

Strumenti di supporto all'adattamento climatico in ambito urbano. Il caso di Napoli Ovest

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Federica Dell'Acqua, <https://orcid.org/0000-0002-8352-2490>

Sara Verde, <https://orcid.org/0000-0002-2339-5936>

Federica Paragliola, <https://orcid.org/0009-0003-1850-7934>

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia

federica.dellacqua@unina.it

sara.verde@unina.it

federica.paragliola@unina.it

Abstract. La transizione delle città verso assetti *climate resilient* richiede lo sviluppo di strumenti operativi per supportare e rafforzare le capacità della PA nell'attuazione a scala locale delle misure di adattamento climatico in ambito urbano, previste dagli indirizzi di politica tecnica nazionale. Nelle città, il sistema delle attrezzature di quartiere, progettato secondo principi *climate-oriented*, rappresenta una rete potenzialmente efficace nell'incremento dell'adattamento climatico e nella riduzione della vulnerabilità climatica. Sviluppato nell'ambito del progetto PRIN 2022 PNRR "REACT", il contributo illustra i risultati preliminari dell'Unità di Ricerca UNINA, finalizzati a sviluppare un metodo di analisi delle caratteristiche del sistema edificio-spazi aperti che incidono sulla vulnerabilità climatica, e opportuni indirizzi per gli interventi di adattamento climatico per le attrezzature pubbliche considerandone le condizioni di replicabilità in contesti analoghi.

Parole chiave: Adattamento climatico; *Climate neutrality*, Sistema edificio-spazio aperto; Indicatori ambientali; Progettazione ambientale.

Inquadramento tematico In ambito urbano, il nuovo regime climatico richiede l'applicazione di strategie e azioni *climate-resilient*, volte a incrementare la capacità di adattamento climatico rispetto agli scenari di rischio, attraverso approcci sistemici, scalabili e operativamente attuabili (COM, 2021). L'inazione climatica sta già inficiando il raggiungimento dell'obiettivo fissato nell'Accordo di Parigi di limitare il riscaldamento globale a 1,5°C (Forster *et al.*, 2025), rendendo ancora più urgente l'adozione di strategie di adattamento climatico per contrastare impatti e danni in relazione a fenomeni pericolosi che si caratterizzano per maggiore frequenza e intensità. Come evidenziato dall'"Adaptation Gap Report", incrementare l'adattamento climatico richiede l'adozione

di strumenti di pianificazione a scala nazionale che garantisca l'applicazione di strategie eque ed inclusive (UNEP, 2024) accanto a interventi progettuali contestualmente indirizzati.

In Italia il "Piano per la Transizione Ecologica" (MASE, 2022) individua la neutralità climatica come il primo dei suoi cinque obiettivi strategici, e il "Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima" (MASE, 2023b) individua il 2030 come tappa intermedia per la decarbonizzazione e il 2050 come orizzonte per la neutralità climatica. L'approvazione del "Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici" (PNACC) (MASE, 2023a) rappresenta un avanzamento significativo nella predisposizione delle misure di adattamento climatico da parte delle amministrazioni locali, introducendo un *framework* basato su interventi strutturali e non strutturali, nonché su un sistema di monitoraggio e valutazione delle misure attraverso indicatori di impatto. La gestione di processi complessi legati ai rischi climatici negli insediamenti urbani richiede da parte delle PA azioni di *preparedness*, di contrasto dei rischi, nonché strumenti per rendere operativi gli indirizzi del PNACC (2023) finalizzati alla verifica, al controllo e alla comparazione di scenari progettuali di adattamento climatico (British Columbia, 2021; EEA, 2024).

Nei contesti mediterranei, si registra un aumento delle ondate di calore, una diminuzione delle precipitazioni, un aumento delle precipitazioni intense ed estreme, e della siccità come alcuni dei principali hazard climatici (EEA, 2020; CMCC, 2024) rispetto ai quali diventa prioritario agire localmente attraverso interventi fattibili e replicabili.

Support Tools for Climate Adaptation in Urban Areas. The Case of Western Naples

Abstract. The transition of cities towards climate-resilient urban arrangements requires the development of operational tools to support and strengthen the capacity of public administrations to implement climate adaptation measures at the local scale, within the broader urban context as outlined by national technical policy guidelines. In cities, the system of neighborhood facilities, when designed according to climate-oriented principles, represents a potentially effective network for enhancing climate adaptation for the climate vulnerability reduction. The paper, developed within the framework of the PRIN 2022 PNRR "REACT" research project, presents the preliminary results of the UNINA Research Unit, aimed at developing a method for analyzing the characteristics of the building-open space system that influence climate vulnerability, as well as to provide targeted guidelines for climate adaptation interventions on public

facilities, considering their potential for replication in similar urban contexts.

Keywords: climate adaptation; climate neutrality; building-outdoor space system; environmental indicators; environmental design.

Thematic framework

In the urban context, the new climate regime demands the implementation of climate-resilient strategies and actions to enhance adaptive capacity in response to risk scenarios and this must occur through systemic, scalable, and operationally feasible approaches (COM, 2021). Climate inaction is already undermining the goal set by the Paris Agreement to limit global warming to 1.5°C (Forster *et al.*, 2025), making climate adaptation strategies even more urgent to counter the increasing frequency and intensity of hazardous

events and their associated impacts and damages.

As highlighted in the "Adaptation Gap Report", strengthening climate adaptation requires the adoption of national-scale planning tools that ensure the implementation of equitable and inclusive strategies (UNEP, 2024), alongside context-specific project-based interventions.

In Italy, the "National Ecological Transition Plan" (MASE, 2022) identifies climate neutrality as the first of its five strategic objectives, while the "National Integrated Energy and Climate Plan" (MASE, 2023b) sets 2030 as a milestone for decarbonization and 2050 as the target for achieving climate neutrality. The approval of the "National Climate Change Adaptation Plan" (PNACC) (MASE, 2023a) marks a significant advancement in equipping local administrations with

Tuttavia, tradurre i quadri definiti dalle politiche tecniche internazionali in azioni concrete alla scala locale incontra diverse barriere di tipo istituzionale, giuridico e amministrativo, evidenziando un divario tra l'elaborazione di strategie di adattamento climatico e l'applicazione in ambito urbano.

In questo scenario, la Ricerca PRIN 2022 PNRR REACT "Regenerative Processes Enhancement to Address Decision Makers Towards Climate-Proof Transition of Southern Metropolitan Areas"¹ mira a supportare i processi rigenerativi e di transizione climatica delle aree metropolitane meridionali verso assetti *climate resilient*, accompagnando le strategie di adattamento climatico tese alla *carbon neutrality* attraverso progetti dimostratori a diverse scale e su diversi topic. L'obiettivo della ricerca è stato quello di definire, tramite lo sviluppo di strumenti di *open knowledge*, un *workflow* metodologico e operativo per le PA teso a favorire opportune azioni rigenerative e *climate oriented*, apportando un contributo di metodo al superamento di gap e barriere alla transizione climatica dei territori. Nella definizione del *workflow*, l'Unità di Ricerca UNINA del Dipartimento di Architettura dell'Università Federico II di Napoli, ha sviluppato un metodo di valutazione delle caratteristiche del sistema edificio-spazio aperto che incidono sulla vulnerabilità climatica, con indirizzi per gli interventi di adattamento climatico e, successivamente, un tool di verifica delle prestazioni degli interventi attraverso indici e indicatori tecnologici e ambientali, rispetto agli effetti di fenomeni di *heatwave* e *pluvial flooding*.

In particolare, il metodo è rivolto ad un aspetto particolarmente cruciale nella gestione dei rischi climatici del patrimonio pubblico, individuando il sistema delle attrezzature di quartie-

re – edifici scolastici, edifici destinati a interesse comune, parcheggi, verde e sport definite dal DM 1444/68 – come ambito di applicazione rispetto al quale supportare i processi decisionali della PA nei contesti delle aree metropolitane meridionali con la previsione di efficaci interventi di adattamento.

