

Climate proofing dell'ambiente urbano tra processo e progetto: una metodologia olistica e partecipata

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Fabrizio Tucci, <https://orcid.org/0000-0001-8901-0720>

Serena Baiani, <https://orcid.org/0000-0002-1975-3251>

Paola Altamura, <https://orcid.org/0000-0001-7317-1036>

Gaia Turchetti, <https://orcid.org/0000-0001-6746-0544>

Dipartimento di Pianificazione Design Tecnologia dell'Architettura, "Sapienza" Università di Roma, Italia

fabrizio.tucci@uniroma1.it

serena.baiani@uniroma1.it

paola.altamura@uniroma1.it

gaia.turchetti@uniroma1.it

Abstract. Definire iter procedurali che supportino il coinvolgimento e l'*empowerment* dei cittadini, bersaglio principale dei cambiamenti climatici, per integrarli nel processo olistico di adattamento agli eventi estremi, su cui la ricerca sta lavorando per una progressiva standardizzazione, è oggi tema di estrema attualità. Il contributo restituisce gli esiti di attività di ricerca sull'integrazione dell'approccio partecipativo in una metodologia per il *climate proofing* dell'ambiente urbano. I risultati della ricerca sono da un lato indirizzi per incrementare la resilienza attraverso un processo ciclico *step by step* per la progettazione, in ottica di prevenzione, e gestione degli effetti dei disastri, incentrato sul coinvolgimento dei diversi portatori di interesse; dall'altro, gli esiti della sperimentazione di tale processo su tre quartieri ERP a Roma.

Parole chiave: Climate change; Resilienza; Adattamento climatico; Stakeholder Engagement; Citizens Empowerment.

Introduzione

Se già nel 2013, con la prima *Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici*, l'UE ha promosso lo sviluppo di piani e misure a livello nazionale, coordinate e coerenti con i piani per la gestione dei rischi naturali e antropici, la nuova strategia lanciata nel 2021 sottolinea, tra le azioni chiave del *Green Deal*, la necessità di accelerare l'introduzione e favorire l'accesso a soluzioni di adattamento praticabili concretamente e in tempi brevi (EC, 2021a). In tal senso, nell'ambito di Horizon Europe, è stata lanciata la Missione "Adaptation to Climate Change" finalizzata a supportare 150 regioni e comunità europee nel diventare *climate resilient* entro il 2030, puntando ad un approccio *climate proofing* basato su due pilastri: neutralità e resilienza climatica in fase di screening e analisi di dettaglio (EC, 2021b).

La città, come sottolineato nella "Dichiarazione per l'adatta-

Climate proofing of
the urban environment
between process
and design: a holistic
and participatory
methodology

Abstract. Defining procedural processes to support the involvement and empowerment of citizens, the main target of climate change, in order to integrate them into the holistic process of adaptation to extreme events is nowadays an extremely topical issue. Research is working towards the progressive standardisation of this process. The paper focuses on the outcomes of research on integrating the participatory approach into a methodology for climate proofing of the urban environment. The research results are include directions for increasing resilience through a cyclic step-by-step process for planning, prevention and management of the effects of disasters, centred on the involvement of different stakeholders, as well as the outcomes of the experimentation of such a process on three public housing (ERP) neighbourhoods in Rome.

Keywords: Climate change; Resilience; Climate Adaptation; Stakeholder Engagement; Citizen Empowerment.

mento climatico delle green city" (FSS, 2019) elaborata e lanciata dal Green City Network, è punto nodale per colmare il significativo ritardo registrato nell'adozione di misure di adattamento al cambiamento climatico, puntando su «un'attiva partecipazione dei cittadini, un'efficace informazione, nonché un costante dialogo con i diversi gruppi di stakeholder» (Green City Network, 2019).

Per fare fronte al numero di eventi climatici estremi in aumento, appare, quindi, necessario strutturare maggiormente le azioni di adattamento a scala urbana, mettendo a punto nuovi modelli di gestione del processo progettuale, delle modalità di attuazione degli interventi e di successivo monitoraggio in fase di esercizio, individuando criteri, misure e parametri adeguati (Spadolini *et al.*, 1989; Torricelli, 1990). In tal senso la ricerca (Lindner *et al.*, 2021; CEN, 2022) si sta orientando verso la sistematizzazione e normazione di tutti gli aspetti del processo di adattamento climatico, nell'intero iter di fattibilità, progetto, *simulation and modelling* per la verifica, valutazione – attraverso indicatori di *performance* –, condivisione dei processi realizzativi e innesco di azioni di *public engagement*. La standardizzazione di processi e progetti è passaggio essenziale per poter garantire, in modo efficace e continuativo, la sicurezza della collettività, in coincidenza dei sempre più frequenti eventi climatici estremi.

Il crescente numero di record di temperature estreme registrate nelle città nell'estate del 2022 non sarà infatti, come dimostrano diversi studi (Climate Adapt; Legambiente, 2022; Wang *et al.*,

Introduction

Already in 2013, with the first Climate Change Adaptation Strategy, the EU promoted the development of plans and measures at national level, coordinated and coherent with plans for the management of natural and anthropogenic risks. The new strategy launched in 2021 underlines, among the key actions of the Green Deal, the need to accelerate the introduction of and foster access to viable adaptation solutions, which can be concretely and quickly implemented (EC, 2021a). In this sense, as part of Horizon Europe, the Adaptation to Climate Change Mission was launched to support 150 European regions and communities in becoming climate resilient by 2030. The aim was to adopt a climate proofing approach based on two pillars, precisely climate neutrality and climate resilience in screening and detailed analysis stages (EC, 2021b).

The city, as emphasised by the "Green City Climate Adaptation Declaration" (FSS, 2019) drawn up and launched by the Green City Network, is a focal point for closing the significant gap in the adoption of climate change adaptation measures, relying on «an active citizen participation, effective information, as well as a constant dialogue with different stakeholder groups» (Green City Network, 2019: p.10). In order to cope with the increasing number of extreme climatic events, it thus seems necessary to further structure adaptation actions at the urban scale, developing new management models of the design process, of the methods for implementing interventions, and subsequent monitoring during operation, identifying appropriate criteria, measures and parameters (Spadolini *et al.* 1989; Torricelli, 1990). In this sense, research (Lindner *et al.*,

2023; IPCC, 2022), un episodio isolato: la frequenza del fenomeno potrebbe aumentare di oltre il 30% nei prossimi anni, con una variabilità strettamente correlata alle emissioni di gas serra. Definire strumenti e iter procedurali centrati sul coinvolgimento e l'empowerment (prima, durante e dopo eventi estremi) dei cittadini – bersaglio principale dei cambiamenti climatici (CC) – appare oggi indispensabile, per attivare un efficace percorso di adattamento.

In questo contesto parlare di resilienza, definita dall'OECD (2019) come capacità di riprendersi durante un evento avverso estremo, significa lavorare sull'interazione complessa tra fattori multipli, parti interessate, scale e sottosistemi, attraverso un processo ciclico basato sugli step *prepare, absorb, recover, adapt*. Obiettivo a cui rispondere nei prossimi anni è, pertanto, la definizione di metodi e strumenti flessibili, in base alle esigenze degli *stakeholder* (istituzioni centrali e periferiche, enti locali, singoli privati, etc.), capaci di guidare il processo che conduce alla resilienza.

Su questo punto, la ricerca oggetto del presente contributo, basata su una strutturata serie di ricerche e sperimentazioni sull'*adaptive resilient design*², intende fornire un apporto sull'integrazione del processo partecipativo nella definizione di misure e azioni di adattamento al cambiamento climatico nelle città.

Domande e obiettivi di ricerca: quali interlocutori e quale partecipazione per l'adattamento?

sono necessarie per generare diverse forme di azione, e sul tipo

In tale quadro di riferimenti, è necessario ragionare sul ruolo – attivo e/o passivo – dei diversi attori coinvolti, individuando quali interrelazioni tra i ruoli

2021; CEN, 2022) is moving towards the systematisation and standardisation of all aspects of the climate adaptation process, addressing the entire process of feasibility, design, simulation and modelling for verification, evaluation – through performance indicators –, sharing of implementation processes and triggering of public engagement actions. Process and project standardisation is an essential step to effectively and continuously ensure the safety of the community, in the face of increasingly frequent extreme weather events. Indeed, the increasing number of extreme temperatures recorded in cities in the summer of 2022 will not be an isolated episode, as indicated by several studies (Climate Adapt¹; Legambiente, 2022; Wang et al., 2023; IPCC, 2022). The frequency of the phenomenon could increase by more than 30% in the coming years, with a variability

closely correlated to greenhouse gas emissions.

Defining tools and procedural processes centred on the involvement and empowerment (before, during and after extreme events) of citizens – the main target of climate change (CC) – appears indispensable today to activate an effective adaptation pathway.

In this context, talking about resilience, defined by the OECD (2019) as the ability to recover during an extreme adverse event, means working on the complex interaction between multiple factors, stakeholders, scales and subsystems, through a cyclical process based on the steps *prepare, absorb, recover, adapt*. An objective to be tackled in the coming years is to define methods and tools, which are flexible according to the needs of different stakeholders (central and peripheral institutions, local authorities, private

di linguaggio condiviso da elaborare quale strumento di normazione dei processi.

