione energetica degli edifici rispetto ai livelli attuali; in Italia il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici è uno dei principali obiettivi del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) [3].

Il miglioramento dell'efficienza energetica del settore civile è quindi al centro delle politiche e strategie comunitarie e nazionali volte a innescare e guidare il passaggio verso i nuovi sistemi energetici.

Infatti, anche la Direttiva europea 2018/844 [4] sull'efficienza energetica definisce la generazione distribuita, ossia la produzione decentralizzata di energia attraverso molte unità di piccola taglia che sfruttano risorse locali, come priorità di strategia politica ed economica per i prossimi anni [5, 6].

A differenza delle grandi centrali, con unità produttive di grossa taglia localizzate in singole zone, la generazione distribuita diffonde uniformemente la produzione sul territorio, sfruttando alla fonte le forme di energia presenti e realizzandone la gestione territoriale, con modelli di integrazione tra produzione e consumo sostenibili dal punto di vista economico [7, 8]. Tale modello è particolarmente rilevante a scala di quartiere, nelle reti di media e bassa tensione, dove si collocano i distretti energetici.

Essi realizzano l'interazione tra edifici, integrando diversi sistemi di energia rinnovabile, infrastrutture, mobilità e ICT. Le sorgenti di energia e le esigenze energetiche sono in gran parte condivise tra le differenti utenze, consentendo di ottimizzare la gestione dei flussi, di minimizzare i consumi e di tendere all'autonomia energetica.

Particolarmente interessante è il Distretto a Energia Positiva, un quartiere urbano autosufficiente, che non genera emissioni nette di CO₂, ma produce energia in eccesso rispetto ai propri fabbisogni, reimmettendola in rete. I distretti possono interessare contesti con utenze di diversa natura: residenziali (piccoli comuni, quartieri, condomini), del terziario (ospedali, alberghi, scuole, centri commerciali), trasporti (reti logistiche, aeroporti, stazioni ferroviarie), industriali (vetrerie, cartiere, tessili, ecc.). Inoltre sono parte integrante di un nuovo approccio globale verso un modello di città e urbanizzazione efficiente e sostenibile dal punto di vista sociale, economico e ambientale, da realizzarsi all'interno della transizione energetica in atto: la smart city.

L'ambito delle Smart City & Communities è definito prioritario e strategico sia dal precedente programma europeo Horizon 2020, sia dai 17 obiettivi di sviluppo sostenibile stabiliti dall'ONU e dall'Agenda 2030 [9].

Strategie di urbanizzazione sostenibile sono contenute nel programma Urban Europe, rivolto in particolare ai distretti energetici; mentre, un pacchetto di 8 direttive in materia di energia, approvate nel 2019 con il titolo Energia pulita per tutti gli europei [10], definisce una serie di quadri giuridici adeguati a consentire la transizione energetica e assegnare un ruolo di primo piano ai cittadini nel settore dell'energia.

In questo scenario si colloca l'oggetto del lavoro, che consiste nella riqualificazione energetica di un'area prevalentemente residenziale, ubicata in un quartiere di intensa attività umana (Santa Caterina) nella città di Reggio Calabria in una prospettiva di distretto energetico.

L'obiettivo è quello di fornire un contributo alle analisi rivolte alla valutazione delle potenzialità di queste nuove strutture di gestione energetica, soprattutto nei climi mediterranei, tipici del meridione d'Italia.

2. Struttura di un distretto energetico

Un distretto energetico è caratterizzato da un numero variabile di Smart Building interconnessi attraverso una Smart Micro Grid che permette lo scambio di energia elettrica tra più utenti a livello locale; la rete è detta intelligente in quanto ottimizza la distribuzione, minimizzando i sovraccarichi e le variazioni di tensione elettrica.

Nella struttura del distretto, gli Smart Building producono energia attraverso sistemi di FER, una parte della quale viene autoconsumata per il fabbisogno energetico delle utenze presenti al loro interno, un'altra può essere

immagazzinata attraverso sistemi di accumulo domestico e infine la parte restante viene scambiata con altre utenze attraverso la Smart MicroGrid di distretto: si crea così una diffusione capillare dell'energia che viaggia lungo più nodi e raggiunge ampi bacini di utenti.

Il surplus di energia del distretto viene immagazzinato in accumulatori di energia del distretto o immesso nella rete pubblica.

I sistemi di accumulo giocano un ruolo fondamentale nel funzionamento della struttura appena descritta: fungono da buffer per gli scambi con la rete, consentono di compensare lo sfasamento temporale fra produzione di energia da fonti rinnovabili e domanda, e permettono l'ottimale gestione dei flussi energetici da parte degli utenti finali. Le tecnologie che trovano attualmente integrazione in impianti di generazione da rinnovabile sono sostanzialmente due: l'accumulo elettrochimico tramite batterie, per impianti di piccola taglia, e quello idroelettrico, tramite centrali di pompaggio, per taglie maggiori; gli unici sistemi in grado di interfacciarsi con i piccoli impianti di produzione locale sono le batterie. Esse consentono un maggiore sfruttamento e una migliore gestione dell'energia prodotta, oltre a una riduzione dei picchi, spesso causa di squilibri, dovuti all'aleatorietà delle rinnovabili, livellando i profili di potenza immessi in rete.

Tecnologia differente e in fase di pieno sviluppo è quella dei sistemi di accumulo ad idrogeno, considerato il vettore energetico del futuro per la sua sostenibilità ambientale e versatilità in differenti campi di utilizzo [11, 12].

Tali sistemi si basano sull'utilizzo di celle a combustibile, dispositivi elettrochimici che trasformano l'energia chimica dell'idrogeno in energia elettrica, tramite un processo in cui esso si combina con l'ossigeno, formando acqua. L'idrogeno utilizzato dovrà essere prodotto mediante sistemi green, prima tra tutti l'elettrolisi abbinata ad impianti a fonte rinnovabile. Nei prossimi anni si stima un'ascesa significativa di tali tecnologie, tale da rappresentare un'aliquota rilevante del mercato.

Nella transizione verso i distretti, un ruolo particolarmente importante è svolto dagli edifici ad alta efficienza energetica: i nearly Zero Energy Buildings (nZEB).

Essi combinano due aspetti fondamentali: il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro e dell'impianto e la conseguente riduzione del fabbisogno (a), il soddisfacimento del fabbisogno con tecnologie a fonti energetiche rinnovabili (b). Oltre agli nZEB, fondamentale è il ruolo del Plus Energy Building, un edificio residenziale o commerciale connesso alla rete pubblica, che in un anno solare produce più energia da fonti rinnovabili di quella consumata, diventando una piccola centrale elettrica in grado di vendere l'energia che non consuma e di trarre profitto dalla sua sostenibilità.

Gli edifici intelligenti (Smart Building) rappresentano un valore aggiunto; in questo caso, i componenti di involucro e gli impianti sono gestiti in modo intelligente e automa-

tizzato, consentendo di ridurre al minimo il consumo energetico, pur garantendo ottimali condizioni di comfort per gli occupanti.

3. Caso di studio: metodologia di analisi

Lo studio è stato condotto in una porzione del quartiere di Santa Caterina, facente parte del Comune di Reggio Calabria, situato nel nord della città, limitrofo al centro cittadino (vedi Fig. 1). Il quartiere è uno dei più popolosi, di tipo prevalentemente residenziale, con alto indice di urbanizzazione e caratterizzato da elevata densità abitativa. La maggior parte degli edifici risale al periodo 1920-1940, durante il quale fu ricostruito a seguito del devastante terremoto del 1908. Il suo aspetto urbanistico è sostanzialmente di tipo a scacchiera, essendo le vie principali ortogonali fra loro. La zona considerata si estende nel quadrilatero con perimetro delimitato da via Santa Caterina D'Alessandria, via Monte Grappa, via Enotria e via Montevegine, così come illustrato nella figura (vedi Fig. 1).

La metodologia applicata ha previsto inizialmente un confronto tra producibilità di energia derivante dall'installazione di impianti fotovoltaici sulle superfici disponibili degli edifici e fabbisogno totale. Successivamente, si è proceduto in ottica di distretto energetico, applicando il concetto di condivisione e scambio di energia a scala di isolato e di distretto.



Fig. 1 - Vista dall'alto dell'area di intervento.
(fonte: Google EarthTM)

3.1. Classificazione del parco edilizio oggetto di studio

L'area selezionata è caratterizzata da una elevata eterogeneità degli edifici (vedi Fig. 2), che sono stati classificati in funzione della struttura portante, del numero di piani e di interni, della tipologia di tetti e della presenza di attività commerciali. L'area è costituita da 12 isolati per un totale di 66 edifici, costituiti da case mono e bifamiliari o plurifamiliari e condomini. Le prime sono caratterizzate da 1 o 2 interni su 1 o 2 piani fuori terra; di esse, la mag-

gior parte ha struttura portante in muratura e solo poche sono realizzate in cemento armato. Gli edifici plurifamiliari sono caratterizzati da un numero di interni che va da 2 a 6, su un massimo di 3 piani fuori terra, con struttura sia in muratura portante che in cemento armato. I condomini, infine, hanno un numero di interni maggiore di 6 con strutture esclusivamente in cemento armato e un numero minimo di 4 piani fuori terra. Tutte le strutture in muratura portante sono caratterizzate da tetti a falde, mentre quelle in cemento armato da tetti piani.

Dalla figura (vedi Fig. 3) è possibile notare come vi sia bilanciamento tra le diverse tipologie, con il 47% di strutture in cemento armato e tetti piani e il restante 53% in muratura portante e tetti a falde.



Fig. 2 - Mappa dell'area con numerazione degli isolati. (fonte: propria elaborazione)

e dell'orientamento dei pannelli. Il pannello fotovoltaico scelto è un modello in silicio monocristallino, con una potenza di 315 Wp, che utilizza 96 celle solari con tecnologia back-contact, garantendo un'efficienza di conversione in condizioni nominali del 19,3%. Nel caso di tetti piani, per massimizzare la produttività degli impianti, sono state considerate installazioni di pannelli rivolti a Sud con un angolo di inclinazione di 28°; nel caso di moduli installati su tetti inclinati, è stata considerata una disposizione con orientamento ed inclinazione (pari a circa 18°) uguali a quelli del tetto. Per ogni area calcolata è stato decurtato un 10% come margine di sicurezza, ottenendo i risultati riportati in tabella (vedi Tab.1). È stato quindi determinato il numero di moduli installabili e la producibilità totale di distretto, al netto dell'ombreggiamento. Nel caso di tetto piano, è stato considerato l'ombreggiamento tra i moduli, determinando la distanza ottimale tra le file. Considerando l'angolo di inclinazione (28°) e quello di azimut (0°), un'altezza solare di 28,5°, si è stimata una distanza ottimale di 2,72 m. Noto l'ingombro del pannello (1,37 m²), il loro numero è risultato pari a 1.518. Nel caso dei tetti a falde, i moduli seguono l'inclinazione del tetto (circa 18°) e l'esposizione è vincolata dall'orientamento dell'edificio (Est/Ovest o Sud/Nord); per tenerne conto sono stati considerati fattori correttivi. Per questi edifici il numero di pannelli installabili è risultato pari a 3.813.

