

Controllo dei rischi del cambiamento climatico e progettazione ambientale per una rigenerazione urbana resiliente. Il caso applicativo di Napoli Est

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Valeria D'Ambrosio, Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II, Italia
Mattia Federico Leone, Centro Studi PLINIVS – Centro Interdipartimentale di Ricerca L.U.P.T.,
Università di Napoli Federico II, Italia

valeria.dambrosio@unina.it
mattia.leone@unina.it

Abstract. Il contributo propone i risultati della prima fase del Progetto di ricerca "METROPOLIS - Metodologie e Tecnologie integrate e sostenibili per l'adattamento e la sicurezza dei sistemi urbani" nell'ambito del Distretto ad Alta Tecnologia per l'Edilizia Sostenibile della Regione Campania STRESS Scarl. Il Progetto è finalizzato allo sviluppo di strategie innovative per un sistema urbano resiliente e di linee di indirizzo per appropriate scelte di rigenerazione urbana in base alla valutazione e mitigazione dei rischi naturali e antropici. L'articolo illustra gli esiti di ricerca relativi alla definizione di metodologie innovative per la conoscenza e la mappatura delle vulnerabilità ai rischi climatici in condizioni urbane tipizzate nell'area metropolitana di Napoli. L'approccio, di tipo transdisciplinare e interscalare, mette a sistema conoscenze e tecnologie di partners universitari e industriali per sviluppare una metodologia di supporto alle decisioni nel campo della rigenerazione urbana. Lo studio degli impatti di eventi meteorologici estremi, basato sulla simulazione di scenari di cambiamento climatico nell'area di Napoli Est, ha previsto la gestione in ambiente GIS di dati ottenuti da sistemi di telerilevamento satellitare, rilevamento diretto ed elaborazioni software sulle prestazioni ambientali e tecnologiche di elementi e spazi urbani. I risultati della ricerca riportano gli scenari di rischio per gli hazard di pluvial flood e ondate di calore in base sia alle variabili climatiche, sia ai fenomeni aggravanti derivanti dalle caratteristiche insediative. La lettura complessa del sistema edifici-spazi aperti e della sua risposta alle condizioni di cambiamento climatico ha consentito di definire le condizioni di vulnerabilità per gli elementi a rischio del sistema fisico e sociale, utili all'elaborazione di soluzioni di adattamento e mitigazione nell'ambito di proposte di rigenerazione urbana, individuando le criticità relative a condizioni di comfort e di rischio ambientale, di consumo e uso efficiente delle risorse, nonché di rispondenza delle scelte tecnologiche a specifici requisiti.

Parole chiave: Progettazione adattiva, Cambiamento climatico, Progettazione ambientale, Resilienza urbana

Rigenerazione delle periferie, resilienza urbana, *climate change*

Valeria D'Ambrosio

Il tema della rigenerazione di parti di città ha assunto una forte centralità nella recente esperienza europea particolarmente nella trasformazione di zone periferiche che includono aree di espan-

Climate change risks and environmental design for resilient urban regeneration. *Napoli est pilot case*

Abstract. The paper shows the results of the first phase of the research project "METROPOLIS - Methodologies and Technologies for integrated and sustainable adaptation and security of urban systems" developed by STRESS Scarl - High Technology District for Sustainable Building of the Campania Region. The project is aimed at the development of innovative strategies for a resilient urban system and design guidelines for appropriate choices of urban regeneration based on the assessment and mitigation of natural and man-made hazards. The paper describes the results concerning the definition of innovative methodologies for the knowledge and mapping of urban vulnerability to climate risks in the East Naples area. The cross-disciplinary and multi-scale approach integrates knowledge and technology from university and industrial partners to develop a decision support tool in the field of urban regeneration.

sione e di completamento intorno a nuclei storici, aree interstiziali e industriali dismesse. Anche nel nostro paese le periferie delle grandi aree metropolitane richiedono interventi di rigenerazione in particolare in quei numerosi casi che rappresentano il fallimento di un'idea di città basata sulla convinzione che i modelli urbani ed edilizi prescelti per la formazione dei grandi insediamenti ai margini della città consolidata avessero la capacità di interpretare in chiave positiva lo sviluppo della città futura.

Nel contesto metropolitano della città di Napoli la zona orientale non si sottrae a tale considerazione, registrando importanti criticità: tessuti residenziali degradati, aree industriali dismesse, contesti privi di identità. Lo sviluppo dell'area nasce con il Piano di zona degli anni '60-'70 finalizzato all'espansione della città sia verso nord che nella zona orientale e consolida il suo assetto con il PSER - Programma Straordinario di Edilizia Residenziale varato per l'emergenza post-terremoto del 1980. Il Grande Progetto per Napoli Est (2013), su finanziamento europeo PON, evidenzia l'attuale interesse per la riqualificazione degli spazi aperti e delle infrastrutture stradali e di servizio, oltre che per la riconversione di siti industriali e artigianali dismessi¹.

L'attualità del tema richiede un opportuno allineamento con gli indirizzi di sviluppo dell'Unione Europea, che per il 2020, 2030 e 2050² danno impulso all'attuazione di programmi di rigenerazione urbana pianificati in relazione alle sfide ambientali e socio-economiche. Oltre alla opportunità di far convergere in contesti periferici molteplicità di risorse e varietà di obiettivi, le scelte di rigenerazione dovrebbero prevedere il progetto di parti urbane più resilienti a partire dalla mitigazione delle criticità naturali e antropiche, fra le quali emergono quelle ambientali, con il con-

The study of the impacts of extreme weather events, based on the simulation of climate change scenarios in the area of East Naples, includes the data management in a GIS environment from satellite remote sensing, direct surveys and simulation software, focusing on the environmental and technological performance of urban spaces and elements. The research results report risk scenarios for pluvial flood and heat waves hazards according to both climatic variables, both aggravating phenomena arising from the characteristics of urban settlements. The complex reading of the buildings-open spaces system and its response to climate change conditions has allowed to define the vulnerability of elements at risk, as well as adaptation and mitigation solutions to be implemented within urban regeneration interventions, identifying critical issues in relation to comfort and environmental risk conditions, consumption and efficient use

of resources, compliance of the technological choices to specific requirements.

Keywords: Adaptive design, Climate change, Environmental design, Urban resilience

Suburbs regeneration, urban resilience, *climate change*

Valeria D'Ambrosio

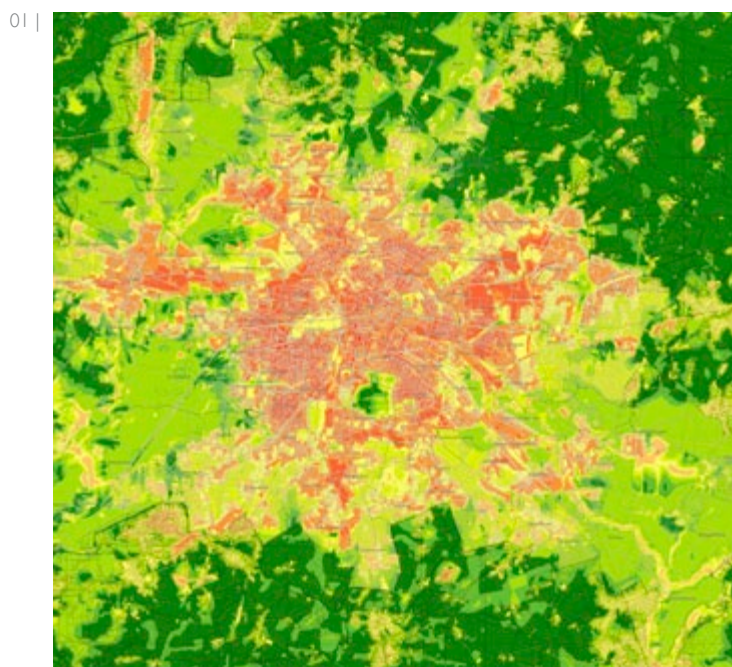
Urban regeneration is a central topic in the European context, with a particular focus on the transformation of suburban areas, which includes areas of expansion and completion around historical centres, interstitial and former industrial areas. In Italy, the suburbs in major metropolitan areas require regeneration interventions, in particular in the several cases which represent the failure of an idea of the city based on the belief that urban and construction models selected for the realisation of