È pertanto necessario comprendere la mappa degli *stakeholder*, il peso che possono avere e le diverse modalità di *engagement* in base a due aspetti fondamentali: impatto e interesse.

Secondo il modello sviluppato da Sherry S. Arnstein ("Ladder of Citizen Participation", 1969), vi è un percorso lineare che porta dalla semplice conoscenza all'azione, seguendo un processo anche temporale di legittimazione della partecipazione, dove gli *stakeholder* rilevanti sono le autorità pubbliche (città, regioni, etc.), progettisti e costruttori, acquirenti, proprietari e gestori di immobili (amministratori e cittadini). Non si deve, però, pensare a una applicabilità monodirezionale dei processi, ma considerare appieno l'influenza esercitata dai cittadini e dai soggetti direttamente interessati e la loro potenziale possibilità di incidere (Nanz and Fritsche, 2014). Per questo motivo nella ricerca si sono adottate le definizioni di: «*Inform*: to provide the public with balanced and objective information to assist them in understanding the problem, alternatives, opportunities and/or solutions; *Consult*: to obtain public feedback on analysis, alternatives and/or decisions; *Involve*: to work directly with the public throughout the process to ensure that public concerns and aspirations are consistently understood and considered; *Collaborate*: to partner with the public in each aspect of the decision including the development of alternatives and the identification of the preferred solution; *Empower*: to place final decision-making in the hands of the public» proposte dall'International Association for Public Participation (IAP2, 2018), incentrate su un apporto sia *top-down* che *bottom-up* nel processo decisionale e gestionale.

individuals, etc.), to guide the process leading to resilience.

On this point, the research presented in this paper, based on a structured series of funded researches and experimentations on adaptive resilient design², provides input on the integration of the participatory process in the definition of climate change adaptation measures and actions in cities.

Research questions and objectives: which stakeholders and which participation for adaptation?

Within such a framework of references, it is necessary to reflect about the role – active and/or passive – of the various actors involved, identifying which interrelationships between these roles can generate various forms of action, and about the type of shared language to be defined as a tool for standardising processes.

It is, therefore, essential to understand the map of the stakeholders, the weight they may have, and the different engagement modalities based on two fundamental aspects: impact and interest.

According to the model developed by Sherry S. Arnstein ("Ladder of Citizen Participation", 1969), there is a linear path that leads from mere knowledge to action, following a process of legitimisation of participation, where the relevant stakeholders are public authorities (cities, regions, etc.), planners and builders, purchasers, owners and managers (administrators and citizens). However, one should not think of unique applicability of the processes but fully consider the influence exerted by citizens and stakeholders, and their potential for influence (Nanz and Fritsche, 2014). For this reason, the research adopted the following definitions: «*Inform*: to

In quest'ottica, la ricerca mira allo sviluppo di un quadro olistico, multi-scalare e multi-settoriale di implementazione e gestione della resilienza, definendo un approccio integrato fattibile, valutabile e validabile. Obiettivo è, infatti, stabilire un linguaggio e azioni condivise tra tutti i soggetti e i settori (pubblici e privati) e produrre un impatto significativo sul lungo periodo, evidenziando efficacia e strategicità del coinvolgimento – dei cittadini in particolare – nel processo del progetto tecnologico-ambientale, fino al livello dell'*empowerment*. Ciò con la finalità ultima di incrementare la resilienza degli ambiti urbani attraverso un processo *step by step* per la progettazione e gestione delle soluzioni di adattamento, basata su una forte conoscenza delle dinamiche socio-economiche locali a tutte le scale.

Le finalità della ricerca sono legate alla valorizzazione della dimensione etica nel progetto, nell'ottica di una sicurezza collettiva e della responsabilizzazione dei soggetti coinvolti a vari livelli sui temi dell'adattamento climatico.

Metodologia

Al fine di integrare e sistematizzare l'ambito del processo e progetto edilizio con le azioni di *public engagement* in ottica di adattamento ai CC, per un'ottimizzazione dell'efficacia degli interventi, la metodologia sviluppata nella ricerca ha previsto quattro fasi.

Il primo step ha costruito un quadro di riferimenti di metodologie, strumenti e tecnologie per il coinvolgimento e l'*empowerment* dei cittadini nell'adattamento climatico, al fine di valorizzare il profilo sociale nell'approccio metodologico di *climate proofing* dell'ambiente costruito. Lo studio ha interessato contesti nazionali ed europei, approfondendo modalità di

provide the public with balanced and objective information to assist them in understanding the problem, alternatives, opportunities and/or solutions; *Consult*: to obtain public feedback on analysis, alternatives and/or decisions; *Involve*: to work directly with the public throughout the process to ensure that public concerns and aspirations are consistently understood and considered; *Collaborate*: to partner with the public in each aspect of the decision, including the development of alternatives and the identification of the preferred solution; *Empower*: to place final decision-making in the hands of the public proposed by the International Association for Public Participation (IAP2, 2018), focusing on both top-down and bottom-up input into the decision-making and management process. In this perspective, the research presented here develops a holistic, multi-

scalar and multi-sectoral framework for resilience implementation and management, defining a feasible and assessable integrated approach that can be validated. The objective of the research is to establish a common language and actions between all actors and sectors (public and private), and to produce a significant long-term impact, highlighting the effectiveness and strategic nature of involvement – of citizens in particular – in the technological-environmental design process, up to the level of empowerment. The ultimate aim is to increase the resilience of urban areas through a step-by-step process for the design and management of adaptation solutions, based on a strong knowledge of local socio-economic dynamics at all scales. The aims of the research are to enhance the project's ethical dimension with a view to collective security, and

indagine, valutazione e monitoraggio dei rischi estesi a un pubblico ampio (cittadinanza, amministrazioni, specialisti, etc.), applicando e combinando i principi della progettazione e produzione di conoscenza partecipata per lo sviluppo di opzioni di adattamento condivise (Sharifi et al., 2017; Dannevig et al., 2019; Dannevig et al., 2020).

Il secondo step è stato orientato alla definizione del processo ciclico di adattamento ai CC, rapportato all'iter del progetto tecnologico-ambientale (Del Nord, 1987) e alle diverse modalità e strumenti per il coinvolgimento degli *stakeholder* ai vari livelli. Partendo dall'analisi dell'iter processuale codificato nell'*ARCH Resilience Framework*³ (Fig. 1), da cui deriva il documento CEN del 2022 "City Resilience Development – Framework and guidance for implementation with a specific focus on historic areas", e mettendo a sistema le attività di coinvolgimento, definite a livello europeo (nell'ambito della piattaforma *Climate-Adapt*), con le azioni della progettazione tecnologico-ambientale relative alle attività partecipative, si è riletto il processo progettuale relativo alle fasi "*pre-disaster*", sistematizzando misure e azioni di adattamento ai CC (Tab. 1).

Nel terzo step, a partire da ricerche svolte nell'ambito di progetti di rilevanza nazionale, a cui il *GdR* ha partecipato, che hanno portato alla definizione di strategie, misure e azioni per l'adattamento secondo quattro prevalenti ambiti di rischio⁴ (Tucci, 2019; Tucci, 2020b), è stato strutturato un quadro (Tab. 2) che mette in relazione i rischi con le relative misure di adattamento climatico in rapporto ai diversi livelli di partecipazione possibile e alle fasi dell'iter di progettazione ambientale riportate in Tab. 1, al fine di comprendere come potenziare il ruolo dei cittadini nel processo verso la resilienza.

