

Mattia Federico Leone^a, Jeffrey Raven^b,

^aDipartimento di Architettura, Università degli Studi Federico II Napoli, PLINIVS LUPT Study Centre, Italy

^bInstitute of Technology, FAIA, LEED BD+C, USA

mattia.leone@unina.it

jraven@nyit.edu

Abstract. Affrontare in maniera efficace il tema della resilienza climatica delle aree urbane richiede lo sviluppo di metodi di progettazione innovativi, in grado di gestire la complessità delle informazioni necessarie a orientare le strategie di rigenerazione urbana e di retrofit in chiave sostenibile, nonché a gestire le soluzioni tecnologiche e ambientali in un'ottica multi-scalare. L'articolo presenta la metodologia sviluppata dal del gruppo di lavoro *ARC3-2 Urban Planning and Design dell'Urban Climate Change Research Network (UCCRN)* e i risultati delle attività sperimentali svolte all'interno di Laboratori e Workshop promossi a New York, Parigi e Napoli dal New York Institute of Technology (NYIT), dal Politecnico di Milano e dall'Università di Napoli Federico II.

Parole chiave: cambiamenti climatici, mitigazione adattiva, rigenerazione urbana, retrofit tecnologico.

Introduzione

Le sfide legate ai cambiamenti climatici e alla transizione verso un approccio resiliente alla trasformazione e rigenerazione dell'ambiente costruito richiedono un ampliamento delle competenze dei progettisti verso una dimensione multi-disciplinare e multi-scalare. Le città rappresentano il principale ambito di sperimentazione di principi e metodi di progettazione *climate-resilient*. La crescita demografica degli ultimi decenni si è infatti concentrata nelle aree urbane e suburbane metropolitane, già caratterizzate da alti livelli di esposizione e vulnerabilità, dove l'accresciuta pressione antropica, in assenza di efficaci politiche di mitigazione e adattamento, ha contribuito ad aggravare i fattori di rischio. Gli impatti dei cambiamenti climatici, quali eventi estremi di calore e precipitazione sempre più intensi e frequenti, sono già visibili. Gli anni tra il 2014 e il 2017 sono stati gli anni più caldi mai registrati (confermando un trend ventennale),

mentre eventi estremi di precipitazione (aumentati di circa il 35% nell'UE e il 60% in USA) determinano inondazioni e fenomeni idrogeologici sempre più gravi.

Le azioni di mitigazione climatica, orientate alla riduzione delle emissioni di CO₂, hanno beneficiato negli ultimi decenni di un quadro consolidato di norme tecniche e regolamenti, di incentivi agli investimenti pubblici e privati (in particolare in UE e USA), che ha consentito il rafforzamento delle azioni di retrofit tecnologico ed energetico. L'accordo di Parigi e l'istituzione del *Green Climate Fund* possono ampliare le opportunità di azione su scala globale. Le azioni di adattamento, volte a ridurre le condizioni di vulnerabilità agli inevitabili impatti dei cambiamenti climatici, possono trarre vantaggio da azioni integrate di politiche tecnica e investimenti su larga scala, sull'esempio di iniziative recenti quali *Rebuild by Design* a New York, la *Stratégie de Résilience de Paris*, il *Copenhagen Cloudburst Management Plan*, la *Rotterdam Climate Initiative*.

Principi e metodi di progettazione *climate-resilient*

Il controllo del microclima urbano rappresenta un requisito essenziale nel progetto delle città contemporanee, da integrare nel processo progettuale come area di conoscenza propria delle discipline architettoniche piuttosto che come competenza "specialistica" esterna. Il gruppo di lavoro *Urban Planning and Design dell'Urban Climate Change Research Network*¹, nell'ambito del *Second*

Multi-scale and adaptive-mitigation design methods for climate resilient cities

Abstract. Effectively addressing the issue of climate resilience in urban areas requires the development of innovative design methods that can handle the complexity of the information needed to guide sustainable urban regeneration and retrofitting strategies, as well as to manage the technological and environmental solutions in a multi-scale perspective. The paper presents the methodology developed by the *ARC3-2 Urban Planning and Design* working group of the *Urban Climate Change Research Network (UCCRN)* and the results of the experimental activities conducted within Studios and Workshops promoted in New York, Paris and Naples by the New York Institute of Technology, the Polytechnic of Milan and the University of Naples Federico II.

Keywords: climate change, adaptive mitigation, urban regeneration, retrofitting.

Introduction

The challenges related to climate change and the transition to a resilient approach to the transformation and regeneration of the built environment require the extension of the designers' competences towards a multi-disciplinary and multi-scale dimension. Cities represent in this sense the main field of experimentation of innovative and climate-resilient design principles and methods: most of the population growth of the last decades has been in fact concentrated in the metropolitan urban and suburban areas, already characterized by high levels of exposure and vulnerability, where the increased human pressure, in the absence of effective mitigation and adaptation policies, has contributed to aggravate the risk factors. Climate change impacts are already visible today, with extreme heat and precipitation events

increasingly growing in frequency and intensity worldwide. The years between 2014 and 2017 have been the hottest years ever recorded (confirming a 20-years trend), while extreme precipitation events and tropical storms have increased (about 35% in the EU and 60% in US), with consequent severe flooding and hydrogeological impacts. Climate change mitigation actions, addressing the reduction of CO₂ emissions of built environment, have taken benefit from a well established framework of building codes and regulations, and incentives for public and private investments set up in the last decades, especially within EU countries and US, thus allowing an increase of national retrofitting programs. The Paris Agreement and the establishment of the Green Climate Fund should consolidate in the upcoming years the stability of such actions on a global scale.

Assessment Report on Climate Change and Cities (ARC3-2), ha proposto un approccio metodologico alla progettazione in grado di mitigare le emissioni e al contempo produrre benefici adattivi (Raven et al., 2018). Sperimentazioni condotte in Laboratori e Workshop di progettazione urbana hanno consentito di approfondire, attraverso l'applicazione su casi studio, i principi progettuali proposti e le opportunità di trasferimento in diversi contesti.

Le attività sono state condotte a New York, Parigi e Napoli dall'*Urban Climate Lab* del New York Institute of Technology e dal *Multi-Scale Building Technology Studio* del Politecnico di Milano, in raccordo con le attività dei progetti di ricerca *Metropolis* e *SIMMCITIES_NA* presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II (D'Ambrosio e Leone, 2017). L'obiettivo è esplorare strategie sostenibili e resilienti di rigenerazione alla scala dei distretti urbani, in grado di adattarsi e alle mutevoli condizioni ambientali e socio-economiche, tese alla realizzazione di eco-quartieri densi, compatti e *mixed-use*, in cui le misure per la riduzione delle emissioni e delle vulnerabilità climatiche si coniugano con le priorità espresse dalle comunità locali.

I principi di progettazione *climate-resilient* offrono ai progettisti un portfolio di strategie di "mitigazione adattiva" (Fig. 1), delineando, sulla base dell'ampia letteratura scientifica di riferimento, le principali correlazioni tra condizioni di rischio climatico e priorità di intervento:

- *Efficiency of urban systems*: soluzioni energetiche *low-carbon* e *near-zero* per edifici, trasporti e industria riducono il calore di scarto e le emissioni di gas serra derivanti dalle infrastrutture urbane (ARUP, 2014; Kennedy et al., 2009).
- *Form and layout*: la modifica della forma e del layout di edifici e quartieri fornisce condizioni di raffrescamento basate sul

controllo della radiazione solare e della ventilazione per ridurre i consumi energetici e ridurre l'impatto di temperature elevate e *run-off* intensi (Emmanuel e Kruger, 2012).

- *Heat-resistant construction materials*: la scelta di materiali ad elevata inerzia, bassa capacità termica e rivestimenti riflettenti migliora le prestazioni dell'edificio gestendo lo scambio di calore sulla superficie; pavimentazioni esterne realizzate con materiali caratterizzati da elevato albedo contribuiscono alla riduzione dell'effetto isola di calore (Santamouris, 2014).
- *Vegetative cover*: l'aumento di aree verdi negli edifici e negli spazi aperti assorbe CO₂ riducendo al contempo le temperature esterne, la domanda energetica per raffrescamento, le condizioni di *run-off* e inquinamento; l'integrazione di aree verdi e superfici pavimentate permeabili contribuisce a ridurre il sovraccarico dei sistemi di smaltimento idrico (Scholz e Grabowiecki, 2007; Mentens et al., 2006).