trasto agli impatti del cambiamento climatico (EEA 2012; IPCC 2014), basandosi preliminarmente sulla conoscenza del sistema urbano e sulla mappatura delle criticità per sviluppare risposte focalizzate, flessibili e non deterministiche. Simili approcci di progettazione adattiva sono ampiamente sperimentati nel panorama internazionale, con l'obiettivo di ridurre le condizioni di rischio esistenti mediante appropriate soluzioni di progetto, in particolare nelle componenti tecnologiche e ambientali. È il caso dei piani di adattamento sviluppati ad Hafen City (Amburgo) e Rotterdam per la riduzione del rischio dovuto a precipitazioni estreme (Mees et al. 2014). A New York, l'iniziativa *Rebuild by Design* (2013), sviluppata in seguito all'uragano Sandy, mira a definire strategie di resilienza urbana attraverso la rigenerazione degli spazi pubblici con il contributo di progettisti di rilievo internazionale come B.I.G., OMA e Lo-Tek. Il *Chicago Climate Action Plan* punta a gestire il fenomeno delle ondate di calore, concentrandosi sull'isola di calore urbana e sul rischio per la popolazione vulnerabile, prevedendo soluzioni di adattamento e strategie di efficienza energetica, water management, urban e building greening (Kaden et al. 2014). A Copenhagen, il *Cloud Burst Management Plan* (2012), per l'adattamento ai rischi derivanti da eventi meteorologici estremi, vede la definizione di strategie e interventi di riqualificazione degli spazi aperti con 470 progetti a scala di quartiere rispondenti agli obiettivi di adattamento quali drenaggio, raccolta, convogliamento delle acque e integrazione di infrastrutture blu e

verdi (Haghighatafshar et al. 2014). In Italia un impulso recente all'avvio di progetti pilota a scala urbana in linea con gli indirizzi europei sul tema clima-energia deriva dalla Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici recentemente adottata dal MATTM³. Pur scontando un ritardo rispetto alle esperienze nord europee, segnali importanti provengono da iniziative legate a progetti di ricerca applicata, quali la Piattaforma di Formazione per gli Enti Locali nella Regione Piemonte per lo sviluppo di piani di adattamento comunali proposta nell'ambito del progetto *POR FESR SEAP Alps*⁴ o al processo di progettazione partecipata proposto dal progetto *LIFE+ BLUE AP-Bologna città resiliente*⁵ finalizzato a trasferire le conoscenze e raccogliere proposte e idee progettuali utili a definire il Piano di adattamento locale. Si tratta di iniziative che, pur introducendo importanti strumenti metodologici e operativi per l'integrazione di strategie di contrasto agli effetti del cambiamento climatico nell'ambito degli strumenti urbanistici vigenti, rappresentano solo un primo passo verso la concreta implementazione di efficaci misure di progettazione adattiva alla scala urbana laddove, ad oggi, l'unica città italiana ad avere adottato un concreto Piano di adattamento è Padova (Reckien et al. 2014).

Il caso pilota di Napoli Est: l'approccio metodologico della ricerca Metropolis

Sull'area di Napoli Est è incentrato il Progetto di ricerca *METROPOLIS - Metodologie e Tecnologie*



01 | Mappa relativa al calcolo del Predicted Mean Vote (PMV) nella città di Berlino (fonte: Umweltatlas Berlin)
Map showing the calculation of the Predicted Mean Vote (PMV) in the city of Berlin (source: Umweltatlas Berlin)

large settlements at the edge of consolidated towns had the ability to positively interpret the future city development. In the metropolitan context of the city of Naples, the eastern area is no exception to that finding, recording major issues such as degradation of residential fabrics, brownfields, and lack of identity. The development of the area follows the 60s and 70s local urban plan, aimed at expanding the city towards north and east, and consolidates its structure with the Extraordinary Housing Program (PSER) launched following the post-earthquake emergency in 1980. The Big Project for East Naples (2013), funded by the National Operational Program under the European Regional Development Funds (ERDF),

highlights the current interest in the re-development of open spaces, road and service infrastructure, as well as in the conversion of decommissioned industrial and craft sites⁶. The relevance of the topic requires a proper alignment with the EU development goals, which for 2020, 2030 and 2050² aim to give an impetus to the implementation of urban renewal programs, planned in relation to environmental and socio-economic challenges. In addition to the opportunity of accumulating around peripheral contexts a multiplicity of resources and variety of objectives, the regeneration choices should develop the design of more resilient urban parts, addressing the mitigation of the natural and man-made hazards, among which



integrate e sostenibili per l'adattamento e la sicurezza dei sistemi urbani, attuato nell'ambito del Distretto ad Alta Tecnologia per l'Edilizia Sostenibile della Regione Campania STRESS Scarl, che opera sul territorio regionale campano attraverso l'interazione tra le Università di Napoli Federico II e del Sannio con Centri di ricerca e partners industriali, con l'intento di valorizzare i livelli di competitività ed innovazione nel settore delle costruzioni. Il Progetto Metropolis, articolato nel quadriennio 2013-2016, è stato finanziato nell'ambito del Programma Operativo Nazionale Ricerca e Competitività 2007-2013 - Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Università e della Ricerca Unione europea - PONREC 2010.

Il Progetto è finalizzato allo sviluppo di strategie e tecnologie innovative per un sistema urbano sostenibile a partire dalla conoscenza delle sue componenti e dalla valutazione e mitigazione dei rischi naturali e antropici con riferimento al rischio integrato sismico, idrogeologico e ambientale. La proposta di strategie e soluzioni progettuali è finalizzata a simulare opportune scelte di rigenerazione urbana attraverso interventi di mitigazione e adattamento ai fenomeni di rischio naturale e antropico che introducano resilienza nel sistema urbano. L'approccio multidisciplinare del progetto Metropolis fa riferimento a competenze che riguardano il campo dell'architettura, dell'ingegneria strutturale, dell'ingegneria idraulica e dell'economia urbana, accanto a quelle dei partners scientifici e industriali e di Enti territoriali⁶.

Lo sviluppo di modalità innovative per la rigenerazione della periferia orientale ha visto recentemente la sottoscrizione di un accordo di collaborazione scientifica fra il Consorzio STRESS e il Comune di Napoli, che ha manifestato il proprio interesse all'attività di ricerca⁷.

emerge the environmental challenges related to the contrast of climate change impacts (EEA 2012; IPCC 2014), based at first on the knowledge of the urban system and the mapping of critical issues, in order to develop focused, flexible and not deterministic solutions. Similar adaptive design approaches are widely experienced in the international context, with the aim of reducing risk the existing conditions by means of appropriate design solutions, especially concerning the technological and environmental components. This is the case of the adaptation plans developed in Hafen City (Hamburg) and Rotterdam for the reduction of risk due to extreme precipitation (Mees et al. 2014). In New York, the Rebuild by Design initiative (2013), implemented following the hurricane Sandy, aims to define urban resilience strategies through the regeneration of public spaces developed by

internationally renowned designers such as B.I.G., O.M.A. and Lo-Tek. The Chicago Climate Action Plan aims to manage the heat waves phenomenon, focusing on Urban Heat Island and the risk to vulnerable people, providing solutions and adaptation strategies for energy efficiency, water management, urban and building greening (Kaden et al. 2014). In Copenhagen, the Cloud Burst Management Plan (2012), for the adaptation to the risks arising from extreme weather events, includes the definition of strategies and redevelopment plans for transport networks and open spaces with 470 neighbourhood-scale projects aimed at responding to the main adaptation objectives such as water drainage, collection and conveyance, and integration of blue and green infrastructures (Haghighatafshar et al. 2014). In Italy, a recent boost to the launch of pilot urban projects in line with the Eu-

La prima fase della ricerca (2013-2015) ha previsto l'individuazione di una metodologia per la conoscenza e la caratterizzazione del sistema urbano e di sue parti, nonché per la gestione e la valutazione della vulnerabilità dei suoi elementi a rischio. Tale fase prevede l'elaborazione dei vari livelli di conoscenza necessari alla comprensione dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito e dei livelli di vulnerabilità e di resilienza urbana.

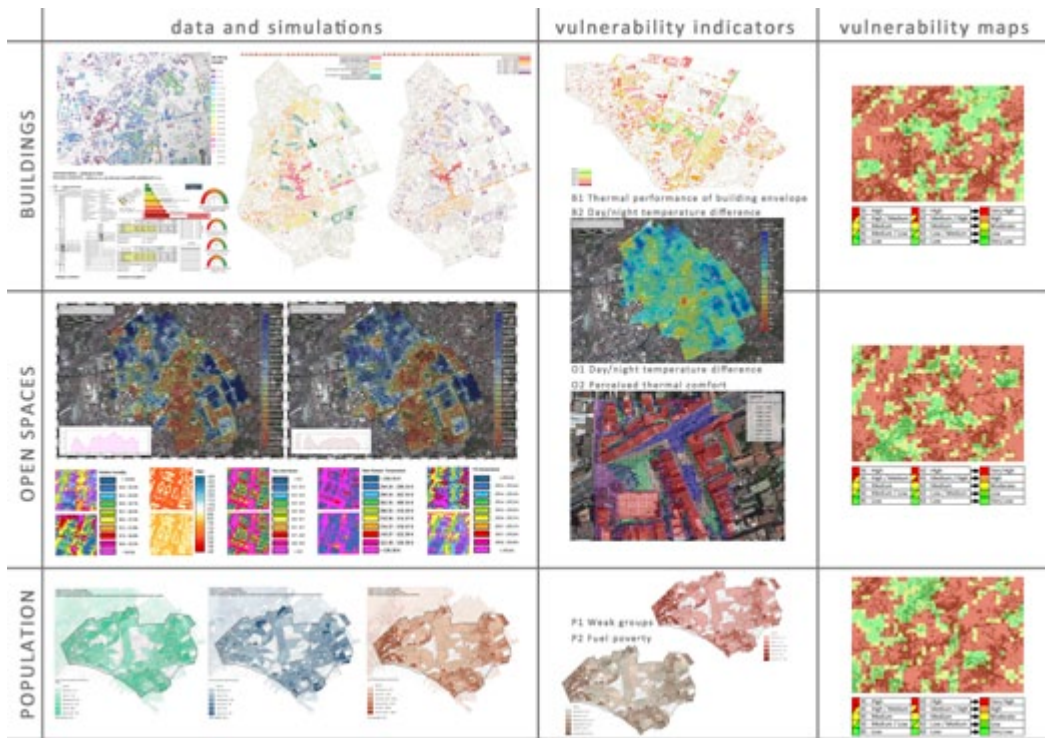
La seconda fase della ricerca (2015-2016) prevede lo sviluppo di procedure adattive di valutazione del rischio integrato nonché di una Piattaforma di supporto al decisore pubblico per la gestione dei rischi naturali e antropici, attuata in base alle analisi conoscitive e alla interpretazione dei dati, proponendo inoltre Linee guida per la mitigazione e l'adattamento verificate attraverso progetti dimostratori nell'area metropolitana di Napoli.