Il metodo è reso trasferibile ai tecnici delle Pubbliche Amministrazioni grazie a una struttura basata su dati *open access*, su processi di calcolo semplificati e sull'elaborazione di opportune indicazioni per l'utilizzo e l'interpretazione dei risultati. Il progetto dimostratore – attraverso cui il metodo è stato testato e validato – è stato sperimentato nelle attrezzature di quartiere del Comune di Napoli².

Il sistema di spazi pubblici o ad uso pubblico diffuso sul territorio comunale si rivela potenzialmente strategico per il contributo alla riduzione della vulnerabilità climatica della città, anche rispetto alle strategie di pianificazione *climate resilient* in corso di elaborazione (Comune di Napoli, 2024). Tale ambito è stato individuato tenendo conto anche delle esigenze della PA coinvolta come partner nella ricerca³, nonché di comuni e numerosi contesti urbani delle città meridionali, nell'ottica di replicabilità ed esportabilità degli strumenti operativi esito della ricerca. Il contributo dell'Unità di Ricerca UNINA al progetto REACT si è articolato in 3 fasi: la fase 1 di conoscenza delle aree delle attrezzature e di valutazione della vulnerabilità a *heatwave* e *pluvial flooding* del sistema edificio-spazio aperto; la fase 2 di definizione di linee di indirizzo progettuale per attrezzature pubbliche *climate-oriented* e la fase 3 di sviluppo di un *tool* di supporto alle decisioni per la PA per la valutazione degli interventi progettuali finalizzati all'adattamento climatico rispetto agli impatti di *heatwave* e *pluvial flooding*.

climate adaptation measures, while introducing a framework based on structural and non-structural interventions, as well as a monitoring and evaluation system using impact indicators.

Managing complex climate risk processes in urban settlements requires public administrations to undertake preparedness actions for risk mitigation, and the implementation of tools that make the PNACC (2023) guidelines operational. These tools are essential for verifying, controlling, and comparing climate adaptation project scenarios (British Columbia, 2021; EEA, 2024).

In Mediterranean regions, key climate hazards, such as increased heatwaves, reduced precipitation, more intense and extreme rainfall, and droughts, are becoming more frequent (EEA, 2020; CMCC, 2024) and in response, it becomes a priority to act locally through feasible and replicable interventions.

However, translating international technical policy frameworks into concrete local-scale actions still faces institutional, legal, and administrative barriers, highlighting a persistent gap between the formulation of adaptation strategies and their actual implementation in urban settings.

Within this framework, the PRIN 2022 PNRR REACT research project "Regenerative Processes Enhancement to Address Decision Makers Towards Climate-Proof Transition of Southern Metropolitan Areas" *1 aims to support regenerative and climate transition processes in southern metropolitan areas toward climate-resilient configurations. The project seeks to accompany adaptation strategies aimed at achieving carbon neutrality through demonstrative projects developed at different scales and on different thematic areas. The main objective of*

the research was to define a methodological and operational workflow for public administrations, through the development of open knowledge tools, to enable appropriate regenerative and climate-oriented actions, contributing methodologically to overcoming barriers and gaps in the climate transition of urban territories.

As part of this workflow, the UNINA Research Unit of the Department of Architecture, University of Naples Federico II, developed a method for evaluating the characteristics of the building-outdoor space system that influence climate vulnerability. This includes design guidelines for adaptation interventions and the development of a performance assessment tool using technological and environmental indices and indicators, particularly in relation to the impacts of heatwaves and pluvial flooding.

The method specifically addresses a critical aspect of public asset risk management by focusing on the system of neighborhood facilities – schools, community-use buildings, parking areas, green spaces, and sports infrastructure as defined by Ministerial Decree 1444/68 – as a target area where public administrations in southern metropolitan contexts can be supported in their decision-making processes regarding effective adaptation interventions.

The method is made transferable to public administration technicians through a structure based on open-access data, simplified calculation processes, and clear guidance for interpreting and applying the results.

The demonstrator project, used to test and validate the method, was implemented on neighborhood facilities in the municipality of Naples². The

Il paper espone i risultati intermedi del caso dimostratore, propeutici alla definizione degli indirizzi progettuali per l'adattamento climatico e di elaborazione del *tool*.

L'adattamento climatico nelle attrezzature di quartiere. Approccio metodologico

Nelle città il sistema delle attrezzature pubbliche è caratterizzato da una presenza diffusa sul territorio, una distribuzione omogenea alla scala distrettuale e un dimensionamento commisurato alla popolazione, definendo una rete di edifici e spazi aperti fortemente correlati e in grado di contribuire allo sviluppo di una strategia complessiva di adattamento climatico degli insediamenti urbani. Tali aree si caratterizzano per la disomogeneità dimensionale e la variabilità delle caratteristiche funzionali-spaziali, tecnologiche e ambientali, richiedendo lo sviluppo da un lato di un metodo finalizzato alla loro conoscenza e caratterizzazione e, dall'altro, di opportune modalità di intervento progettuale per l'adattamento climatico.

La prima fase della ricerca ha previsto lo sviluppo di un metodo per l'analisi delle caratteristiche che incidono sulla vulnerabilità all'*heatwave* e al *pluvial flooding* del sistema edificio-spazio aperto nelle attrezzature di quartiere.

È stata effettuata una prima ricognizione degli indici e indicatori adottati in Italia nei principali strumenti regolamentari a scala locale, funzionali a restituire le condizioni di vulnerabilità climatica in ambito urbano. La tabella 1 restituisce in forma sintetica il quadro degli indici e indicatori assunti dai principali Comuni, riportando lo strumento di adozione e, quando espliciti, i valori minimi da rispettare (Tab. 1). Dalla ricognizione

è emerso che le amministrazioni adottano prevalentemente indici quali il RIE (Indice di Riduzione dell'Impatto Edilizio) o il BAF (*Biotope Area Factor*) che, quando usati singolarmente, possono risultare inadeguati a restituire la risposta complessiva del sistema urbano agli impatti climatici. Tali indici sono inoltre introdotti in base alla zonizzazione, e non sempre, ad esclusione di alcuni casi avanzati quale quello di Bologna, sono messi in relazione allo specifico ambito di applicazione delle attrezzature pubbliche, mancando il più delle volte di soglie minime ad esse dedicate.

Questa fase ha previsto l'elaborazione di una caratterizzazione delle aree oggetto di studio, divise in attrezzature scolastiche, di interesse comune, parcheggi, verde e sport. Per ciascuna delle aree sono considerate le diverse caratteristiche funzionali-spaziali e tecnologico-ambientali (Losasso *et al.*, 2021), come la presenza o l'assenza di edifici, la percentuale di spazi aperti, la quota di superficie destinata a verde, i valori di albedo, di deflusso e la percentuale di superficie permeabile. Tali parametri, ricorrenti e consolidati nella letteratura scientifica relativa agli studi sulla vulnerabilità climatica in ambito urbano (Aprea *et al.*, 2019; Van der Hoeven *et al.*, 2014; Echevarría Icaza *et al.*, 2016; Nardino *et al.*, 2022; Salvati and Kolotroni, 2020; Weber *et al.*, 2015), risultano efficaci nel trasferimento del metodo alla PA in quanto basati su dati *open source* e processi di calcolo semplificati.

Nell'ambito della caratterizzazione, per ogni parametro sono state sviluppate carte tematiche finalizzate a comprendere la loro incidenza sulla vulnerabilità delle attrezzature rispetto a *heatwave* e *pluvial flooding*, nonché a individuare le aree più critiche (*hotspot*) e prioritarie per gli interventi, sulle quali condurre la fase di testing progettuale.

system of public or publicly accessible spaces distributed throughout the municipal territory proves to be potentially strategic in reducing the city's climate vulnerability. This is particularly relevant considering ongoing climate-resilient urban planning strategies currently being developed (Municipality of Naples, 2024).