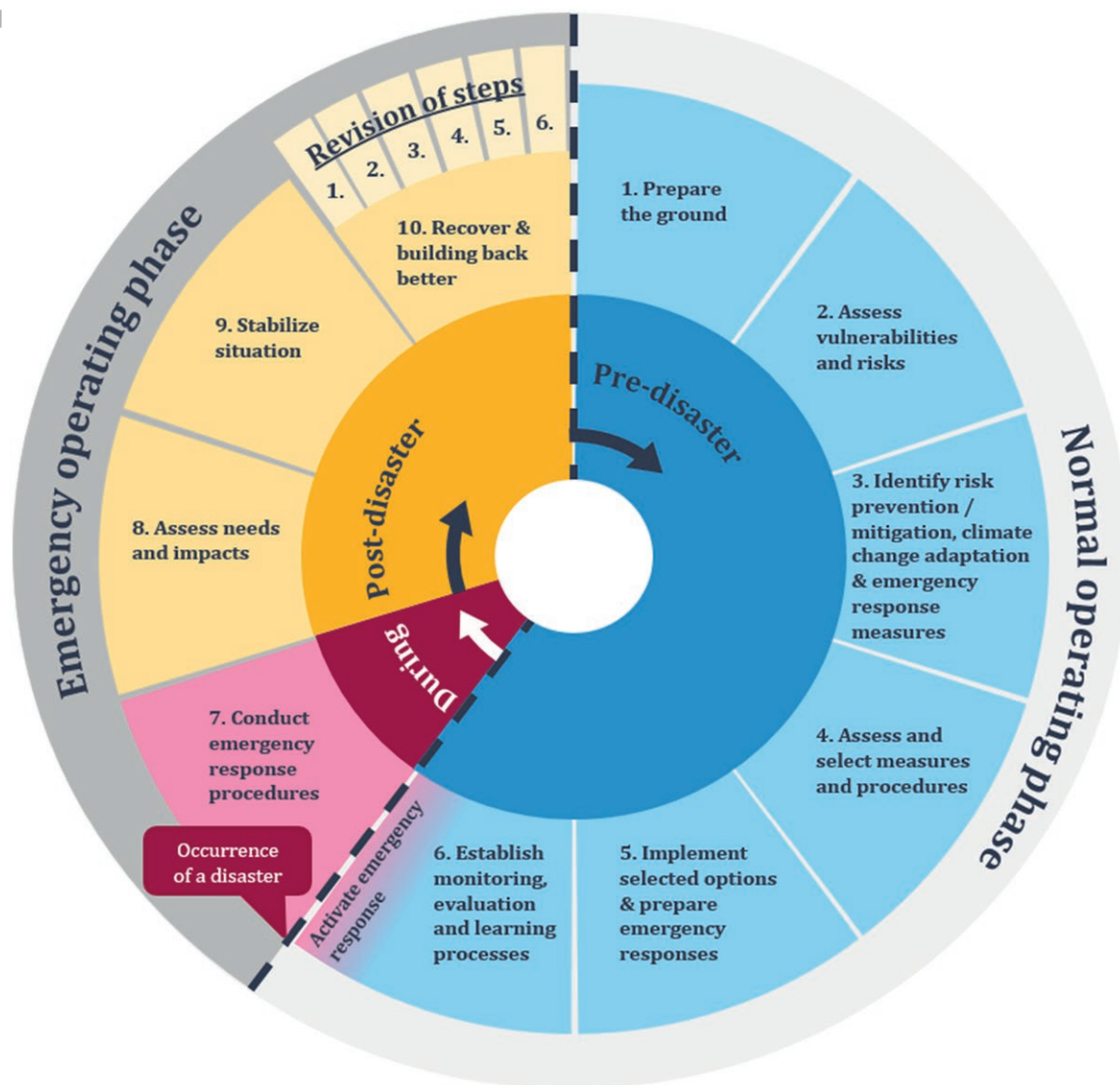
to empower those involved at various levels in climate adaptation issues.

Methodology

In order to integrate and systematise the scope of the building process and project with public engagement actions focused on CC adaptation, and to optimise the effectiveness of interventions, the methodology developed in the research included four phases. The first step built a state of the art on methodologies, tools and technologies for the involvement and empowerment of citizens in climate adaptation, to enhance the social profile in the methodological approach of climate proofing of the built environment already developed by the research team. The investigation covered national and European contexts, addressing the methods of risk investigation, assessment and monitoring extended to

a wide audience (citizenship, administrations, specialists, etc.), adopting and combining the principles of participatory knowledge design and production for the development of shared adaptation options (Sharifi et al., 2017; Dannevig et al., 2019; Dannevig et al., 2020).

The second step was oriented towards the definition of a framework of the cyclic process of adaptation to CC, in relation to the technological-environmental project process (Del Nord, 1987), and the different ways and means of involving stakeholders at various levels. Starting from the analysis of the process codified in the *ARCH Resilience Framework*³ (Fig. 1), from which the 2022 CEN document "City Resilience Development – Framework and guidance for implementation with a specific focus on historic areas" derives, and by systemising the involve-



ment activities defined at European level (within the *Climate-Adapt* platform) with the actions of the technological-environmental design relating in particular to participatory activities, the design process relative to the “pre-disaster” phases was reinterpreted, framing measures and actions of adaptation to CC (Tab. 1).
 In the third step, starting from the research carried out in projects of national relevance in which the research team participated – leading to the definition of strategies, measures and actions for adaptation according to four prevailing risk domains⁴ (Tucci, 2019; Tucci, 2020b) – a framework (Tab. 2) has been structured that associates the risks with the pertinent climate adaptation measures, taking into account the different levels of possible participation and steps in the environmental design process, as shown in Tab. 1. The

purpose is to understand how the role of citizens can be enhanced in the process towards resilience.
 The last step, carried out in parallel and transversally to the previous ones, concerned the implementation of adaptation measures and actions through citizen involvement mechanisms, within design experimentations, developed by the research team in laboratories, workshops and national and international project experiences. This was done to identify the most effective measures and actions for urban space adaptation, with an approach that structurally integrates citizen involvement. Numerous ERP settlements in Rome have been the focus of experimentation, a design experimentation – with a technological-environmental imprint – conceived as an example of a broader and more structured intervention methodology.

Research findings and discussion

The research findings are articulated on two levels, one theoretical-methodological, and the other experimental. The former consists in integrating the framework of addresses and strategies for the climate adaptation of cities (Tucci et al., 2020b) by identifying the actions in which it is most strategic to involve stakeholders and, in particular, citizens (Tab. 2) at different levels and with various phases of participation in the adaptation process, referring to data codified by the International Association for Public Participation (IAP2).
 Starting from the framework of the four risks, on which the climate adaptation strategy acts, and from the related measures and specific actions (Tucci et al., 2020b), for each action – on the basis of the experimental experiences carried out – it was assessed

which levels of participation are desirable and in which phases they can best be expressed.
 The framework thus integrated recurrently reveals that certain actions referring to *green* and *blue* solutions, widespread in the urban environment, require, and at the same time enable, not only passive but also and above all active participation by citizens with a view to empowerment. Significant in this rationale are water-saving solutions to be applied in houses as well as in outdoor areas, the systematic use and maintenance of greenery – that responds to both heat wave adaptation measures and water management in drought/arid conditions –, as well as the increasing integration of urban farming systems functional to resilience from multiple points of view. Finally, large scale systemic actions, such as *green* and *blue* infrastructure, refer

Tab. 01 | Quadro delle fasi relative alle fasi “pre-disaster” del processo ciclico di adattamento climatico dal punto di vista del soggetto pubblico (autorità locali e cittadini), poste in rapporto alle fasi dell’iter progettuale. Fonti: rielaborazione degli autori a partire da European Commission, 2023; CEN, 2022

Overview of the “pre-disaster” phases of the cyclical climate adaptation process from the perspective of the public stakeholder (local authorities and citizens), seen in relation to the phases of the project process. Sources: Authors’ elaboration from European Commission, 2023; CEN, 2022

Steps of the ARCH framework	Examples of participatory activities regarding stakeholders	Examples of participatory activities regarding citizens	Steps of the environmental design process	Examples of participatory activities regarding citizens within the environmental design methodology
1 Prepare the ground	<ul style="list-style-type: none"> - Develop a sustained engagement strategy - Develop a community of practice to be consulted and/or involved in all subsequent steps 	<ul style="list-style-type: none"> - Adapt your communication strategy - Undertake a citizens’ interests/ attitudes survey - Establish a citizens’ assembly to be consulted and/or involved in all subsequent steps (with a particular focus on implementation) 	Contextual analysis on the site and social dynamics/data collection	<ul style="list-style-type: none"> - Citizens’ survey about their expectations on the neighbourhood redevelopment and adaptation - Participatory survey (Walkthrough)
2 Assess vulnerabilities and risks	<ul style="list-style-type: none"> - Identify and prioritise, or validate climate vulnerabilities and risks through thematic/ sectoral focus groups or workshops or identify any cross-cutting climate vulnerabilities and risks across themes/sectors through cross-thematic/cross-sectoral workshops 	<ul style="list-style-type: none"> - Deliberative processes to better identify risks and vulnerabilities from vulnerable groups - Target communications activities to build citizens’ understanding or awareness of climate vulnerabilities and risks (i.e., an information awareness campaign) 	Climate-environmental scenario construction	<ul style="list-style-type: none"> - Participatory data collection - Concept maps/brainstorming for threats, vulnerability and exposure identification aimed at risk assessment - Development and sharing of simulation and modelling processes
3 Identify risk prevention/ mitigation and climate change adaptation and emergency response measures	<ul style="list-style-type: none"> - Identify and validate adaptation options through thematic/ sectoral focus groups or workshops or identification of cross-cutting adaptation actions through cross-thematic/cross-sectoral workshops 	<ul style="list-style-type: none"> - Consult citizens on the salience, credibility and legitimacy of adaptation options and their willingness to support them 	Evaluation synthesis	<ul style="list-style-type: none"> - Inform and inspire, and motivate stakeholders (Kick-Off Workshop) - Development of intermediate surveys - Participated SWOT analysis
4 Assess and select measures and procedures	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitate thematic/sectoral focus groups or workshops to apply agreed criteria for prioritising adaptation options or cross- thematic/cross-sectoral workshops to validate the prioritisation of all adaptation options 	<ul style="list-style-type: none"> - Consult citizens on the prioritisation of adaptation options (e.g., through citizens surveys) 	Selection of shared environmental-technological design adaptation options	<ul style="list-style-type: none"> - Construction of a shared masterplan (small groups) - Public discussion of masterplan proposals (extended audience) - Selection of the options chosen during the decision-making process (small groups) - Definition of final proposal (specialist group + small group representatives) - Public presentation of projects
5 Implement selected options and prepare emergency responses	<ul style="list-style-type: none"> - Develop an enabling environment (e.g., guidance, incentives and support) that promotes stakeholders’ implementation of actions 	<ul style="list-style-type: none"> - Deliberative engagement of citizens to inform the development of an enabling environment for the implementation of adaptation actions - Target communications activities to inspire behavioural changes that lead to greater resilience 	Construction phase	<ul style="list-style-type: none"> - Participatory discussion with other stakeholders (administrations and enterprises) - Prototyping through living labs of the technological-environmental solutions and devices for the purpose of evaluating the effectiveness of user interaction - Open construction site - Design and installation of ICT/ IOT/AI systems for monitoring - Survey to verify the phases
6 Establish monitoring, evaluation and learning processes	<ul style="list-style-type: none"> - Involve stakeholders in reporting progress on actions that are being implemented (included by themselves) 	<ul style="list-style-type: none"> - Establish citizen science programmes to monitor outputs and outcomes associated with adaptation actions 	Monitoring phase	<ul style="list-style-type: none"> - Real-time data and information collection - Process validation surveys