Tipologia di edificio	Superficie totale (m ²)
Casa mono/bifamiliare in muratura portante	3.355
Casa mono/bifamiliare in cemento armato	765
Edifici plurifamiliari in muratura portante	6.290
Edifici plurifamiliari in cemento armato	2.150
Condomini	5.540

Tab. 1 - Superfici totali disponibili per ogni tipologia di edificio. (fonte: propria elaborazione)

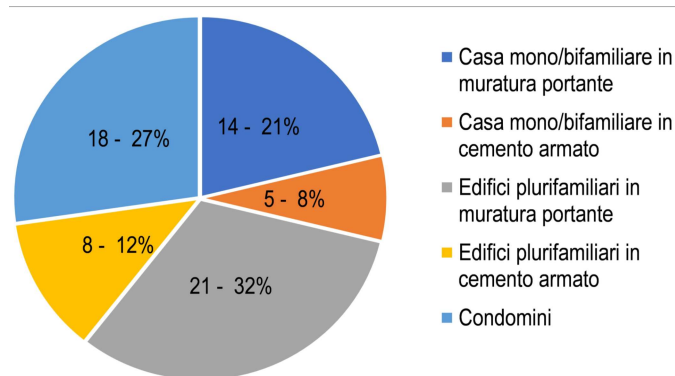


Fig. 3 - Classificazione degli edifici. Il numero assoluto rappresenta il numero di attività commerciali presenti in ciascuna categoria di edifici. (fonte: propria elaborazione)

3.1. Impianto fotovoltaico

La produttività di un impianto fotovoltaico in un determinato intervallo temporale dipende dal prodotto della superficie installata, S , per l'efficienza del sistema, η , per la radiazione solare incidente nell'arco dell'intervallo temporale considerato, I_G , a sua volta funzione dell'esposizione

3.3. Stima del carico elettrico

Nota il numero di abitazioni e la presenza di attività per edificio e per isolato, se ne è stimato il fabbisogno energetico a partire dalla stima del carico delle singole abitazioni. Secondo ARERA (Autorità di Regolazione Energia Reti Ambienti) la spesa per energia elettrica media per anno di una famiglia del Sud Italia è pari a 639 €: considerato il costo medio dell'energia nel 2020 (0,2083 €/kWh), il consumo medio è risultato pari a 3.068 kWh/anno. Per le attività, invece, è stato stimato un consumo di energia elettrica superiore, pari a 5.000 kWh/anno, a causa del numero maggiore di apparecchiature elettriche e dei loro maggiori assorbimenti. Il fabbisogno totale stimato per l'intero distretto è risultato

pari a 1.475 MWh/anno.

3.4. Analisi energetica

La produttività energetica e il fabbisogno medio sono stati determinati per l'intero distretto, confrontandoli al variare della scala. In primo luogo, l'analisi è stata realizzata alla scala di isolato, valutando per ogni edificio la differenza tra il carico e l'energia producibile; successivamente, si è considerata la scala di distretto, considerando tutti gli isolati presenti.

3.4.1. Scala di isolato

In questo caso, per ogni isolato si è confrontata la produzione energetica con il fabbisogno. Se il fabbisogno è stato ipotizzato costante per ogni abitazione e dipende strettamente dal loro numero negli edifici, la producibilità è funzione della tipologia: gli edifici con maggiore sviluppo in altezza, quali quelli plurifamiliari e i condomini, occupano una superficie in pianta ridotta, che si traduce in una minore superficie disponibile e quindi in un minor numero di pannelli installabili; viceversa, le altre tipologie, principalmente gli edifici di più vecchia costruzione, si sviluppano in lunghezza o in larghezza su un numero ridotto di piani, e questo accresce l'area disponibile per l'installazione.

Nelle figure (vedi Figg. 4, 5 e 6) è riportato il confronto tra producibilità e fabbisogno degli edifici appartenenti ai tre isolati, individuati con i numeri 10, 11 e 12 e caratterizzati rispettivamente da un bilancio energetico quasi nullo (surplus annuo 0,93 MWh), dai massimi consumi e dalla massima producibilità. L'isolato 11, oltre ad essere quello con il consumo elettrico maggiore, risulta essere il penultimo per producibilità, poiché tutti gli edifici dai quali è composto sono condomini. Risultati opposti sono ottenuti per l'isolato 12, che presenta il differenziale maggiore tra produzione e consumo, pari a +163 MWh/anno, coprendo differenziali negativi come quelli dell'isolato 11 ad esso adiacente, e consentendo di reimmettere sulla microgrid di quartiere un surplus energetico.

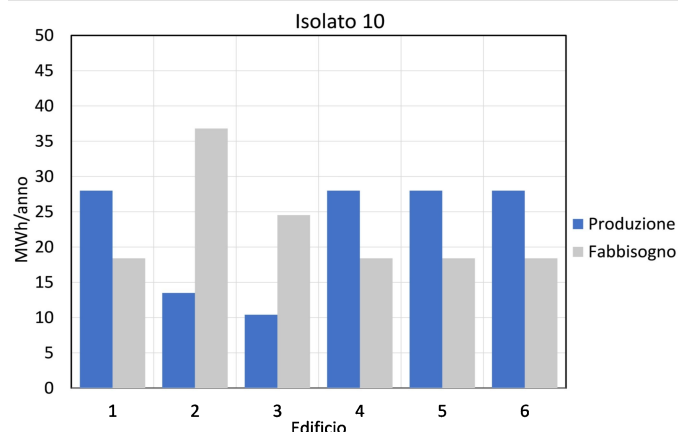


Fig. 4 - Confronto tra producibilità e fabbisogno energetico per gli edifici dell'isolato 10. (fonte: propria elaborazione)

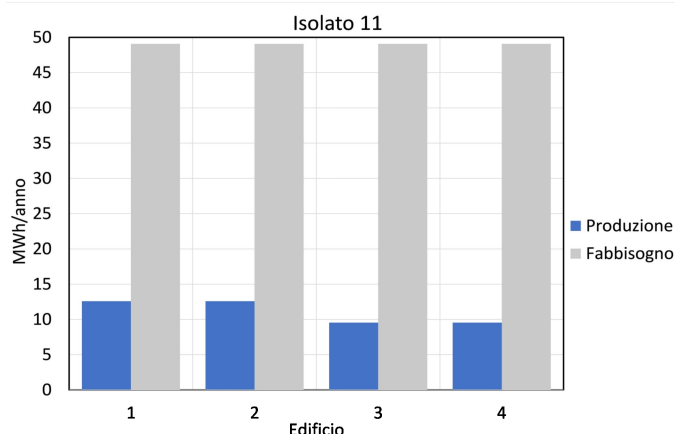


Fig. 5 - Confronto tra producibilità e fabbisogno energetico per gli edifici dell'isolato 11. (fonte: propria elaborazione)

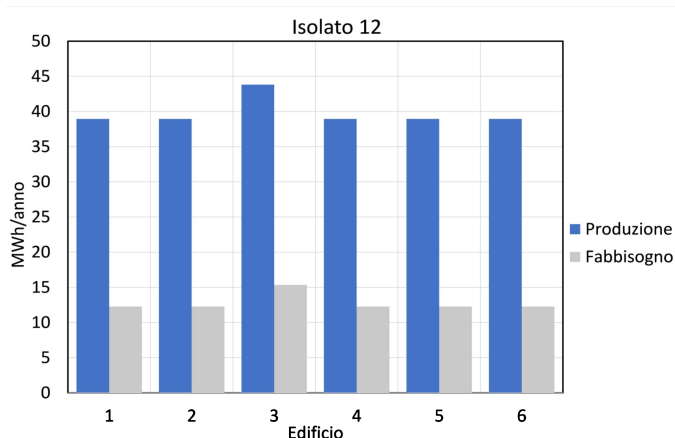


Fig. 6 - Confronto tra producibilità e fabbisogno energetico per gli edifici dell'isolato 12. (fonte: propria elaborazione)

3.4.2. Scala di distretto

I risultati delle analisi riguardanti l'intero distretto, considerando tutti i dodici isolati, sono riportati nella figura (vedi Fig. 7); nella figura (vedi Fig. 8) è invece riportata la differenza tra producibilità e fabbisogno di ogni isolato.

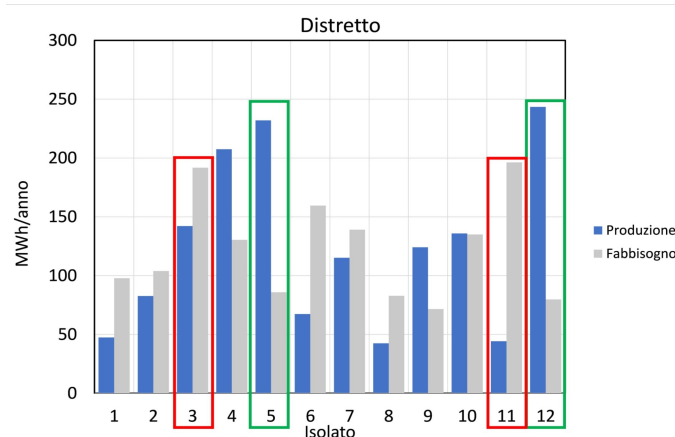


Fig. 7 - Confronto tra producibilità e fabbisogno energetico di ogni isolato. (fonte: propria elaborazione)

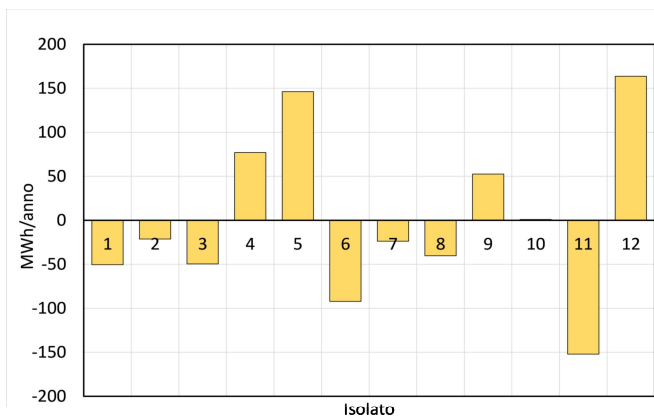


Fig. 8 - Differenza tra producibilità e fabbisogno energetico di ogni isolato.
(fonte: propria elaborazione)

È possibile notare come gli isolati con i picchi maggiori di consumo siano il 3 e l'11 (in rosso), mentre quelli con la maggiore producibilità il 5 e il 12 (in verde): queste condizioni sono strettamente legate alla loro conformazione ed in particolare il 3 e l'11 presentano la più alta densità abitativa e quindi i maggiori fabbisogni.

La producibilità e il fabbisogno dell'intero distretto evidenziano equilibrio, con un surplus energetico di soli 9,57 MWh/anno, che a sua volta potrebbe essere immagazzinato, per poi essere riutilizzato all'interno dello stesso distretto.

4. Conclusioni

Il lavoro affronta il tema, più che mai attuale, della transizione energetica, intesa come costruzione di un nuovo modello di organizzazione energetica e sociale basato su produzione e consumo di energia proveniente da fonti rinnovabili. Tale trasformazione non è ormai più una scelta, ma una necessità, che diviene anche un'opportunità per creare nuovi modelli di produzione e abbracciare nuovi comportamenti eco-sostenibili.

In tale scenario, l'attivazione di nuove forme di azione collettiva e di economie collaborative, quali i distretti energetici, è ormai al centro dei programmi dell'Unione Europea e ne costituisce i punti cardine.

In quest'ambito, obiettivo del lavoro è stata la riqualificazione energetica di una zona del quartiere di S. Caterina nel Comune di Reggio Calabria (Italia), nel quale è stata attuata una gestione dell'energia in ottica di distretto energetico, evidenziandone i benefici ottenibili.

Applicando il concetto di condivisione e scambio di energia fra le varie utenze, a varie scale abitative (isolato, distretto), sono stati individuati i benefici in termini energetici, dati dalla riduzione dei surplus e/o deficit di

energia per i singoli edifici.

Analizzando dodici isolati appartenenti al quartiere in esame, si è osservato come in termini di distretto si riesca ad ottenere un bilanciamento fra la produzione e la domanda di energia, con un surplus di 9,57 MWh/anno.