This application scope was also selected according to the needs of the public administration involved as a project partner³, as well as other municipalities and several urban contexts in southern Italian cities, with a view to ensuring the replicability and transferability of the operational tools developed by the research.

The contribution of the UNINA Research Unit to the REACT research project has been articulated in three phases: the knowledge phase (phase 1), involving assessment of facility areas

and evaluation of building-open space system vulnerability to heatwaves and pluvial flooding; the design phase (phase 2), focused on defining climate-oriented guidelines for public facilities; the development phase (phase 3), consisting of a decision-support tool for public administrations to evaluate adaptation project interventions based on their performance in relation to heatwave and pluvial flooding impacts. The paper presents the intermediate results of the demonstrator case study, which lay the groundwork for defining design guidelines for climate adaptation and for developing the evaluation tool.

Climate Adaptation in Neighborhood Facilities: Methodological Approach

In cities, the system of public facilities is characterized by a widespread

territorial presence, an homogeneous distribution at the district scale, and sizing proportionate to the population. This defines a network of buildings and outdoor spaces that are highly interconnected and capable of contributing to the development of an overall climate adaptation strategy for urban settlements. These areas are marked by significant dimensional heterogeneity and variability in functional-spatial, technological, and environmental characteristics. As such, their analysis requires, on one hand, the development of a method for their identification and classification, and on the other, the definition of appropriate climate adaptation design approaches.

The first phase of the research focused on developing a method for analyzing the characteristics of the building-outdoor space system within

neighborhood facilities that influence vulnerability to heatwaves and pluvial flooding.

An initial survey was conducted to identify the indices and indicators currently used in Italy's main regulatory tools at the local scale to assess climate vulnerability in urban contexts. Table 1 provides a concise summary of the indices and indicators adopted by major municipalities, including the regulatory instrument and, where specified, the minimum thresholds to be met (Tab. 1).

This review revealed that administrations primarily adopt indices such as the RIE (*Building Impact Reduction Index*) or the BAF (*Biotope Area Factor*) and when used individually, these indicators may be insufficient to fully represent the urban system's overall response to climate impacts. Moreover, these indices are often introduced

Tab. 01 | Quadro sintetico dei principali indici e indicatori ambientali adottati alla scala locale in Italia
Summary of the main environmental indices and indicators adopted at the local scale in Italy

Tab. 01 |

Municipality	Index/indicator	Regulation Source		Minimum values / requirements
Bolzano	RIE	REd	All. 3, art.1 e seg.	RIE = 4 for the municipal spatial and landscape plan (PCTP) zones with the following designations: A) Mixed residential zone C) Special purpose zone D) Urban requalification zone F) Zones designated for public works and facilities RIE = 1.5 for: B) Productive zones E) Zones designated for mobility and road networks The PCTP zones with the designation referred to in letter F) "Zone for public facilities" must ensure the best possible project RIE in relation to their functional designation.
Bologna	RIE	REd	art. 28 – P4 "Regolazione dei cicli naturali"	RIE = 4 for: Urban residential uses; Economic and administrative services, Accommodation and catering services; Recreational services; Social services of general interest; Rural uses RIE = 1.5 for: Industrial and artisan uses; Commercial services and service crafts
	Albedo	REd	Art. 28 Requisiti prestazionali degli edifici per la compatibilità ambientale nel contesto urbano	Maintenance Level: Base Level: Overall albedo of intervention surfaces $\geq 40\%$ Improvement Level: Overall albedo of intervention surfaces $\geq 50\%$ Excellent Level: Overall albedo of intervention surfaces $\geq 60\%$
	BM- Indice di Benessere Microclimatico: PMV (opp. PET, PPD)	REd		Maintenance Level: BM (project) $\geq$ BM (Current State)
Modena	RIE	REd	All.1, art. 1.1	Unspecified minimum values
Ravenna	RIE	RUE	DT01 – Disciplina, art. 1.12.4 All.1, art.1-2	Unspecified minimum values
Reggio Emilia	RIE	REd	Art.2	For new construction (NC) and redevelopment (RE) interventions involving complete demolition and reconstruction regulated by the PUG (General Urban Plan).
Segrate	BAF	PGT	All. A – DdP	BAF target as a minimum standard for the following existing residential areas: 1. Areas with a Site Coverage Ratio up to 0.37: BAF target = 0.6 2. Areas with a Site Coverage Ratio between 0.38 and 0.49: BAF target = 0.45 (renovation) – 0.6 (new construction) 3. Areas with a Site Coverage Ratio of 0.5 and above: BAF target = 0.3 (renovation) – 0.6 (new construction) For areas designated for economic activities: BAF target = 0.2 to 0.4 (in accordance with the table indicated below). It may occur that the BAF needs to be applied to areas with mixed functions (e.g., residential/commercial). In these cases, for the purpose of BAF verification, it's appropriate to consider the entire lot as occupied by the predominant function.
Jesi Saronno	BAF BAF	REd REd	All.1	BAF target as a minimum standard for the requalification existing areas – residential, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.6; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.45; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.3 – tertiary and commercial activities, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.4; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.35; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.3 – management and high-tech activities, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.30; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.3; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.2 – manufacturing activities, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.3; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.30; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.2 – hospitality activities, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.6; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.45; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.3 – services, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.4; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.35; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.3 BAF target as a minimum standard for new constructions – residential, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.6; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.6; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.6 – tertiary and commercial activities, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.4; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.35; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.3 – management and high-tech activities, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.30; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.30; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.3 – manufacturing activities, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.3; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.3; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.2 – hospitality activities, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.6; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.6; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.6 – services, with $Rc \leq 0.37$, BAF=0.4; with $0.37 \leq Rc \leq 0.5$, BAF=0.35; with $Rc \geq 0.5$, BAF=0.3

I risultati della prima fase sono propedeutici alla successiva definizione degli indirizzi progettuali per attrezzature di quartiere *climate-oriented* (fase 2), formulati in coerenza con le politiche europee per la *climate neutrality* e sulla base delle misure di adattamento climatico previste dal PNACC, mentre gli obiettivi progettuali sono stati articolati in strategie, azioni e categorie di intervento di *climate adaptation*.

La terza fase della ricerca ha previsto lo sviluppo di un *tool*, destinato ai progettisti e i tecnici della PA, per la verifica della rispondenza degli interventi agli obiettivi di adattamento climatico. Il tool è concepito come un foglio di calcolo semplificato, che misuri le prestazioni tecnologiche e ambientali dell'intervento rispetto a *heatwave* e *pluvial flooding*, in base alle scelte progettuali.

Gli esiti delle fasi possono trovare applicazione nell'aggiornamento degli strumenti regolamentari locali, nell'introduzione di misure di incentivo agli interventi di adattamento climatico nella realizzazione di attrezzature in regime di convenzione pubblico-privato e nello sviluppo di piani di adattamento climatico alla scala locale.

Progetto dimostratore per l'adattamento climatico. Il quartiere di Soccavo

I risultati intermedi della prima fase della ricerca riportano i dati di base per la caratterizzazione delle aree destinate ad attrezzature di quartiere nel distretto urbano di Soccavo nell'area occidentale di Napoli. Il quartiere è stato selezionato come caso applicativo per la sperimentazione in quanto potenzialmente interessato da diversi impatti derivanti da ondate di calore, precipitazioni estreme e fenomeni di ruscellamento. Le vulnerabi-

lità sono generalmente riferibili alle caratteristiche insediative, tipomorfologiche, ambientali e geologiche, tra cui la configurazione del quartiere secondo una piana pedecollinare all'interno dell'omonimo cratere del sistema della caldera dei Campi Flegrei in cui è accentuato l'andamento delle linee di impluvio delle acque dalla collina verso la conca (Fig. 1).