| Tab. 01

Tab.02 | Quadro dei rischi e delle relative misure di adattamento climatico in rapporto ai diversi livelli di partecipazione per potenziare il ruolo dei cittadini nel processo verso la resilienza, e alle fasi dell'iter di progettazione-ambientale. Legenda: 1 Contextual analysis on the site and social dynamics/data collection; 2 Climate-environmental scenario construction; 3 Evaluation synthesis; 4 Selection of shared environmental-technological design adaptation options; 5 Construction phase; 6 Monitoring phase
 Overview of risks and related climate adaptation measures in relation to the different levels of participation to enhance the role of citizens in the process towards resilience, and to the stages of the environmental design process. Legend: 1 Contextual analysis on the site and social dynamics/data collection; 2 Climate-environmental scenario construction; 3 Evaluation synthesis; 4 Selection of shared environmental-technological design adaptation options; 5 Construction phase; 6 Monitoring phase

L'ultimo step, svolto in parallelo e trasversalmente ai precedenti, ha riguardato l'implementazione di misure e azioni di adattamento attraverso meccanismi di coinvolgimento dei cittadini, nell'ambito di sperimentazioni progettuali, condotte dal team di ricerca in laboratori, *workshop* ed esperienze di progetto nazionali e internazionali. Ciò al fine di identificare misure e azioni maggiormente efficaci di adattamento degli spazi urbani con un approccio che integri strutturalmente il coinvolgimento dei cittadini. Sono stati oggetto di indagine numerosi insediamenti ERP di Roma, in una sperimentazione progettuale – di impronta tecnologico-ambientale – esemplificativa di una più ampia e strutturata metodologia di intervento.

Discussione dei risultati della ricerca

I risultati della ricerca si articolano sui due livelli teorico-metodologico e sperimentale. Il

primo si sostanzia nell'integrazione del quadro di indirizzi e strategie per l'adattamento climatico delle città (Tucci *et al.*, 2020b) con le azioni in cui è più strategico coinvolgere gli *stakeholder* e, in particolare, i cittadini (Tab. 2), a diversi livelli e con diverse fasi di partecipazione al processo di adattamento, riferendosi a quanto codificato dalla *International Association for Public Participation* (IAP2).

A partire dal quadro di quattro rischi, su cui agisce la strategia dell'adattamento climatico, e dalle relative misure e azioni (Tucci *et al.*, 2020b), si è valutato per ciascuna azione – sulla base delle esperienze sperimentali condotte – quale livello di partecipazione sia auspicabile e in quali fasi si possa esplicitare. Dal quadro così integrato, emerge, in maniera ricorrente, che alcune azioni riferite a soluzioni *green* e *blue*, diffuse nell'ambiente urbano, richiedono, e al contempo consentono, una partecipazione non solo passiva, ma soprattutto attiva dei cittadini

Tab.02 |

Risks	Measures	Actions	Inform	Consult	Involve	Collaborate	Empower	Occurrences
High temperatures and intensified UHI	Adaptation to urban heat island effect and heat wave risks associated with the threats of extreme heat and high temperatures	Control of solar radiation/shading	2, 3, 4, 5, 6	4	5, 6		6	
		Increase of natural ventilation through orientation and urban morphology	4, 5, 6					
		Increase of cooling through evaporation and evapotranspiration	1,2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	5	5	4, 5, 6	
		Use and enhancement of green infrastructures for adaptive bioclimatic effects at different scales	4, 6			4, 6		
		Enhancement of the use of water bodies and elements of an artificial nature containing water	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 5, 6		
		Adoption of cool pavers for open and intermediate spaces	1, 2, 4, 5	1, 2, 4, 5	4, 6			
		Use of thermal storage, thermal mass and innovative materials for bioclimatic control of temperature variation at different scales with mass	1, 2, 4, 5	1, 2, 4, 5				
		Use of cool and reflective materials for roofs and building façades	1, 2, 4, 5	1, 2, 4, 5				
		Improvement of thermal insulation	1, 2, 4, 5	1, 2, 4, 5				
Heavy rains, storms, pluvial flooding	Adaptation to water management risks related to threats of heavy rains, storms, pluvial flooding, flooding	Flood mitigation and temporary water storage, using green spaces	1, 2, 4, 5			6		
		Controlling water resources, e.g. soil management starting from suburban upland areas	4, 5, 6	4, 5, 6	4, 5, 6	4, 5, 6	4, 5, 6	
		Measures for flood arrest and ultimately permanent, strong defences	4, 5					
		Management of flood paths to cope with exceptional precipitation events, blizzards, storms	3, 4, 6	3, 4, 6				
		Adoption of sustainable urban drainage systems	3, 4, 6	3, 4, 6	3, 4, 6	3, 4, 6		
		Increase the efficiency of urban water management systems in case of flooding, enlargement of drains, use of one-way water valves	5	5				
		Increase of permeable urban pavements	1,2, 3, 4, 5, 6	1,2, 3, 4, 5, 6	1,2, 3, 4, 5, 6	1,2, 3, 4, 5, 6		
Increase of green roofs to slow water runoff from roofs	1, 2, 4, 5	1, 2, 4, 5						

in ottica di *empowerment*. Significative in questa logica sono le soluzioni rivolte al risparmio idrico, dall'abitazione alle aree esterne, l'uso e la manutenzione sistematica del verde, che risponde sia alle misure di adattamento alle ondate di calore sia a quella della gestione dell'acqua in condizioni di siccità/aridità, nonché l'integrazione crescente di sistemi di *farming* urbano funzionali alla resilienza da più punti di vista. Azioni sistemati-

che ad ampia scala, come *green e blue infrastructure*, fanno riferimento diversamente ad attività di partecipazione più vicine all'informazione e alla consultazione.

I risultati di livello sperimentale nascono in parallelo da attività sperimentali di riqualificazione ambientale operate in diversi quartieri/distretti ERP a Roma. Tali esperienze hanno costituito il punto di partenza per la definizione del suddetto quadro

Risks Measures Actions		Inform	Consult	Involve	Collaborate	Empower	Occurrences		
Water supply difficulties associated with threats of drought and aridity	Adaptation to water and food supply risks associated with drought and aridity threats	Creation of urban flood basins for a large-scale collection of water in alternating wet and dry periods	4, 5						
		Creation of urban flood channels for a large-scale collection of water in alternating wet and dry periods	4, 5						
		Morphological modelling of urban soils to create green depressions for large-scale surface accumulation of water in alternating periods of rain and drought/aridity	4, 5						
		Creation of artificially paved depressions to create both water collection and easier confluence to collection sites (cisterns, etc.)	4, 5						
		Creation of cisterns for large-scale collection of water from alternating periods of rain and drought/aridity	4, 5	5, 6		6			
		Creation of rainwater recovery cisterns with a systemic character, also connected to rain garden systems, dry wells, planter boxes, etc., to programmatically and extensively cover entire areas of urban/urban district dimensions. Use of tanks to collect water from the streets, outdoor spaces with storage and purification at the scale of the neighbourhood/ building surroundings	4, 5	5, 6		6			
		Use of bio-pools and urban bio-lagoons for both the collection and storage of rainwater, in periods of rain alternating with periods of drought/aridity, and the confluence and purification of water from indoor uses in buildings and outdoor uses in open spaces, use of dual water recovery systems inside buildings, and its purification and reuse in confined, intermediate and open spaces in the context of buildings	4, 5						
		Systemic use, in all buildings, of water-saving solutions, e.g. flow-controlled dispensers, smart water meters, water-wasting disincentives, primarily in residential, public, commercial and tourist accommodation buildings	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	
		Adoption of building envelope water supply systems, with storage and purification, as building water reservoirs Use of highly draining roofs for water treatment and slowing down runoff in periods of rain alternating with periods of drought/aridity to encourage harvesting	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6			
		Promotion of the widespread and systematic use of urban farming in open spaces and vertical farming in buildings, for a food supply that originates from within the city with recourse to the use of water collected and recovered in the different areas and forms according to the previous actions, strategic in periods of drought/aridity	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	

Tab. 03

e sono state operate come strumento di analisi per la fattibilità, valutazione e validazione dei processi. Si citano a titolo esemplificativo gli esiti di attività di ricerca e sperimentazione progettuale sui quartieri ERP di Torvecchia (Tucci et al., 2020a), Tor Sapienza e Tiburtino Terzo che, in modalità *field e desk*, hanno condotto alla definizione partecipata di soluzioni tecnologico-ambientali per l'adattamento climatico, attraverso attività di consultazione e coinvolgimento dei cittadini.