Gli strumenti proposti negli esiti della ricerca possono trovare momenti di applicazione sia nell'aggiornamento dei Regolamenti Edilizi Locali e nell'introduzione di misure di incentivo agli interventi di edilizia privata, sia nell'adeguamento delle Norme Tecniche del PRG e nella predisposizione di varianti di adeguamento al PRG (imposte da indicazioni di livello sovraordinato, quali ad esempio i Decreti Regionali di Protezione Civile o il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico) con la relativa integrazione dei Piani Urbanistici Attuativi. Le condizioni di politica tecnica tese a favorire l'attuazione delle strategie proposte riguardano in prima

ropean climate and energy guidelines comes from the National Strategy for Climate Change Adaptation recently adopted by the Ministry of the Environment³. Despite the delay with respect to the northern Europe experiences, important signals come from initiatives related to applied research projects, such as the Training Platform for Local Authorities in the Piedmont Region, for the development of municipal adaptation plans, proposed within project funded by ERDF Regional Operative Program SEAP Alps⁴ or to the process of participatory planning proposed by the LIFE + project BLUE AP-Bologna resilient city⁵ aimed at transferring knowledge and collect proposals and design ideas to support the definition of local adaptation plans. Such initiatives, while introducing important methodological and operational tools for the integration of climate change adaptation strategies

in the context of existing planning instruments, represent only a first step towards the practical implementation of effective adaptive design measures at the urban scale, considering that today Padova is the only Italian city which has adopted a concrete adaptation plan (Reckien et al. 2014).

The pilot case of East Naples: Metropolis project methodological approach
The research project *METROPOLIS - Methodologies and Technologies integrated and sustainable adaptation and security of urban systems*, implemented as part of the District High Technology for Sustainable Building of the Campania Region STRESS Scarl, focuses on the East Naples area. STRESS operates in the Campania region through the interaction between the Naples Federico II and Sannio universities with research centres and industrial partners,



03 | Area orientale di Napoli. Schema del processo operativo per il calcolo degli indicatori di vulnerabilità alle ondate di calore, a partire dai dati rilevati e dalle simulazioni effettuate, per lo sviluppo di mappe di vulnerabilità con riferimento agli elementi a rischio (edifici, spazi aperti, popolazione)

East Naples area. Diagram of the process for the calculation of vulnerability indicators for heat waves, starting from the data recorded and the simulations carried out, aimed at the development of vulnerability maps with reference to the elements at risk (buildings, open spaces, population)

istanza il recepimento delle Direttive comunitarie e gli indirizzi governativi sull'accelerazione della dotazione di Piani di adattamento al cambiamento climatico da parte di aree metropolitane e città. Sul piano locale l'istituzione della Città Metropolitana di Napoli e l'attivazione di protocolli di intesa orientati alla pianificazione condivisa con i Comuni dell'area metropolitana già nelle fasi preliminari della redazione degli strumenti urbanistici comunali e delle relative varianti, delinea ulteriori scenari applicativi orientati alla definizione preventiva del quadro conoscitivo e normativo nel quale le amministrazioni potranno effettuare le scelte pianificatorie di loro competenza⁸.

Il gruppo di ricerca del DiARC - Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II⁹, fra le varie componenti

del rischio, fornisce il proprio contributo su quella di carattere ambientale in rapporto ai fenomeni di *pluvial flood* e ondate di calore¹⁰ – che negli ultimi anni hanno investito con frequenza e intensità elevate i contesti urbani¹¹ – tematiche attinenti alla progettazione ambientale nelle specifiche modalità operative multidisciplinari e multiscalari e secondo un approccio sistemico, processuale ed esigenziale-prestazionale.

Il presupposto di partenza della ricerca è individuato nella stretta relazione fra la resilienza di elementi e parti del sistema urbano, come risposta adattiva a scenari critici, e la rigenerazione urbana basata su strategie avanzate che incorporino come valore aggiunto e fattore di sviluppo la riduzione delle emissioni di CO₂, del consumo di suolo e delle risorse, accanto allo sviluppo locale e all'in-

with the aim of enhancing the level of competitiveness and innovation in the construction industry. The Metropolis Project (2013-2016) is funded under the National Operational Programme *Research and Competitiveness 2007-2013* by the Ministry of Economic Development, the Ministry of University and Research and European Union (PONREC 2010).

The project is aimed at the development of innovative strategies and technologies for a sustainable urban environment, starting from the knowledge of the urban system and the assessment and mitigation of natural and man-made hazards, through an integrated risk management approach (addressing seismic, hydrogeological and environmental risks). The proposed strategies and design solutions are aimed at simulating appropriate urban regeneration choices integrating risk mitigation and

adaptation towards natural and man-made phenomena, enabling the resilience of the urban system. The multidisciplinary approach of Metropolis project includes expertise in the field of architecture, structural engineering, hydraulic engineering and urban economy, alongside with those from scientific and industrial partners and local authorities⁶. The development of innovative methods for the regeneration of the eastern suburbs included also a scientific collaboration agreement between the STRESS Consortium and the City of Naples, which has expressed its interest to the research⁷.

The first phase of the research (2013-2015) has focused on the identification of a methodology for the knowledge and characterization of the urban system and its parts, as well as for the management and evaluation of the vulnerability of its elements at risk. This

phase includes the development of the various levels of knowledge required to understand the built environment transformation processes and existing levels of vulnerability and resilience of urban areas.

The second phase of the research (2015-2016) focuses on the development of adaptive procedures for integrated risk assessment as well as of a Platform to support the public decision-maker in the management of natural and man-made risks, implemented on the basis of cognitive analyses and data interpretation, also proposing guidelines for mitigation and adaptation verified through demonstration projects in the Metropolitan Area of Naples. The tools proposed as research results can be applied both in the updating of local Building Regulations and in the introduction of incentives to private initiatives, both in the upgrading of General

Urban Plan (PRG) Technical Standards and the preparation of upgrade variants to the PRG (imposed by higher-level indications, such as the Decrees from the Regional Civil Protection or the Plan for the Hydrogeological Plan from the River Basin Authority, including their integration within the operational development plans (PUA). The technical policy conditions aimed at facilitating the implementation of the proposed strategies concern the adoption of EU directives and government addresses about the need for accelerating the development of climate change Adaptation Plans, especially in metropolitan areas and major cities. At the local level, the institution of the Metropolitan City of Naples and the activation of MoUs aimed at proposing a shared planning approach within the municipalities of the metropolitan area, already in the preliminary stages of municipal plan-