Nella sperimentazione è stato utilizzato un approccio metodologico di tipo analitico nella fase di conoscenza degli aspetti ambientali, funzionali-spaziali e tecnologici delle aree delle attrezzature; nella fase di individuazione delle aree *hotspot* è stato attuato un approccio *data-based* a cui è stato affiancato un approccio sperimentale nei test progettuali sul caso applicativo.

Il processo sviluppato prevede la gestione integrata in ambiente GIS di informazioni interscalari, riferite a diverse componenti del sistema delle attrezzature (vegetazione, sistema dei tracciati ecc.) correlando i dati alla scala territoriale (dati satellitari come, ad esempio, NDVI o LAI *Index*) con informazioni di dettaglio (relative alle caratteristiche del sistema edificio-spazio aperto).

La sperimentazione è stata articolata come segue:

1. conoscenza delle aree negli aspetti ambientali, funzionali-spaziali e tecnologici che incidono sulla vulnerabilità rispetto a *heatwave* e *pluvial flooding*;
2. individuazione delle aree *hotspot*;
3. definizione di criteri in base ai quali individuare le aree da testare;
4. testing progettuali tramite l'applicazione di categorie di intervento per l'adattamento climatico su campioni significativi.

Nella fase di conoscenza, sono state elaborate carte tematiche relative alla presenza e/o assenza di edifici, alla percentuale di

based on zoning criteria and, except in more advanced cases, such as that of Bologna, they are rarely linked specifically to the application context of public facilities. Minimum thresholds tailored to such contexts are frequently absent.

This phase also included a detailed characterization of the areas under study, categorized as school facilities, community-use buildings, parking areas, green spaces, and sports infrastructure. For each area, different functional-spatial, technological, and environmental characteristics were assessed (Losasso *et al.*, 2021), including: presence or absence of buildings, percentage of outdoor space, proportion of vegetated surface, albedo values, runoff coefficients, and percentage of permeable surface. These parameters, widely recognized and robust in the scientific literature on urban climate

vulnerability (Apreda *et al.*, 2019; Van der Hoeven *et al.*, 2014; Echevarria Icaza *et al.*, 2016; Nardino *et al.*, 2022; Salvati and Kolokotroni, 2020; Weber *et al.*, 2015) prove effective for transferring the method to public administrations, as they rely on open-source data and simplified calculation processes. As part of the characterization, thematic maps were developed for each parameter to assess their contribution to the vulnerability of facilities to heatwaves and pluvial flooding and also to identify the most critical and priority areas (hotspots) for intervention, which served as the focus for the design testing phase.

The results of this first phase laid the groundwork for the next development of design guidelines for climate-oriented neighborhood facilities (phase 2) that were formulated in accordance with European climate neutrality

policies and based on the climate adaptation measures set out in the 2023 PNACC, while the adaptation objectives were structured into strategies, actions, and categories of intervention for climate adaptation.

The third phase of the research involved the development of a decision-support tool for designers and public administration technicians to evaluate the alignment of interventions with climate adaptation goals. The tool was conceived as a simplified spreadsheet that assesses the technological and environmental performance of interventions, based on design choices, in relation to heatwaves and pluvial flooding.

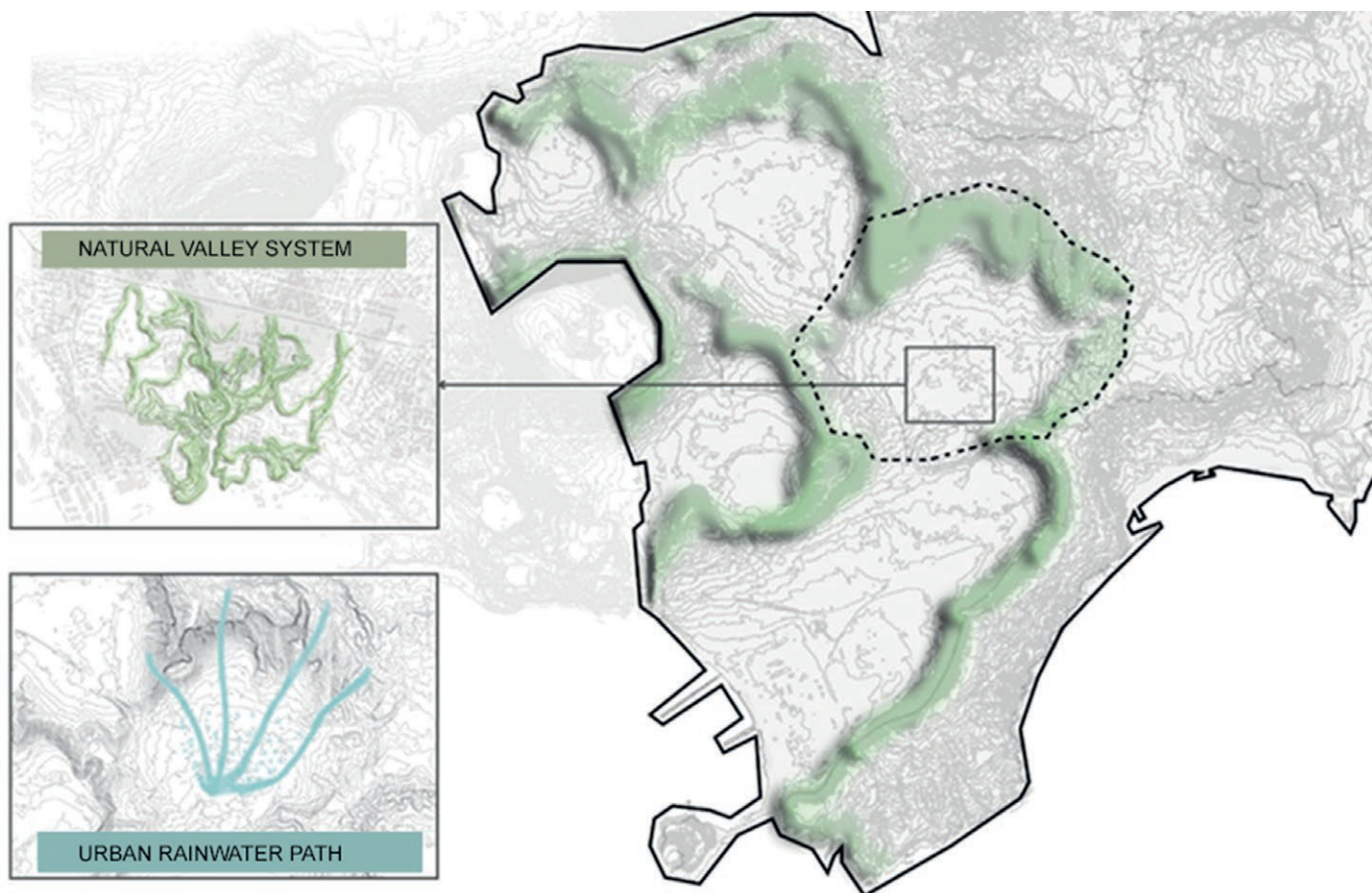
The outcomes of these phases can be applied in different ways: updating local regulatory instruments; introducing incentives for climate adaptation interventions in the development of fa-

cilities through public-private partnerships and supporting the development of local-scale climate adaptation plans.

Demonstrator Project for Climate Adaptation: The Soccavo District

The intermediate results of the first phase of the research provide baseline data for the characterization of areas designated of the neighborhood facilities in the Soccavo district, in west Naples. This district was selected as a pilot case for the experimentation due to its exposure to multiple climate-related impacts, including heatwaves, extreme precipitation, and surface runoff events.