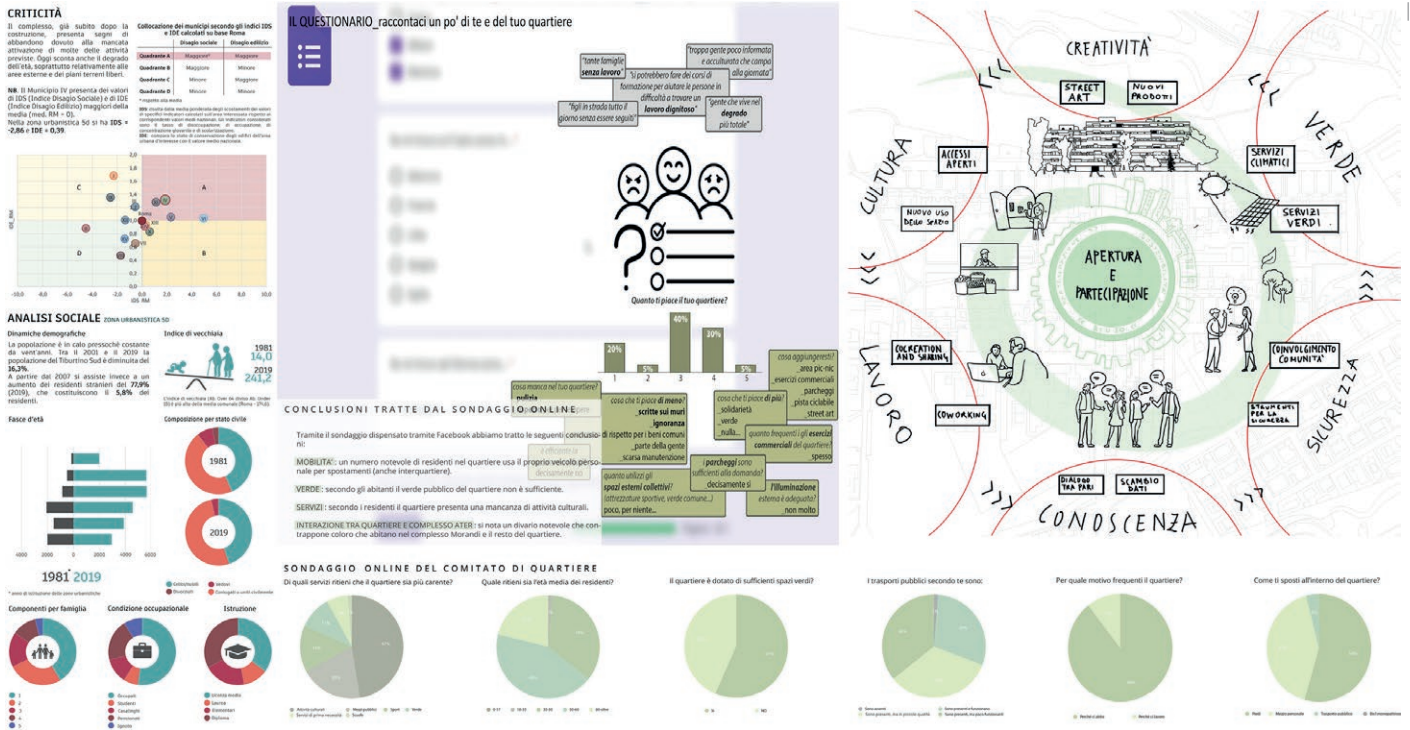
Sono stati adottati prevalentemente strumenti di partecipazione volontari, con tecniche non codificate (Regione E-R, 2009) quali: Forum settoriali e *multi-stakeholder*; Gruppi di lavoro / *workshop* / laboratori tematici; *Brainstorming*; *Focus group*; Passeggiate di quartiere; Analisi SWOT partecipata, integrati a strumenti con tecniche codificate (Regione E-R, 2009) come le interviste, che hanno visto sia un campionamento casuale (in grado di garantire un'ampia rappresentatività delle/dei partecipanti e quindi di ridurre la prevalenza di interessi particolari) sia un processo di autoselezione, che si basa sulla scelta consapevole e spontanea della cittadinanza ad essere interessata e coinvolta nei processi. (Fig. 2)

A ciò si sono aggiunte le “*e-participation*”, ovvero strumenti di partecipazione dei cittadini attraverso l'utilizzo delle ICT, che in alcuni casi hanno facilitato, in un'ottica di apertura e trasparenza, la collaborazione della collettività.

In particolare, nel caso di Torvecchia è stato condotto un sondaggio sulle aspettative dei cittadini in merito alla riqualificazione e all'adattamento del quartiere, incentrando le domande sui temi della mobilità, la dotazione di spazi verdi, l'integrazione culturale e i servizi al cittadino. Ciò ha portato ad un'analisi SWOT partecipata e alla definizione di scenari alternativi di riqualificazione – funzionale, architettonica e ambientale – con l'inserimento di diverse soluzioni per la gestione del rischio alternato di siccità e allagamento nelle due grandi porzioni di spazio verde incluso tra gli edifici in linea del complesso (Fig. 3). Nel caso di Tor Sapienza, è stato somministrato un sondaggio *online* al Comitato di quartiere e svolto un sopralluogo partecipato che ha fatto emergere le istanze dei cittadini rispetto, in particolare, all'utilizzo della grande corte verde che caratterizza il complesso (Fig. 4), quale spazio strutturato che aiuterebbe l'inclusione sociale e culturale, assicurando di rispondere in

Tab. 02 |

Risks	Measures	Actions	Inform	Consult	Involve	Collaborate	Empower	Occurrences
Wind intensification phenomena Adaptation to extreme winds and cyclones in the form of hurricanes and typhoons		Implementation of green windbreaks at the most appropriate urban and peri-urban points	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4				
		Formation of urban wind channeling corridors with trees and plant systems	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4				
		Use of urban green infrastructure that, in their multi-functionality, absorb and mitigate the impact and speed of air movements in the city at different scales	4/6			4, 6		
		Systematic maintenance and pruning, targeted and continuous, of plant systems especially of large trees in their crowns, foliage, branching	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	
		Implementation of artificial windbreaks in the most appropriate urban and peri-urban spots exposed to extreme winds and even cyclones	4, 5					
		Implementation of temperature differences between different places in the same urban or territorial context, to mitigate air velocity due to the excessive temperature differences that can be established there	2, 3					
		Densification of the urban fabric, limiting soil consumption, to more effectively mitigate the impact of winds in intermediate spaces	2, 3					
		Systematic employment of upgrading interventions aimed at strengthening and improving the safety of buildings to extreme windstorms, primarily through the tightness of building envelopes	1, 2, 3, 6					
		Systemic strengthening of ground anchorages of all artificial elements of urban furniture for their securing against the risk of uprooting from extreme and extraordinary windstorms	1, 2, 3, 6	1, 2, 3, 6				



termini resilienti a situazioni di rischio diffuso di *pluvial flooding*. Infine, nel caso di Tiburtino Terzo, a valle di un simile *iter* dalle analisi *desk e dalle* passeggiate di quartiere, da cui sono emerse racconti dei più anziani sul rapporto ormai scomparso con il fiume Aniene, sono emersi elementi di riflessione sul rapporto tra l'edificio ed il recupero delle acque piovane con l'inserimento di *rain garden* per la gestione delle piogge intense, raccontate, anche su richiesta degli abitanti, in una mostra di progetti (Fig. 5).