Bibliografia

- [1] Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) e Comitato Termotecnico Italiano (CTI) - Rapporto annuale 2020. Certificazione Energetica degli Edifici, 2020
- [2] European Commission A Renovation Wave for Europe - Greening our buildings, creating jobs, improving lives, Communication COM/2020/662 final, 2020
- [3] MISE, MATTM, MIT, Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030. Maggiori informazioni su: https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf
- [4] Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea. Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency. Maggiori informazioni su: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj>
- [5] Marino C., Nucara A., Panzera M. F., Pietrafesa M.: *Towards the nearly zero and the plus energy building: Primary energy balances and economic evaluations*. In: Thermal Science and Engineering Progress, vol. 13, art. n. 100400, 2019
- [6] Bevilacqua P., Morabito A., Bruno R., Ferraro V., Arcuri N.: *Seasonal performances of photovoltaic cooling systems in different weather conditions*. In: Journal of Cleaner Production, vol. 2721, art. n. 122459, 2020
- [7] Narayanan A., Mets K., Strobbe M., Devellder C.: *Feasibility of 100% renewable energy-based electricity production for cities with storage and flexibility*. In: Renewable Energy, vol. 134, pp. 698 - 709, 2019
- [8] Malara A., Marino C., Nucara A., Pietrafesa M., Scopelliti F., Strevia G.: *Energetic and economic analysis of shading effects on PV panels energy production*. In: International Journal of Heat and Technology, vol. 34, n. 3, pp. 465 - 472, 2016
- [9] UN General Assembly, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, October 2015, A/RES/70/1, <https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>
- [10] European Commission, Clean Energy for all Europeans Package, 2019. Maggiori informazioni su: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en
- [11] Carbone R., Marino C., Nucara A., Panzera M.F., Pietrafesa M.: *A case-study plant for a sustainable redevelopment of buildings based on storage and reconversion of hydrogen generated by using solar energy*. In: ArchHistoR, vol. 6, pp. 596 - 615, 2019
- [12] Marino C., Nucara A., Panzera M. F., Pietrafesa M., Varano V.: *Energetic and economic analysis of a stand-alone PV system with hydrogen storage*. In: Renewable Energies, vol. 142, November 2019, pp. 316 - 329. Elsevier, 2019



Long-Term Analysis of the Forest Landscape Transformation in the Metropolitan Area of Rome Capital in Support of the Territorial Governance for Ecological Transition

ANALISI DI LUNGO PERIODO DELLA TRASFORMAZIONE DEL PAESAGGIO FORESTALE NELL'AREA METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE A SUPPORTO DELLA GOVERNANCE DEL TERRITORIO PER LA TRANSIZIONE ECOLOGICA*

*Francesco Solano^{a,c}, Salvatore Praticò^b, Gianluca Piovesan^f, Alessio Argentieri^d,
Alessandra Terenzi^e, Salvatore Bonfanti^e, Giuseppe Modica^b*

^aDAFNE - Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università della Tuscia, Via Santa Maria in Gradi 4, 01100 - Viterbo, Italia

^bDipartimento di Agraria, Università Mediterranea di Reggio Calabria, località Feo di Vito, 89124 - Reggio Calabria, Italia

^cDEB - Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche, Università della Tuscia, Via Santa Maria in Gradi 4, 01100 - Viterbo, Italia

^dDipartimento IV- Servizio 2 "Geologico e difesa del suolo-rischio idraulico e territoriale",

Città metropolitana di Roma Capitale, 00144 - Roma, Italia

salvatore.pratico@unirc.it

Abstract

Restoring the forest ecosystem's functionality is as an urgent action for biodiversity conservation and carbon mitigation as well as for achieving the 2030 Agenda of United Nations sustainability goals. By developing a landscape dynamics framework to guide future management and planning policies, we characterised the historical trend of forest area changes from 1936 to 2010 in the Metropolitan City of Rome Capital (Italy). Remote sensing-based products and historical forest maps, coupled with landscape pattern metrics and fragmentation analysis have been implemented. Two main forest landscape dynamics were reconstructed: I) the increase of forest cover fragmentation in the lowland areas; II) the rise in forest area by recently established forest in the interior sectors of the mountain landscape, mainly within protected areas. Results revealed the urgent need to establish new protected areas and rewilding spaces. The proposed framework can be used for testing the effectiveness of environmental planning and management in other forest landscapes to achieve the Agenda 2030 goals and EU 2030 Biodiversity Strategy.

KEY WORDS: *2030 Agenda of the United Nations, Forest Cover Changes, Forest Fragmentation, Global Tree Cover Data (GTCD), Landscape Metrics.*

1. Introduzione

Al giorno d'oggi, sono pochi gli ecosistemi terrestri nel mondo rimasti indisturbati a causa delle attività antropiche [1]; in particolare molti paesaggi forestali ne riflet-

tono la storia ecologica e socioeconomica [2, 3].

In Europa, le foreste sono utilizzate da millenni dall'uomo, che ne ha trasformato la composizione specifica, la struttura e la distribuzione [4], e di conseguenza i loro regimi di disturbo naturale e la funzionalità rispetto agli ecosi-

* Il documento nella sua interezza è frutto del lavoro congiunto degli autori. F. Solano: Conceptualization, Data curation, Investigation, Methodology, Software, Validation, Visualization, Writing - original draft, Writing - review & editing. S. Praticò: Data curation, Investigation, Methodology, Software, Validation, Visualization, Writing - original draft, Writing - review & editing. G. Piovesan: Conceptualization, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Supervision, Writing - original draft, Writing - review & editing. Alessio Argentieri: Writing - review & editing. A. Terenzi: Writing - review & editing. S. Bonfanti: Writing - review & editing. G. Modica: Data curation, Methodology, Software, Supervision, Validation, Visualization, Writing - original draft, Writing - review & editing.

stemi naturali [5]. Nell'hotspot di biodiversità del Mediterraneo, l'attuale struttura e fisionomia delle foreste rimanenti è stata alterata, inoltre, da attività ricorrenti di degrado e deforestazione [6].

Dall'inizio del secolo scorso si è assistito ad una naturale espansione delle foreste in molte regioni temperate del mondo, a seguito dell'abbandono dell'agricoltura tradizionale di montagna, spinta da fattori socio-economici come l'immigrazione nelle aree urbane [7-10].

Nello stesso periodo, si sono verificate attività di deforestazione conseguenti all'espansione urbana e l'intensificazione dell'agricoltura in ambienti di pianura, per i quali è essenziale studiare i cambiamenti del paesaggio forestale per raggiungere gli obiettivi dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite (www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda), e migliorare le strategie di pianificazione e gestione per aumentarne la resilienza [11].

Nel quadro globale della conservazione della biodiversità e stoccaggio di carbonio, le aree protette sono riconosciute come pietre miliari della strategia di conservazione e possono contribuire a ridurre la perdita di foreste rispetto alle aree non protette [12], mantenendo livelli di biodiversità e sequestro di carbonio più elevati rispetto alle vicine aree dove si fa un uso alternativo del suolo [13], e possono essere viste come uno strumento insostituibile per garantire funzioni ecosistemiche complesse [14]. L'espansione e un'efficace gestione delle aree protette sono necessarie per mitigare la perdita di biodiversità [15], quindi descrivere e comprendere i cambiamenti ed i loro impatti a lungo termine sugli ecosistemi forestali è fondamentale per un'efficace pianificazione della gestione ambientale. Alcune soluzioni interessanti si stanno sviluppando grazie all'integrazione dell'ecologia storica e dei dati telerilevati. In questo ambito, vengono spesso proposte metriche e/o indici paesaggistici per valutare le caratteristiche del paesaggio e per monitorare i cambiamenti nell'uso del suolo [16-20]. A questo proposito, il telerilevamento rappresenta una fonte di dati alternativa per quantificare la copertura forestale e la sua variazione nel tempo [21, 22], poiché i dati possono coprire in modo coerente vaste aree [23-25] e la registrazione a lungo termine delle osservazioni satellitari consente di quantificare le tendenze della copertura forestale nel corso di diversi decenni [26-30]. Inoltre, sono emersi nuovi impulsi di ricerca, soprattutto dopo l'emergere di applicazioni del telerilevamento basate su piattaforme di cloud computing [31, 32].

Questo studio presenta un nuovo approccio attraverso l'uso integrato dei dati storici sulla copertura forestale, e dei prodotti basati sul telerilevamento, come supporto alle politiche ambientali volte alla gestione sostenibile delle foreste, secondo gli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030. Il metodo è stato testato e applicato in un importante e rappresentativo ambiente mediterraneo, l'area metropolitana di Roma Capitale.

Qui, diversi fattori hanno influenzato le dinamiche del paesaggio naturale e culturale durante la lunga storia di trasformazione del territorio. I cambiamenti a lungo termine della copertura forestale, insieme a metriche di paesaggio e analisi di frammentazione, sono stati utilizzati per identificare le dinamiche del paesaggio forestale e la loro distribuzione secondo un gradiente altitudinale e in relazione alle aree protette, per descrivere la loro efficacia come strumento per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità. In questo contesto, il nostro lavoro suggerisce un modo innovativo per migliorare la conoscenza ambientale, per sviluppare una pianificazione e gestione del paesaggio incentrata sul ripristino dell'integrità bioecologica delle foreste e mirata a raggiungere gli obiettivi dell'Agenda 2030.

2. Metodologia

Il metodo proposto può essere riassunto nelle seguenti fasi principali: a) Acquisizione dei dati e derivazione delle mappe forestali; b) Classificazione altitudinale dell'area di studio; c) Analisi del cambiamento della copertura forestale; d) Restituzione carta di riferimento per la densità della copertura forestale; e) Metriche del paesaggio e analisi della frammentazione forestale; f) Dinamiche del paesaggio e sviluppo sostenibile (vedi Fig. 1).

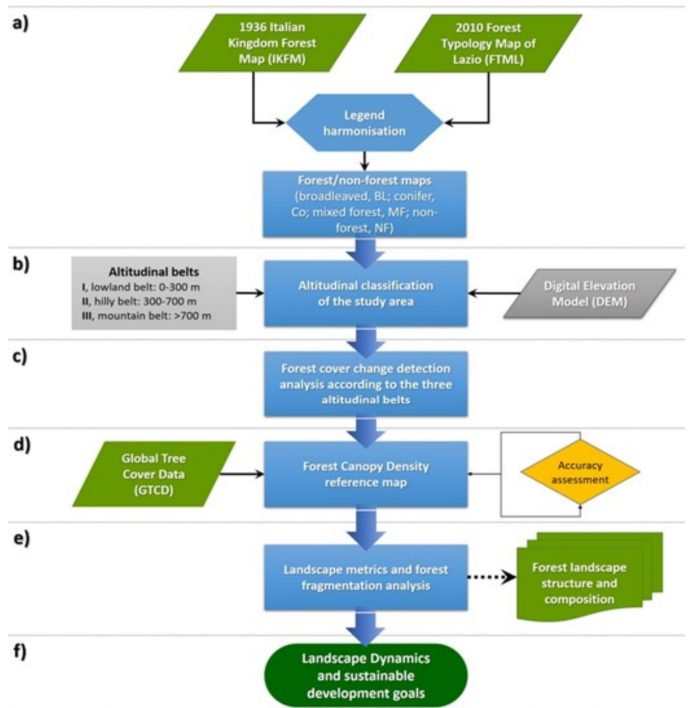


Fig. 1 - V Flusso di lavoro del metodo proposto mirato al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile. (fonte: [33])

2.1. Area di studio

L'area metropolitana di Roma Capitale si estende per 5363 km² nella regione Lazio. Essa include il territorio di Roma e altri 120 comuni, e con oltre 4,3 milioni di abitanti rappresenta la più grande area metropolitana d'Italia (vedi Fig. 2a). L'Ente territoriale preposto all'esercizio di varie funzioni amministrative in campo ambientale è la Città metropolitana di Roma Capitale (CMRC), subentrata dal 2015 alla Provincia di Roma nell'esercizio delle funzioni di area vasta. La CMRC ha in particolare competenze in materia di difesa del suolo, utilizzo risorse agroforestali, gestione aree protette, opere idrauliche e di bonifica, le quali risultano significative in termini di interazioni tra attività antropiche e evoluzione della copertura forestale. L'area metropolitana si caratterizza per un'orografia complessa, con terreni pianeggianti, altipiani costieri e interni e zone montuose (fino ai 1854 m s.l.m. del Monte Autore) (vedi Fig. 2b). I dati più recenti sulla copertura del suolo [34] mostrano che l'area è occupata principalmente da terreni agricoli (56%) e aree edificate (14%), mentre le foreste naturali e seminaturali coprono circa il 27%. Le foreste di pianura sono prevalentemente occupate da querce caducifoglie (*Quercus cerris* L., *Q. pubescens* Willd.) e sempreverdi (*Quercus ilex* L.) insieme al carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.), mentre il castagno (*Castanea sativa* Mill.) e il faggio (*Fagus sylvatica* L.) dominano rispettivamente le foreste di collina e di montagna.