The vulnerabilities of the area are generally linked to its settlement patterns, morphological and environmental characteristics, and geological conditions. In particular, the neighborhood is configured on a foothill plain within



spazi aperti, alla densità del costruito, alla percentuale di superfici permeabili, alle condizioni del sistema del verde nelle aree delle attrezzature nei periodi di stress termico, ai valori medi di albedo e di deflusso superficiale, allo *Sky View Factor*. Tali carte sono finalizzate da un lato a caratterizzare le aree e a impostare

opportuni indirizzi progettuali, dall'altro a individuare le aree *hotspot*, maggiormente critiche rispetto agli effetti delle ondate di calore e delle precipitazioni estreme.

A tal fine, i dati di input utilizzati sono stati l'analisi delle temperature nel periodo 2008-2024, il *LAI Index*, i valori di NDVI

the crater of the Campi Flegrei caldera system, where the slope of natural drainage lines from the hillside toward the basin is strongly marked (Fig. 1). An analytical methodological approach was adopted for the assessment phase, focusing on the environmental, functional-spatial, and technological aspects of the facility areas; for the identification of hotspot areas, a data-based approach was used and paired with an experimental design approach applied to the pilot case. The process developed involved the integrated management of multiscalar information in a GIS environment, referring to different elements of the facilities system (vegetation, infrastructures, etc.), correlating territorial-scale data (e.g., satellite data such as NDVI or LAI Index) with detailed information on the characteristics of the building-outdoor space system.

The experimentation was structured as follows:

1. Analysis of environmental, functional-spatial, and technological aspects of the areas that affects vulnerability to heatwaves and pluvial flooding;
2. Identification of hotspot areas;
3. Definition of criteria for selecting test areas;
4. Design testing through the application of climate adaptation intervention categories on representative samples.

In the analysis phase, thematic maps were developed for: the presence and/or absence of buildings, percentage of outdoor space, built density, percentage of permeable surfaces, vegetation system conditions during heat stress periods, average albedo and surface runoff values, and Sky View Factor. These maps were used both to characterize the areas and

inform appropriate design guidelines, and to identify hotspot areas, those most critically affected by heatwaves and extreme rainfall events (Fig. 2).

To this end, the input data included the temperature analyses for the period 2008-2024; *LAI Index*; NDVI and Sky View Factor values recorded during heatwave events; the topographic DBT (Digital Terrain Model); and georeferenced data on neighborhood facilities in the city⁴.

Hotspot areas were identified based on the percentage values of permeable surfaces, albedo, surface runoff, NDVI, LAI Index, and Sky View Factor. Areas were defined as hotspots when multiple indicators simultaneously showed high or medium-high levels of criticality (Fig. 3).

Test areas were selected based on the following criteria:

- Areas identified as hotspots;

- Areas that, based on their characterization, feature significant vegetation systems and where design proposals could aim to preserve existing greenery.

The design tests were carried out by hypothesizing two intervention scenarios ("basic" and "high intervention"), ranging from a minimal intervention, limited to the replacement of paving materials, to an intensive greening intervention using nature-based solutions. The intervention categories applied in each scenario are as follows:

- Basic intervention: permeable pavements with high albedo values and cool reflective roofs;
- High intervention: all elements of the basic intervention, adding green areas with tree planting and extensive green roofs.

A preliminary verification of the contribution to climate adaptation was

e di *Sky View Factor* registrati nei periodi di ondata di calore, il DBT Topografico e i dati georiferiti delle attrezzature di quartiere della città⁴ (Fig. 2).

Le aree *hotspot* sono individuate sulla base dei valori di percentuale di superfici permeabili, albedo, deflusso superficiale, NDVI, LAI *Index* e *Sky View Factor*. Sono definite *hotspot* le aree delle attrezzature pubbliche dove i valori di tali indicatori corrispondono registrano contestualmente valori di criticità alta e medio-alta (Fig. 3).

Le aree test sono state selezionate in base ai seguenti criteri:

- aree *hotspot*;
- aree, individuate sulla base della caratterizzazione, che si distinguono per un significativo sistema del verde, nelle quali sviluppare proposte di intervento che preservino la vegetazione.

I test progettuali sono eseguiti ipotizzando due scenari di intervento (“*basic e high intervention*”) che procedono da un intervento minimo, di sola sostituzione delle pavimentazioni, a un intervento di *greening* intenso tramite soluzioni *nature-based*. Di seguito, si riportano le categorie di intervento utilizzate nei singoli scenari:

- *Basic intervention*: pavimentazioni permeabili con valori alti di albedo e *cool reflective roofs*;
- *High intervention*: *basic intervention*, aree verdi con piantumazione delle alberature e tetti verdi estensivi.

La verifica preliminare del contributo all’adattamento climatico è stata eseguita attraverso il calcolo dei valori di albedo e de-

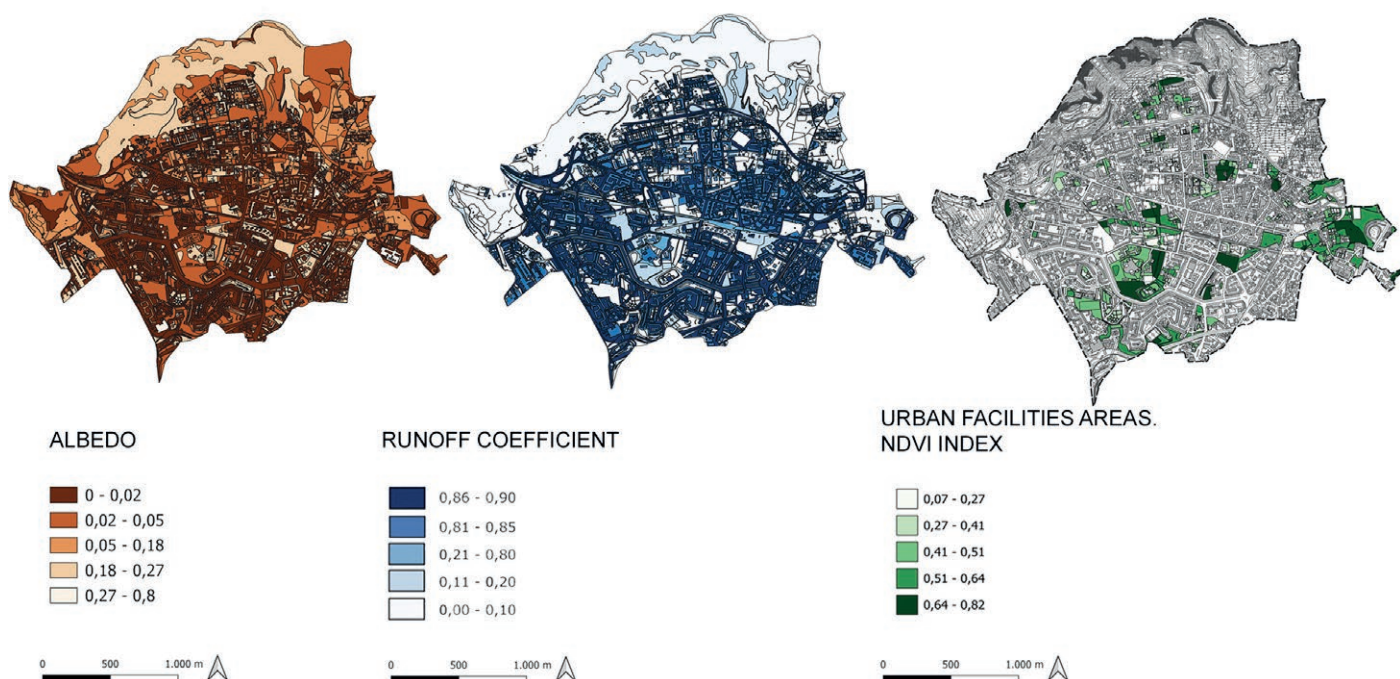
flusso superficiale *ex ante* ed *ex post* per ciascun scenario di intervento (Fig. 4). Tali indicatori sono scelti nella prospettiva di rendere trasferibile il metodo attraverso un sistema di verifica semplificato senza ricorrere a strumenti avanzati di simulazione microclimatica.