TAB. 1 | Indicatori chiave e parametri di controllo per la valutazione delle condizioni di vulnerabilità del sistema urbano
 Key indicators and base parameters for the assessment of urban system's vulnerability conditions

clusione sociale (CoR 2011; UCCRN 2011; UN-Habitat 2011). La prima fase ha previsto l'elaborazione di sistemi di definizioni e la catalogazione di strumenti e modalità per la conoscenza del sistema urbano (componenti territoriali, insediative, ambientali, funzionali, tecnico-costruttive, dei patrimoni culturali e degli aspetti socioeconomici), individuando le ricorrenze, le regole del costruito, i valori storico documentari e i livelli di rischio delle componenti interessate (edifici, spazi aperti, popolazione). In ambiti urbani tipizzati (città storica, consolidata e contemporanea; *sprawl* urbano; aree dismesse) nell'area di Napoli Est sono stati considerati i livelli di esposizione di tali componenti ai fattori di rischio di tipo prestazionale e fisico. L'individuazione delle condizioni di criticità e di rischio (esposizione, vulnerabilità, danno atteso) del sistema urbano ha previsto la classificazione delle sue componenti in relazione agli insediamenti e ai tracciati (gerarchie, edilizia specialistica, elementi urbani, datazione del costruito), nonché alla tipologia edilizia e degli spazi aperti (procedimenti costruttivi, soluzioni tecniche, prestazioni tecnologiche e ambientali, caratteristiche funzionali-spaziali). È stato infine costruito un sistema di indicatori chiave per la valutazione delle condizioni di vulnerabilità del sistema urbano e delle sue componenti. Le inadeguate risposte funzionali e prestazionali di edifici e spazi aperti sono state correlate ai consumi di risorse e alla vulnerabilità della popolazione, classificata in «sottogruppi di popolazione suscettibili»¹² a rischi per la salute e a condizioni di «*fuel poverty*», lo stato di *povertà energetica* che investe quelle famiglie che spendono più del 10% del proprio reddito per poter accedere all'uso delle fonti di energia¹³. La costruzione del complesso quadro di conoscenze e lo studio degli impatti dei fenomeni climatici sull'ambiente costruito (zone

ning and related variants, outlines additional application scenarios oriented towards the definition of a consolidated knowledge framework and a common regulatory environment in which the authorities can enforce planning decisions according their level of competence⁸. The DiARC - Department of Architecture research group of the University of Naples Federico II⁹ provides its contribution focusing, among the various components of risk, on the environmental risk conditions arising from pluvial floods and heat waves phenomena¹⁰, which in recent years have increased in frequency and intensity¹¹. Such issues are related to environmental design and its specific operating methods, focused on a multidisciplinary, multi-scale, systemic, process- and performance-based approach. The starting point for the research lies in the close relationship between the

resilience of elements and parts of the urban system, as adaptive response to critical scenarios, and urban regeneration actions, based on advanced strategies that incorporate as added value and growth factor the reduction of CO₂ emissions, the sustainable use of soil and resources, in addition to local development and social inclusion objectives (CoR, 2011; UCCRN, 2011; UN-Habitat, 2011). The first phase involved the development of a defining framework, classification methods and tools for understanding the urban system (including the following components: territorial, settlement, environmental, functional, technical, cultural heritage and socio-economic aspects), identifying recurring conditions, construction rules, historical values and the risk levels for buildings, open spaces and population. In classified urban areas (historical,



a rischio allagamento, spazi aperti soggetti a discomfort termico, edifici con ridotto comfort termoigrometrico e con maggior fabbisogno energetico per la climatizzazione) è finalizzato, nella seconda parte della ricerca, alla elaborazione di mappe di vulnerabilità ai fenomeni di ondata di calore e *pluvial flood* da gestire dinamicamente in ambiente GIS in rapporto alle simulazioni di scenari di cambiamento climatico, sviluppati attraverso il «*down-scaling*» di modelli climatici globali a livello regionale con il supporto di centri di ricerca specializzati¹⁴.

TAB. 1 |

Climate risk typology	Buildings	Open spaces	Population
Heat waves	<ul style="list-style-type: none"> • Thermal insulation of building envelope – Summer (periodic transmittance, shift time, attenuation factor in relation to construction typologies and construction age, building height, S/V ratio, average energy consumption) • Surface temperature variation - Urban Heath Island (day surface temperature, night surface temperature, Δ day/night surface temperature) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perceived thermal comfort (Predicted Mean Vote, Sky View Factor, surface albedo, soil permeability, green cover) • Surface temperature variation - Urban Heath Island (day-time surface temperature, night-time surface temperature, Δ day/night surface temperature) 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribution of weak population groups (children ≤ 4 years, elders ≥ 65 years, weak groups density) • Distribution of population exposed to <i>fuel poverty</i> (family groups size, unemployed population, income earners)
Pluvial flood	<ul style="list-style-type: none"> • Presence of ground / underground floors building spaces • Concentration of use type in ground / underground floors (use type: residential, services and facilities, commercial/productive) 	<ul style="list-style-type: none"> • Drainage capacity of urban basins (DSM - digital surface model, soils permeability, typologies of streets and open spaces, flooring types, urban drainage system coverage density) 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribution of weak population groups (children ≤ 4 years, elders ≥ 65 years, weak groups density) • Distribution of population exposed to <i>fuel poverty</i> (family groups size, unemployed population, income earners)

05 | Simulazioni di impatto da pluvial flood nell'area del Centro storico di Ponticelli realizzata attraverso un software bidimensionale basato sugli automi cellulari. A destra durata precipitazione 10 minuti $i=110$ mm/h; a sinistra 1 ora $i=37$ mm/h. (Elaborazione prof. Francesco De Paola, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura, Università di Napoli Federico II)

Simulations of impact from pluvial flood in Ponticelli historical center, realized through a two-dimensional software based on cellular automata. Precipitation duration 10 minutes $i=110$ mm/h (right); 1 hours $i=37$ mm/h (left). Elaboration by prof. Francesco De Paola, Department of Civil Engineering, Building and Architecture, University of Naples Federico II

La gestione delle informazioni per la governance delle condizioni di vulnerabilità dell'ambiente costruito

Mattia Federico Leone

I risultati della prima fase della ricerca riportano le informazioni di base per lo sviluppo di scenari di rischio per gli hazard di *pluvial flood* e ondate di calore, in base sia alle variabili climatiche, sia ai fenomeni aggravanti derivanti dalle caratteristiche insediative. La lettura complessiva del sistema edifici-spazi aperti e della sua risposta alle condizioni di cambiamento climatico ha consentito di definire i fattori di vulnerabilità degli elementi a rischio del sistema fisico e sociale, individuando le criticità relative a comfort *indoor* e *outdoor*, rischio ambientale, consumo e uso efficiente delle risorse, rispondenza delle scelte tecnologiche a specifici requisiti. La raccolta dati e la loro sistematizzazione, l'elaborazione di indicatori relativi alle condizioni di vulnerabilità e la selezione di appropriate soluzioni tecnico-progettuali per l'adattamento sono stati sviluppati a partire dallo studio di *best practices* nazionali e internazionali, con particolare riferimento ai documenti, strumenti e linee guida contenuti nelle piattaforme collaborative sviluppate in ambito europeo¹⁵. Si è ricercato un approfondimento di scala rispetto agli approcci relativi a sistemi di area vasta, idonei alla definizione di strategie programmatiche di adattamento, ma poco adatti alla gestione delle diverse scale per l'individuazione di soluzioni tecniche e progettuali resilienti appropriate al contesto locale.

La metodologia sviluppata è orientata alla gestione integrata in ambiente GIS di informazioni interscalari riferite a differenti unità minime di suddivisione del sistema urbano, correlando informazioni di dettaglio (riferite a edificio, spazio aperto o isolato) con dati alla scala territoriale (sezioni censuarie da banche dati ISTAT,

griglia territoriale da telerilevamento). La classificazione delle parti del sistema urbano è riferita a una campionatura tipologica, con informazioni di dettaglio relative alle caratteristiche fisiche, geometriche e costruttive di edifici e spazi aperti, processate mediante strumenti software di simulazione¹⁶. Ciò ha permesso di acquisire i dati relativi alle prestazioni termiche degli edifici e alla percezione del benessere termico negli spazi aperti, nonché le risposte tecnico-prestazionali nel drenaggio delle acque superficiali e per la sicurezza ai fenomeni di allagamento.

L'elaborazione di indicatori chiave per la valutazione delle condizioni di vulnerabilità del sistema urbano si è basata sulla consolidata letteratura scientifica di riferimento¹⁷, individuando appropriati benchmark (presenza/assenza, soglie, percentuali, intervalli) per correlare i parametri prestazionali alle condizioni di vulnerabilità in rapporto ai fenomeni attesi. Hanno costituito un principale riferimento i criteri individuati nell'ambito dei protocolli nazionali per la certificazione ambientale di edifici e quartieri, quali GBC-Italia Quartieri (crediti "Riduzione dell'effetto isola di calore" e "Gestione delle acque meteoriche") e ITACA¹⁸.

Sono state infine campionate le soluzioni progettuali e tecniche per l'adattamento, idonee allo sviluppo di strategie di rigenerazione urbana resiliente appropriate al contesto locale.