La metodologia proposta è di tipo processuale, e si concentra su fasi sequenziali e iterative che portano allo sviluppo del progetto attraverso un approccio multi-disciplinare e multi-scalare. Una serie di esercizi realizzati con il supporto di esperti provenienti da diversi settori di studio e stakeholders urbani delinea un modello di intervento in quattro fasi (Fig. 2).

Il *Climate Analysis Mapping* fornisce un primo passo fondamentale nell'identificazione delle aree urbane maggiormente colpite da eventi estremi e variazioni stagionali, fornendo proiezioni climatiche locali come informazioni preliminari di progetto. I dati storici desunti da stazioni meteorologiche e i risultati dei modelli climatici regionali (RCM) sono elaborati attraverso strumenti IT e forniscono il set di informazioni necessario per valutare i potenziali impatti di eventi climatici estremi. I tool impiegati e

Adaptation efforts, aimed at reducing the vulnerability of communities to the inevitable impacts of climate change, are taking advantage in recent years of a huge global effort in terms of funding and regulations to support large investments, often on a reactive basis following the occurrence of extreme events (e.g. the *Rebuild by Design* in New York, *Stratégie de Résiliéce de Paris*, the *Copenhagen Cloudburst Management Plan*, the *Rotterdam Climate Initiative*).

Climate-resilient design principles and methods

Urban climate must be a key consideration in the planning and design of contemporary cities. Climate resilient principles need to be integrated in the design process as a knowledge area linked to architectural disciplines and not as a "specialist" competence. The Urban Planning and Design working

group of the Urban Climate Change Research Network, within the Second Assessment Report on Climate Change and Cities (ARC3.2), has proposed a design methodology aimed at mitigating emissions while bringing adaptive benefits (Raven et al., 2018).

Experimental activities conducted in a series of urban design Studios and Workshops allowed to deepen, through application on case study areas, the proposed design principles and the transfer opportunities into other urban contexts. The activities have been conducted in New York City, Paris and Napoli by the *Urban Climate Lab* at the New York Institute of Technology, the *Multi-Scale Building Technology Studio* at Politecnico di Milano and the research projects *Metropolis* and *SIMMCITIES_NA* at the Department of Architecture of Università di Napoli Federico II.

The goal is to explore sustainable and

resilient urban design strategies that can adapt and thrive in the changing global conditions, meet carbon-reduction goals, provide new public spaces and facilities in relation to community priorities, by configuring or regenerating dense, compact and mixed-use eco-districts. Climate-resilient design principles provide urban designers with a portfolio of "adaptive mitigation" strategies (Fig. 1) outlining, on the basis of the wide scientific literature of reference, the main correlations between climate risk conditions and intervention priorities:

- *Efficiency of urban systems*: urban waste heat and greenhouse gas emissions from infrastructure can be reduced by implementing low-carbon and near-zero energy solutions for buildings, transportation and industry (ARUP, 2014; Kennedy et al., 2009).

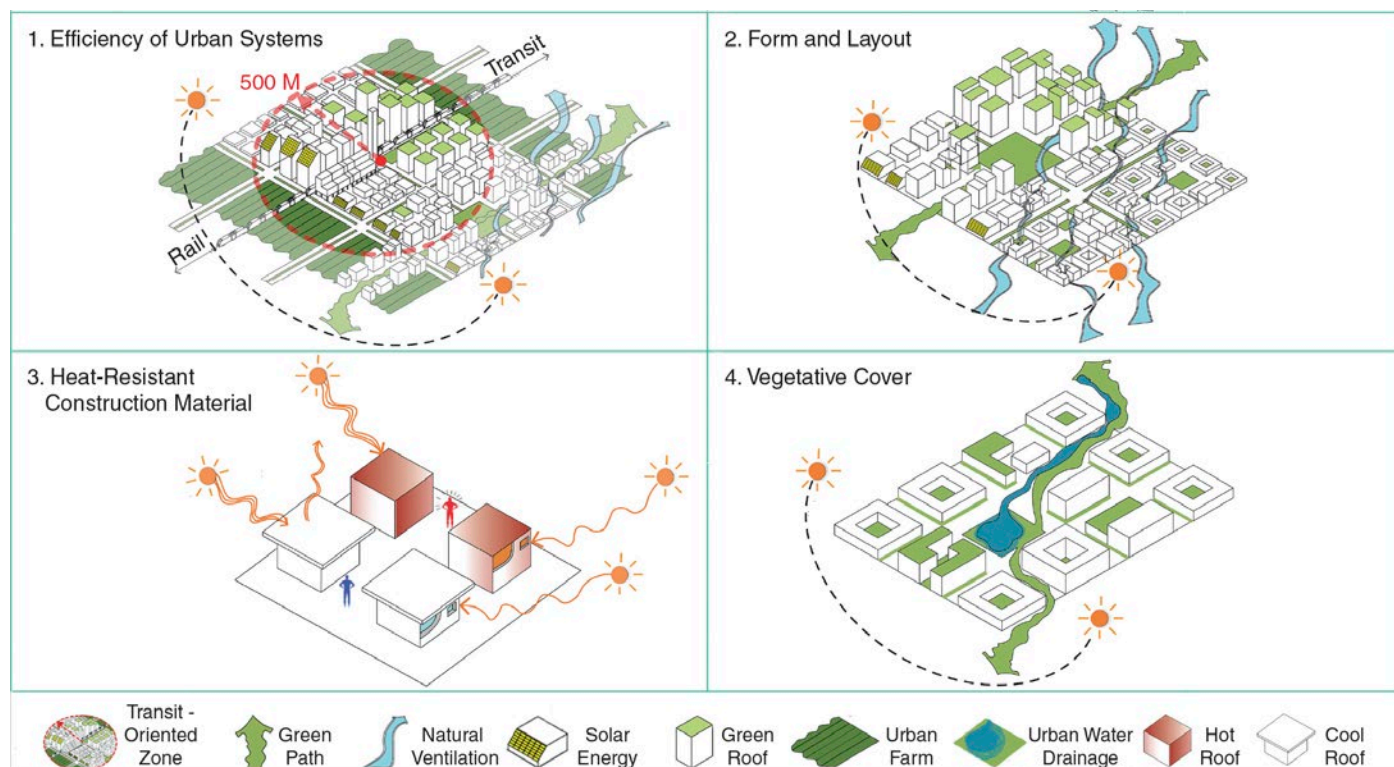
– *Form and layout*: modifying the form and layout of buildings and urban districts can provide cooling and ventilation that reduces energy use and allow citizens to cope with higher temperatures and more intense runoff (Emmanuel e Kruger, 2012).

– *Heat-resistant construction materials*: selecting low heat capacity and high thermal inertia materials and reflective coatings can improve building performance by managing heat exchange at the surface; outdoor pavements with high albedo contribute to the reduction of the heat island effect (Santamouris, 2014).

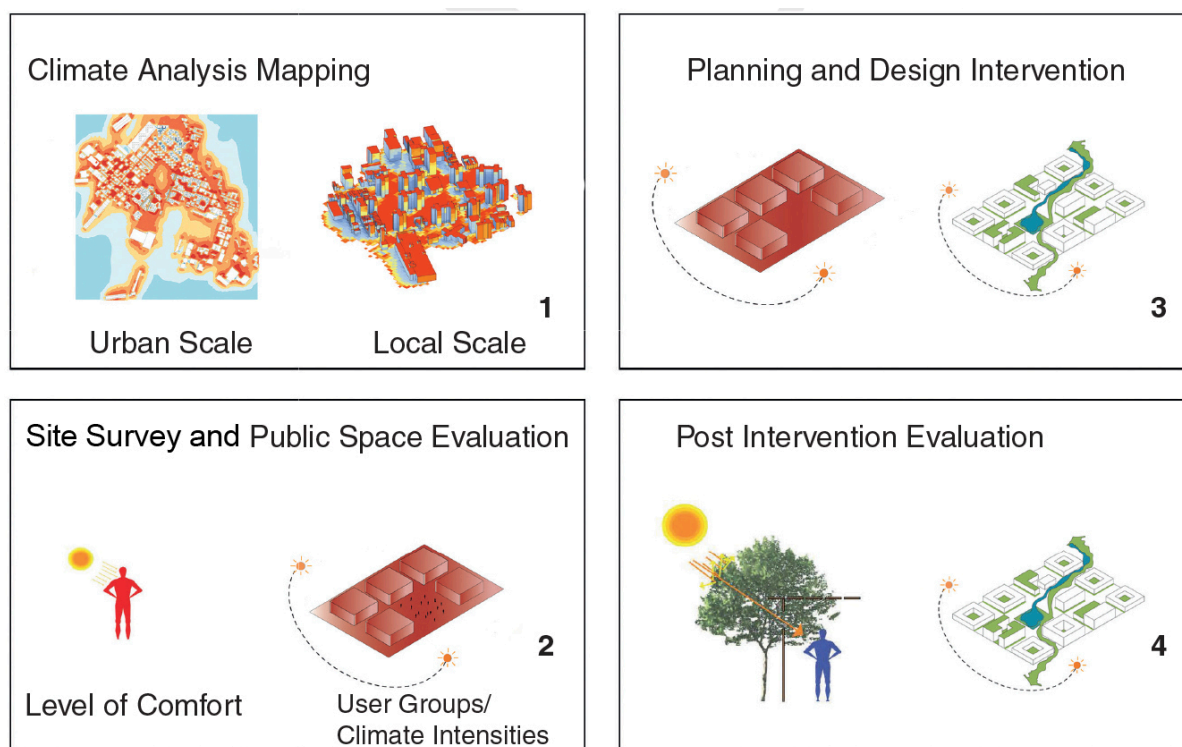
– *Vegetative cover*: increasing green areas in buildings and open spaces can simultaneously lower outdoor temperatures, building cooling demand, runoff, and pollution, while