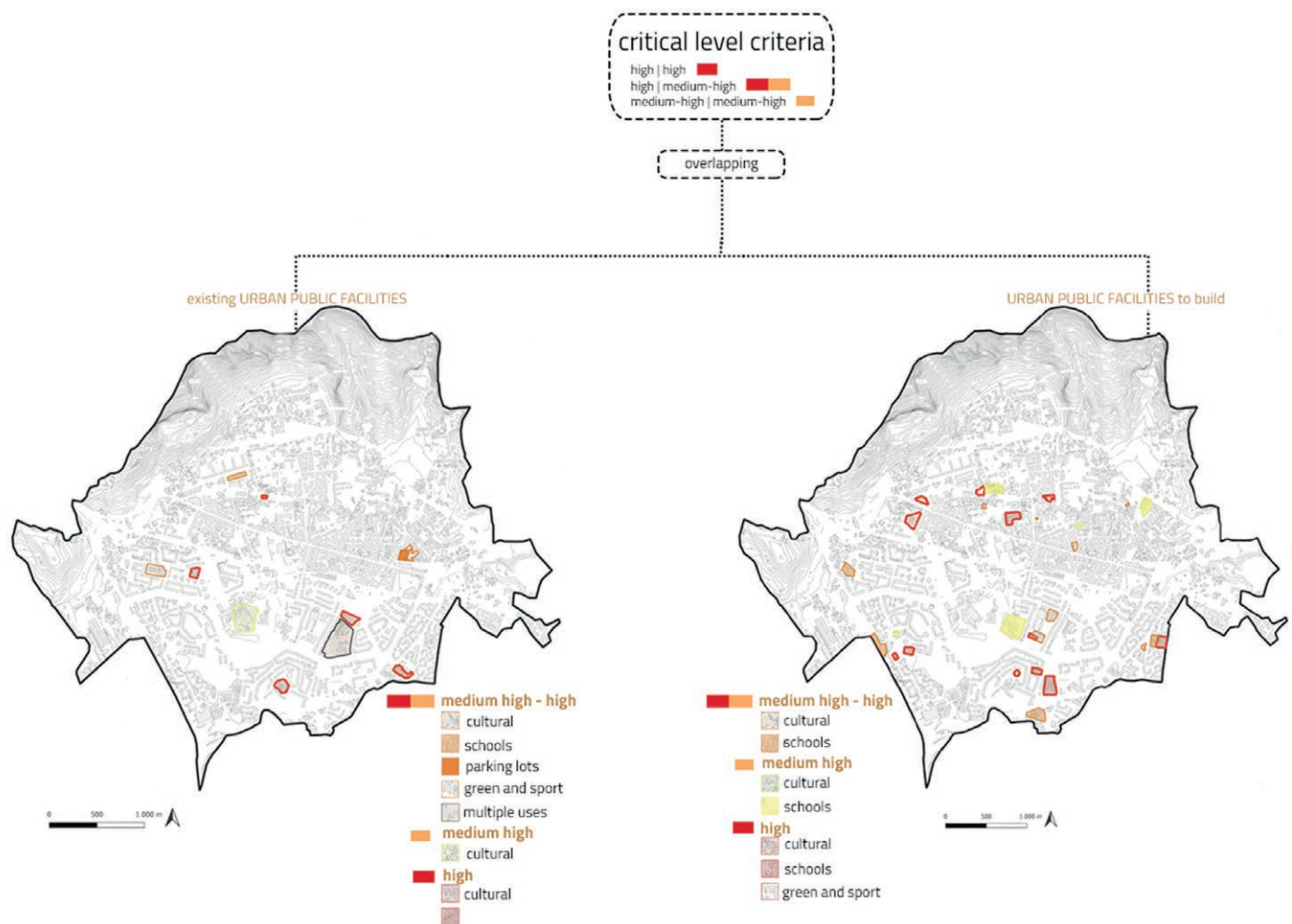
Dall’analisi dei risultati dei primi test progettuali, emerge che il set di categorie di intervento utilizzato per il primo scenario (“*basic intervention*”) incidono maggiormente sull’albedo. Gli effetti sul coefficiente di deflusso, invece, emergono nello scenario “*high intervention*”, ovvero con l’introduzione delle prime categorie di intervento finalizzate a un incremento del *greening* urbano.

Dal *know-why* al *know-what*. Ambiti di applicazione e ricadute del metodo

La proposta di strumenti di supporto alla transizione climatica degli insediamenti urbani presuppone il trasferimento di una conoscenza da una forma esperta (*know-what* e *know-why*) a forme basate sull’esperienza (*know-how* e *know-who*; Nonaka, 1994; Frondizi, 2020).

Il metodo, sviluppato attraverso la sperimentazione, rappresenta il mezzo di condivisione e di trasferimento di una conoscenza esplicita, codificata rispetto agli studi sugli effetti del cambiamento climatico in ambito urbano (*know-what*) e informata dai dati (*know-why*) agli operatori – tecnici della PA e progettisti – messi in condizione di applicare in autonomia, attraverso il tool, la fase di verifica di rispondenza degli interventi agli obiet-





performed by calculating albedo and surface runoff values pre- and post-intervention for each scenario. These indicators were selected to ensure that the method could be easily transferred and applied using a simplified verification system, without advanced micro-climatic simulation tools (Fig. 4). The analysis of the initial design test results indicates that the “basic intervention” scenario has a greater impact on albedo values, while improvements in the runoff coefficient become evident only in the “high intervention” scenario, where the introduction of green infrastructure elements contributes significantly to urban greening.

From Know-Why to Know-What. Application Domains and Impacts of the Method

The proposal of support tools for the climate transition of urban settlements

requires the transfer of knowledge from expert forms (know-what and know-why) to forms based on experience (know-how and know-who) (Nonaka, 1994; Frondizi, 2020). The method developed through the experimentation serves as a medium for sharing and transferring explicit knowledge, codified in relation to studies on the effects of climate change in urban contexts (know-what) and informed by data (know-why) to practitioners such as public administration technicians and designers. These users are empowered to autonomously apply the verification phase of the tool, assessing whether interventions meet climate adaptation objectives, even without specialized expertise (know-who), and in varied contexts (know-how).

This method fits within the framework of tools aimed at overcoming the exist-

ing gap between the climate adaptation measures outlined in the PNACC (2023) and local planning instruments. It becomes operational during the period while local plans are still being developed, a necessity driven by the urgency to move from strategy to implementation.

The method’s applicability to neighborhood facility projects responds to the need to transfer knowledge, make it operative through a verification tool, and provide a support system for evaluating environmental-oriented design proposals.