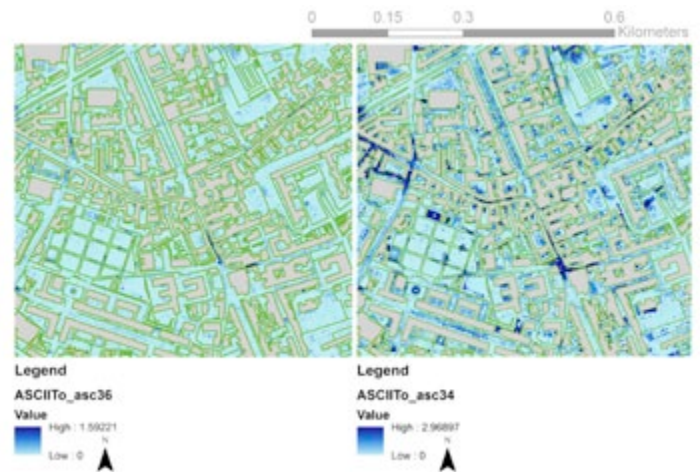
L'analisi degli impatti in ambiente urbano ha previsto una raccolta dati secondo tre modalità:

- telerilevamento satellitare e procedura speditiva di elaborazione dati;
- banche dati (ISTAT, DPC, Osservatorio Meteo, CMCC, Autorità di bacino, ecc.);
- rilevamento diretto (dati dimensionali, termografici, atmosferici, ambientali e tecnologici) speditivo e di dettaglio.

consolidated and contemporary city; urban sprawl areas; brownfields) recognized in East Naples, the exposure levels to the risk factors were considered, affecting physical and performance conditions. The identification of critical factors and risk levels (according to exposure, vulnerability, expected damage) of the urban system provides the classification of its components in relation to the characteristics of settlements and their layouts (hierarchies, specialized building, urban elements, age of buildings), to the type of building and open spaces (construction types, technical solutions, technological and environmental performance, functional and spatial features). This allowed to build a set of key indicators for assessing the vulnerability conditions of urban components and the system as a whole. The inadequate functional and performance response of buildings and open spaces

have been related to the consumption of resources and the vulnerability of the population, classified in «vulnerable population subgroups»¹² to health risks and «fuel poverty»¹³.

The construction of the complex knowledge framework and the study of the impacts of climatic events on the built environment (flood risk areas, open spaces subject to thermal discomfort, buildings with reduced thermal comfort and greater energy demand for air conditioning) is aimed, in the second part of the research, at the elaboration of vulnerability maps for heat wave and pluvial flood phenomena, to be dynamically managed through in a GIS environment in combination to the simulations of climate change scenarios, developed through the «down-scaling» of Global Climate Models to the regional level through the support of specialized research centres¹⁴.



Climate risk typology	Main impacts			
	Buildings	Open spaces	Population	Economy
Heat waves	Alteration of indoor comfort conditions*	Alteration of outdoor comfort conditions*	Health diseases	Summer energy consumption Health care costs Services interruption (transport, energy, etc.)
Pluvial flood	Flooding of ground / underground floors* Failure of technical elements	Flooding of streets, squares, etc.* Failures of technical elements	Injuries Death	Recovery costs Services interruption (transport, energy, etc.) Productive activities interruption

TAB. 2 | Principali impatti attesi per i diversi elementi a rischio
Main expected impacts for the different elements at risk

* from failures and performance decays

- a. L'acquisizione di dati da telerilevamento ha consentito di elaborare il quadro delle conoscenze e delle criticità alla scala territoriale e delle municipalità. L'uso dei dati satellitari ha consentito di ricavare classi di temperature superficiali medie (diurne e notturne) su una maglia territoriale di 60x60 m. Attraverso la lettura delle differenze di temperatura, sono state messe in evidenza le aree a maggiore accumulo termico e le condizioni di isola di calore urbana.
- b. L'utilizzo delle banche dati ha consentito di rappresentare per zona censuaria la distribuzione delle fasce di popolazione deboli ed esposte alla *fuel poverty*, le epoche e le tecniche costruttive degli edifici evidenziando quelli meno efficienti termicamente, i rapporti di copertura di aree edificate, le percentuali di superfici destinate a strade e spazi aperti nonché delle aree permeabili. Inoltre sono stati elaborati i dati climatici storici per il monitoraggio delle variazioni climatiche e della frequenza temporale di eventi estremi che consentono di individuare in maniera approfondita i fattori di rischio alla scala locale. Questa prassi si affianca alla necessaria azione di *downscaling* delle previsioni climatiche promossa dalle politiche ministeriali, poiché i modelli oggi disponibili operano ad una scala di area vasta e

- quindi non sono compiutamente utilizzabili per la comprensione degli impatti e delle vulnerabilità locali (MATTM, 2013).
- c. I dati da rilevamento diretto sono stati focalizzati sull'area di Ponticelli, esemplificativa di condizioni insediative nell'area di Napoli Est, al fine di implementare o calibrare, ove necessario, i dati del telerilevamento e delle banche dati disponibili (riferite a sezioni censuarie), oppure ad approfondire i vari livelli di conoscenze in contesti di quartiere utilizzando simulazioni software dettagliate. Nel caso degli spazi aperti, si sono attuate simulazioni per i parametri legati al comfort termico outdoor e alla gestione delle acque meteoriche, in grado di restituire valori rispetto ad indicatori prestazionali chiave quali il PMV (Predicted Mean Vote) e la capacità drenante delle superfici, ciascuno dei quali risultante di numerosi indicatori e parametri di secondo livello. Mediante l'utilizzo di software per la simulazione delle prestazioni energetiche, sono state classificate le soluzioni costruttive ricorrenti dell'involucro edilizio in base ai parametri di trasmittanza termica, sfasamento e attenuazione, al fine di derivare indici sintetici correlati anche alle caratteristiche dimensionali e morfologiche (numero di piani, rapporto S/V, S_p, superficie coperta).

The management of information for the governance of built environment vulnerability

Mattia Federico Leone

The results of the first phase of Metropolis project provide the information needed for the development of risk scenarios in relation to pluvial floods and heat waves hazards, according to both climate variables and aggravating phenomena arising from the characteristics of the settlements. The complex reading of buildings-open spaces system and its response to climate change conditions enabled the definition of vulnerability factors for selected elements at risk of physical and social system, identifying the critical issues associated with indoor and outdoor comfort conditions, environmental risk, consumption and efficient use of resources, the matching of technological choices to specific re-

quirements. Activities of data collection and systematization, development of indicators expressing the vulnerability conditions and selection of appropriate technical-design solutions for adaptation have been carried out based on the study of national and international best practices, with particular reference to the documents, tools and guidelines available in the EU collaborative platforms¹⁵. A deeper scale of analysis has been addressed, compared to the conventional approaches related to wide areas and regional systems, suitable for the definition of high-level adaptation strategies, but not adequate to the management of the different scales, needed for the identification of resilient technical and design solutions appropriate to the local context. The methodology developed is oriented towards the integrated management of multi-scale information in a GIS environment,

referred to different minimum spatial units of analysis, though the correlation of detailed information on the urban system (building, open spaces or urban blocks scale) with territorial level data (ISTAT census databases, territorial grid from remote sensing). The classification of the urban system components refers to sample typologies, with detailed information concerning the physical, geometrical and construction features of buildings and open spaces, processed using simulation software tools¹⁶. This allowed to collect data on the summer thermal performance of buildings and the perception of thermal comfort in open spaces, as well as the technical performance of open spaces in relation to surface water drainage and safety to flooding phenomena. The development of key indicators for assessing the vulnerability conditions of the urban environment is based on a

consolidated scientific literature¹⁷, identifying appropriate benchmarks (presence / absence, thresholds, percentage intervals) to correlate performance metrics to vulnerability conditions in relation to the expected phenomena. As a main reference, the criteria identified under the national protocols for environmental certification of buildings and neighbourhoods, such as GBC-Italy Neighbourhoods (credits "Reduction of heat island" and "Management of rainwater") and ITACA¹⁸, have been taken into account. Finally, sample design solutions and techniques for adaptation, suitable for the development of strategies for urban regeneration resilient appropriate to the local context, have been identified and classified. The analysis of the impacts on the urban environment has been provided through a three-fold data collection process: a) satellite remote sensing and procedure for data

Gli indicatori per la valutazione delle condizioni di vulnerabilità sono ottenuti attraverso una lettura combinata di specifici set di parametri per classificare la vulnerabilità degli elementi a rischio (edifici, spazi aperti e popolazione) in rapporto agli hazard indotti dal cambiamento climatico. Per ciascun elemento sono state definite classi di vulnerabilità corrispondenti a livelli di comportamento di elementi tecnici di edifici e spazi aperti in risposta agli hazard considerati¹⁹, ottenute pesando i diversi parametri in rapporto alla risposta prestazionale e alla distribuzione sul territorio (Zuccaro et al. 2008).

A titolo di esempio, in rapporto ai rischi da *pluvial flood* e ondate di calore sarà possibile individuare: le aree soggette ad allagamento con interessamento di piani terra e seminterrati; le caratteristiche fisiche che favoriscono condizioni di rischio allagamento e le ubicazioni in cui esso risulta più accentuato; l'incidenza sul rischio allagamento e sul comfort termico della distribuzione di diversi trattamenti delle superfici orizzontali e del loro grado di permeabilità; le aree maggiormente esposte al discomfort termico in relazione al trattamento degli spazi aperti e al comportamento termoigrometrico degli edifici; la correlazione fra concentrazione di fasce di popolazione debole e condizioni di discomfort termico (Åström et al. 2013); la correlazione fra concentrazione di fasce di popolazione a basso reddito e consumi energetici.