01 | Principi di progettazione *climate-resilient* sviluppati in ARC3-2 per facilitare processi integrati di mitigazione e adattamento nelle città: (1) riduzione del calore di scarto e delle emissioni di gas serra attraverso l'efficienza energetica e la mobilità sostenibile; (2) modifica della forma e del layout degli edifici e dei distretti urbani; (3) uso di materiali a bassa capacità termica e rivestimenti superficiali riflettenti; (4) incremento della copertura vegetativa

ARC3-2 *Climate-resilient design principles to facilitate integrated mitigation and adaptation in cities: (1) reducing waste heat and greenhouse gas emissions through energy efficiency and sustainable mobility; (2) modifying form and layout of buildings and urban districts; (3) use of heat-resistant construction materials and reflective surface coatings; and (4) increasing vegetative cover*



02 | Fasi del processo progettuale *climate-resilient*
Climate-Resilient Urban Planning and Design Process phases



la risoluzione spaziale sono adattati alla scala di intervento: sistemi GIS sono utilizzati per effettuare analisi a livello distrettuale, fornendo come output gli *hotspot* di calore urbano e le zone di inondazione, mentre strumenti di modellazione 3D parametrici (Grasshopper Ladybug/Honeybee) consentono di perfezionare la definizione dei principali fattori che influiscono sul microclima urbano, attraverso cui valutare e comparare soluzioni alternative (Tab. 1).

Site surveys e *Public Space Evaluation* consentono di coniugare le considerazioni sul clima urbano con approfondimenti sui bisogni e le aspettative delle comunità locali, quali l'incremento generale della qualità degli alloggi e dei servizi pubblici, la vivibilità del quartiere, la mobilità sostenibile e l'inclusione sociale. Problematiche ricorrenti come aree residenziali mono-funzionali, mancanza di parcheggi di interscambio, aree verdi attrezzate, percorsi pedonali e piste ciclabili possono essere opportunamente integrate nelle proposte progettuali per bilanciare istanze di resilienza climatica e di comunità. Le metodologie adottate per il coinvolgimento degli stakeholder si basano su strumenti consolidati come interviste strutturate, focus groups e workshops che coinvolgono residenti, amministrazioni locali, associazioni di quartiere e di categoria, al fine di sviluppare una lettura condivisa delle principali criticità del sistema urbano in rapporto ad aspetti ambientali, funzionali-spaziali e socio-economici. La sintesi dei risultati restituisce un quadro di esigenze condivise ed eventuali elementi di divergenza tra categorie di stakeholder da integrare opportunamente nel progetto.

La fase di *Planning and Design Intervention* si basa su una revisione critica delle informazioni raccolte per identificare sinergie e compromessi attuabili in relazione alle iniziative di pianificazione

previste dalle autorità locali. I piani urbanistici e i regolamenti edilizi definiscono i limiti entro cui sviluppare le strategie e le soluzioni tecnico-progettuali più appropriate per raggiungere gli obiettivi NZEB attraverso il retrofit tecnologico ed energetico degli edifici (involucro e sistemi impiantistici); la riduzione delle isole di calore attraverso superfici riflettenti e *greening* di edifici e spazi aperti; l'ottimizzazione della ventilazione urbana attraverso la variazione della densità e della massa degli edifici; il controllo del deflusso superficiale attraverso sistemi di drenaggio urbano sostenibile. L'approccio progettuale prevede lo sviluppo di masterplan orientati all'organizzazione dei nuovi layout funzionali-spaziali in rapporto alla qualità ambientale del sistema edifici-spazi aperti e approfondimenti alla scala dell'edificio e degli spazi aperti di pertinenza, tesi a specificare le soluzioni progettuali e tecnologiche in grado di migliorare la risposta prestazionale in rapporto agli indicatori di vulnerabilità climatica. La riorganizzazione delle infrastrutture verdi-blu è bilanciata in rapporto alla dotazione di attrezzature a uso pubblico, proponendo nuovi assetti morfologici derivanti dalla riorganizzazione delle volumetrie disponibili in base alle opportunità offerte dagli strumenti urbanistici.

La *Post-Intervention Evaluation* è intesa come una sequenza di attività volte a valutare i benefici delle soluzioni proposte in termini di prestazioni microclimatiche, energetiche e ambientali, nonché di conformità alle priorità della comunità. Non potendo applicare le modalità proprie di monitoraggio post-intervento (attuate in genere per 5-10 anni dopo il completamento dei lavori attraverso strumenti quali sensori, *thermal imaging*, audit degli occupanti, ecc.), le valutazioni riguardano il confronto tra le soluzioni di progetto e lo stato di fatto attraverso strumenti di simulazione a scala di edifici e di quartiere, nonché l'organizzazione di *commu-*

sequestering carbon; the integration of green areas and permeable paved surfaces contributes to reduce the overloading of sewage systems (Scholz and Grabowiecki, 2007; Mentens et al., 2006).

To support the implementation of the four principles within urban regeneration and building retrofitting actions, the proposed design method is process-oriented, and focuses on sequential and iterative steps bringing to projects' implementation through a multi-disciplinary and multi-scale approach. A series of interactive exercises is carried out with experts from different study domains and city stakeholder participants, outlining an approach to urban climate intervention through a four-phase strategy (Fig. 2).

Climate Analysis Mapping provide a critical first step in identifying urban zones subject to the greatest impacts

associated with rising temperatures, increasing precipitation, and extreme weather events, providing downscaled climate projections as preliminary information to orient evidence-based design guidelines. Historical data from weather stations and the results of regional climate models (RCMs) are processed through IT tools and provide the set of information needed to assess the potential impacts of extreme weather events. The tools and the spatial resolution is tailored to the intervention scale: Geographic Information Systems are used to test district-wide concepts, providing outputs as urban heat hotspots and flood zones, while parametric 3D modelling tools (Grasshopper Ladybug/Honeybee) allow to refine the definition of the main factors that influence the urban microclimate, through which alternative solutions can be evaluated and compared (Table 1).

Site surveys and *Public Space Evaluation* allow to couple urban climate considerations with insights about needs and expectations of local communities, whose priorities in terms of urban regeneration and building/open spaces retrofitting are often more related to a general improvement of housing and public services, to increase neighbourhood liveability, sustainable mobility and social inclusion. Existing issues such as mono-functional residential areas, lack of interchange parking lots, playgrounds, equipped green areas, pedestrian routes and cycling paths can be conveniently integrated in the design proposals to balance climate and community resilience instances. The methodologies adopted for the involvement of stakeholders are based on well-established tools such as structured interviews, focus groups and workshops involving residents, local

administrations, neighborhood and category associations, in order to develop a shared reading of the main critical issues of the urban system in relation to environmental, functional-spatial and socio-economic aspects. The synthesis of data returns a framework of shared needs and divergent elements between categories of stakeholders to be integrated in the design process.