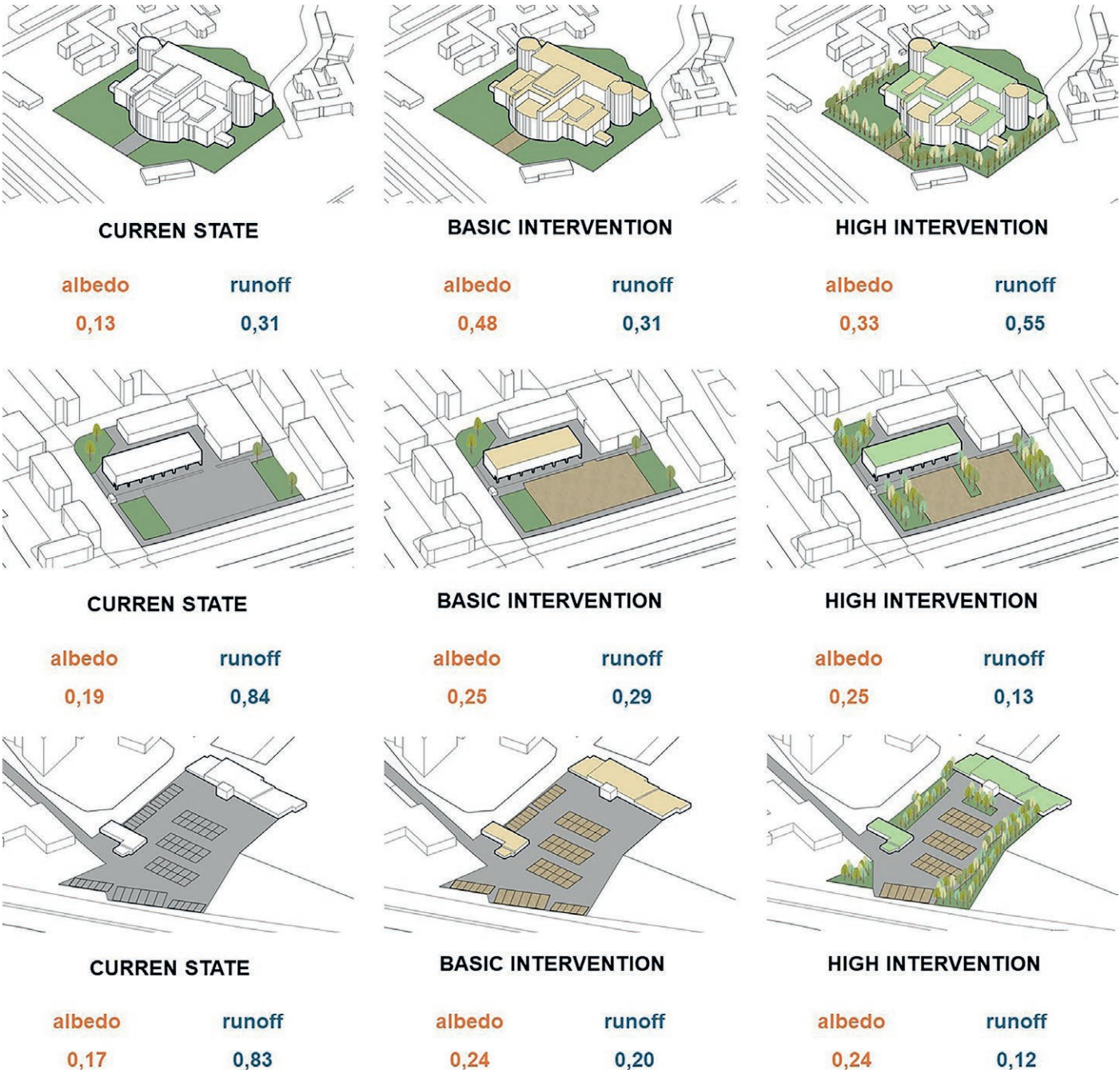
The method allows for managing the complexity of the public facility system, characterized by wide variability in scale, function, and technological features, by identifying priority areas for intervention (hotspots) and assessing the effectiveness of proposed actions.

Within the context of experimentation, the method may be incorporated into the process of updating regulatory frameworks, specifically the planning discipline of neighborhood facilities, which have over time been revised to reflect the evolving needs of a changing population, including demographic shifts in age groups, family structures, and increasing cultural diversity (*why*). Thanks to the experimentation conducted in the city of Naples, certain local specificities, collected through the dialogue with technical staff from the public administration³ – were integrated into the tool’s development, making it both context-specific and replicable in its invariant aspects across other urban settings.

The main limitation identified in the experimentation phase concerns the limited number of design tests, which need to be expanded.

tivi di adattamento climatico, sulla base di una conoscenza non esperta (*know-who*) e in contesti diversi (*know-how*). Il metodo si inserisce nel quadro degli strumenti di supporto al superamento dei gap presenti tra le misure di adattamento climatico del PNACC (2023) e gli strumenti di pianificazione locale, trovando un’operatività durante i tempi di elaborazione

di questi ultimi, resa necessaria dall’urgenza di passare dalla strategia all’applicazione. L’applicabilità del metodo ai progetti delle attrezzature di quartiere risponde alla necessità di trasferire una conoscenza, renderla operabile con un *tool* di verifica, e fornire uno strumento per l’istruttoria del progetto *environmental-oriented*.



Il metodo permette di affrontare la complessità del sistema delle attrezzature pubbliche, caratterizzata da una grande variabilità dimensionale, funzionale-spaziale e delle caratteristiche tecnologiche, di individuare le aree in cui agire prioritariamente (*hotspot*) e verificare il grado di efficacia degli interventi.

Nel contesto della sperimentazione, il metodo può trovare collocazione nell'ambito del processo di aggiornamento di un dispositivo regolativo – la disciplina delle attrezzature di quartiere – nel tempo sottoposto a revisioni e attualizzazioni in ragione di rinnovati fabbisogni ed esigenze di una popolazione in continuo cambiamento demografico rispetto alle fasce di età, alle nuove composizioni familiari e multiethniche (*why*). Grazie alla sperimentazione condotta sul caso di Napoli, sono recepite alcune specificità locali – raccolte anche grazie alle numerose interlocuzioni condotte con funzionari tecnici della PA³ – rese funzionali allo sviluppo di un *tool* appropriato al contesto della sperimentazione ma replicabile, nei suoi aspetti invariati, in altri contesti.

I limiti riscontrati nella sperimentazione consistono nel numero di test progettuali che richiede di essere implementato.

La ricaduta culturale risiede nel sensibilizzare i progettisti e promuovere un approccio *climate-oriented* al progetto, rendendo tangibili le ricadute ambientali degli interventi. L'introduzione di prestazioni ambientali attraverso azioni progettuali *ecosystem-based*, quali l'uso del *greening*, di *cool materials* e delle azioni di *de-paving*, supporta culturalmente un approccio al tema del progetto delle attrezzature di quartiere, da tempo adottato dalla PA di Napoli, che guarda ai servizi in termini non solo funzionali ma qualitativi, riconoscendo la centralità del ruolo ambientale e sociale delle attrezzature pubbliche.

From a cultural perspective, the project fosters awareness among designers and promotes a climate-oriented approach to urban design by making the environmental impacts of interventions more tangible. The introduction of environmental performance indicators – enabled by ecosystem-based design actions, such as greening, the use of cool materials, and de-paving actions – supports a cultural shift in the design of neighborhood facilities. This approach, long embraced by the Naples public administration, views public services not only in functional terms, but also in terms of quality and resilience, recognizing the environmental and social key role of public infrastructure.

From an environmental perspective, the method encourages the adoption of climate adaptation actions in design, through the application of strategies

and technical solutions for the sustainable watermanagement, the use of cool reflective roofs, de-paving interventions, green roofs, and urban greening measures with measurable effectiveness. These interventions can have a significant impact on reducing climate vulnerability at the district scale.

ACKNOWLEDGMENTS AND ATTRIBUTIONS

The contribution was funded within the framework of the research project PRIN PNRR REACT “Regenerative Processes Enhancement to Address Decision Makers Towards Climate-Proof Transition of Southern Metropolitan Areas”. The contribution is the result of a common reflection of the authors. However, it is possible to attribute the paragraph “Thematic framework” to Federica Dell’Acqua

Da un punto di vista ambientale, il metodo proposto incentiva l'adozione di azioni di *climate adaptation design* nel progetto, attraverso l'applicazione di strategie e soluzioni tecniche per la gestione sostenibile delle acque meteoriche, di *cool reflective roofs*, di azioni di de-impermeabilizzazione, di tetti verdi e del *greening* dall'efficacia misurabile, con potenziali ricadute significative sulla riduzione della vulnerabilità climatica alla scala distrettuale.