Dalla fase metodologica e di conoscenza allo sviluppo degli strumenti operativi

no l'elaborazione delle conoscenze necessarie a individuare le

I risultati della prima fase della ricerca precisano l'approccio metodologico finalizzato alla lettura di dati complessi relativi al sistema urbano e restituiscono

processing b) databases (ISTAT, DPC, Weather Observatory, CMCC, River Basin Authority, etc.); c) direct surveys (for detailed dimensional, thermography, atmospheric, environmental and technological data).

a. The acquisition of data from remote sensing has allowed the development of the knowledge framework and critical conditions at the territorial and municipal scale. The use of satellite data allowed to obtain average surface temperatures classes (day and night) on a 60x60 m spatial mesh. Through the reading of the temperature differences, areas with high thermal overload and urban heat island conditions have been identified.

b. The use of databases has allowed to represent, for census areas, the distribution of vulnerable population groups and fuel poverty exposure,

the building ages and construction techniques, highlighting the less thermally efficient in the summer season, the surface coverage of built-up areas, the surface ratio of roads, open spaces and permeable areas. Historical climate data have been analysed for monitoring the climate variation and the frequency of extreme events, allowing the detailed identification of the risk factors at the local scale. This activity has been based on the downscaling of climate change forecasts, also promoted by ministerial policies, since the models available today are referred to larger (national or regional) territorial scale and therefore not fully usable for understanding local vulnerability and impacts (MoE, 2013).

c. Data collection from direct surveys has been focused on Ponticelli area, recognised as exemplifying of the set-

condizioni di vulnerabilità di edifici, spazi aperti e popolazione. In questa fase è stato definito un set di indicatori chiave necessari a valutare il grado di risposta a vari livelli di rischio in rapporto agli hazard considerati e a gestire i processi di rigenerazione secondo obiettivi di resilienza e adattamento.

Gli esiti della prima fase sono stati sviluppati con appropriati gradi di approfondimento, finalizzati a trasferire in modo compatibile le conoscenze e i dati elaborati nella Piattaforma informatica di supporto, oggetto della seconda fase della ricerca. La Piattaforma *Metropolis* è intesa come uno strumento flessibile (in relazione alla tipologia di utente finale e al livello di approfondimento richiesto) e modulare (costituita da blocchi funzionali autonomi e interconnessi), integrabile nel tempo con nuovi 'layer di conoscenza' desunti dall'aggiornamento di banche dati territoriali e di scenari risultanti da modelli di simulazione. La fase conclusiva del Progetto *Metropolis* riguarderà il test della Piattaforma sul caso dimostratore di Napoli Est, in modo da validare l'esportabilità della procedura in altri contesti urbani che richiedono di sviluppare misure resilienti di rigenerazione, fornendo una base di conoscenza utile alla redazione di Piani di Adattamento Locale articolata in forma di linee guida per la programmazione e la progettazione degli interventi. La Piattaforma di gestione si configura come un'interfaccia *user-friendly*, in grado di trasferire alla pubblica amministrazione il complesso quadro di conoscenze interdisciplinari sviluppate dai partner del Distretto STRESS, interrogabile da parte dell'operatore con un livello minimo di expertise a valle di un processo di customizzazione rapportato alle esigenze specifiche dell'utente.










La Piattaforma, intesa come *tool* di supporto alle decisioni per lo sviluppo di strategie resilienti di rigenerazione urbana, consenti-

ment conditions in the East Naples area, in order to calibrate or implement, where necessary, the remote sensing data and databases available, or to deepen the level of knowledge at the neighbourhood scale using detailed software simulations. In the case of open spaces, simulations focusing on the control parameters for outdoor thermal comfort and management of storm water have been implemented, defining the values of key performance indicators such as the PMV (Predicted Mean Vote) and the drainage surface capacity, each of which resulting from a number of second level indicators and parameters. Through the use of energy performance simulation software, the recurring construction solutions have been classified according to thermal transmittance, time shift and attenuation factor parameters,

in order to derive synthetic indices related also to the dimensional and morphological characteristics of buildings (e.g. number of floors, S/V ratio, GFA, covered area).

The indicators for assessing the vulnerability conditions are obtained through a combined reading of specific sets of parameters, in order to classify the vulnerability of selected elements at risk (buildings, open spaces and population), in relation to the climate change hazards. For each element, vulnerability classes have been defined, corresponding to different performance levels of technical elements of buildings and open spaces in response to the hazard considered¹⁹, obtained by weighting the various parameters in relation their performance and distribution on the territory (Zuccaro et al. 2008). As an example, in relation to pluvial floods and heat waves risks, the following aspects will be

TAB. 3 |

	Technical solution	Adaptation target
	Rows of trees, green areas and draining surface	Pluvial flood Heat Waves
	Retention basins and bioswales	Pluvial flood
	Collection and reuse of rain and grey water from buildings	Pluvial flood
	Interventions on disposal facilities (pipelines repair, backflow valves in domestic installations)	Pluvial flood
	Reflective materials and light colors on horizontal surfaces	Heat Waves
	Green roofs and green walls solutions	Pluvial flood Heat Waves
	Energy retrofitting of buildings (insulation and thermal inertia of the building envelope, shading, high efficiency cooling systems)	Heat Waves
	Reorganization of spatial-functional layouts of residential buildings	Heat Waves
	Reorganization of spatial-functional layouts of ground and underground floors	Pluvial flood

rà di definire i livelli di rischio al variare dei parametri di hazard considerati, di misurare la risposta prestazionale degli elementi a rischio in rapporto alle relative classi di vulnerabilità e di valutare l'efficacia di soluzioni di adattamento appropriate al contesto locale. In base alla caratterizzazione degli hazard legata all'intensità e alla frequenza di eventi estremi e alle condizioni di vulnerabilità individuate, nel Progetto dimostratore sarà possibile misurare gli effetti positivi derivanti dall'introduzione di misure di adattamento, intese come la proposta di soluzioni progettuali e tecniche alla scala degli edifici e degli spazi aperti in grado di migliorare la risposta prestazionale ai fattori di rischio.

identified: the areas subject to flooding and the impact on ground floors and basements; the physical characteristics that aggravate the risk flooding conditions; the impact on flood risk and on thermal comfort of the distribution of different types of horizontal surfaces and their permeability degree; the areas most exposed to thermal discomfort in relation to the treatment of the open spaces and the hygrothermal behaviour of the buildings; the correlation between concentration of weak segments of the population and conditions of thermal discomfort (Åström et al. 2013); the correlation between the concentration of low-income segments of the population and energy consumption.

From the methodological and knowledge phase to the development of operational tools

The results of the first phase of the

research outline the methodological approach aimed at the reading of complex data relating to the urban system, and the knowledge process needed to identify the vulnerability conditions of buildings, open spaces and population. At this stage, a set of key indicators has been defined, to assess the degree of response to various risk levels in relation to the hazard considered and to manage the regeneration process according to resilience and adaptation objectives. Such results of have been developed with appropriate levels of detail, in order to transfer knowledge and data arising from the analyses into the IT decision support platform, to be developed in the second phase of the research. The *Metropolis* Platform is intended as a flexible (depending on the type of end-user and the level of detail required) and modular (consisting of autonomous and interconnected function

TAB. 3 | Campionatura delle principali soluzioni tecniche per edifici e spazi aperti finalizzate all'adattamento al rischio climatico (elaborazione da: www.climateapp.org)
Analysis of main technical solution for building and open spaces aimed at climate risk adaptation

L'implementazione dei dati in ambiente GIS e lo sviluppo di modelli previsionali di impatto consentirà nel Progetto dimostratore di valutare l'efficacia di soluzioni alternative di *design adattivo* alla scala degli edifici e degli spazi aperti, in rapporto alle caratteristiche del sistema urbano. Sarà inoltre possibile correlare l'impatto atteso sul sistema urbano con le ricadute attese dal punto di vista socio-economico, considerando l'incidenza di opzioni strategiche di adattamento rispetto allo scenario di partenza e le ricadute sociali legate ai co-benefits di un approccio resiliente, dal miglioramento della vivibilità e della qualità degli spazi urbani, fino alla riduzione dei danni economici diretti e indiretti (Zuccaro e Leone 2014). Nell'ambito di un simile approccio, la progettazione tecnologica e ambientale si misura con la necessità di contribuire a correlare il progetto di rigenerazione urbana alla scala del quartiere e dell'edificio con strategie più ampie legate alla pianificazione territoriale e urbana, offrendo metodologie e strumenti operativi per una lettura integrata e interscalare delle interrelazioni eco-sistemiche, ambientali e insediative.

NOTE

- Comune di Napoli, Direzione Centrale infrastrutture, lavori pubblici e mobilità, "Grande Progetto Riqualficazione urbana Napoli est. Riqualficazione urbanistica e ambientale", Progetto preliminare. Relazione tecnica illustrativa, aprile 2013.
- Dagli obiettivi del pacchetto clima-energia 20-20-20 (europa.eu/europe2020), al 2030 Climate and Energy Policy Framework (<http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2030-energy-strategy>), all'iniziativa Roadmap 2050 promossa dalla ECF - European Climate Foundation (www.roadmap2050.eu/).
- Approvata con Decreto Direttoriale Prot. 86/CLE del 16 giugno 2015, in risposta agli indirizzi contenuti nella Strategia Europea per l'Adattamento ai

blocks) tool, integrated over time with new 'knowledge layers' derived from the update territorial databases and scenarios resulting from simulation models. The final phase of the project will implement the testing of the *Metropolis* platform on the East Naples pilot case, in order to validate the exportability of the procedure in other urban areas needing the development of resilient regeneration measures, by providing a knowledge base useful for the preparation of Local Adaptation Plans, in form of planning and design guidelines. The Platform is configured with a 'user-friendly' interface, able to transfer to the public administration the complex framework of interdisciplinary knowledge developed by the STRESS partners, which can be queried by the operator with a minimum level of expertise following a customization process in relation to the specific needs of the user.