Planning and Design Intervention phase is grounded on a critical review of the collected information to identify the relevant synergies and trade-offs in relation to the planned initiatives in the areas, as envisaged by local authorities in the mid- to long-term. Zoning regulations and building codes frame the boundaries of the design and technical options to be assessed, and the most appropriate strategies targeted for future development. Recurring design topics include: technological and energy

Tab. 1 - Fattori e strumenti di analisi per il controllo della vulnerabilità climatica in ambito urbano
Factors and analysis tools for the control of urban climate vulnerability

Design Principles	Factors	Type of analysis	Units
Efficiency of urban systems	Buildings efficiency	On-Site Energy production Indoor Comfort Energy consumption	kWh/a UTCI/PET/PMV kWh/msa
	Industry efficiency	On-Site Energy production Radiant Heat Map	kWh/a Temperature
	Transport efficiency	Private/Public transport analysis	VMТ (Vehicle Miles Traveled)
Form and layout	Solar orientation Ventilation	Massing Diagrams	FAR (Floor Area Ratio)
		Sun / Wind	Solar Radiation Wind Speed
		Sky View Factor	
		Outdoor Comfort	UTCI/PET
Heat-resistant construction materials	Surface Reflectivity	Radiation Analysis	kWh/m2
	Thermal Mass	Building Envelope / Energy Analysis	Lag time Attenuation Factor
Vegetative cover	Vegetation / Green-Blue Infrastructure	Surveys / Satellite Images GIS Mapping	% Coverage / Vegetation Type Evapo-Transpiration Infiltration rate / run-off

nity workshops volti a raccogliere un feedback diretto da residenti e stakeholder locali. Gli strumenti adottati includono approcci interattivi quali lo *scoring* delle soluzioni proposte, presentate ad esempio attraverso *cards* esemplificative dei principi progettuali adottati e rendering di progetto, oppure workshop di autocostruzione su prototipi di soluzioni tecniche e progettuali, tesi alla sensibilizzazione e dimostrazione dei benefici ambientali e socio-economici legate ad approcci di mitigazione adattiva.

Casi studio

New York, Parigi e Napoli sono esempi di città metropolitane certamente differenti per caratteristiche insediative, condizioni

retrofitting of buildings (envelope and HVAC systems) to achieve NZEB targets; reduction of urban heat islands through reflecting surfaces and building / urban greening solutions; optimization of urban ventilation via air exchange and wind corridors through variation of building density and mass; regulation of surface run-off through sustainable urban drainage systems. The design approach involves the development of masterplans oriented to the organization of new functional-spatial layouts in relation to the environmental quality of the buildings-open spaces system - by balancing the reorganization of the blue-green infrastructures in relation to public uses and proposing new morphological structures deriving from the reorganization of existing volumes according to the opportunities offered by urban planning instruments - and in-depth analysis of the

building's scale and the relevant open spaces, aimed at specifying the design and technological solutions capable of improving the performance in relation to the climate vulnerability indicators. *Post-Intervention Evaluation* is intended as a sequence of activities aimed at assessing the benefits of the proposed solutions in terms of microclimatic, energy and environmental performance, as well as of compliance with community priorities. While the actual redevelopment processes can take advantage of monitoring sensors, thermal imaging and occupants' auditing (typically over a 5 to 10 years' period after the completion of works), the assessment exercises carried out included the comparison of design solutions with existing conditions through climate, energy and environmental simulation tools at building and neighbourhood scale, as well as community workshops

ambientali e socio-economiche, ma accomunate dalla necessità di individuare strategie di rigenerazione alla scala di distretto in risposta a specifiche priorità definite dalle autorità locali che si riflettono nei progetti attualmente in corso di realizzazione.

A New York, il caso studio di Midtown (Fig. 3) si inserisce nel grande progetto Hudson Yards (www.hudsonyardsnewyork.com), che prevede la realizzazione, su un'area di 11 ettari, di circa 2 milioni di m² di superfici coperte a uso misto e circa 6 ettari di spazi aperti a uso pubblico, per oltre 20 miliardi di dollari di investimento complessivo.

Il caso di Parigi (Fig. 4) è teso a raccordare le politiche proposte dalla Ville de Paris per una *densification acceptable* – da attuare

aimed at gathering a direct feedback from residents and local stakeholders. The tools adopted include interactive approaches such as scoring of the proposed solutions, presented e.g. through “cards” and renders illustrating the adopted design principles, or self-construction workshops on prototypes of adaptive technical solutions, aimed at increasing awareness and demonstrating environmental and social co-benefits of adaptive mitigation.

Case studies

New York, Paris and Naples are examples of metropolitan cities certainly different for settlement characteristics, environmental and socio-economic conditions, but that share the need of identifying regeneration strategies at the district scale in response to specific priorities defined by local authorities, reflected in projects currently underway.

In New York, the case study of Midtown West (Fig. 3) is part of the large Hudson Yards project (www.hudsonyardsnewyork.com), which involves the construction, over an area of 11 hectares, of about 2 million m² of mixed-use covered areas and about 6 hectares of open spaces for public use, for over 20 billion dollars of total investment.

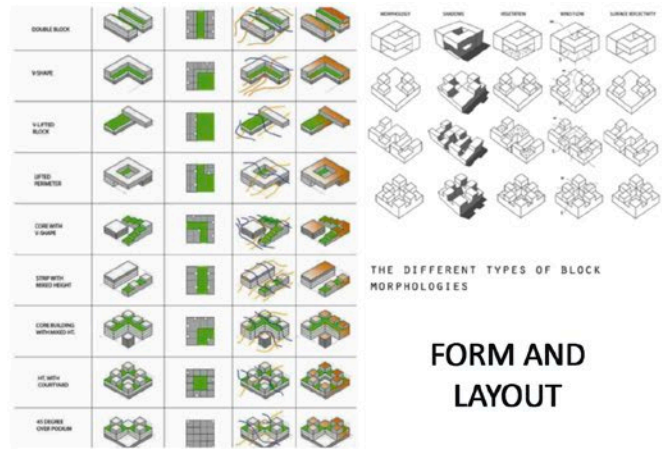
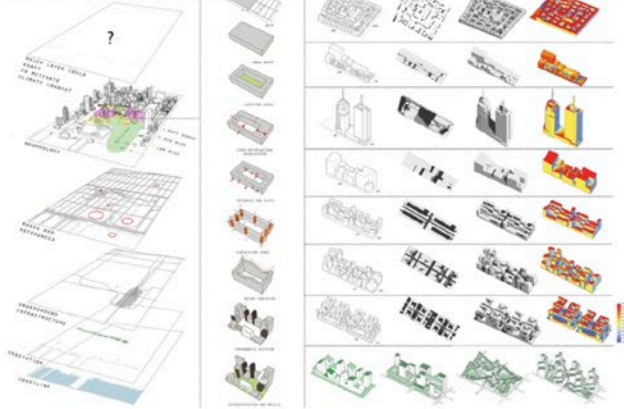
The case of Paris (Fig. 4) is intended to link the policies proposed by the Ville de Paris for a “densification acceptable” – to be implemented on the areas owned by the SNCF occupied by tracks and railway stations (as in the Ordener-Poissonniers area) – and the “transition énergétique”, exemplified by the Clichy-Batignolles eco-quartier (www.clichy-batignolles.fr) – an area of 54 hectares on which 3,400 new houses, 10 hectares of public park and about 300,000 m² of covered surfaces for offices, trade and public facilities

03 | Midtown Manhattan. 1. Efficienza della forma e del layout della situazione esistente e potenziali miglioramenti. 2. Mix di uso del suolo nella riconfigurazione delle sezioni stradali per la riduzione delle emissioni di gas serra e l'isola di calore urbana. 3. Scelta di specie vegetali e arboree in rapporto a tipi di suolo, inquinamento, rischi di alluvione ed esposizione solare, con la nuova vegetazione mirata ai "hotspot" locali e variazioni della temperatura misurata rispetto allo stato di fatto. Source: NYIT ARCH702, 2016; NYIT ARCH824, 2017

Midtown Manhattan. 1. Form and layout efficiency of existing situation and potential improvements. 2. Land use mix supporting mass transit and walkable streets to reduce GHG emissions and urban heat island. 3. Choice of plant and tree species considering soil types, pollution, flood risks and solar exposure, with new vegetation targeted to local "hot spots" and changes in air temperature compared to baseline temperature. Source: NYIT ARCH702, 2016; NYIT ARCH824, 2017