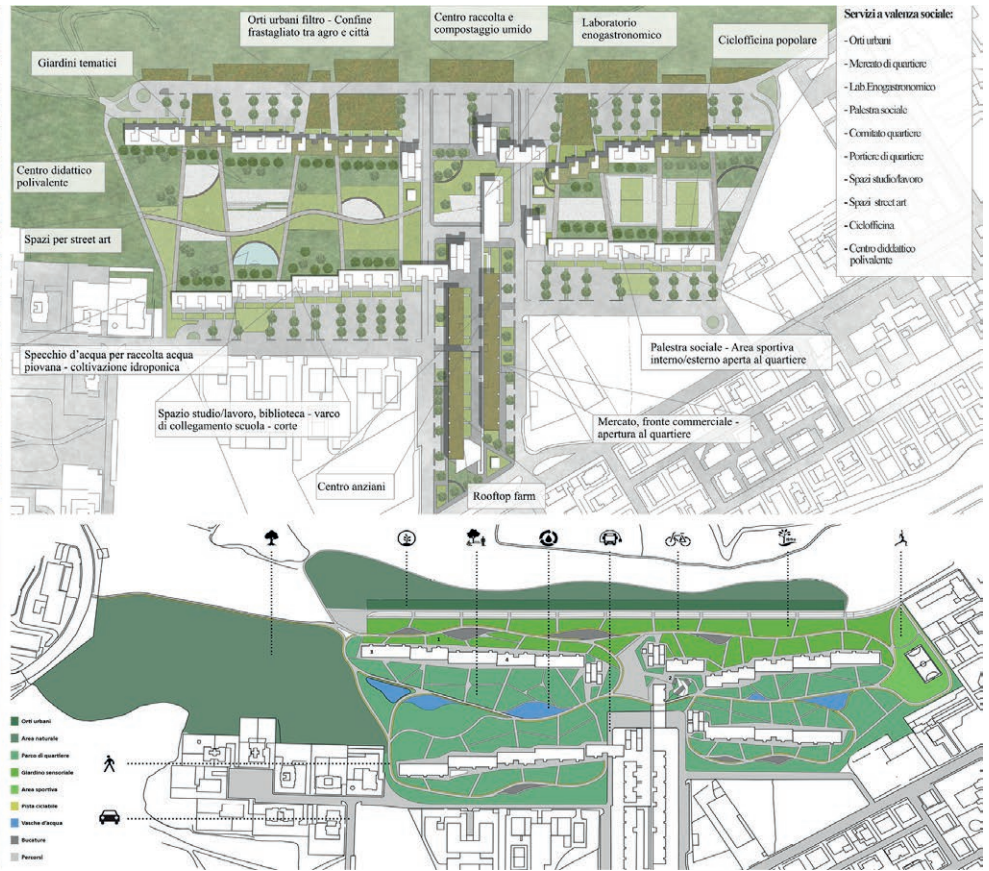
to participatory activities closer to information and to consultation. Experimental-level results are derived in parallel from project activities focused on the environmental upgrading of multiple public housing neighbourhoods/districts in Rome. These experiences constituted the starting point for the definition of the aforementioned framework, and served as an analysis tool for process feasibility, evaluation and validation. Mentioned here as examples are the outcomes of research and design experimentation activities on the ERP districts of Torvecchia (Tucci et al., 2020a), Tor Sapienza and Tiburtino Terzo that, in field and desk modes, led to the participatory definition of technological-environmental solutions for climate adaptation through citizen consultation and involvement activities. The methodologies and tools used in

Conclusioni e prospettive di ricerca L'originalità della ricerca emerge nell'aver strutturato, nell'ambito di approcci e tecnologie definite nel processo progettuale, una sistematizzazione di metodologie, misure, azioni e strumenti a supporto di un linguaggio condiviso al quale riferirsi per la strutturazione di interventi olistici che rispondano in maniera efficace ed efficiente alla crisi climatica, anche grazie ad un articolato insieme di attività di partecipazione in tutte le fasi del processo progettuale

the different experimentations were mainly voluntary participation tools with non-codified techniques (E-R Region, 2009) such as: Sectoral and multi-stakeholder forums; Working groups / laboratories / thematic workshops; Brainstorming; Focus groups; Neighbourhood walks; Participatory SWOT analysis, integrated with tools featuring codified techniques (E-R Region, 2009) such as interviews. The latter involved both random sampling (able to ensure a broad representativeness of the participants and thus reduce the prevalence of special interests) and a self-selection process based on the conscious and spontaneous choice of the citizenry to be interested and involved in the processes (Fig. 2). This was complemented by "e-participation", i.e., tools for citizen participation through the use of ICTs, which in some cases facilitated community

collaboration, in view of openness and transparency. In particular, in the case of Torvecchia, a survey was conducted on citizens' expectations regarding the redevelopment and adaptation of the neighbourhood, focusing questions on the issues of mobility, the provision of green spaces, cultural integration and services for citizens. This led to a participatory SWOT analysis and to the definition of alternative redevelopment scenarios - functional, architectural and environmental - with the inclusion of different solutions for managing the alternating risk of drought and flooding in the two large portions of green space included between the linear buildings of the complex (Fig. 3). In the case of Tor Sapienza, an online survey was administered to the neighbourhood Committee, and a partici-

patory inspection was carried out. It brought out the citizens' requests particularly regarding the use of the large green courtyard, which characterises the complex (Fig. 4), as a structured space that would encourage social and cultural inclusion, ensuring a resilient response to situations of widespread risk of pluvial flooding. Finally, in the case of Tiburtino Terzo, following a similar process from desk analyses to neighbourhood walks, during which older inhabitants related tales on the now missing relationship with the Aniene river, reflections emerged on the relationship between the building and rainwater recovery with the insertion of rain gardens for the management of heavy rains. These were presented, also at the request of the inhabitants, in an exhibition of projects (Fig. 5).



ed edilizio, inclusa quella della ‘vita utile’ delle soluzioni. Il *public engagement* diviene quindi uno strumento progettuale e gestionale che, come la ricerca presentata ha voluto sottolineare, indirizza l’azione verso soluzioni più efficaci rispetto ai contesti, grazie alla scelta condivisa di criteri, misure e parametri *site specific*.

Conclusions and research perspectives

The originality of the research lies in having activated, within the framework of approaches and technologies defined in the design process, a systematisation of methodologies, measures, actions and tools to support a common language as reference to structure holistic interventions that respond effectively and efficiently to the climate crisis. An articulated set of participatory activities were also envisaged in all phases of the design and construction process, including that of the ‘service life’ of the solutions. Public engagement thus becomes a planning and management tool that, as emphasised by the research presented, directs action towards more effective solutions with respect to the context, thanks to the shared choice of criteria, measures and site-specific parameters.

Indeed, the experimentation revealed the need and potential for greater active stakeholder involvement in the management and monitoring of climate adaptation devices and systems (such as paving, water tanks, rain gardens, etc.). For example, the integration of interactive mobile technologies (such as the *CitizenSensing*⁵ application) represents an emerging opportunity for citizens to engage in improving urban climate resilience, both by providing localised data on climate variables, impacts and adaptation measures, and by obtaining information on local conditions. This is coupled with the need to build and share risk communication and prevention tools linked to monitoring, detection and response to critical situations. Timely information to citizens “before” and “during” the disaster phase (extreme weather event) in terms of monitoring – for the purpose of pre-

Dalla sperimentazione è emersa infatti la necessità e la potenzialità di un maggiore coinvolgimento attivo degli *stakeholder* nella gestione e monitoraggio dei dispositivi e sistemi per l’adattamento climatico (come le pavimentazioni, vasche d’acqua, *rain garden* etc.). Ad esempio, l’integrazione delle tecnologie mobili interattive (come l’applicazione *CitizenSensing*⁵) rappre-