The Platform is intended as a decision support tool for the development of resilient urban regeneration strategies, through the setting of the risk levels by varying the hazard parameters considered and measuring the performance of the elements at risk in relation to relevant vulnerabilities classes, with the aim of evaluating the effectiveness of adaptation solutions appropriate to the local context. According to the characterization of the hazard, related to the intensity and frequency of extreme events and the conditions of vulnerability identified, the pilot case implementation will allow to measure the positive effects from the introduction of adaptation measures, intended as design and technical solutions at the buildings and open spaces scale able to improve the response level to the risk factors. The implementation of the data in a GIS environment and the development of

Cambiamenti climatici - COM(2013) 216 del 16 aprile 2013 e agli esiti dell'ultimo report IPCC (2014).

⁴ Cfr. seap-alps.eu.

⁵ Cfr. blueap.eu.

⁶ Per il Progetto METROPOLIS il coordinamento scientifico generale è affidato a G. Verderame, DIST – Dipartimento di Ingegneria Strutturale per l'Ingegneria e l'Architettura, mentre il coordinamento per il Soggetto attuatore STRESS Scarl è affidato a V. James. I partner scientifici e industriali sono AMRA Scarl Analisi e Monitoraggio del rischio ambientale, D'Appolonia s.p.a., ETT s.p.a., Geoslab s.r.l., ICIE Istituto Cooperativo per l'Innovazione, Tecno in s.p.a., Tecnosistem s.p.a. La relazione con il territorio è sostenuta attraverso il coinvolgimento di Regione Campania, Protezione civile, Autorità di bacino, Amministrazioni comunali.

⁷ Delibera di Giunta del Comune di Napoli n. 539 del 13 agosto 2015. Nell'accordo si precisa la volontà da parte dell'Amministrazione Comunale di condurre attività di programmazione e attuazione di politiche per la gestione dei rischi e per la definizione di interventi dimostrativi mirati all'attuazione di sistemi di supporto alle decisioni per la gestione dei rischi naturali e antropici a scala urbana, riconoscendo a STRESS il ruolo di Advisor tecnologico per l'applicazione di sistemi di gestione e mitigazione del rischio e la promozione di tavoli di confronto con Istituzioni, Associazioni di Categoria e Ordini professionali.

⁸ cfr. Città Metropolitana di Napoli. Deliberazione del Sindaco Metropolitan n. 178 del 15.09.2015. Protocollo di Intesa tra Città Metropolitana di Napoli e Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale per l'attivazione di un percorso di pianificazione condivisa con i comuni già nelle fasi preliminari della redazione degli strumenti urbanistici comunali.

⁹ Il gruppo di Ricerca del progetto Metropolis nell'ambito del DiARC - Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II è costituito da V. D'Ambrosio (coordinamento scientifico), R. A. Genovese, M. Losasso, A. Maglio, F. D. Moccia, F. Palestino, S. Sessa, F. Visconti, M. F. Leone, C. Aprea, A. Arena, E. Bassolino, C. Visconti.

¹⁰ Con *pluvial flood* si definisce un allagamento locale, dovuto a piogge intense generalmente concentrate in un ridotto periodo di tempo, di aree topograficamente depresse rispetto alle zone circostanti e che presentano inadeguati sistemi di drenaggio. Le ondate di calore si verificano quando si registrano temperature elevate per più giorni consecutivi, spesso associate ad alti tassi di umidità, forte irraggiamento solare e assenza di ventilazione, rappresentando un rischio per la salute della popolazione. L'ondata di calore e i livelli di rischio per la salute sono definiti in relazione alle condizioni climatiche di una specifica città (cfr. Ministero per la Salute, <http://www.salute.gov.it>).

¹¹ I dati di Terna, il Gestore elettrico nazionale, relativi a luglio 2015 rilevano una domanda di energia elettrica di 32,0 miliardi di kWh, pari a un incremento del 13,4% rispetto a luglio 2014; in termini assoluti e in incremento percentuale

si tratta dei maggiori consumi mai registrati. Per le ondate di calore va ricordato come nel 2003 ci siano stati in Italia circa 20.000 decessi mentre, nel 2015, si registra in città come Torino un incremento della mortalità vicino al 30%.

¹² Ministero della Salute, *Linee di indirizzo per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute*, 2013 (in attuazione del D.M. del 26/05/2004).

¹³ Il fenomeno è ascrivibile a diversi fattori connessi alle dinamiche socio-economiche, agli aspetti geografici e alle condizioni del patrimonio costruito (reddito basso, disoccupazione, dimensione e composizione del nucleo familiare; posizione geografica e differenze climatiche; inefficienza energetica del patrimonio abitativo). Secondo i dati Istat nel 2013 in Italia il 12,6% delle famiglie ha vissuto in condizione di povertà relativa e il 7,9% in povertà assoluta. Tale dato è più diffuso nel Mezzogiorno, tra le famiglie più ampie (cfr. S. Rugiero, G. Travaglino, *Fuel poverty: definizione, dimensione e proposte di policy per l'Italia*, Rapporto di ricerca n. 2/2014, Associazione Bruno Trentin).

¹⁴ Quali CMCC - Centro euroMediterraneo sui Cambiamenti Climatici (AdBCC 2014) e NASA-GISS - Goddard Institute for Space Studies (UCCRN 2015).

¹⁵ Cfr. Climate-Adapt (climate-adapt.eea.europa.eu) e Climate-KIC (www.climate-kic.org).

¹⁶ Tra cui ENVI-met per il controllo del comfort termico outdoor; SWMM per il controllo della capacità di drenaggio delle acque meteoriche; ANIT-Pan6 e Termus per la definizione delle prestazioni energetiche dell'involucro edilizio e dei consumi energetici degli edifici.

¹⁷ Cfr., tra gli altri, Schmidt-Thome and Greiving 2013; Barroca et al. 2006; Scheid et al. 2014; Hatvani-Kovac and Boland 2015

¹⁸ Cfr. Green Building Council Italia - GBC Italia, www.gbcaitalia.org e ITACA - Istituto per l'innovazione e la trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale, www.itaca.org.

¹⁹ L'attività di definizione delle classi vulnerabilità per gli elementi del sistema urbano esposti ad hazard climatici è sviluppata dal DiARC con il supporto del Centro Studi PLINIVS (Per L'Ingegneria Idrogeologica Vulcanica e Sismica), afferente al Centro Interdipartimentale di Ricerca Laboratorio di Urbanistica e di Pianificazione Territoriale "Raffaele d'Ambrosio" (L.U.P.T.) dell'Università di Napoli Federico II.

REFERENCES

AdBCC (2014), *PSAI - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico*, Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, Napoli, IT.

Åström, C., Orru, H., Rocklöv, J., Strandberg, G., Ebi, K.L. and Forsberg, B. (2013), "Heat-related respiratory hospital admissions in Europe in a changing climate: a health impact assessment", *BMJ Open*, Vol. 3 No. 1, pp. 1-7.

mendations from the European Strategy for Adaptation to Climate Change - COM(2013) 216 of 16 April 2013, and the outcome of the last IPCC report (2014).

⁴ See Seap-alps.eu.

⁵ See Blueap.eu.

⁶ For METROPOLIS project the general scientific coordinator is G. Verderame, DIST – Department of Structures for Engineering and Architecture, and the STRESS Scarl implementation coordinator is V. James. The scientific and industrial partners are: AMRA Scarl - Analysis and Monitoring of Environmental Risks, D'Appolonia spa, ETT spa, Geoslab s.r.l., ICIE - Cooperative Institute for Innovation, TecnoIn spa, Tecnosistem spa. The relationship with the local administration is supported through the involvement of the Campania Region, Regional Civil Protection, River Basin Authority, Naples municipality.

⁷ Council Resolution of the City of Naples No. 539 of 13 August 2015. In the agreement it is stated the willingness by the Municipality to conduct planning activities and implementing policies for risk management and for the definition of demonstration projects aimed at the implementation of decision support systems for the management of natural and man-made hazards at the urban scale, recognizing STRESS as technological Advisor for the implementation of risk management and mitigation systems, and the promotion of joint working groups with institutions, trade and professional associations.