DISTRICT ANALYSIS

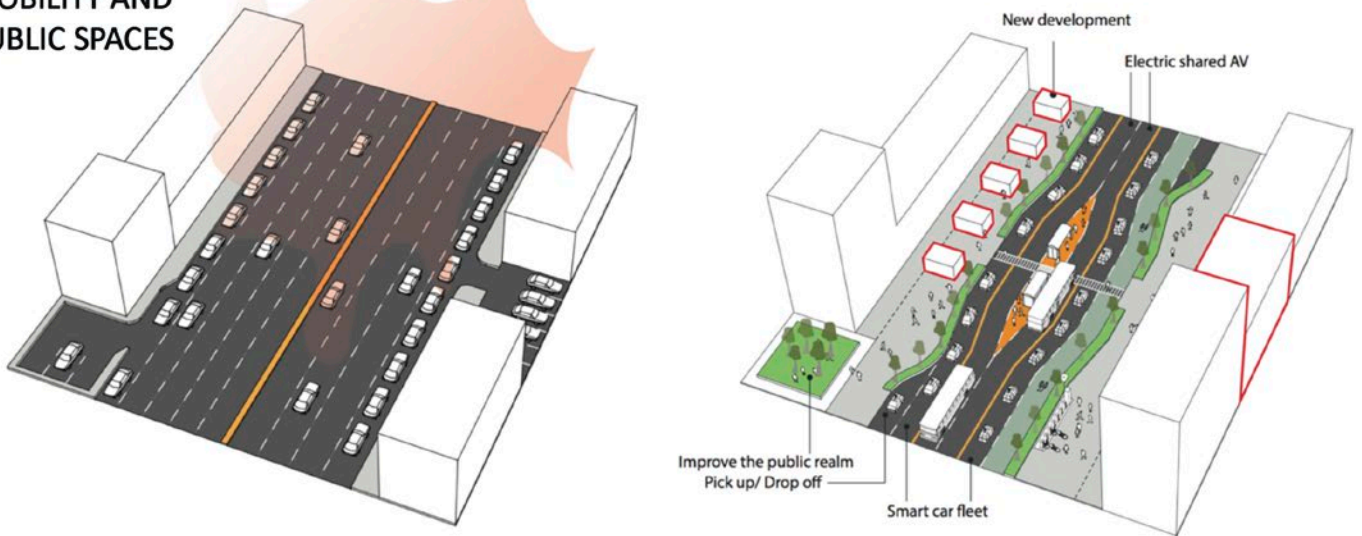
04 MID TOWN WEST ANALYSIS



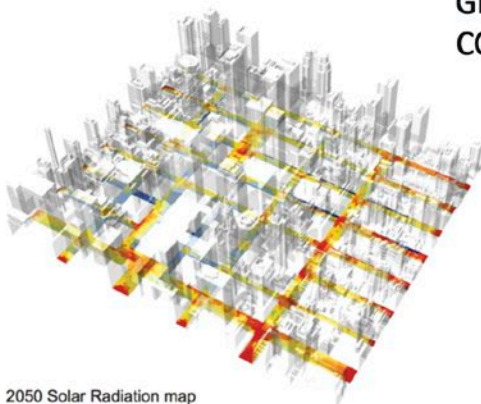
THE DIFFERENT TYPES OF BLOCK MORPHOLOGIES

FORM AND LAYOUT

MOBILITY AND PUBLIC SPACES



GREEN COVER



2050 Solar Radiation map



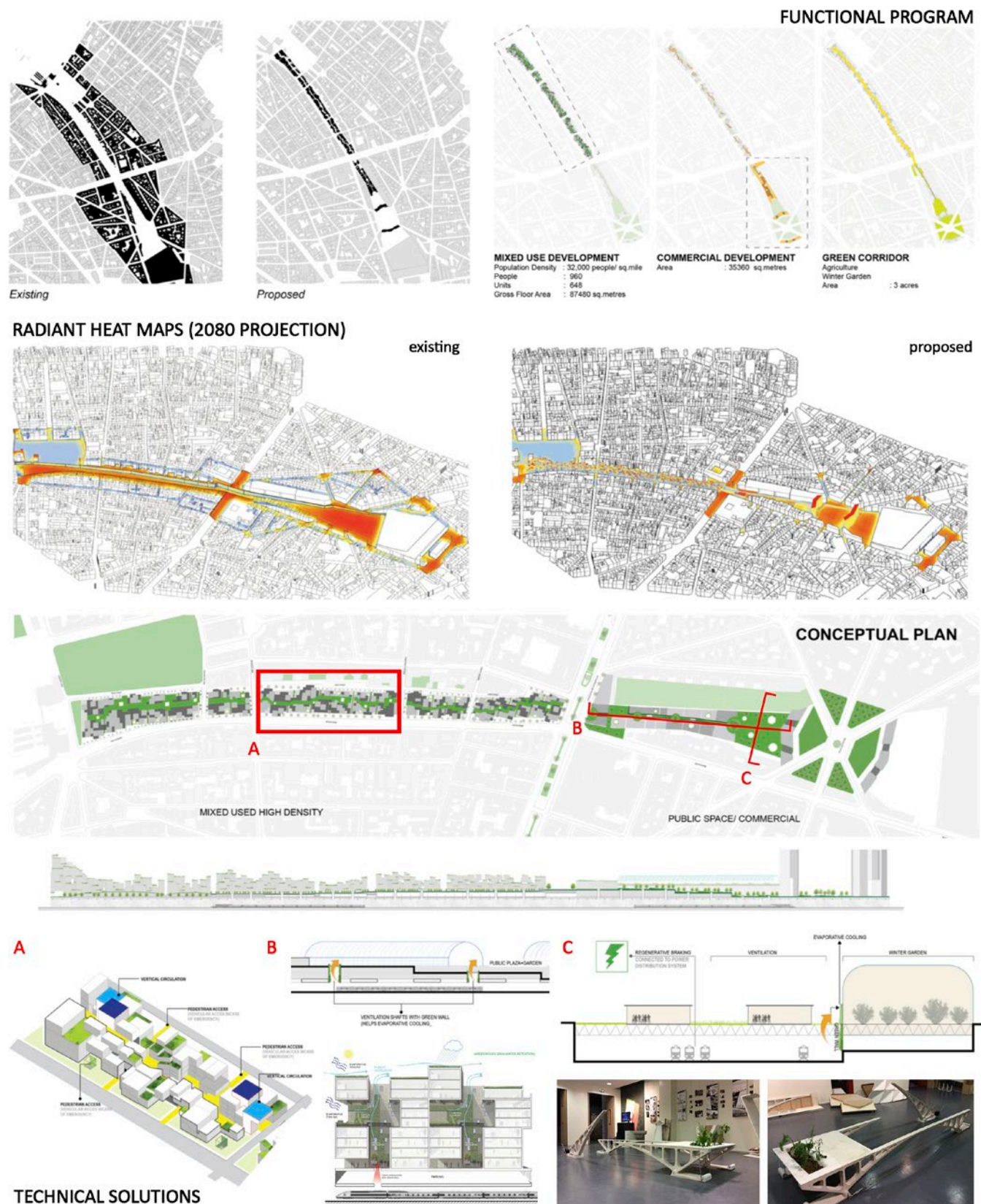
Green cover: 10% (16,885 m2) Street trees: 6,400 m2
POPS: 10,485 m2
Average change in air temperature: -0.45 OF