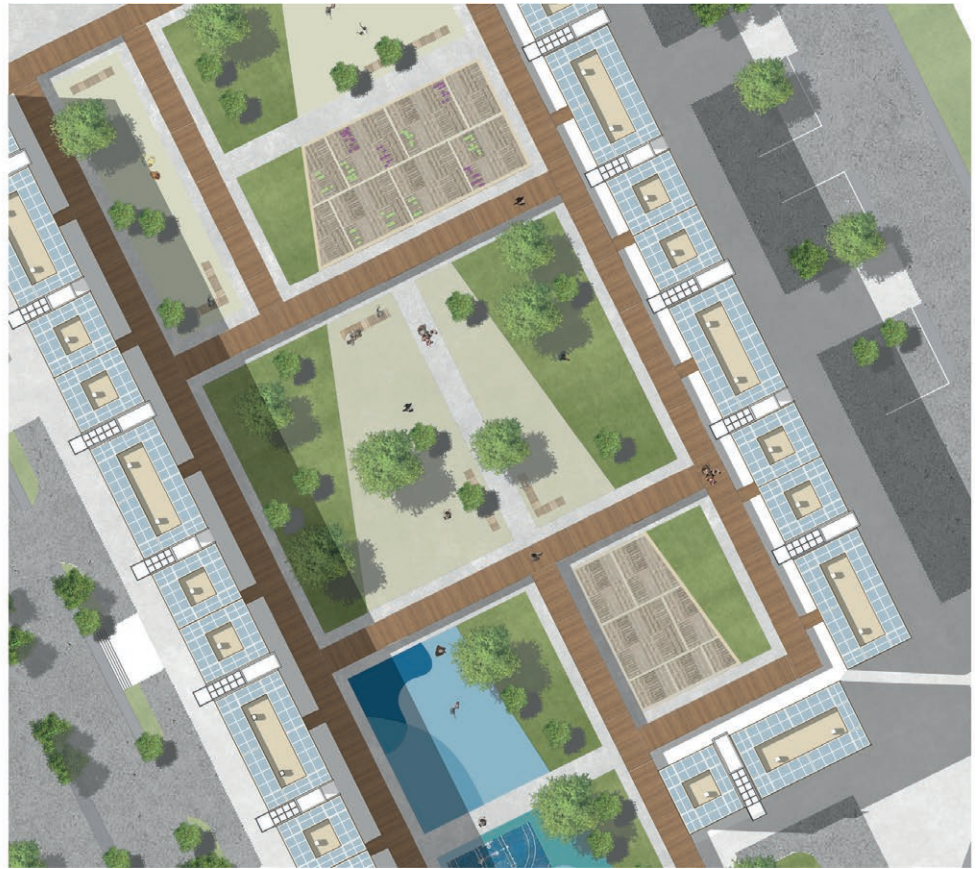
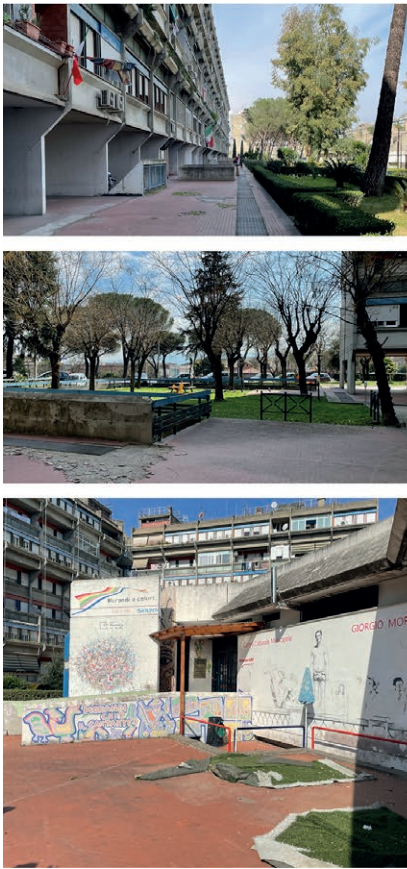
vention – and disaster risk communication (warnings, alerts), detection and response to critical situations, proves to be successful in many situations that Europe is experiencing. Research results will be integrated in this direction in the future by an advanced framework of technological tools that can be used in the various urban regeneration and building contexts to stimulate adaptive actions aimed at preventing risks, and at guiding the behaviour of citizens in the most effective, efficient and informed manner. In fact, there is a need to open research to interdisciplinary interactions in order to better integrate – into the methodological framework already developed – the full potential of the widespread use of digital and enabling technologies. The purpose is to achieve risk prevention and collective safety in the case of extreme climatic events.

Finally, a further aspect concerns the greater vulnerability of our territory due to the peculiarities of the historical built heritage. In this sense, research turns towards a specific in-depth study on the climatic adaptation of the historic urban fabric and, more generally, of the urban environment encompassing historical and cultural heritage assets.

NOTES

¹ The European Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT is a partnership between the European Commission and the European Environment Agency (EEA). See: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/about>

² The paper presents the outcomes of research activities first initiated by the authors within the Research PRIN Call 2015 “Adaptive Design and Technological Innovations for Resilient Regeneration of Urban Districts under Climate Change”, with



senta un'opportunità emergente per i cittadini di impegnarsi nel migliorare la resilienza climatica urbana, sia fornendo dati localizzati sulle variabili climatiche, sugli impatti e sulle misure di adattamento al clima, sia per ottenere informazioni sulle condizioni locali. A ciò si unisce la necessità di costruire e condividere strumenti di comunicazione e prevenzione dei rischi,

collegati a logiche di monitoraggio, rilevamento e risposta a situazioni critiche.

La tempestiva informazione ai cittadini “prima” e “durante” la fase di disastro (evento climatico estremo) in termini di monitoraggio – ai fini della prevenzione – e di comunicazione del rischio di catastrofe (avvisi, allarmi), rilevamento e risposta a

reference to the research products of the Unit of Sapienza University of Rome, P.I. F. Tucci (development years 2017-2021). The Research Group headed by Prof. Tucci, which, within the broader Research Unit Group, has specifically worked on the scope of activities, whose outcomes are presented in this paper, includes: S. Baiani, P. Altamura, G. Turchetti, with the collaboration of: G. Aloï, S. Alù, Amini F., G. Antonini, V. Antonucci, G. Bussi, B. Casagrande, G. Crognaletti, S. Cervelli, E. Gabellone. Research activities were subsequently developed under the following Research Projects:

- Sapienza funded Research: “Resilient Design: design addresses and technical-implementation strategies for the control of microclimatic and energy quality of the urban environment in Italy” (2017-2019), P.I. F. Tucci; part of the Research Group that worked on the specific aspects

covered by this contribution: S. Baiani, P. Altamura; G. Turchetti, with the collaboration of: M. Giampaoletti, M. M. Pani, V. Tulelli, F. Nava, M. Antonini, V. Arezzo.

- Sapienza funded Research: “Il processo circolare dei materiali per la neutralità climatica. Strategie e opzioni di intervento sull'esistente degli anni Ottanta a Roma” (2021-2023), P.I. S. Baiani; part of the Research Group that worked on the specific aspects covered by this paper: P. Altamura; G. Turchetti, with the collaboration of: G. Rossini, M. Antonini, C. Battisti, R. Lella., R. Menaguale, E.F. Pichet, S. Lucci.
- International Research: “Flexibility for Adaptation and Resilience” (2017-2021). Research Group: University of Northumbria at Newcastle (P.I. Marco Cimillo) and “Sapienza” University of Rome (P.I. F. Tucci). Fund-

ing on competitive call from CHOBE British Council - Council of Heads of the Built Environment, Heads of Departments of Construction, Property and Surveying, Great Britain.

- “Sapienza” funded Research: “NZE-HB_The Historic Building in the Scenario of Ecological and Energy Transition. Circular approach, energy improvement, adaptive reuse” (2022-2024), P.I. S. Baiani, Research Group, P. Altamura; G. Turchetti; G. Romano.

³ The H2020 Project ARCH - Advancing Resilience of Historic Areas against Climate-related and other Hazards, developed a disaster risk management framework to assess and improve the resilience of historic areas to CC and natural hazards, combining results from multiple research projects with good practices in climate adaptation, such as the Climate-ADAPTS Urban Adaptation Support Tool, and disaster

risk management. The ARCH Resilience Framework provides a ten-step process for resilience management: the first six steps cover the pre-disaster phase, where adaptation and risk management plans need to be cyclically updated, and the during and post-disaster phases. In case of an extreme climate event, the cyclical process is interrupted and the operational emergency phase (during and post-disaster phases) is initiated.

⁴ Risks related to rising temperatures and intensification of UHI phenomena; water management related to heavy rains, storms, pluvial flooding and flooding; water supply difficulties associated with threats of drought and aridity; threats of extreme winds, cyclones, hurricanes and typhoons.

⁵ See the website: <https://citizensensing.itn.liu.se/>

situazioni critiche, si dimostra vincente in molte circostanze che l'Europa sta vivendo.

In questa direzione, i risultati della ricerca saranno integrati, in futuro, da un quadro avanzato di strumenti tecnologici utilizzabili nei diversi contesti di rigenerazione urbana ed edilizia, volto a incentivare azioni adattive finalizzate a prevenire i rischi, e a orientare nella maniera più efficace, efficiente e consapevole i comportamenti dei cittadini. Si riscontra infatti la necessità di aprire la ricerca a interazioni interdisciplinari per poter al meglio integrare nel quadro metodologico già messo a punto, il pieno potenziale dell'utilizzo diffuso delle tecnologie digitali e abilitanti ai fini della prevenzione dei rischi e della sicurezza collettiva in caso di eventi climatici estremi.

Infine, un'ulteriore prospettiva si apre rispetto alla maggiore vulnerabilità del nostro territorio, legata alle peculiarità del patrimonio costruito storico. La ricerca in tal senso volge il suo sguardo verso un approfondimento specifico sull'adattamento climatico del tessuto urbano storico e, più in generale, dell'ambiente urbano che ingloba beni del patrimonio storico-culturale.

NOTE

¹ La piattaforma europea per l'adattamento al clima Climate-ADAPT è una partnership tra la Commissione europea e l'Agenzia europea dell'ambiente (EEA). <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/about>

² Il contributo restituisce gli esiti di attività di ricerca avviate dagli autori dapprima nell'ambito della Ricerca PRIN Bando 2015 "Adaptive Design e innovazioni tecnologiche per la Rigenerazione resiliente dei Distretti urbani in regime di cambiamento climatico", con riferimento ai prodotti di ricerca dell'Unità di Sapienza Università di Roma, P.I. F. Tucci (sviluppo anni 2017-2021). Il Gruppo di ricerca diretto dal Prof. Tucci che, rispetto al più ampio Gruppo della Unità di Ricerca, ha specificamente lavorato sull'ambito delle attività i cui esiti sono rappresentati dal presente contributo, è composto da: S. Baiani, P. Altamura, G. Turchetti, con la collaborazione di: G. Aloï, S. Alù, Amini F., G. Antolini, V. Antonucci, G. Bussi, B. Casagrande, G. Crognalenti, S. Cervelli, E. Gabellone.