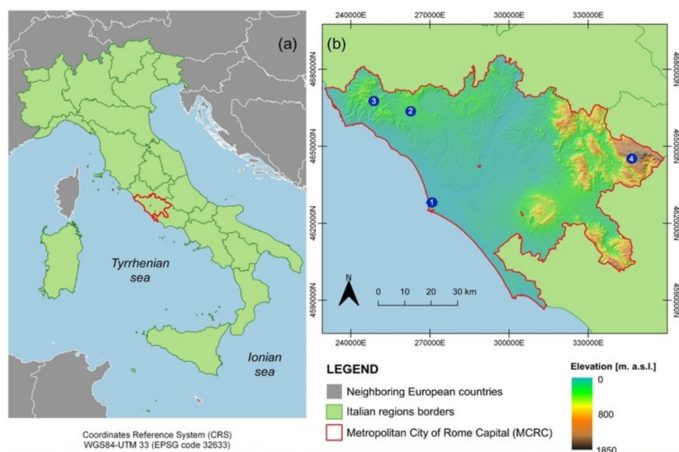


Fig. 2 - (a): localizzazione area di studio; (b): distribuzione delle elevazioni nel territorio della CMRC. (fonte: modificato da [33])

2.2. Acquisizione dati e derivazione delle mappe forestali

Per indagare le variazioni della copertura forestale nel tempo, abbiamo utilizzato i dati storici della Carta Forestale del Regno d'Italia del 1936 (CF1936) [35] e la Carta forestale su base tipologica della Regione Lazio del 2010 (CF2010) [36], in modo da analizzare un periodo di 74 anni.

I dati vettoriali digitali della CF1936 sono stati acquisiti tramite WebGIS (<http://carta1936.dicam.unitn.it/webgis/map1.php>).

La CF2010 è stata ottenuta dal geoportale open data della Regione Lazio (<http://dati.lazio.it/catalog/it/dataset/carta-forestale-su-base-tipologica-della-regione-lazio>) in formato vettoriale digitale. Previa omogenizzazione delle legende di entrambi i set di dati, sono state estratte tre categorie forestali generali: latifoglie (BL), conifere (Co) e bosco misto (MF), aggiungendo una classe di aree non forestali (NF) ottenute sovrapponendo i due set di dati con il confine dell'area studio. Poiché la CF1936 include una classe denominata "foreste degradate", non presente nella CF2010 e non riconducibile ad altre categorie, si è deciso di analizzarla separatamente.

2.3. Classificazione altitudinale

L'area di studio è stata suddivisa in tre zone altitudinali principali, utilizzando un modello digitale delle elevazioni (DEM) con una risoluzione spaziale di 20 m x 20 m.

Il DEM è stato ricampionato secondo la definizione di area montana dell'Istituto Nazionale di Statistica [37], in tre fasce altitudinali: I) fascia di pianura, da 0 a 300 m s.l.m.; II) fascia collinare, da 300 a 700 m s.l.m.; III) fascia montana sopra i 700 m s.l.m. Per ciascuna dinamica forestale (espansione, perdita e persistenza), le variabili topografiche di altitudine e pendenza sono state estratte e confrontate statisticamente, applicando il test non parametrico di Kruskal-Wallis [38]. È stato utilizzato questo test non parametrico, perché la popolazione di riferimento non ha una distribuzione normale.

Le analisi statistiche sono state eseguite con il software statistico R [39].

2.4. Analisi del cambiamento della copertura forestale

I cambiamenti avvenuti nell'intervallo di tempo indagato (1936-2010), sono stati rilevati con un approccio di change detection [40] seguito da un confronto post-classificazione [33, 41] per l'analisi diacronica.

I dati vettoriali di copertura forestale (1936-2010) sono stati processati in ambiente GIS, ottenendo dati vettoriali unici, che mostrano i cambiamenti di copertura delle singole categorie. Si è quindi ottenuta una matrice di dati per quantificare le modifiche, riportando in righe il valore dei cambiamenti nelle categorie presenti nel 1936 e in colonne il numero di cambiamenti nelle categorie del 2010. Infine, questo set di dati è stato sovrapposto al DEM ricampionato per analizzare i cambiamenti all'interno delle diverse fasce altitudinali e convertito in formato vettoriale. Quindi, è stata implementata un'altra matrice di cambiamento simile alla precedente.

2.5. Mappatura della densità della copertura forestale

Per ricostruire le dinamiche della copertura forestale e

qualificarla da un punto di vista ecologico-funzionale, abbiamo utilizzato i dati sulla copertura arborea globale (GTCD). I dati GTCD per l'anno 2010 [23], in formato raster, hanno una risoluzione spaziale di 30 m x 30 m (<https://glad.umd.edu/dataset/global-2010-tree-cover-30-m>), dove ogni pixel rappresenta una stima della copertura percentuale massima della chioma arborea (1-100%). Definendo una soglia di copertura arborea superiore al 10%, con un'area maggiore di 0,49 ha, coerentemente con la definizione di bosco della FAO [42] il dato è stato ricampionato alla risoluzione spaziale di 20 m x 20 m con intervalli di classe ogni 10%. Tale processo consiste in una mera operazione geometrica che quindi non inficia le elaborazioni effettuate.

La mappa è stata successivamente valutata in termini di accuratezza e utilizzata come strato di riferimento per la densità della copertura forestale. Per garantire che la dimensione del campione fosse adeguata a produrre stime sufficientemente precise dell'area delle classi, si è proceduto al dimensionamento numerico del campione per ciascuna classe [43]. Pertanto, abbiamo calcolato la dimensione campionaria complessiva con un campionamento casuale stratificato [44], secondo il metodo proposto da Olofsson et al. [45].

La dimensione complessiva del campione è risultata di 1528 punti di campionamento. Come suggerito dalla FAO [46] e Congalton e Green [47], abbiamo assegnato una dimensione minima di 100 punti campionari a ciascuna fascia altitudinale; quindi, il numero rimanente di punti sono stati assegnati proporzionalmente, in base alla superficie di ciascuna fascia. I punti campionari sono stati generati e distribuiti casualmente in ciascuna fascia altitudinale (vedi Fig. 3), utilizzando il software QGIS [48].

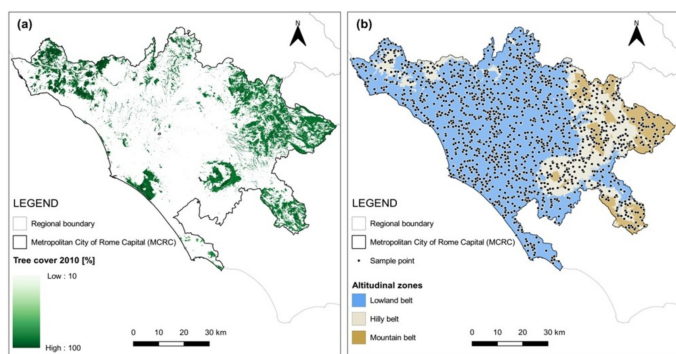


Fig. 3 - (a): Densità della copertura forestale della Città metropolitana di Roma Capitale derivata dai dati GTCD del 2010 [23]; (b) Classificazione dell'area di studio in fasce altitudinali con distribuzione dei punti campione utilizzati per la validazione della mappa di densità. (fonte: [33])

Per ogni punto campione, è stata generata una zona *buffer* quadrata di 70 × 70 m (0,49 ha) con una griglia sistemica di 5 × 5 punti ed utilizzata come riferimento di verità a terra. Sulla base di fotointerpretazione a video di immagini ad altissima risoluzione di Google Earth per l'anno 2010 [23, 49, 50], all'interno di ogni *buffer* sono state identificate aree forestali o non forestali contando

il numero di punti coperti da alberi. Quando le chiome degli alberi coprivano almeno tre punti della griglia (3/25 = copertura arborea >10%), il campione è stato classificato come foresta, altrimenti come non-foresta.

Una matrice di confusione [46, 47] è stata quindi prodotta per valutare l'accuratezza della mappa della densità della copertura forestale prodotta.

2.6. Metriche del paesaggio e analisi della frammentazione forestale

I cambiamenti della struttura e composizione del paesaggio forestale sono stati quantificati utilizzando metriche di dimensione, forma e margini, selezionando alcune variabili significative tra le molte disponibili in letteratura [17, 51]. È stata calcolata una serie di sette parametri a livello di classe e di paesaggio: il numero di patch (NP), la dimensione media della patch (MPS), la densità del margine (ED), il margine medio della patch (MPE), l'indice di forma medio (MSI), il rapporto area-perimetro medio (MPAR) e dimensione frattale media (MFRACT).

Per calcolare le metriche del paesaggio con la massima precisione, facendo riferimento ai dati di input, abbiamo utilizzato il modello di dati vettoriali e il plug-in V-Late per ArcGIS [52]. Quindi abbiamo calcolato la frammentazione forestale utilizzando il modello di frammentazione basato su raster di Riitters et al. [53, 54]. Secondo le sei classi di frammentazione, il paesaggio analizzato è classificato attraverso l'indice di frammentazione che combina due diversi indicatori: l'Indice di Densità (Pf) e l'Indice di Connettività (Pff). Pf rappresenta la proporzione (densità) dei pixel "foresta" che cadono nella finestra mobile definita. Pff è una misura della connettività del bosco.

Si ottiene dividendo il numero di coppie di pixel "foresta" nelle direzioni cardinali che cadono nella finestra mobile definita per il numero totale di coppie di pixel contenenti uno o due pixel "foresta". Maggiore è il valore di Pff, maggiore è il valore di connettività. Combinando le mappe Pf e Pff secondo le regole definite da Riitters et al. [53], si possono ottenere le seguenti sei categorie dell'indice di frammentazione forestale (FFI): (1) *interior* (Pf = 1.0); (2) *undetermined* (Density > 0.6 and Density = Connectivity); (3) *perforated* (Density > 0.6 and Density - Connectivity > 0); (4) *edge* (Pf > 0.6 and Density - Connectivity < 0); (5) *transitional* (0.4 < Density < 0.6); (6) *patch* (Density < 0.4). Le celle classificate come *interior* sono circondate da celle forestali. Pertanto, non sono frammentate cioè indisturbate. Le altre quattro categorie mostrano un certo grado di frammentazione in un gradiente dall'*interior* alle classi di frammentazione *perforated*, *edge*, *transitional* e di *patch*. Considerando la dipendenza dalla scala delle metriche spaziali e che una bassa risoluzione dei dati potrebbe portare a un'analisi imprecisa del modello del paesaggio [55], come dati di input, abbiamo utilizzato un raster con 10 m x 10 m di risoluzione geometrica. Inoltre, seguendo Riit-

ters et al. [53, 54] e altri studiosi [56, 57], la finestra mobile quadrata è stata fissata a 5 x 5 pixel.

2.7. Dinamiche del paesaggio e obiettivi di sviluppo sostenibile

I dati di cambiamento, densità e frammentazione della copertura forestale ottenuti sono stati analizzati per valutare le politiche di gestione ambientale a favore del raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite (ONU). In particolare, abbiamo ricostruito la dinamica dell'indice di copertura forestale (FCI) dato l'obiettivo di sviluppo 15.1.1 (Area forestale in proporzione alla superficie totale) dell'Agenda 2030 (<https://unstats.un.org/sdgs/metadata/?Testo&Obiettivo=15&Obiettivo>).

L'indice FCI è stato calcolato come il rapporto tra la copertura forestale e l'area totale di studio, analizzando l'aumento, la perdita e la persistenza di copertura tra il 1936 e il 2010. Una serie di indicatori di trasformazione del paesaggio forestale è stata utilizzata per valutare i progressi verso una gestione sostenibile delle risorse forestali (obiettivo 15.2.1). La copertura forestale netta durante i 74 anni analizzati è stata considerata un indicatore per il tracciamento del sotto-indicatore 1 ("tasso di variazione netta annuale della superficie forestale"). I dati sulla densità della copertura forestale sono stati considerati un proxy per descrivere il sotto-indicatore 2 ("stock di biomassa epigea in una foresta"). Integrando i risultati di FCI e tasso netto di variazione forestale e analizzandone le metriche all'interno delle aree protette ricadenti nel territorio della CMRC, è stato infine possibile valutarne la consistenza e l'efficacia nella gestione (sotto-indicatore 3, "Percentuale di superficie forestale situata all'interno di aree protette legalmente istituite"). Nella valutazione di questo indicatore, i parchi e le riserve naturali sono stati considerati separatamente dai siti Natura 2000.

3. Risultati

3.1. Cambiamenti della copertura forestale (1936-2010) nella Città metropolitana di Roma Capitale (CMRC)

La copertura forestale è aumentata, passando da 94.624 ha nel 1936 a 136.823 ha nel 2010, evidenziando un incremento dell'indice di copertura forestale (FCI) dal 17,6% al 25,5% (vedi Tab. 1).