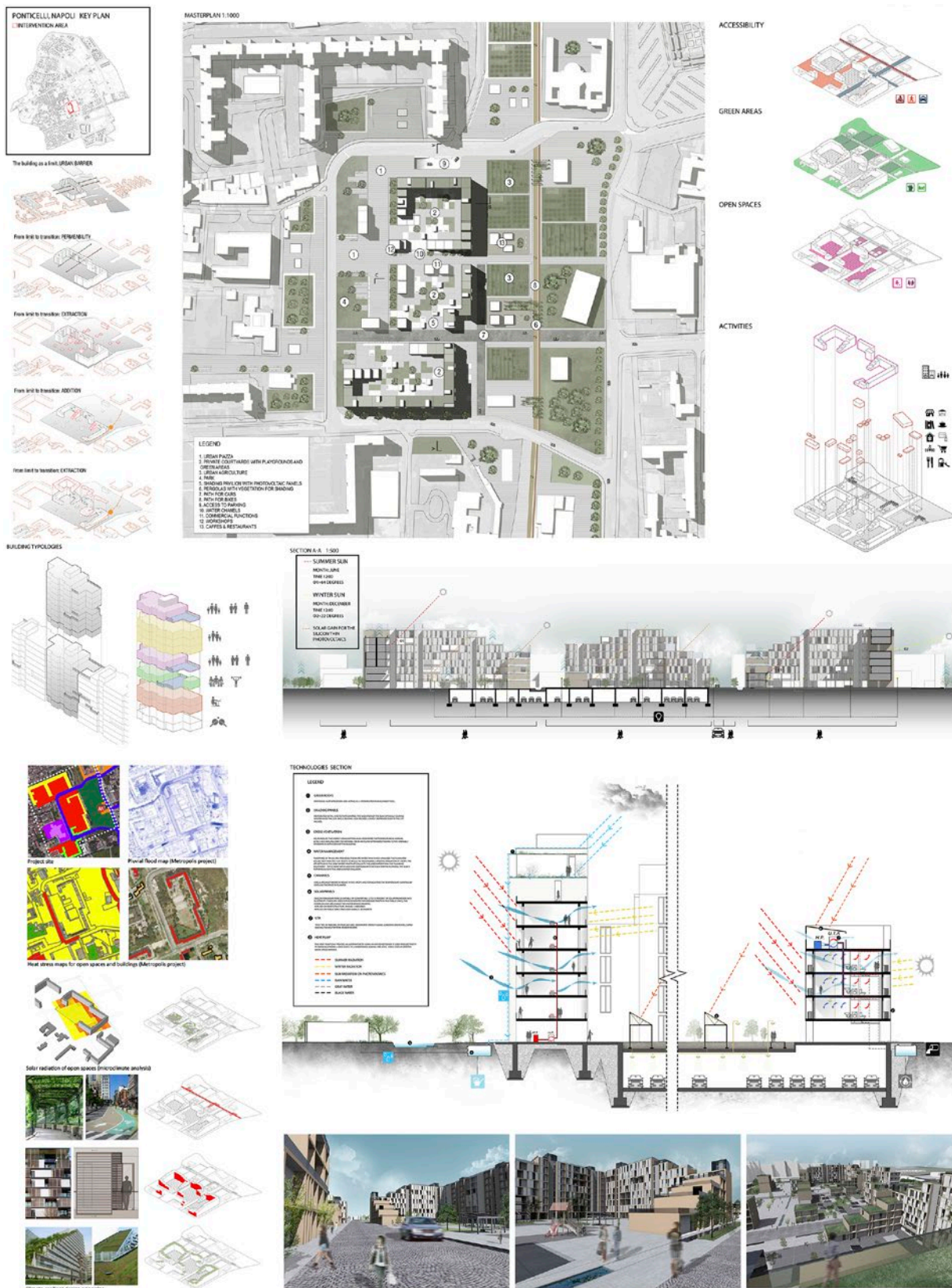
Green cover: 20% (33,769 m2) Street trees: 8,400 m2
POPS: 25,369 m2
Average change in air temperature: -0.58 OF

04 | Paris St. Lazaire - Batignolles. Un nuovo insediamento a uso misto denso e compatto costruito con tecnologie prefabbricate leggere è realizzato su una piastra in UHPFRC che copre il fascio di binari tra la stazione di St. Lazaire e il parco di Batignolles. Programma funzionale e analisi microclimatiche dello stato di fatto e di progetto. Forma e layout delle nuove volumetrie e soluzioni tecnologiche e ambientali per l'efficienza energetica e il raffrescamento passivo. Source: NYIT ARCH703, 2015

Paris St. Lazaire - Batignolles. A new dense and compact mixed-use settlement built with light prefabricated technologies on top of a UHPFRC plate that covers the railway track between St. Lazaire station and Batignolles park. Functional program and microclimate analysis of existing condition and design proposal. Form and layout of new buildings and technological/ environmental solutions for energy efficiency and passive cooling. Source: NYIT ARCH703, 2015



Adaptive design and resilient urban regeneration in Ponticelli, Napoli: volumetric reconfiguration of the big residential buildings and surrounding open spaces in relation to heat waves and pluvial flooding vulnerability conditions; NZEB technical solutions and sustainable water management for new buildings and retrofits; integration of green areas and sustainable mobility systems in public spaces. Source: Politecnico di Milano, Multi-Scale Building Technology Studio 2016 (Design team: A. Lordi, W. Haolin, I. Chatzaki, C.M. Valencia)



sulle aree di proprietà della SNCF occupate da binari e stazioni ferroviarie (come nell'area di Ordener-Poissonniers) – e la *transition énergétique*, esemplificata dall'*eco-quartier* di Clichy-Batignolles (www.clichy-batignolles.fr) – un'area di 54 ettari su cui sono realizzati 3.400 nuovi alloggi, 10 ettari di parco pubblico e oltre 300.000 m² di superfici coperte per uffici, commercio e attrezzature pubbliche caratterizzati da best practices progettuali e tecnologiche per NZEB e infrastrutture verdi/blu – adiacente all'area di progetto. Nel caso di Napoli (Fig. 5), la zona orientale oggetto di studio rappresenta la principale area di espansione a ridosso del centro cittadino, interessata da numerosi PUA sia per la riqualificazione dell'area industriale dismessa, sia per la rigenerazione dei quartieri periferici di Ponticelli, Barra e S. Giovanni a Teduccio (D'Ambrosio e Leone, 2015). Oltre 100 milioni di € sono potenzialmente disponibili da fondi europei (FSE e FESR, con parti-

colare riferimento al PON-METRO 2014-2020), considerando l'elevata presenza di nuclei familiari in condizioni di disagio abitativo, sociale ed economico.

Dal punto di vista operativo, il primo passo è costituito dall'analisi e valutazione dei dati desunti da analisi urbane e microclimatiche integrate in rapporto agli scenari futuri attesi (Tab. 1), definendo le condizioni di criticità e delineando gli obiettivi strategici in base alle specifiche priorità individuate dalle autorità pubbliche in rapporto alle opportunità di rigenerazione urbana e di incremento della densità in chiave sostenibile e resiliente. Il primo livello di analisi consente di strutturare le interviste e i *focus groups* sulla base di un adeguato livello di conoscenza delle principali problematiche urbane e ambientali nell'area, così da raccordarli ai quadri esigenziali espressi dalle comunità locali e orientare i concept di progetto.

Tab. 2 - Confronto dei casi studio: criteri e strumenti di analisi microclimatica, stakeholder locali coinvolti, principali interventi di rigenerazione proposti, benefici ambientali e climatici attesi
Case studies comparison: criteria and tools for microclimate analysis, key local stakeholders, main urban regeneration interventions, expected climate and environmental benefits

	New York Design Studio, Jan-May 2016+2017	Paris (Design Workshop 30/11-11/12 2015)	Napoli (Design Studio, Mar-Jul 2016)
Climate Analysis Mapping	- Radiant heat map (Ladybug) - Building energy performance (Honeybee) - Ventilation patterns (Ecotect) - Flood hazard maps (FEMA)	- Radiant heat map (Ladybug) - Building energy performance (Honeybee)	- Heat Wave / Pluvial flood vulnerability and impacts (Metropolis WebGIS platform)
Site surveys e Public Space Evaluation (stakeholders)	- NY Department of City Planning - Manhattan Community Board - American Institute of Architects - Local architecture firms - Residents and workers	- Local architecture firms - Residents and workers	- Local community associations - Residents and workers
Planning and Design Intervention	- New morphology of urban blocks (in relation to available Floor Area Ratio) - New public spaces and facilities (new urban blocks + riverside buffer zone) - Private (green roofs) and community (riverside) farms - Rain/graywater collection and recycling - Street orientation and sections (improved shading, vegetation, walkability and cyclability)	- New development (650 housing units, 90,000 m²; commercial spaces 35,000 m²; green corridor 1,2 ha) - Urban agriculture / winter gardens - Pedestrian / cycling paths - Rain/graywater collection and recycling - Parkings	- New morphology of urban blocks - NZEB new buildings and retrofits - Rain/graywater collection and recycling - Integration of green areas and sustainable mobility systems in public spaces - Parkings
Post-Intervention Evaluation (technical)	+ 20-35% green cover - 2,5-3,5°C outdoor temperature - 7,000 l/a drinking water consumption + 30,000 l stormwater storage capacity	+ 20-35% green cover - 10-15°C outdoor temperature	+ 30% green cover - 40% building energy consumption (average) - 35% run-off outdoor surfaces (average) + 60,000 l stormwater storage capacity
Post-Intervention Evaluation (stakeholders)	- Presentation at Port Authority of New York & New Jersey	- Not implemented	- Community workshop (scoring of design solutions) - Self-construction workshop (rainwater harvesting system for Ponticelli Social Garden)

Le elaborazioni progettuali a scala di distretto, quartiere ed edificio prevedono, a partire dall'articolazione funzionale-spaziale dei nuovi assetti proposti, l'individuazione delle specifiche soluzioni tecniche in grado di migliorare le prestazioni del sistema edifici-spazi aperti in rapporto agli indicatori chiave (Tab. 2). La valutazione dell'efficacia degli interventi viene dunque valutata sia attraverso nuove iterazioni degli strumenti di analisi ex-ante per quantificare i vantaggi prestazionali ottenibili, sia attraverso nuove sessioni collaborative con gli stakeholder locali, per un *benchmarking* delle proposte più rispondenti alle esigenze delle comunità e dei soggetti pubblici e privati coinvolti in uno scenario di effettiva realizzazione dei progetti stessi. In questo senso, i workshop condotti "ex-post" consentono di rafforzare l'interesse dei diversi attori coinvolti nei processi di trasformazione, operando gli opportuni approfondimenti per raccordare le proposte progettuali a possibili opportunità realizzative sia in termini di programmi e finanziamenti pubblico-privati, sia di micro-azioni di trasformazione con l'obiettivo di una progressiva crescita della cultura ambientale e di rafforzamento di modelli di governance "multi-livello" e in grado di includere processi partecipati e bottom-up per una maggiore condivisione degli obiettivi e delle priorità di azione (Losasso et al., 2017).