Le attività di ricerca sono state successivamente sviluppate nell'ambito delle seguenti Ricerche:

- Ricerca di Ateneo Sapienza: "Resilient Design: indirizzi progettuali e strategie tecnico-attuative per il controllo della qualità microclimatica ed energetica dell'ambiente urbano in Italia" (2017-2019), P.I. F. Tucci; parte del Gruppo di ricerca che ha lavorato sugli specifici aspetti oggetto del presente contributo: S. Baiani, P. Altamura; G. Turchetti, con la collabora-

05 |



- zione di: M. Giampaolletti, M. M. Pani, V. Tulelli, F. Nava, M. Antonini, V. Arezzo.
- Ricerca di Ateneo Sapienza: “Il processo circolare dei materiali per la neutralità climatica. Strategie e opzioni di intervento sull'esistente degli anni Ottanta a Roma” (2021-2023), P.I. S. Baiani; parte del Gruppo di ricerca che ha lavorato sugli specifici aspetti oggetto del presente contributo: P. Altamura; G. Turchetti, con la collaborazione di: G. Rossini, C. Battisti, R. Lella, R. Menaguale, E.F. Pichet, S. Lucci.
 - Ricerca internazionale: “Flexibility for Adaptation and Resilience” (2017-2021). Gruppo di Ricerca: University of Northumbria at Newcastle (P.I. Marco Cimillo) e Sapienza Università di Roma (P.I. F. Tucci). Finanziamento su Bando competitivo del CHOBE British Council - Council of Heads of the Built Environment, Heads of Departement of Construction, Property and Surveying, Great Britain.
 - Ricerca di Ateneo “NZEHB_L'edificio storico nello scenario della transizione ecologica ed energetica. Approccio circolare, miglioramento energetico, riuso adattivo” (2022-2024), P.I. S. Baiani, Gruppo di ricerca, P. Altamura; G. Turchetti; G. Romano.
- ³ Il Progetto H2020 “ARCH - Advancing Resilience of Historic Areas against Climate-related and other Hazards”, ha sviluppato un quadro di gestione del rischio di catastrofi per valutare e migliorare la resilienza delle aree storiche ai CC e ai rischi naturali, combinando risultati di più progetti di ricerca con buone pratiche di adattamento climatico, come il “Climate-ADAPTS Urban Adaptation Support Tool”, e gestione del rischio di disastro. *LARCH Resilience Framework* fornisce un processo per la gestione della resilienza in dieci step: i primi sei coprono la fase pre-catastrofe, in cui è necessario aggiornare ciclicamente i piani di adattamento e gestione del rischio, e le fasi durante e post-catastrofe. In caso di evento climatico estremo, il processo ciclico viene interrotto e si avvia la fase operativa di emergenza (fasi durante e post-catastrofe).
- ⁴ Rischi collegati: all'innalzamento delle temperature e intensificarsi dei fenomeni di UHI; alla gestione idrica collegati a precipitazioni intense, tempeste, pluvial flooding e alluvioni; alla difficoltà di approvvigionamento idrico associato alle minacce di siccità e aridità; alle minacce di ventosità estrema, cicloni, uragani e tifoni.
- ⁵ Si veda il sito: <https://citizensensing.itn.liu.se/>.

REFERENCES

CEN/CWA 17727 (2022), *City Resilience Development - Guide to combine disaster risk management and climate change adaptation - Historic areas*, CEN-CENELEC, Brussels.

Charli-Joseph, L., Siqueiros-Garcia, J.M., Eakin, H., et al. (2018), “Promoting agency for social-ecological transformation: a transformation-lab in the Xochimilco social-ecological system”, *Ecol. Soc.*, Vol. 23 (2), p.46.

Dannevig, H., Groven, K., Hovelsrud, G., A et al. (2019), “Framework for agenda-setting ocean acidification through boundary work”, *Envir. Science & Policy*, Vol. 95, pp. 28-37.

Dannevig, H., Hovelsrud, G., Hermansen, E., et al. (2020), “Culturally sensitive boundary work: A framework for linking knowledge to climate action”, *Envir. Science & Policy*, Vol.112, pp. 405-413.

Del Nord, R. (1987), “Il ruolo della tecnologia e della normativa tecnica nel processo di progettazione e di edificazione”, in Gangemi, V. and Ranzo, P. (Eds.), *Il governo del progetto*, Luigi Parma, Bologna, pp. 18-26.

European Commission (2021), *Plasmare un'Europa resiliente ai cambiamenti climatici - La nuova strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici*, COM (2021) 82 final. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0082> (Accessed on 01/09/2023).

European Commission (2021), *Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027*, C 373/1. Available at: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0916\(03\)&from=HR](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0916(03)&from=HR) (Accessed on 01/09/2023).

European Commission (2023), *Do it yourself (DIY) manual for mobilising and engaging stakeholders and citizens in climate change adaptation planning and implementation*. Available at: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/mision/solutions/citizen-engagement-manual> (Accessed on 01/09/2023).

FSS Fondazione Sviluppo Sostenibile (2019), *Relazione sullo stato della Green Economy. Focus sugli impatti dei cambiamenti climatici in Italia*. Available at: https://www.reteclima.it/wp-content/uploads/Relazione_sullo_stato_della_green_economy_2019.pdf (Accessed on 01/09/2023).

Green City Network (2019), *Dichiarazione per l'adattamento climatico delle green city*. Available at: <https://www.greencitynetwork.it/wp-content/uploads/Dichiarazione-Adattamento-climatico-Green-City.pdf> (Accessed on 01/09/2023).

International Association for Public Participation (2018), *IAP2 spectrum*. Available at: https://cdn.ymaws.com/www.iap2.org/resource/resmgr/pillars/Spectrum_8.5x11_Print.pdf (Accessed on 01/09/2023).

IPCC (2022), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge University Press, doi: 10.1017/9781009325844.

Legambiente (2022), *Il clima è già cambiato gli impatti di siccità e caldo estremo sulle città, i territori e le persone*. Available at <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2022/11/Rapporto-CittaClima-2022.pdf> (Accessed on 01/09/2023).

Lindner R., Lückerath D., et al. (2021), “The Standardization Process as a Chance for Conceptual Refinement of a Disaster Risk Management Framework: The ARCH Project”, *Sustainability* Vol.13, (21), p.12276.

Nanz, P., Fritsche, M. (2014), *La partecipazione dei cittadini: un manuale Metodi partecipativi: protagonisti, opportunità e limiti*, Regione Emilia-Romagna, Bologna.

OECD (2019), *Resilience-based Strategies and Policies to Address Systemic Risks - SG/NAEC(2019)5*. Available at: [https://www.oecd.org/naec/averting-systemic-collapse/SG-NAEC\(2019\)5_Resilience_strategies.pdf](https://www.oecd.org/naec/averting-systemic-collapse/SG-NAEC(2019)5_Resilience_strategies.pdf) (Accessed on 01/09/2023).

Pereira, L., Olsson, P., Charli-Joseph, L., et al. (2021), “Transdisciplinary methods and T-Labs as transformative spaces for innovation in social-ecological systems”, *Transdisciplinary J.of Engin. & Science*, Vol. SP-1, pp. 13-16.

Regione Emilia-Romagna (2009), *Partecipare e decidere. Insieme è meglio Una guida per amministratori e tecnici*. Available at: <http://partecipazione.formez.it/sites/all/files/Guida%20Partecipazione%20RER.pdf> (Accessed on 01/09/2023).

Rezaei, M. (2021), “Normative and Positive Theories”, in: Rezaei M. (Ed.), *Reviewing Design Process Theories*, Springer.

Sharifi A., Chelleri L., Fox-Lent C., et al. (2017), “Conceptualizing Dimensions and Characteristics of Urban Resilience: Insights from a Co-Design Process”, *Sustainability*, vol. 9 (6).

Spadolini, P., et al. (1989), *Normativa tecnica e industrializzazione dell'edilizia*, Luigi Parma, Bologna.

Torricelli, M.C. (1990), *Normazione Qualità Processo edilizio*, Alinea, Firenze.

Tucci, F. (2019) "Adattamento ai cambiamenti climatici di Architetture e Città 'Green' per migliorare la resilienza dell'Ambiente Costruito. Minacce, vulnerabilità, rischi. Assi strategici, indirizzi, azioni d'intervento". Available at <https://www.greencitynetwork.it/wp-content/uploads/Adattamento-ai-cambiamenti-climatici.pdf>.

Tucci, F., Baiani, S., D'Olimpio, D., Altamura, P. and Turchetti, G. (2020a), "Resilience, adaptation and mitigation under a green building approach",

In Tucci F; Sposito C. (Eds.), *Resilience between Mitigation and Adaptation*, Project Essays and Researches, Palermo University Press.

Tucci, F., Cecafofso, V., Caruso, A. and Turchetti, G. (2020b), *Adattamento ai cambiamenti climatici di architetture e città green. Assi strategici, indirizzi, azioni di intervento per la resilienza dell'ambiente costruito*, FrancoAngeli, Milano.

Wang, C., Zheng, J., Lin, W. et al. (2023), "Unprecedented Heatwave in Western North America during Late June of 2021: Roles of Atmospheric Circulation and Global Warming". *Adv. Atmos. Sci.* Vol. 40, 14-28.