L'andamento generale osservato corrisponde ad un aumento assoluto della copertura forestale del 44,6% (42.199 ha), del 7,9%, se riferito all'intera estensione dell'area di studio. Complessivamente si è registrato un aumento di copertura forestale che ha mostrato un incremento di 68.299 ha, a fronte di una perdita di

26.100 ha. La persistenza della copertura forestale ha coinvolto 68.524 ha sulla superficie forestale totale dell'area di studio. La classe forestale di latifoglie ha registrato il maggiore incremento areale, passando da 27.188 ha nel 1936 a 122.828 ha nel 2010 (guadagno di circa il 352%), seguita dalle conifere da 1626 ha a 4084 ha (+151%) (vedi Tab. 1).

Categoria copertura suolo	2010					
	NF	Co	BL	MF	Totale	
1936	NF	37.3401	2.169	57.804	8.325	441.700
	Co	744	764	109	8	1.626
	BL	4.402	117	22.403	264	27.188
	MF	20.953	1.033	42.511	1.313	65.811
	Totale	399.502	4.084	122.828	9.911	536.325

Tab. 1 - Matrice di contingenza che mostra la transizione tra le diverse categorie (valori in ha) dal 1936 al 2010 nell'area metropolitana di Roma Capitale. (NF): aree non forestali; (Co): conifere; (BL): latifoglie; (MF): boschi misti. (fonte: modificato da [33]).

3.2. Variazione della copertura forestale in base alla topografia

Le foreste si distribuiscono in modo non uniforme nelle tre fasce altitudinali. Nel 2010, l'FCI rappresentava circa il 13% della fascia I, il 47% nella fascia II e il 71% nella fascia III. Il più alto aumento di copertura forestale (nuove foreste) si è verificato (25%) nelle fasce collinari e montuose (vedi Fig. 4a).

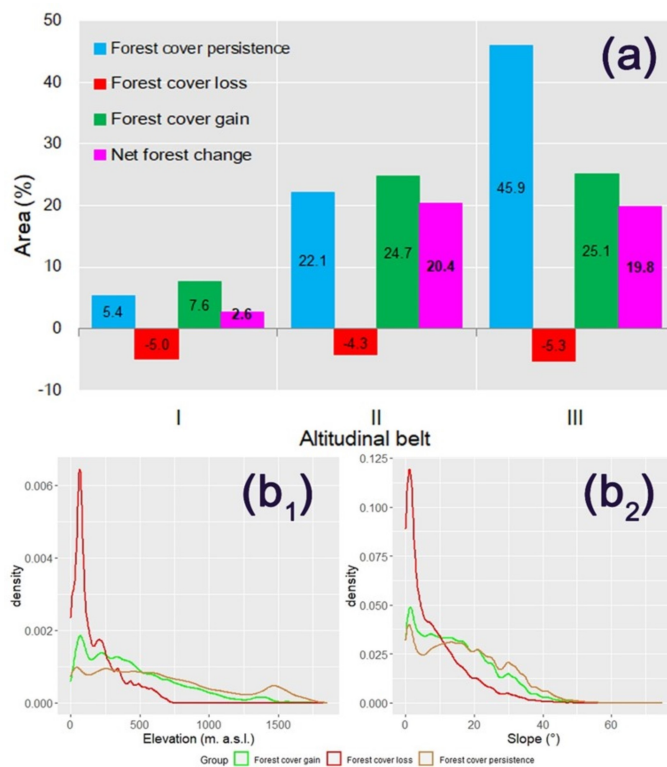


Fig. 4 - Percentuale di guadagno, perdita, persistenza e variazione netta della copertura forestale riferita alla superficie totale della singola fascia altitudinale (tra gli anni 1936 e 2010). (a); diagramma di distribuzione della copertura forestale nelle aree di guadagno, perdita e persistenza in riferimento alle differenze di elevazione (b1) e pendenza (b2). (fonte: [33]).

In confronto, la fascia di pianura ha mostrato l'incremento più lento dell'FCI (7%). La persistenza della copertura forestale ha una marcata distribuzione geografica con un forte andamento decrescente dalla fascia montana a quella di pianura (vedi Fig. 4b). Come mostrato dal test di Kruskal-Wallis (con $\alpha = 0,05$), le aree interessate dalle dinamiche di aumento, perdita o persistenza della copertura forestale hanno mostrato una differenza significativa per quanto riguarda i fattori topografici (quota e pendenza). La dinamica del cambiamento all'interno di ciascuna fascia altitudinale si traduce in un aumento netto generale (persistenza più guadagno di copertura forestale) nella superficie forestale. Infatti, la perdita di superficie più consistente - in valore assoluto - è localizzata a basse quote, principalmente in pianura e nelle fasce secondarie di bassa collina. Da un punto di vista compositivo, le foreste di latifoglie sono la categoria che ha avuto il maggior aumento di superficie in tutte e tre le fasce altitudinali (36.576 ha in totale). Nel 2010, la maggior parte delle foreste degradate nella fascia montana si è trasformata in foreste di latifoglie (1173 ha), mentre 516 ha sono stati deforestati. Una tendenza simile si è verificata nella fascia collinare, dove 708 ettari su 1068 sono diventati latifoglie e 333 ettari sono diventati aree non forestali. La tendenza opposta si è registrata nella fascia di pianura dove circa il 76% delle foreste degradate nel 1936 (628 ha) è stato deforestato, e solo il 22% (189 ha) si è trasformato in latifoglie (vedi Fig. 5).

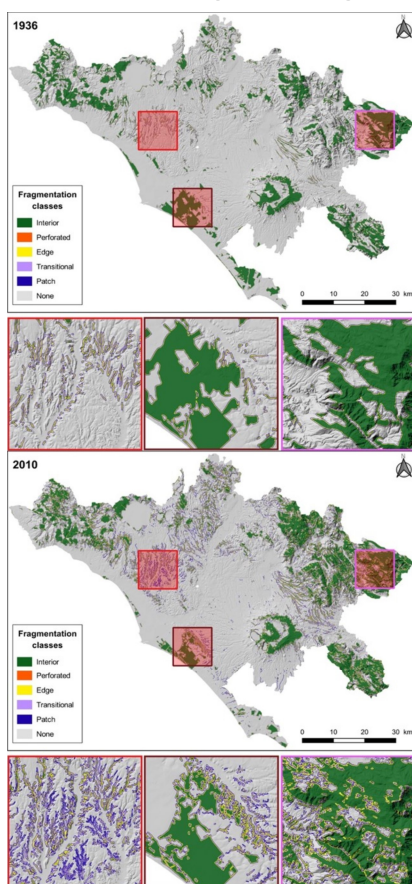


Fig. 5 - Mappa delle classi di frammentazione forestale dell'anno 1936 (in alto) e 2010 (in basso) nell'area di studio della CMRC. (fonte: modificato da [33]).

3.3. Stima della densità della copertura forestale

La stima della mappa di riferimento della densità della copertura forestale ha ottenuto un livello di accuratezza complessivo del 99,01% per la fascia altitudinale I, del 98,03% per la fascia altitudinale II e del 97,39% per la fascia altitudinale III. La PA per la classificazione "foresta" varia con l'aumentare della quota, da 98,95 ad un valore di 96,34. L'UA ha raggiunto i valori più alti nelle fasce II e III. La PA per la classificazione "non foresta" ha raggiunto un valore complessivo del 98% per tutte e tre le fasce altitudinali. Al contrario, l'UA diminuisce con l'altitudine, ma mostra comunque l'affidabilità del processo di classificazione.

3.4. Valutazione della densità della copertura forestale

Le densità della copertura nelle aree di espansione ha un valore medio del 46% (per l'intera area di studio). La classe di densità più diffusa nell'area di espansione è del 10%. Oltrepassando il valore del 60%, la frequenza della copertura diminuisce gradualmente fino a solo l'8%. Quindi aumenta di nuovo in frequenza per le classi > 70% dei valori di densità, con quest'ultima classe che copre il 12% della CMRC. Una densità della copertura del 100% è presente solo su una piccola parte dell'area di studio (0,2%; ~ 14 ha). Nelle aree di persistenza, la frequenza delle foreste di latifoglie aumenta con la densità della copertura. I valori minori di densità della copertura (tra il 10% e il 40%) sono distribuiti principalmente nella fascia pianeggiante (zona altitudinale I). Valori di densità della copertura più elevati sono principalmente distribuiti tra la fascia collinare e la fascia montana (zone II e III). La maggior parte dei boschi misti e di latifoglie sono governati a ceduo e questi tipi di bosco si trovano in corrispondenza di centri abitati medio-piccoli. Questi boschi, quindi, mantengono un valore di densità inferiore rispetto alle foreste montane che sono gestite secondo sistemi ad alto fusto. Inoltre, una maggiore densità della copertura forestale è un tratto distintivo delle aree protette (Parchi Naturali e Aree della rete Natura 2000) (vedi Fig. 6).

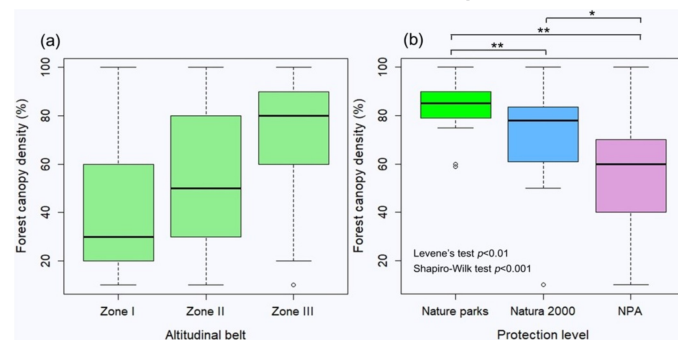


Fig. 6 - (a) Box plot del valore percentuale della densità della copertura forestale nelle tre zone altitudinali della CMRC e (b) distribuzione del valore percentuale della densità nei parchi naturali, aree Natura 2000 e aree non protette (NPA). Differenze statisticamente significative tra le densità della chioma forestale appartenenti a diversi livelli di protezione (test Mann-Whitney U, * = $p < 0,01$; ** = $p < 0,001$). (fonte: [33]).

3.5. Dinamiche del paesaggio forestale

Nel 1936 l'area forestale presentava una minore frammentazione rispetto al 2010. L'andamento generale dell'aumento della superficie forestale è legato anche alla crescita del numero di patch, come si riflette nella diminuzione metrica MPS, osservata per tutte le categorie forestali. L'MSI ha mostrato un aumento generale della variabilità dimensionale e delle singole categorie.

Anche la forma delle foreste è cambiata nettamente, con un aumento di MPAR e MFRACT per tutte le categorie, mostrando un aumento della complessità geometrica delle forme delle patch forestali. L'ED ha mostrato un margine totale diverso tra il 1936 e il 2010, con un aumento relativamente elevato per le foreste miste.

L'MPE ha mostrato un aumento considerevole per le foreste di latifoglie e una diminuzione per le foreste di conifere e miste. Due diverse dinamiche forestali hanno influenzato il paesaggio in questo periodo di tempo.

Da un lato si registra un lieve aumento delle aree *interior* (ovvero le aree forestali non interessate dalla frammentazione). Il processo dominante è stato un aumento significativo delle categorie di *edge* e *patch* che sono passate rispettivamente dal 3,15% al 6,94% e dal 2,40 al 6,42% della superficie totale, provocando un aumento delle metriche indicative della frammentazione del paesaggio. Mentre la categoria di transizione caratterizza la maggior parte delle nuove aree forestali del 2010, la categoria marginale interessa la maggior parte dell'area interna nel paesaggio del 1936, evidenziando una consistente frammentazione delle foreste. Nella parte centrale e settentrionale dell'area di studio, il paesaggio del 2010 è caratterizzato da macchie forestali sparse e isolate (vedi Fig. 5). Queste dinamiche sono evidenziate anche dalle MPS, che sono significativamente diminuite nelle quattro classi di paesaggio analizzate.