Conclusioni

Gli esiti delle attività di sperimentazione rappresentano uno strumento fornito ai decisori e alle comunità locali teso a promuovere l'integrazione di specifiche strategie processuali/progettuali e soluzioni tecniche orientate ai principi di mitigazione adattiva nell'ambito delle iniziative di rigenerazione urbana in corso. Un portfolio di soluzioni metaprogettuali che, indipen-

dentemente dagli esiti formali e dalle specifiche configurazioni funzionali-spaziali suggerite, si configura come un repertorio di buone pratiche tese a coniugare la riduzione dei rischi climatici con l'incremento della qualità architettonica e della vivibilità e degli spazi urbani, anche in rapporto a specifiche problematiche socio-economiche e alle opportunità di inclusione sociale.

I casi studio proposti sono stati presentati all'interno di iniziative promosse da UCCRN (*Urban transition in face of climate change: how to make it happen? A meeting of the UCCRN European hub*, Parigi, luglio 2017; *Climate Chance World Summit*, Agadir, settembre 2017) per testare, consolidare e diffondere l'approccio metodologico.

Tra i principali feedback si evidenzia l'ampio riconoscimento, da parte di professionisti e *policy-makers*, della necessità di metodi e strumenti specifici per affrontare il tema della resilienza ai cambiamenti climatici secondo una prospettiva *design-oriented*. I partecipanti (provenienti da diversi paesi europei, americani, asiatici e africani) hanno riscontrato una logica comune attorno alla metodologia proposta e la necessità di declinare "localmente" i principi metodologici in modo da arricchirli con considerazioni specifiche legate al contesto.

Il consolidato quadro scientifico di riferimento basato sui principi progettuali delineati in ARC3-2 (Raven et al., 2018) permette di identificare le principali aree di expertise richieste al team di progettazione multidisciplinare in risposta a problemi climatici e urbani specifici della città. Il percorso verso l'implementazione può essere facilitato dal processo in quattro fasi che definisce un quadro di riferimento per incorporare input e condividere le conoscenze. Le sessioni di discussione hanno evidenziato significativi aspetti qualificanti da integrare nell'evoluzione del quadro metodologi-

are built, which contain design and technological best practices for NZEB and green / blue infrastructures – currently being completed and adjacent to the project area.

In the case of Naples (Fig. 5), the eastern area object of the study represents the main opportunity of urban expansion close to the city center, where numerous Urban Plans concern the redevelopment of the brownfield area and the regeneration of the suburban districts of Ponticelli, Barra and S. Giovanni a Teduccio. Over € 100 million are potentially available from European funds (ESF and ERDF, with particular reference to the OP-METRO 2014-2020), considering the high presence of households in conditions of housing, social and economic poverty.

From the operational point of view, the first step is the data analysis and evaluation, in relation to the expected future

scenarios, emerging from integrated urban and microclimate analyses (Tab. 1), which define the critical conditions and outline the strategic objectives based on the specific priorities identified by public authorities in relation to opportunities for urban regeneration and density increase in a sustainable and resilient perspective. The first level of analysis allows to structure the interviews and focus groups on the basis of an adequate level of knowledge of the main urban and environmental issues in the area, so as to link them to the requirements expressed by local communities and consequently orient the design concepts.

Starting from the functional-spatial articulation of the proposed new urban structures, the planning and design at district, neighborhood and building scale include specific technical solutions able to improve the performance

of the buildings-open spaces system in relation to the key indicators. (Tab. 2). The evaluation of the effectiveness of the proposed interventions is therefore evaluated both through new iterations of the ex-ante analysis tools, so to quantify the possible performance improvements, both through new collaborative sessions with local stakeholders, for a benchmarking of the most compliant to the needs of the communities and other public and private actors involved in a scenario of effective realization of the projects themselves. In this sense, the "ex-post" workshops allow to reinforce the interest of the different actors involved in the transformation processes, to link the project proposals to possible realization. This opens new opportunities both in terms of programs and public-private funding, both as micro-actions (often "self-built") with the goal of a progressive growth of

environmental culture and strengthening of "multi-level" governance models able to include participatory and bottom-up processes for a greater sharing of objectives and priorities for action (Losasso et al., 2017).

Conclusions

The projects implemented represent a tool provided to decision makers and local communities in order to integrate into the ongoing initiatives specific strategies and technical solutions oriented to the principles of adaptive mitigation. The outcomes of the experimentation activities are configured as a portfolio of meta-design solutions that, independently of the formal outcomes and the specific functional-spatial configurations suggested, is configured as a repertoire of good practices aimed at combining the reduction of the climatic risks with the increase architec-

co, al fine di consentire il passaggio da modelli teorici e sperimentazioni alla effettiva programmazione e realizzazione degli interventi in contesti reali:

1. Approcci collaborativi alla modellazione climatica e alla valutazione devono focalizzarsi sul *downscaling* delle informazioni alla scala urbana e di quartiere utilizzando metodi dinamici e statistici per propagare le incertezze in termini spaziali e temporali. Occorre ulteriormente sviluppare metriche comuni di valutazione dei progetti per misurare i *co-benefits* sociali, economici e ambientali delle azioni di mitigazione e adattamento.

2. La salute pubblica è un driver principale per l'implementazione di strategie di mitigazione adattiva nelle città. I processi di *co-design* devono coinvolgere esperti della salute e definire gli indicatori di prestazione "sanitaria" che le soluzioni progettuali devono garantire. Le soluzioni adattive *nature-based* mostrano implicazioni spesso sottovalutate sulla salute e sulla biodiversità, che richiedono campi di specializzazione specifici da includere nel processo progettuale.

3. Una densità urbana "meglio progettata", una migliore qualità di alloggi e spazi pubblici possono aumentare i prezzi degli affitti e innescare processi di gentrificazione. Accanto a regolamenti e finanziamenti dedicati, la conservazione dell'identità e delle relazioni sociali, così come espresse dalle comunità locali attraverso processi di *co-design*, può limitare il rischio di una radicale trasformazione di insediamenti consolidati.

4. L'equità sociale rappresenta un driver progettuale e processuale essenziale. Gli approcci partecipativi dovrebbero essere ampliati rompendo strutture di governance piramidali in favore di una logica di rete, abilitando "piattaforme di connessione" partecipative e sfruttando il valore aggiunto dell'arte e dell'IT nelle

iniziative di innovazione sociale. Accanto ad approcci innovativi, quali la *gamification* e il *learning by doing*, occorre strutturare ulteriormente le modalità di valutazione delle opinioni raccolte in contesti multi-stakeholder e l'integrazione dei risultati nel progetto.

5. Nei contesti storici occorre coniugare le istanze di conservazione e la necessità di trasformare edifici e spazi pubblici per adattarli al clima. Le città storiche sono spesso "intrinsecamente adattive", grazie alla combinazione di tecniche di costruzione, morfologia urbana e *pattern* di vegetazione progettati "con" il clima. Tali conoscenze locali devono essere incorporate nelle azioni di progetto, traducendo le conoscenze tradizionali e vernacolari in soluzioni tecnologiche e modelli morfologici che rispondano ai bisogni contemporanei.

6. Le normative e i regolamenti edilizi *climate-responsive* sono la chiave per attuare con successo misure di adattamento e di mitigazione su larga scala, ma anche un ostacolo allo sviluppo di efficaci sperimentazioni e soluzioni innovative. Una "*de-regulation* controllata", che consenta di superare alcuni vincoli normativi (ad esempio relativi a superfici, volumi o funzioni ammissibili) raggiungendo determinati benchmark prestazionali, potrebbe incidere positivamente sulla creatività, sull'innovazione e sulle opportunità di mercato all'interno dei processi di rigenerazione urbana.