RICONOSCIMENTI E ATTRIBUZIONI

Il contributo è stato finanziato nell'ambito del progetto di ricerca PRIN PNRR REACT “Regenerative Processes Enhancement to Address Decision Makers Towards Climate-Proof Transition of Southern Metropolitan Areas”. Il contributo è esito di una comune riflessione degli Autori. Tuttavia, è possibile attribuire il paragrafo “Inquadramento tematico” a Federica Dell’Acqua e a Federica Paragliola, il paragrafo “L'adattamento climatico nelle attrezzature di quartiere. Approccio metodologico” a Federica Dell’Acqua e Sara Verde, il paragrafo “Progetto dimostratore per l'adattamento climatico. Il quartiere di Soccavo” a Sara Verde e il paragrafo “Dal *know-why* al *know-what*. Ambiti di applicazione e ricadute del metodo” a Federica Dell’Acqua.

NOTE

¹ Le Unità di Ricerca “REACT” sono UNINA – Università di Napoli Federico II; UNIRC – Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria; UNIPA – Università degli Studi di Palermo.

² Cfr. il Documento Strategico “Verso il nuovo Piano Urbanistico della Città di Napoli. Per una Città Giusta, Sostenibile e Attrattiva” contenente gli indirizzi strategici sulle misure di adattamento e mitigazione climatica che la PA intende introdurre nella trasformazione della città, dando contenuto e coerenza anche alla “Variante Normativa al Piano Regolatore Generale”

and Federica Paragliola, the paragraph “Climate Adaptation in Neighborhood Facilities: Methodological Approach” to Federica Dell’Acqua and Sara Verde, the paragraph “Demonstrator Project for Climate Adaptation: The Soccavo District” to Sara Verde and the paragraph “From Know-Why to Know-What. Application Domains and Impacts of the Method” to Federica Dell’Acqua.

NOTES

¹ The REACT Research Units include: UNINA – University of Naples Federico II; UNIRC – Mediterranean University of Reggio Calabria; UNIPA – University of Palermo.

² See the Strategic Document “Verso il nuovo Piano Urbanistico della Città di Napoli. Per una Città Giusta, Sostenibile e Attrattiva”, which outlines the strategic guidelines for climate adaptation and mitigation measures that the

public administration intends to implement in the city's transformation. These guidelines also inform and align with the current “Variante Normativa al Piano Regolatore Generale”, which, in the short term, will accompany the revision of the preliminary draft of the Municipal Urban Plan.

³ Implementation Agreement “Study of the functional-spatial and technological-environmental aspects of climate adaptation interventions for open spaces in areas designated for public facilities in the Municipality of Naples”, signed between the Municipality of Naples – Urban Planning Division and the Department of Architecture of the University of Naples Federico II, as part of the PRIN PNRR “REACT” research project.

⁴ See Municipality of Naples, *Variante generale al PRG – Piano Regolatore Generale (2004)*, Tav. 8 “Specificazioni”.

vigente. Quest'ultima, nel breve periodo, accompagnerà la revisione del preliminare di Piano Urbanistico Comunale.

³ Convenzione Attuativa “Studi degli aspetti funzionali-spaziali e tecnologico-ambientali di interventi di adattamento climatico degli spazi aperti delle aree destinate ad attrezzature del Comune di Napoli”, stipulata tra il Comune di Napoli – Area Urbanistica e il Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II, siglata nell'ambito della Ricerca PRIN PNRR “REACT”.

⁴ cfr. Comune di Napoli, Variante generale al PRG – Piano Regolatore Generale (2004), Tav. 8 “Specificazioni”.

REFERENCES

- Apreda, C., D'Ambrosio, V. and Di Martino, F. (2019), “A climate vulnerability and impact assessment model for complex urban systems”, *Environmental Science & Policy*, Vol. 93, pp. 11-26. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.016> (accessed 12 February 2025).
- British Columbia (2021), *Climate Preparedness and Adaptation Strategy. Draft Strategy and Phase 1 Actions for 2021-2022*. Available at: https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/cpas_2021.pdf (accessed 01 June 2025).
- CMCC – Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (n.d.), *Scenari climatici per l'Italia*. Available at: cmcc.it/it/scenari-climatici-per-litalia#rcp (accessed 12 February 2025).
- COM (2021), *Forging a climate-resilient Europe – the new EU Strategy on Adaptation to Climate Change*, 82 final.
- Comune di Napoli (2024), *Verso il nuovo Piano Urbanistico della Città di Napoli – Per una Città Giusta, Sostenibile e Attrattiva*. Available at: comune.napoli.it/versoilpuc (accessed 12 February 2025).
- Echevarría Icaza, L., Van den Dobbelsteen, A. And Van der Hoeven, F. (2016). Integrating Urban Heat Assessment in Urban Plans. *Sustainability*, Vol. 8, n. 4, p. 320. Available at: <https://doi.org/10.3390/su8040320>.
- EEA – European Environmental Agency (2020), *Urban adaptation in Europe – How cities and towns respond to climate change*. Available at: eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-in-europe (accessed 12 February 2025).
- EEA – European Environmental Agency (2024), *European Climate Risk Assessment – EEA Report 01/2024*. Available at: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/european-climate-risk-assessment> (accessed 01 June 2025).
- Forster, P.M., Smith, C. et al. (2025), “Indicators of Global Climate Change 2024: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence”, *Earth System Science Data*, Vol.17, pp. 2641-2680. Available at: <https://doi.org/10.5194/essd-17-2641-2025> (accessed 01 June 2025).
- Fronzizi, R. (2020), *La Terza Missione delle Università. Strategia, Valutazione e Performance*, Giappichelli Editore, Torino.
- Losasso, M., Giugni, M., D'Ambrosio, V. et al. (2021), “1. Progettazione multiscale per la resilienza dei Distretti urbani. Eco-distretti e soluzioni climate-proof per l'area occidentale di Napoli. Il caso applicativo di Soccavo/ Multi-scale Design for the Resilience of Urban Districts. Eco-districts and Climate-proof Solutions for the Western Area of Naples. The Application Case of Soccavo”, in Bologna, R., Losasso, M., Mussinelli, E. and Tucci, F. (Eds), *Dai distretti urbani agli eco-distretti. Metodologie di conoscenza, programmi strategici, progetti pilota per l'adattamento climatico/ From Urban Districts to Eco-districts. Knowledge Methodologies, Strategic Programmes, Pilot Projects for Climate Adaptation*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna, pp. 78-121.
- MASE – Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2022), *PTE – Piano Nazionale di Transizione Ecologica*. Available at: <https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PTE/PTE-definitivo.pdf> (accessed 05 March 2025).
- MASE – Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2023a), *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*. Available at: <https://mase.gov.it/pagina/piano-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-pnacc> (accessed 05 March 2025).
- MASE – Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2023b), *PNIEC – Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima*. Available at: https://www.mase.gov.it/sites/default/files/PNIEC_2023.pdf (accessed 05 March 2025).
- Nardino, M., Cremonini, L., Crisci, A., Georgiadis, T., Guerri, G., Morabito, M., and Fiorillo, E. (2022). Mapping daytime thermal patterns of Bologna municipality (Italy) during a heatwave: A new methodology for cities adaptation to global climate change. *Urban Climate*, Vol. 46, p. 101317.
- Nonaka, I. (1994), “A dynamic theory of organizational knowledge creation”, *Organization Science*, vol. 5, pp. 14-37. Available at: <https://doi.org/10.1093/fampra/cm098> (accessed 05 March 2025).
- Salvati, A. and Kolokotroni, M. (2020), *Impact of urban albedo on microclimate and thermal comfort over a heat wave event in London*. Available at: <https://bura.brunel.ac.uk/handle/2438/22214>.
- UNEP – United Nations Environment Programme (2024), *Come hell and high water. As fires and floods hit the poor hardest, it is time for the world to step up adaptation actions. Adaptation Gap Report 2024*. Available at: <https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2024> (accessed 05 March 2025).
- Van der Hoeven, F. and Wandl, A. (2014), “Amsterwarm: Mapping the landuse, health and energy-efficiency implications of the Amsterdam urban heat island”, *Building Services Engineering Research and Technology*, Vol. 36, n. 1, pp. 67-88. Available at: <https://doi.org/10.1177/0143624414541451>.