La forma delle macchie nel paesaggio 2010 è invece più complessa in tutte le classi paesaggistiche, in particolare per le foreste di latifoglie. Dal 1936 al 2010 si è verificata una perdita di aree *interior* nella zona I, mentre si è registrato un aumento nelle fasce collinari e montuose (Zone II e III) (vedi Fig. 7). Un aumento della frammentazione forestale è associato alla perdita di aree interne nella fascia di pianura, come dimostra l'aumento delle aree di transizione e di *patch*. La maggiore espansione delle aree *interior* è distribuita nelle aree protette e non protette nella fascia altitudinale II e III mentre diminuisce nelle aree di pianura (zona I). La minore frammentazione delle foreste nel 1936 si riflette nella distribuzione delle aree marginali, transitorie e a macchia su tutte le fasce altitudinali, all'interno e all'esterno delle aree protette, che sono sempre inferiori rispetto al 2010.

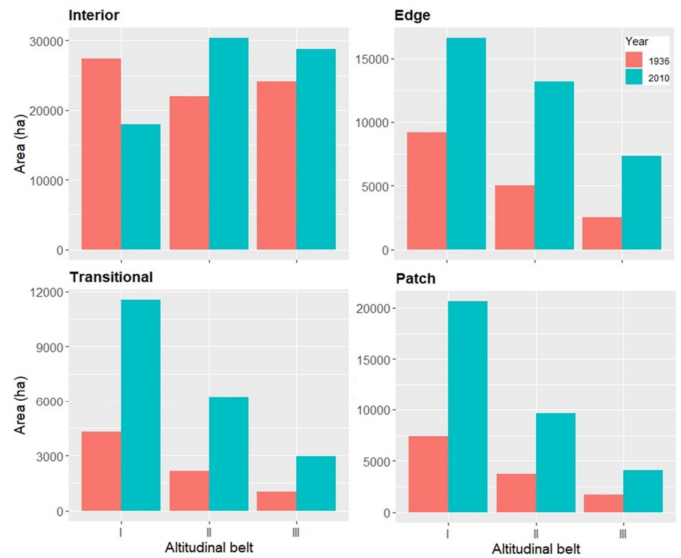


Fig. 7 - Metriche di frammentazione forestale per fascia altitudinale dell'area di studio della CMFC. (fonte: [33]).

4. Discussione

4.1. Distribuzione, cambiamenti e frammentazione del paesaggio forestale

Il metodo proposto ha fornito un quadro paesaggistico della copertura forestale e delle dinamiche compositive degli ultimi 74 anni nell'area metropolitana di Roma.

I cambiamenti identificati hanno messo in luce alcuni fattori chiave della trasformazione del paesaggio forestale in cui l'espansione e la persistenza della copertura hanno dominato la matrice ricostruita dell'uso del suolo.

Tuttavia, è stata osservata una perdita generale di superficie forestale (deforestazione) dall'ambiente di pianura a quello montano. Tale perdita è stata inferiore rispetto al guadagno osservato, generando un aumento netto della superficie forestale di circa l'8%, in linea con la lenta, ma stabile tendenza di recupero della copertura forestale osservata nell'area mediterranea europea negli ultimi 30 anni [42]. I nostri risultati sono coerenti anche con altri studi che mostrano un aumento della copertura forestale in quest'area [58, 59].

Lo spopolamento dei paesi di montagna [60] e l'abbandono delle attività agricole nelle aree marginali sono le principali cause dell'espansione degli ecosistemi forestali, in particolare nelle aree montane [18, 61]. Le foreste di conifere e latifoglie hanno mostrato un aumento generale, con queste ultime che si espandono principalmente nella fascia montana, confermando l'andamento osservato per la maggior parte dell'Appennino [62].

Sebbene la fascia montana rappresenti solo il 10% dell'area metropolitana, le foreste coprono il 71% della zona, con il più alto tasso di espansione e persistenza.

Questo risultato conferma il trend del cosiddetto *rewilding* che ha caratterizzato il paesaggio appenninico negli ultimi

sessant'anni. Una delle ragioni principali è da ricercarsi anche nelle politiche di gestione ambientale che sono state adottate per promuovere la stabilità idrogeologica del territorio montano. Ne sono un esempio le leggi nazionali emanate nel 1923 (Regio Decreto 30 dicembre 1923, n. 3267) e nel 1952 (cd legge "Fanfani") per la conservazione e il ripristino delle foreste. Tali provvedimenti legislativi, promuovendo attività selvicolturali e di rifeorestazione, hanno portato ad un incremento dell'indice FCI, anticipando così gli obiettivi dell'Agenda 2030.

La predominanza delle foreste "chiuse" nel paesaggio montano è dovuta, oltre che all'istituzione di aree protette, anche alla progressiva riduzione delle attività pastorali e di raccolta, che, a loro volta, hanno innescato processi di successione forestale secondaria e di recupero verso fasi mature [63]. Tuttavia, mentre il recupero della copertura negli ecosistemi forestali può essere abbastanza veloce, la composizione delle foreste di recente costituzione è caratterizzata da molte specie pioniere di habitat aperti, per i quali le dinamiche forestali verso le comunità forestali mature richiedono periodi di tempo più estesi [64].

Una diversa dinamica forestale si è verificata nella fascia di pianura. L'FCI del 14% è ben al di sotto del 40% ritenuto ottimale per la conservazione della biodiversità forestale in paesaggi modificati dall'uomo [65]. Qui il processo storico primario è legato alla nuova espansione forestale in aree marginali e alla deforestazione. Sono due le cause principali delle poche aree forestali persistenti: la deforestazione per la bonifica dei terreni agricoli (fino agli anni '50) e l'espansione urbana [66]. Nelle zone pianeggianti intorno alla città di Roma (campagna romana), le foreste e i terreni agricoli sono stati i più esposti all'aumento della pressione antropica, determinata dall'espansione urbana incontrollata [67]. In alcune zone interne costiere e pianeggianti, al di là di alcuni esempi di foreste relitte caratterizzate da eterogeneità strutturale e compositiva [68], i boschi sono sempre stati oggetto di selvicoltura intensiva (es. cedui) per la fornitura di beni e pascolo estensivo da parte degli animali domestici.

Tuttavia, i boschi di pino domestico (*Pinus pinea* L.) [69] insieme ai castagneti (*Castanea sativa* Mill.), svolgono un ruolo fondamentale nel modellare il paesaggio costiero e collinare e rappresentano un patrimonio destinato a scomparire senza una gestione attiva delle foreste.

La conservazione dei paesaggi colturali forestali è una attività complessa, condizionata non solo dal fattore socio-economico, ma anche dalle dinamiche dei cambiamenti globali poiché sia il castagno, sia il pino domestico sono specie molto suscettibili all'attacco di specie aliene.

Un FCI inferiore, insieme a una minore densità della copertura, denotano lo scarso stato di conservazione delle zone di pianura per quanto riguarda le aree interne.

Queste due diverse dinamiche forestali sono evidenti anche per quanto riguarda le foreste degradate nel

1936. La maggior parte di esse ha recuperato in densità nella fascia montana, mentre nelle pianure la foresta è scomparsa o ha subito un degrado, aumentandone la frammentazione. Questi risultati indicano che l'aumento della percentuale di FCI e di densità caratterizza gli ecosistemi montani che si trovano all'interno delle aree protette della CMRC, garantendo così numerosi servizi ecosistemici. Il monitoraggio della densità della copertura e della sua continuità nel tempo si è rivelata un'azione chiave per misurare la multifunzionalità delle foreste.

La densità della copertura arborea è collegata alla quantità di biomassa; alti livelli di stoccaggio garantiscono la regolamentazione dell'acqua, la conservazione della biodiversità, l'immagazzinamento di carbonio e la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici. Per questo motivo, seguendo le indicazioni della strategia forestale europea per garantire la ricostituzione e una gestione sostenibile rafforzata delle foreste ai fini dell'adattamento climatico e della loro resilienza (par. 3.2, resource.html (europa.eu)) è opportuno favorire la transizione verso una selvicoltura disetanea, a garanzia del mantenimento di una copertura forestale continua, per esaltare i servizi ecologici del bosco quali assortimenti legnosi di maggiore pregio, sequestro del carbonio, produzione di prodotti secondari, bellezza paesaggistica e attributi strutturali per la conservazione della biodiversità, quali legno moro e alberi habitat [70]. La densità della copertura forestale può quindi essere considerata un indicatore della pressione legata alle utilizzazioni. È possibile evidenziare quindi l'urgenza di una nuova politica ambientale e di gestione dei paesaggi forestali della fascia di pianura per aumentarne la copertura forestale e il livello di naturalità. Occorre un'approfondita revisione delle strategie di pianificazione e gestione, volte a risolvere le problematiche legate al consumo di suolo e ai disturbi di origine antropica [71].

In particolare, nella pianificazione futura, dovrebbero essere affrontati altri disturbi ambientali indotti dall'uomo, come gli incendi o la diffusione di specie esotiche che compromettono il funzionamento degli ecosistemi forestali e riducono la sostenibilità ambientale.

4.2. Le aree protette come strumento efficace verso gli obiettivi di sviluppo sostenibile

In questo quadro, si evidenzia il ruolo chiave che le aree protette hanno svolto nell'area metropolitana di Roma Capitale, grazie alla persistenza degli ecosistemi forestali in cui è garantita la più alta densità di copertura.

Le differenze nella densità della copertura arborea tra le foreste all'interno delle aree non protette e quelle protette dimostrano come nel secondo caso si presti una notevole attenzione nella gestione dell'impatto delle attività forestali. Ciò è dovuto alle misure di conservazione per un'efficace protezione della natura.

L'istituzione di una rete di aree protette e politiche di ge-

stione, con limitato impatto antropico, ha consentito agli ecosistemi forestali di seguire dinamiche più naturali, almeno in alcune zone ben definite, come nei paesaggi montani. Tuttavia, l'estensione delle aree più integre è circoscritta alla fascia montana e collinare, mentre in pianura le pressioni antropiche hanno determinato il degrado e la frammentazione delle foreste.

Il ripristino dell'indice FCI per raggiungere l'obiettivo del 40% e la delimitazione di grandi blocchi forestali (10% dell'intero paesaggio) sono requisiti per la conservazione delle specie forestali interne [65]. In effetti, il ripristino di aree forestali integre in pianura è un compito prioritario, che oggi può essere perseguito grazie ai fondi resi disponibili dal decreto Clima e dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) "intervento di forestazione urbana, periurbana ed extraurbana nelle Città metropolitane".

Nella fascia collinare, soprattutto nella periferia dell'area urbana di Roma, numerose foreste interne e di transizione si mescolano ad aree agricole, piccoli insediamenti urbani ed elementi seminaturali. In questo caso, la gestione ambientale per il raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda 2030 e della Strategia europea sulla biodiversità per il 2030 dovrebbe essere orientata a garantire il mantenimento di un paesaggio forestale rispettoso della biodiversità. Aree interne straordinariamente ben conservate, circondate da nuclei forestali di diverse dimensioni, e una matrice di alta qualità con elementi seminaturali possono svolgere un ruolo importante nella conservazione della biodiversità [65]. Diversi studi confermano che un grado più elevato di copertura forestale contribuisce a mitigare le ondate di calore all'interno degli ecosistemi [72]. Al contrario, la perdita di copertura porta a un aumento del calore locale, che aggrava lo squilibrio tra le risposte della comunità e il cambiamento climatico [73]. Inoltre, una maggiore densità della copertura è collegata a una maggiore capacità di mitigazione del deflusso superficiale e alla riduzione dei danni causati dalle inondazioni durante le piogge intense [74]. Le foreste mature, normalmente caratterizzate da suoli più profondi, garantiscono una migliore regolazione dei fenomeni di evapotraspirazione, incidendo quindi positivamente sull'equilibrio idrologico dell'ecosistema.

La copertura continua da parte delle chiome è anche legata a una presenza significativa di specie in via di estinzione, come gli insetti saproxilici [75]. Per un futuro sostenibile, abbiamo bisogno di una disponibilità maggiore di habitat forestali maturi per la conservazione delle specie in via di estinzione dipendenti da alberi secolari e legno morto [70, 76]. Le aree protette possono mantenere livelli di biodiversità e stock di carbonio più elevati rispetto alle vicine aree di uso alternativo del suolo [13] e devono essere viste come uno strumento insostituibile per garantire funzioni ecosistemiche complesse [14].

A tal fine, la nuova strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030 anticipa i prossimi nuovi obiettivi della Conven-

zione sulla diversità biologica. L'obiettivo è portare la biodiversità in Europa sulla strada della ripresa entro il 2030 come cuore di un Green Deal europeo, in linea con l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile e gli obiettivi dell'Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici.