⁸ See Metropolitan City of Naples. Resolution of the Metropolitan Mayor n. 178 of 15/09/2015. Memorandum of Understanding between the Metropolitan City of Naples and the Central Campania Regional River Basin Authority to activate with the Metropolitan municipi-

predictive impact models will allow to evaluate the effectiveness of alternative adaptive design approaches, based on the characteristics of the urban system. It will also be possible to correlate the expected impact on the urban system with socio-economic costs and benefits, considering the incidence of strategic adaptation options compared to the baseline scenario and the social consequences related to the co-benefits of a resilient approach, from the improvement of the liveability and the quality of urban spaces, to the reduction in direct and indirect economic damage (Zuccaro and Leone, 2014). As part of this approach, the challenge of technological and environmental design disciplines is to support the correlation of urban regeneration projects at the neighbourhood and building scale with broader strategies related to spatial and urban planning, providing methodologies and

operating tools for an integrated and multi-scale reading of the interrelations among urban fabric, environment and eco-systems.

NOTES

¹ City of Naples, Infrastructure, Public works and Mobility Department, *Big Project for East Naples Urban Redevelopment. Urban and environmental regeneration*. Preliminary Design Technical Report, April 2013.

² From the objectives of the 20-20-20 climate and energy package (europa.eu/europe2020), to the 2030 Climate and Energy Policy Framework (<http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2030-energy-strategy>) and the initiative Roadmap 2050 promoted by the ECF - European Climate Foundation (www.roadmap2050.eu/).

³ Approved by Decree n. 86/CLE, 16 June 2015, in response to the recom-

- Barroca, B., Bernardara, P., Mouchel, J.M. and Hubert, G. (2006), "Indicators for identification of urban flooding vulnerability", *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, Vol. 6 No. 4, pp. 553-561.
- Commissione Europea (2013), *An EU Strategy on adaptation to climate change, COM(2013) 216*, Bruxelles, B. Available at: http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/com_2013_216_en.pdf (accessed on 12/10/2015).
- CoR (2011), *Adaptation to Climate Change: Policy instruments for adaptation to climate change in big European cities and metropolitan areas*, European Union, Committee of the Regions, Bruxelles, BE.
- D'Ambrosio, V. and Falotico, A. (2013), "Housing and industrial spaces. Climate change and strategies for urban regeneration", in Moccia, F.D. and Palestino, M.F. (Eds.), *Planning stormwater resilient urban open spaces*, vol. 3, pp. 178-192, Clean, Napoli, IT.
- EEA (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, European Environmental Agency, Copenhagen, DK.
- Haghighatafshar, S., La Cour Jansen, J., Aspegren, H., Lidström, V., Mattsson, A. and Jönsson, K. (2014), "Storm-water management in Malmö and Copenhagen with regard to climate change scenarios", *Journal of Water Management and Research (VATTEN)*, Vol. 70 No. 3, pp. 159-168.
- Hatvani-Kovacs, G. and Boland, J. (2015), "Retrofitting Precincts for Heatwave Resilience: Challenges and Barriers in Australian Context", *Challenges*, No. 6, pp. 3-25.
- Kaden, J., Bolle, L., Apicella, L., Ersoz, E., Golden, C., McClave, M., McEnerney, M., Seltzer, P., Stender, S. and Tu, C. (2014), *The long-term sustainability of the two bridges waterfront community*, Columbia University.
- IPCC (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)], IPCC, Genève, CH.
- Losasso, M. (2012), "Local resources and sustainable building technologies", *BDC - Bollettino Del Dipartimento di Conservazione dei Beni Architettonici ed Ambientali dell'Università degli Studi di Napoli Federico II*. Vol. 12, pp. 1089-1093.
- MATTM - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2013), *Elementi per una Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*, available at: <http://www.minambiente.it/pagina/adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0> (accessed on 15/10/2015).
- MATTM - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2015), *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*, available at: <http://www.minambiente.it/pagina/adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0>, (accessed on 15/10/2015).
- Mees, H.L.P., Driessen, P.P.J. and Runhaar, H.A.C. (2014), "Legitimate adaptive flood risk governance beyond the dikes: the cases of Hamburg, Helsinki and Rotterdam", *Reg. Environ. Change*, No. 14, pp. 671-682.
- Moccia, F.D. and Palestino, M.F. (Eds.) (2013), *Planning stormwater resilient urban open spaces*, Clean, Napoli, IT.
- Reckien, D., Flacke, J., Dawson, R.J., Heidrich, O., Olazabal, M., Foley, A., Hamann, J.P., Orru, H., Salvia, M., De Gregorio Hurtado, S., Geneletti, D. and Pietrapertosa, F. (2014), "Climate change response in Europe: what's the reality? Analysis of adaptation and mitigation plans from 200 urban areas in 11 countries", *Climatic Change*, No. 122, pp. 331-340.
- Scheid, C., Schmitt, T.G., Bischoff, G., Hüffmeyer, N., Krieger, K. Waldhoff, A. and Günner, C. (2013), GIS-based methodology for pluvial flood risk analysis in Hamburg, *Proceedings of 8th International Conference NOVA-TECH 2013, planning and technologies for sustainable urban water management*, 24-27 June 2013, Lyon, FR.
- Schmidt-Thome, P. and Greiving, S. (2013), *European Climate Vulnerabilities and Adaptation: A Spatial Planning Perspective*, Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- UCCRN (2015), *Climate Projections for East Napoli, Italy*, Internal Report February 2015, Urban Climate Change Research Network, NASA-GISS - Goddard Institute for Space Studies.
- UCCRN (2011), *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*, Urban Climate Change Research Network, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- UN Habitat (2011), *Cities and climate change*, Gutenberg Press, Malta, M.
- Zuccaro, G. and Leone, M.F. (2014), "La mitigazione del rischio vulcanico come opportunità per una città ecologica e resiliente / The mitigation of volcanic risk as opportunity for an ecological and resilient city", *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, No. 7, pp. 101-107.
- Zuccaro, G. Cacace, F. Spence, R.J.S. and Baxter P.J. (2008), "Impact of explosive eruption scenarios at Vesuvius", *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, No. 178, pp. 416-453.

policies a shared planning process, already in the preliminary stages of local planning instruments preparation.

⁹ The DiARC (Department of Architecture of the University of Naples Federico II) research team is composed by V. D'Ambrosio (scientific coordination), R.A. Genovese, M. Losasso, A. Maglio, F.D. Moccia, F. Palestino, S. Sessa, F. Visconti, M.F. Leone, C. Aprea, A. Arena, E. Bassolino, C. Visconti.

¹⁰ With pluvial flood is here intended a local flooding due to heavy rains, usually concentrated in a reduced period of time, in areas topographically depressed compared to the surrounding areas and often with inadequate drainage systems. Heat waves occur when very high temperatures are recorded for several consecutive days, often associated with high humidity, high solar radiation and no ventilation, representing a risk to the health of the population. The heat waves

and levels of health risk are defined in relation to the climatic conditions of a particular city (see Italian Ministry for Health, <http://www.salute.gov.it>).

¹¹ Data from Terna, the national electricity grid manager, in July 2015 reveal a demand for electricity for 32.0 billion kWh, representing an increase of 13.4% compared to July 2014; the maximum consumption ever recorded in absolute terms and in percentage increase. About heat waves, in 2003 there were approximately 20,000 deaths in Italy and in 2015 the mortality increase recorded in cities such as Turin, for health diseases is close to 30%.

¹² Ministry of Health, *Guidelines for the prevention of heat effects on health*, 2013 (Ministerial Decree 26/05/2004).

¹³ The phenomenon is due to several factors related to socio-economic and geographic aspects, as well as conditions of the built environment (low income,

unemployment, size and household composition, geographic location and climatic differences, energy inefficiency of housing). According to Istat, in 2013 in Italy 12.6% of families lived in relative poverty and 7.9% in absolute poverty. This figure is more prevalent in the South, between the larger families (see Rugiero S., G. Travaglino, *Fuel poverty: definition, dimension and policy proposals for Italy. Research Report n. 2/2014*, Bruno Trentin Association).

¹⁴ Such as CMCC - Euro-Mediterranean Centre on Climate Change (AdBCC 2014) and NASA-GISS - Goddard Institute for Space Studies (UCCRN 2015).

¹⁵ See Climate-Adapt (climate-adapt.eea.europa.eu) and Climate-KIC (www.climate-kic.org).

¹⁶ Including ENVI-met for the control of outdoor thermal comfort; SWMM for the control of rainwater drainage capacity; ANIT-Pan6 and TERMUS

for the definition of the energy performance of the building envelope and the energy consumption of buildings.

¹⁷ See, among others, Schmidt-Thome and Greiving 2013; Barroca et al. 2006; Scheid et al. 2014; Hatvani-Kovacs and Boland 2015.

¹⁸ See Green Building Council Italy - GBC Italy, www.gbcaitalia.org, and ITACA - Institute for Innovation and the Transparency of Procurement and Environmental Compatibility, www.itaca.org.

¹⁹ The activity of vulnerability classes definition in relation to the elements of the urban system exposed to climate hazard is developed by DiARC with the support of PLINIVS Research Center (Hydrogeological, Volcanic and Seismic Engineering) - Interdepartmental Research Centre Laboratory of Urban and Regional Planning Raffaele d'Ambrosio (LUPT) of the University of Naples Federico II.