I principali sviluppi futuri, da testare nelle prossime attività di laboratorio (*Urban Climate Lab*, NYIT; *Urban and Landscape Regeneration Studio*, POLIMI), workshop e ricerca (SIMMCITIES_NA, Progetto di Ricerca di Ateneo UNINA-DiARC 2017-2018) puntano a rafforzare l'approccio metodologico proposto attraverso specifiche collaborazioni transdisciplinari per il migliora-

tural quality and liveability of urban spaces, also in relation to specific socio-economic problems and opportunities for social inclusion. The projects show how embedding climate change in urban design delivers co-benefits across multiple sectors and spatial scales, and how innovative design methods aimed at improving climate resilience in existing cities, can deliver significant added values relevant to decision-makers, stakeholders and communities.

The design experiences carried out found significant feedback sessions within dedicated workshops organised by UCCRN, including *Urban transition in face of climate change: how to make it happen? A meeting of the UCCRN European hub*, Paris, July 2017 and *Climate Chance World Summit*, Agadir, September 2017, to test, consolidate and disseminate the methodological approach.

Within these workshops, the main take-away is the broad recognition from professionals and policy-makers that specific methods and tools are needed to address the issue of urban climate from a design-based perspective. The participants (representing diverse countries from Europe, Americas, Asia and Africa) found a common logic around the proposed methodology, which can be further enriched with context-specific considerations in relation to local priorities.

The consolidated scientific framework based on the four urban climate factors as outlined in ARC3-2 (Raven et al., 2018) helps to identify key areas of intervention to be investigated by multi-disciplinary design teams in response to city-specific climate and urban issues. The pathway towards implementation can be facilitated by the identification of the four steps process

which defines a framework to incorporate inputs and knowledge sharing in a multi-stakeholder perspective.

At the same time, the discussion sessions highlighted significant complementary aspects that should be taken into account and integrated in the evolution of the methodological framework, in order to further orientate the transition from theoretical models and experiments to the actual planning and implementation of interventions in real contexts:

1. Cross-sectorial collaboration in the field of modelling, metrics and assessments should be focused on downscaling climate information to urban/neighbourhood scale, using dynamical and statistical methods to propagate simulation uncertainties across spatial and timescales. Design assessment metrics should explore and measure the social, economic, environmental

liveability co-benefits of mitigation and adaptation.

2. Public health is a main driver for implementing adaptive mitigation strategies in cities. In this sense, further efforts are required in implementing co-design processes involving health experts and derive health performance indicators that must be achieved by the design solutions. Adaptive Nature-Based Solutions show often underestimated implications on human health and biodiversity, thus requiring specific fields of expertise to be included in the design workflows.

3. A "better designed" urban density, an improved quality of housing and public spaces can increase rent prices and trigger gentrification processes. Beside dedicated regulations and funding, the preservation of identity and social relations, as expressed by local communities, can limit the risk of a radical

mento dei processi di *downscaling* delle informazioni climatiche alla scala di quartiere, nonché delle pratiche di co-progettazione con le comunità locali per una più efficace valutazione dei *co-benefits* sociali, economici e ambientali delle soluzioni di mitigazione adattiva proposte.

NOTE

1. Istituito nel 2007 e promosso dalla Columbia University di New York, il consorzio coinvolge oltre 800 ricercatori e professionisti da diversi settori disciplinari attorno al tema della riduzione degli impatti dei cambiamenti climatici in ambito urbano (www.uccrn.org).

REFERENCES

D'Ambrosio, V. and Leone, M.F. (2017) (Eds.), *Environmental design for climate change adaptation. Innovative models for the production of knowledge*, Clean edizioni, Napoli.

D'Ambrosio, V. and Leone, M.F. (2015), "Climate change risks and environmental design for resilient urban regeneration. Napoli est pilot case", *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, No. 10, pp. 130-140.

NYIT ARCH703 (2015), "COP21 Paris: Cooling a Hot City, Fall 2015", available at: www.nyit.edu.

NYIT ARCH702 (2016), "Urban Climate Lab, West Midtown Manhattan", Spring, available at: blogs.nyit.edu.

NYIT ARCH824 (2017), "Urban Climate Lab, East Midtown Urban Heat", Island, Spring, available at: <http://blogs.nyit.edu>.

Raven, J., Stone, B., Mills, G., Towers, J., Katzschner, L., Leone, M., Gaborit, P., Georgescu, M. and Hariri, M. (2018), "Urban planning and design", in Rosenzweig, C., Solecki, W., Romero, P., Lankao, Mehrotra, S., Dhakal, S., Ali Ibrahim, S. (Eds.), *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of*

the Urban Climate Change Research Network, Cambridge University Press, New York, USA.

Losasso, M., Leone, M.F., Davoli, P. and Lorenzoni, A. (2017), "Ambiente costruito e mitigazione climatica", in Antonini, A., Tucci, F. (Eds.), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy. La costruzione di un manifesto della Green economy per l'architettura e la città del future*, Edizioni Ambiente, Milano.

Kennedy, C., Steinberger, J., Gasson, B., Hansen, Y., Hillman, T., Havranek, M., Pataki, D., Phdungsilp, A., Ramaswami, A. and Mendez, G.V. (2009), "Greenhouse gas emissions from global cities", *Environmental Science & Technology*, Vol. 43, No. 19, pp. 7297-7302.

ARUP (2014), *C40 Climate action in megacities: A quantitative study of efforts to reduce GHG emissions and improve urban resilience to climate change in C40 cities*, C40.org.

Emmanuel, R. and Krüger, E. (2012), "Urban heat island and its impact on climate change resilience in a shrinking city: The case of Glasgow", *UK. Building and Environment*, No. 53, pp. 137-149.

Santamouris, M. (2014), "Cooling the cities - A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments", *Solar Energy*, No. 103, pp. 682-703.

Shashua-Bar, L., Potchter, O., Bitan, A., Boltansky, D. and Yaakov, Y. (2010), "Microclimate modelling of street tree species effects within the varied urban morphology in the Mediterranean city of Tel Aviv, Israel", *International Journal of Climatology*, Vol. 30, No. 1, pp. 44-57.

Mentens, J., Raes, D. and Hemy, M. (2006), "Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?", *Landscape and Urban Planning*, No. 77, pp. 217-226.

Scholz, M., Grabowiecki, P. (2007), Review of permeable pavement systems, *Building and Environment*, Vol. 42, No. 11, pp. 3830-3836.

transformation of consolidated settlements. Co-design processes involving local communities are the key to reduce such risks.

4. Social equity represents an essential design and process driver. Participatory approaches should be scaled-up by breaking up the pyramidal structure in favour of a network logic, and by enabling participatory "connection platforms", also exploiting the added value of art and IT domains in social innovation initiatives. Alongside innovative approaches, such as gamification and learning by doing, it is necessary to further structure the methods for evaluating the opinions gathered in multi-stakeholder contexts and integrating the results into the project.

5. In historic contexts heritage conservation instances must be coupled with the need of transforming the buildings and public spaces to be climate-adap-

tive. Historic cities are often "intrinsically adaptive", thanks to the combination of construction techniques, urban morphology and vegetation patterns designed "with" the climate. Such local knowledge about climate and environment must be embedded in design proposals, promoting innovative design models confronting with the principles of traditional and vernacular knowledge and translating them into technological solutions and morphological patterns responding to contemporary needs.

6. Climate-responsive regulations and building codes are a key towards successful implementation of adaptation and mitigation measures on a large scale, but also a barrier to successful experimentations and to marketability of innovative solutions. A "controlled deregulation", allowing to overcome some regulatory constraints (e.g. related to

built surface, volumes or functions) if high-quality objectives are met might positively affect creativity, innovation and market opportunities within urban regeneration processes.

The main further developments, to be tested within future studio (NYIT Urban Climate Lab and POLIMI Urban and Landscape Regeneration Studio), workshop and research (SIMMCI-TIES_NA, UNINA-DiARC 2017-2018) activities, aim at reinforcing the proposed methodological approach through specific transdisciplinary collaborations, by improving the downscaling of climate information to neighbourhood scale using design-friendly and dynamic methods, and the exploration of co-design practices with communities to better measure the social, economic and environmental co-benefits of adaptive-mitigation solutions.

NOTES

1. Established in 2007 and promoted by Columbia University in New York, the consortium involves more than 800 researchers and professionals from different disciplines around the topic of climate change impacts reduction in urban areas (www.uccrn.org).