Tra le azioni da attuare nella strategia a livello europeo, la protezione di almeno il 30% della superficie terrestre attraverso l'aumento delle aree protette, di cui il 10% delle riserve naturali integrali, è un obiettivo prioritario.

In questo contesto, all'interno dell'area metropolitana di Roma Capitale devono essere intraprese azioni volte a gestire efficacemente tutte le aree protette, a partire dalla rete Natura 2000. Soprattutto la necessità di ripristinare la connettività e la funzionalità ecologica nelle foreste di pianura, con l'istituzione di nuove aree e corridoi protetti integrando l'esistente Rete Ecologica Provinciale prevista dal Piano Territoriale Provinciale Generale.

Un altro obiettivo chiave sarà l'istituzione di rigorose riserve naturali, individuando spazi da lasciare ai processi di rinaturalizzazione per ripristinare la funzionalità negli ecosistemi forestali. Questo processo potrebbe trarre vantaggio dal fatto che la fascia di pianura è caratterizzata da suoli fertili e profondi e da lunghe stagioni vegetative che garantiscono un rapido recupero della vegetazione forestale, con un'elevata attività di assorbimento di carbonio, in linea con la strategia IPCC di mitigazione delle emissioni. Una migliore strategia per le aree protette porterà benefici diretti alla comunità che vive nei sobborghi di un'area metropolitana densamente popolata, in particolare i benefici per la salute associati al potere di mitigazione di una foresta durante le ondate di calore [77]. A partire dalla metodologia adottata in questa ricerca, sono necessari ulteriori studi per una distinzione basata sulla diversità bioecologica degli ecosistemi, come le porzioni di foresta vetusta, le foreste rinaturalizzate (paesaggi forestali sfruttati in successione naturale a lungo termine) e le foreste gestite, come proposto da Chiarucci et al. [76]. Definire obiettivi e misure di conservazione chiari e sottoporli a un adeguato monitoraggio è un obiettivo immediato rispetto all'Agenda 2030. In questo quadro, i nostri risultati consentiranno un'efficace pianificazione e gestione del paesaggio per la conservazione della biodiversità, per rafforzare anche l'attuale rete ecologica metropolitana [78].

5. Conclusioni

Con questa ricerca si è voluto implementare una metodologia per monitorare la dinamica forestale attraverso l'uso integrato di dati storici sulla copertura forestale e prodotti basati sul telerilevamento, fornendo indicatori operativi per gestire e ripristinare efficacemente gli ambienti forestali nell'area di studio della Città metropolitana di Roma Capitale (CMRC), secondo agli obiettivi di sviluppo

sostenibile dell'Agenda 2030.

L'integrazione con i dati compositivi, strutturali e funzionali rilevati a terra tramite aree di saggio permetterà di definire lo stato di conservazione degli ecosistemi forestali e le tendenze dinamiche. A questo proposito, la rete delle aree protette rappresenta un *benchmark* per comprendere la funzionalità degli ecosistemi forestali in relazione all'uso e all'impatto dei cambiamenti globali. Particolare attenzione dovrà essere dedicata alla mappatura e monitoraggio delle foreste mature e vetuste, nonché agli alberi monumentali/habitat. I risultati dello studio hanno evidenziato cambiamenti essenziali negli ultimi 74 anni, come un aumento globale della superficie forestale.

L'insediamento di nuove foreste è un tratto distintivo della fascia montana e collinare, con un andamento in linea con quanto osservato nel resto delle aree appenniniche italiane e nelle altre montagne d'Europa a causa dell'abbandono del territorio e di politiche gestionali specifiche per le regioni montane. D'altra parte, si è verificata una significativa perdita di copertura forestale e di aree integre nelle fasce di pianura, soprattutto lungo la costa e nelle aree marginali interne di Roma, come principale conseguenza dell'espansione urbana e della bonifica dei terreni agricoli. In sintesi, due principali dinamiche hanno caratterizzato il paesaggio forestale: una diffusa frammentazione forestale localizzata in pianura e alcune località della fascia collinare, ed un lieve incremento nelle aree interne (non interessate dalla frammentazione), soprattutto nella fascia montana. Combinando le metriche paesaggistiche della dinamica della copertura del suolo con i valori di densità della copertura, abbiamo dimostrato che l'aumento dell'indice di copertura forestale e della percentuale di densità caratterizza gli ecosistemi montani che si trovano all'interno delle aree protette. In pianura, questo studio evidenzia delle criticità per tutti gli indicatori paesaggistici che descrivono la trasformazione delle foreste in relazione agli obiettivi di sviluppo sostenibile. In questa fascia, la diffusa pressione antropica sugli ecosistemi forestali sta ancora causando perdita di funzionalità (densità di copertura), degrado dell'habitat e processi di frammentazione. Nel rivedere le strategie di pianificazione, queste diverse dinamiche forestali dovranno essere considerate per rispondere meglio alle future sfide della sostenibilità ambientale. L'approccio proposto, sintetizzando diversi input di dati per l'analisi e la valutazione dinamica del paesaggio nell'ambiente mediterraneo, migliora le nostre conoscenze ambientali per lo sviluppo di una pianificazione e gestione del paesaggio efficace, mirata al raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda 2030, della Convenzione sulla diversità biologica e della strategia dell'IPCC contro il cambiamento climatico. I nostri risultati potrebbero supportare il lavoro di follow-up della CMRC nella formulazione di proposte di istituzione di nuove aree protette o ampliamento di quelle esistenti e nell'individuazione di spazi di rinaturalizzazione nelle aree di pianura, dove le fo-

reste sono molto al di sotto degli obiettivi di sostenibilità ambientale, in linea con le previsioni del PNRR forestazione per le Città metropolitane. Inoltre, questi risultati, integrati con dati aggiornati, forniscono utili basi informative geografiche che consentiranno alla Città metropolitana di Roma Capitale, in qualità di Ente di area vasta, di calibrare un'efficace strategia di pianificazione e gestione ambientale, per ripristinare l'integrità funzionale e la naturalità delle foreste. Il quadro proposto per la caratterizzazione delle traiettorie di trasformazione storica può essere utilizzato anche per testare l'efficacia della pianificazione ambientale per raggiungere gli obiettivi dell'Agenda 2030 in altri paesaggi forestali.

Bibliografia

- [1] García-Vega D., Newbold T.: *Assessing the effects of land use on biodiversity in the world's drylands and Mediterranean environments*. In: *Biodiversity and Conservation*, n. 29, pp. 393 - 408, 2020
- [2] Curtis P. G., Slay C. M., Harris N. L., Tyukavina A., Hansen M. C.: *Classifying drivers of global forest loss*. *Science*, n. 361, pp. 1108 - 1111, 2018
- [3] Caetano-Andrade V. L., Clemen, C. R., Weigel D., Trumbore S., Boivin N., Schöngart J., Roberts P.: *Tropical trees as time capsules of anthropogenic activity*. In: *Trends in Plant Science*, n. 25, pp. 369 - 380, 2020
- [4] Munteanu C., Kuemmerle T., Keuler N. S., Müller D., Balázs P., Dobos M., Griffiths P., Halad, L., Kaim D., Király G., Konkoly-Gyuro E., Kozak J., Lieskovsky J., Ostafin K., Ostapowicz K., Shandra O., Radeloff V. C.: *Legacies of 19th century landuse shape contemporary forest cover*. In: *Global Environmental Change*, n. 34, pp. 83 - 94, 2015
- [5] Sommerfeld A., Senf C. Buma B., D'Amato A. W., Després T., Díaz-Hormazábal I., Fraver S., Frelich L. E., Gutiérrez A. G., Hart S. J., Harvey B. J., He H. S., Hlásny T., Holz A., Kitzberger T., Kulakowski D., Lindenmayer D., Mori A. S., Müller J., Seidl R.: *Patterns and drivers of recent disturbances across the temperate forest biome*. In: *Nature Communications*, n. 9, p. 4355, 2018
- [6] Mensing S. A., Schoolman E. M., Tunno I., Noble P. J., Sagnotti L., Florindo F., Piovesan G.: *Historical ecology reveals landscape transformation coincident with cultural development in Central Italy since the Roman period*. In: *Scientific Reports*, n. 8, p. 2138, 2018
- [7] Tasser E., Walde J., Tappeiner U., Teutsch A., Noggler W.: *Land-use changes and natural reforestation in the eastern Central Alps*. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment*, n. 118, pp. 115 - 129, 2007
- [8] Gibon A., Sheeren D., Monteil C., Ladet S., Balent G.: *Modelling and simulating change in reforesting mountain landscapes using a social-ecological framework*. In: *Landscape Ecology*, n. 25, pp. 267 - 285, 2010
- [9] Sitzia T., Semenzato P., Trentanovi G.: *Natural reforestation is changing spatial patterns of rural mountain and hill landscapes: A global overview*. In: *Forest Ecology and Management*, n. 259, pp. 1354 - 1362, 2010
- [10] Nadal-Romero E., Cammeraat E., Pérez-Cardiel E., Lasanta T.: *Effects of secondary succession and afforestation practices on soil properties after cropland abandonment in humid Mediterranean mountain areas*. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment*, n. 228, pp. 91 - 100, 2016
- [11] Turner M. G.: *Disturbance and landscape dynamics in a changing world*. In: *Ecology*, n. 91, pp. 2833 - 2849, 2010
- [12] Wolf C., Levi T., Ripple W. J., Zárrate-Charry D. A., Betts M. G.: *A forest loss report card for the world's protected areas*. In: *Nature Ecology & Evolution*, n. 5, pp. 520 - 529, 2021

- [13] Coetzee B. W. T., Gaston K. J., Chown S. L.: *Local scale comparisons of biodiversity as a test for global protected area ecological performance: A meta-analysis*. In: PLoS One, n. 9, p. 9, 2014
- [14] Coad L., Watson J. E., Geldmann J., Burgess N. D., Leverington F., Hockings M., Knights K., Di Marco M.: *Widespread shortfalls in protected area resourcing undermine efforts to conserve biodiversity*. In: Frontiers in Ecology and the Environment, n. 17, pp. 259 - 264, 2019
- [15] Watson J. E. M., Dudley N., Segan D. B., Hockings M.: *The performance and potential of protected areas*. In: Nature, n. 515, pp. 67 - 73, 2014
- [16] Diaz-Varela E. R., Marey-Pérez M. F., Rigueiro-Rodríguez A., Alvarez-Alvarez P.: *Landscape metrics for characterization of forest landscapes in a sustainable management framework: Potential application and prevention of misuse*. In: Annals of Forest Science, n. 66, p. 301, 2009
- [17] Uuemaa E., Antrop M., Roosaaere J., Marja R., Mander Ü.: *Landscape metrics and indices: An overview of their use in landscape research*. In: Living reviews in Landscape Research, n. 3, 2009
- [18] Geri F., Rocchini D., Chiarucci A.: *Landscape metrics and topographical determinants of large-scale forest dynamics in a Mediterranean landscape*. In: *Landscape and Urban Planning*, n. 95, pp. 46 - 53, 2010
- [19] Modica G., Vizzari M., Pollino M., Fichera C. R., Zoccal P., Di Fazio S.: *Spatio-temporal analysis of the urban-rural gradient structure: An application in a Mediterranean mountainous landscape (Serra San Bruno, Italy)*. In: Earth System Dynamics, n. 3, pp. 263 - 279, 2012
- [20] McGarigal K.: *Landscape pattern metrics*. In Wiley StatsRef: Statistics reference online. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd., 2014
- [21] Lillesand T., Kiefer R. W., Chipman, J.: *Remote sensing and image interpretation (7th ed.)*. Oxford: John Wiley & Sons Ltd, 2015
- [22] Taylor R., Davis C., Brandt J., Parker M., Stäuble T., Said Z.: *The rise of big data and supporting technologies in keeping watch on the world's forests*. In: International Forestry Association, n. 22, pp. 129 - 141, 2020
- [23] Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S. V., Goetz S. J., Loveland T. R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C. O., Townshend J. R. G.: *High-resolution global maps of 21st century forest cover change*. In: Science, n. 342, pp. 850 - 853, 2013
- [24] Potapov P. V., Turubanova S. A., Tyukavina A., Krylov A. M., McCarty J. L., Radeloff V. C., Hansen M. C.: *Eastern Europe's forest cover dynamics from 1985 to 2012 quantified from the full Landsat archive*. In: Remote Sensing of Environment, n. 159, pp. 28 - 43, 2015
- [25] Fagua J. C., Jantz P., Rodriguez-Buritica S., Duncanson L., Goetz S. J.: *Integrating LiDAR, multispectral and SAR data to estimate and map canopy height in tropical forests*. In: Remote Sensing, n. 11, p. 2697, 2019
- [26] Vogeler J. C., Braaten J. D., Slesak R. A., Falkowski M. J.: *Extracting the full value of the Landsat archive: Inter-sensor harmonization for the mapping of Minnesota forest canopy cover (1973-2015)*. In: Remote Sensing of Environment, n. 209, pp. 363 - 374, 2018
- [27] Cheng K., Wang J.: *Forest-type classification using timeweighted dynamic time warping analysis in mountain areas: A case study in southern China*. In: Forests, n. 10, p. 1040, 2019
- [28] Hermosilla T., Wulder M. A., White J. C., Coops N. C., Pickell P. D., Bolton D. K.: *Impact of time on interpretations of forest fragmentation: Three-decades of fragmentation dynamics over Canada*. In: Remote Sensing of Environment, n. 222, pp. 65 - 77, 2019
- [29] Hosić A., Lewandowska A.: *Mapping Forest type and tree species on a regional scale using multi-temporal Sentinel-2 data*. In: Remote Sensing, n. 11, p. 929, 2019
- [30] Qin Y., Xiao X., Dong J., Zhang Y., Wu X., Shimabukuro Y., Arai E., Biradar C., Wang J., Zou Z., Liu F., Shi Z., Doughty R., Moore B.: *Improved estimates of forest cover and loss in the Brazilian Amazon in 2000-2017*. In: Nature Sustainability, n. 2, pp. 764 - 772, 2019
- [31] Gasparini K. A. C., Junior C. H. L. S., Shimabukuro Y. E., Arai E., Aragão, L. E. O. C., Silva C. A., Marshall P. L.: *Determining a threshold to delimit the Amazonian forests from the tree canopy cover 2000 GFC data*. In: Sensors, n. 19, 2019
- [32] Praticò S., Solano F., Di Fazio S., Modica G.: *Machine learning classification of Mediterranean forest habitats in Google Earth engine based on seasonal Sentinel-2 time-series and input image composition optimization*. In: Remote Sensing, n. 13, p. 586, 2021
- [33] Solano F., Pratic S., Piovesan, G., Chiarucci A., Argentieri A., Modica G.: *Characterizing historical transformation trajectories of the forest landscape in Rome's metropolitan area (Italy) for effective planning of sustainability goals*. In: Land Degradation & Development, vol. 32(16), pp. 4708 - 4726, 2021
- [34] Büttner G., Kosztra B., Soukup T., Sousa A., Langanke T.: *CLC2018 technical guidelines*, 2017
- [35] Ferretti F., Sboarina C., Tattoni C., Vitti A., Zatelli P., Geri F., Pompei E., Ciolli M.: *The 1936 Italian Kingdom Forest Map reviewed: A dataset for landscape and ecological research*. In: Annals of Silvicultural Research, n. 42, pp. 3 - 19, 2018
- [36] ARP: *Carta delle formazioni naturali e seminaturali e Carta forestale su base tipologica mediante approfondimento al 4 e 5 livello Corine Land Cover della Carta dell'Uso del Suolo della Regione Lazio*. Report Finale, 2010
- [37] ISTAT: *Atlante Statistico della Montagna Italiana*. Bologna: Bononia University Press, 2007
- [38] Kruskal W. H., Wallis W. A.: *Use of ranks in one-criterion variance analysis*. In: Journal of the American Statistical Association, n. 47, pp. 583 - 621, 1952
- [39] R Core Team: *A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2020
- [40] Singh A.: *Digital change detection techniques using remotely sensed data*. In: International Journal of Remote Sensing, n. 10, pp. 989 - 1003, 1989
- [41] Lu D., Mausel P., Brondizio E., Moran E.: *Change detection techniques*. In: International Journal of Remote Sensing, n. 25, pp. 2365 - 2401, 2004
- [42] FAO and Plan Bleu: *State of Mediterranean forests 2018*. Rome: FAO, 2018
- [43] Global Forest Observations Initiative: *Integrating remote-sensing and ground-based observations for estimation of emissions and removals of greenhouse gases in forests*. Geneva, Switzerland: Group on Earth Observations, 2013
- [44] Cochran W. G.: *Sampling techniques*. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd, 1977
- [45] Olofsson P., Foody G. M., Herold M., Stehman S. V., Woodcock C. E., Wulder M. A.: *Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change*. In: Remote Sensing of Environment, n. 148, pp. 42 - 57, 2014
- [46] FAO: *Map accuracy assessment and area estimation: a practical guide*. National forest monitoring assessment working paper E: 69. Rome: FAO, 2016
- [47] Congalton R. G., Green K.: *Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2019
- [48] QGIS Development Team: *QGIS geographic information system*. Open Source Geospatial Foundation Project. Maggiori informazioni su: <http://qgis.osgeo.org>, 2020
- [49] Potere D.: *Horizontal positional accuracy of Google Earth's high resolution imagery archive*. In: Sensors, n. 8, pp. 7973 - 7981, 2008
- [50] Tilahun A.: *Accuracy assessment of land use land cover classification using Google Earth*. In: American Journal of Environmental Protection, n. 4, p. 193, 2015
- [51] Mcgarigal K., Cushman S. A., Neel M. C.: *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps*. Amherst: University of Mas-

sachusetts, 2002

[52] Lang S., Tiede D.: *vLATE Extension für ArcGIS - vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse*. Innsbruck: ESRI Anwenderkonferenz, 2003

[53] Riitters K., Wickham J. D., O'Neill R., Jones K. B., Smith E.: *Global-scale patterns of forest fragmentation*. In: Conservation Ecology, n. 4, art. 3, 2000

[54] Riitters K. H., Wickham J. D., O'Neill R. V., Jones K. B., Smith E. R., Coulston J. W., Wade T. G., Smith J. H.: *Fragmentation of continental United States forests*. In: Ecosystems, n. 5, pp. 815 - 822, 2002

[55] Wickham J., Riitters K. H.: *Influence of high-resolution data on the assessment of forest fragmentation*. In: Landscape Ecology, n. 34, pp. 2169 - 2182, 2019

[56] Li M., Zhu Z., Vogelmann J. E., Xu D., Wen W., Liu A.: *Characterizing fragmentation of the collective forests in southern China from multitemporal Landsat imagery: A case study from Kecheng district of Zhejiang province*. In: Applied Geography, n. 31, pp. 1026 - 1035, 2011

[57] Kowe P., Mutanga O., Odindi J., Dube T.: *A quantitative framework for analysing long term spatial clustering and vegetation fragmentation in an urban landscape using multi-temporal landsat data*. In: International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, n. 88, p. 102057, 2020

[58] Bias R., Colantoni A., Ferrara C., Ranalli F., Salvati L.: *In between sprawl and fires: Long-term forest expansion and settlement dynamics at the wildland-urban interface in Rome, Italy*. In: International Journal of Sustainable Development and World Ecology, n. 22, pp. 467 - 475, 2015

[59] Salvati L., Gasparella L., Munafò M., Romano R., Barbati A.: *Figuring the features of the Roman Campagna: Recent landscape structural transformations of Rome's countryside*. In: Annals of Silvicultural Research, vol. 41[1], pp. 20 - 28, 2017

[60] Falcucci A., Maiorano L., Boitani L.: *Changes in land-use/landcover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation*. In: Landscape Ecology, n. 22, pp. 617 - 631, 2007

[61] Gulinck H., Marcheggiani E., Verhoeve A., Bomans K., Dewaelheyns V., Lerouge F., Galli A.: *The fourth regime of open space*. In: Sustainability, n. 10, 2018

[62] Malandra F., Vitali A., Urbinati C., Garbarino M.: *70 years of land use/land cover changes in the Apennines (Italy): A meta-analysis*. In: Forests, n. 9, 2018

[63] De Sillo R., De Sanctis M., Bruno F., Attorre F.: *Vegetation and landscape of the Simbruini Mountains (Central Apennines)*. In: Plant Sociology, n. 49, pp. 3 - 64, 2012

[64] Amici V., Santi E., Filibeck G., Diekmann M., Geri F., Landi S., Scopola A., Chiarucci A.: *Influence of secondary forest succession on plant diversity patterns in a Mediterranean landscape*. In: Journal of Biogeography, n. 40, pp. 2335 - 2347, 2013

[65] Arroyo-Rodríguez V., Fahrig L., Tabarelli M., Watling J. I., Tischendorf L., Benchimol M., Cazetta E., Faria D., Leal I. R., Melo F. P. L., Morante-Filho J. C., Santos B. A., Arasa-Gisbert R., Arce-Peña N., Cervantes-Lopez M. J., Cudney-Valenzuela S., Galán-Acedo C., San-José M., Vieira I. C. G., Tscharntke T.: *Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation*. In: Ecology Letters, n. 23, pp. 1404 - 1420, 2020

[66] Salvati L.: "A chronicle of a death foretold": *Urban expansion and land consumption in Rome, Italy*. In: European Planning Studies, n. 21, pp. 1176 - 1188, 2013

[67] Salvati L., Ranalli F., Gitas I.: *Landscape fragmentation and the agro-forest ecosystem along a rural-to-urban gradient: An exploratory study*. In: International Journal of Sustainable Development and World Ecology, n. 21, pp. 160 - 167, 2014

[68] Pratesi F.: *Castelporziano: History of a forest*. In: Rendiconti Lincei, n. 26, pp. 305 - 310, 2015

[69] Di Filippo A., Baliva M., De Angelis M., Piovesan G.: *Dendroecological study of the old-growth Pinus pinea forest of Fregene (Fiumicino - Rome)*. In: Atti del Secondo Congresso Internazionale di Silvicultura = Proceedings of the Second International Congress of Silviculture. Accademia Italiana di Scienze Forestali, pp. 161 - 165, 2015

[70] Peura M., Burgas D., Eyvindson K., Repo A., Mönkkönen M.: *Continuous cover forestry is a cost-efficient tool to increase multifunctionality of boreal production forests in Fennoscandia*. In: Biological Conservation, n. 217, pp. 104 - 112, 2018

[71] Cosentino C., Amato F., Murgante B.: *Population-based simulation of urban growth: The Italian case study*. In: Sustainability, n. 10, p. 4838, 2018

[72] von Arx G., Graf Pannatier E., Thimonier A., Rebetez M.: *Microclimate in forests with varying leaf area index and soil moisture: Potential implications for seedling establishment in a changing climate*. In: Journal of Ecology, n. 101, pp. 1201 - 1213, 2013

[73] Zellweger F., De Frenne P., Lenoir J., Vangansbeke P., Verheyen K., Bernhardt-Römermann M., Baeten L., Hédl R., Berki I., Brunet J., Van Calster H., Chudomelová M., Decocq G., Dirnböck T., Durak T., Heinken T., Jaroszewicz B., Kopecný M., Máliš F., Coomes D.: *Forest microclimate dynamics drive plant responses to warming*. In: Science, n. 368, pp. 772 - 775, 2020

[74] EEA - European Environment Agency: *Water-retention potential of Europe's forests*. EEA Technical Report, 2015

[75] Hardersen S., Macagno A. L. M., Chiari S., Audisio P., Gasparini P., Lo Giudice G., Nardi G., Mason F.: *Forest management, canopy cover and geographical distance affect saproxylic beetle communities of small-diameter beech deadwood*. In: Forest Ecology and Management, n. 467, p. 118152, 2020

[76] Chiarucci A., Piovesan G.: *Need for a global map of forest naturalness for a sustainable future*. In: Conservation Biology, n. 34, pp. 368 - 372, 2020

[77] Twohig-Bennett C., Jones A.: *The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes*. In: Environmental Research, n. 166, pp. 628 - 637, 2018

[78] Modica G., Praticò S., Laudari L., Ledda A., Di Fazio S., De Montis A.: *Implementation of multispecies ecological networks at the regional scale: Analysis and multi-temporal assessment*. In: Journal of Environmental Management, n. 289, p. 112494, 2021



