

# TECHNE

Journal of Technology for Architecture and Environment

15 | 2018

Poste Italiane spa - Tassa pagata - Piego di libro  
Aut.n. 072/DCB/FI/VF del 31.03.2005

on line ISSN 2239-0243



# RESILIENZA ARCHITETTONICA

architectural resilience



SIT<sub>dA</sub>

# TECHNE

Journal of Technology for Architecture and Environment

Issue 15  
Year 8

**Director**  
Maria Teresa Lucarelli

**Scientific Committee**  
Ezio Andreta, Gabriella Caterina, Pier Angiolo Cetica, Gianfranco Dioguardi, Stephen Emmitt, Paolo Felli, Cristina Forlani, Rosario Giuffr , Lorenzo Matteoli, Achim Menges, Gabriella Peretti, Milica Jovanovi -Popovi , Fabrizio Schiaffonati, Maria Chiara Torricelli

**Editor in Chief**  
Emilio Faroldi

**Editorial Board**  
Ernesto Antonini, Eliana Cangelli, Tiziana Ferrante, Massimo Lauria, Elena Mussinelli, Riccardo Pollo, Marina Rigillo

**Assistant Editors**  
Alessandro Claudi de Saint Mihiel, Paola Gallo, Francesca Giglio, Maria Pilar Vettori

**Editorial Assistants**  
Viola Fabi, Serena Giorgi, Flavia Trebicka Valentini Puglisi

**Graphic Design**  
Veronica Dal Buono

**Editorial Office**  
c/o SITdA onlus,  
Via Toledo 402, 80134 Napoli  
Email: [redazionetechne@sitda.net](mailto:redazionetechne@sitda.net)

**Issues per year: 2**

**Publisher**  
FUP (Firenze University Press)  
Phone: (0039) 055 2743051  
Email: [journals@fupress.com](mailto:journals@fupress.com)

Journal of SITdA (Societ  Italiana della Tecnologia dell'Architettura)



# SIT<sub>d</sub>A

Società Italiana della Tecnologia  
dell'Architettura



# RESILIENZA ARCHITETTONICA ARCHITECTURAL RESILIENCE

## NOTA NOTE

- 7 | Nota  
Note  
Maria Teresa Lucarelli

## PROLOGO PROLOGUE

- 9 | Equilibrio dinamico. Mutazioni e proiezioni della nuova architettura  
*Dynamic balance. Developments and predictions in current architecture*  
Emilio Faroldi

## DOSSIER a cura di/edited by Mario Losasso

- 16 | Progetto, Ambiente, Resilienza  
*Design, Environment, Resilience*  
Mario Losasso
- 21 | Riflessioni su un percorso storico-critico. Dalla pianificazione economico-sociale del XX secolo alla resilienza degli anni 2.0  
*Observations regarding a historical/critical process. From 20th-century socio-economic planning to resilience in the 2.0 era*  
Ferdinando Terranova
- 27 | Is there something we can do? Le città del Mediterraneo di fronte al cambiamento climatico  
*Is there anything we can do? Mediterranean cities in the face of climate change*  
Josep Bohigas, Marc Montlleó
- 31 | Resilienza e progetto urbano: cosa ci insegnano le alluvioni del 2016 in Francia?  
*Resilience and urban design: what does the French flood of 2016 teach us?*  
Bruno Barroca, Chantal Pacteau
- 39 | Ripensare la resilienza, progettare la città attraverso il suo metabolismo  
*Rethinking resilience, design the city through its metabolism*  
Michelangelo Russo
- 45 | Non muri sed mentes. Progettare, trasgredire e tutelare  
*Non muri sed mentes. Designing, transgressing, and protecting*  
Andrea Sciascia
- 51 | La resilienza verso eventi estremi come chiave della sostenibilità delle città del futuro  
*Resilience to extreme events as a requirement for sustainability of future cities*  
Domenico Asprone, Gaetano Manfredi
- 55 | Materiali nel design e resilienza  
*Material in design and resilience*  
Niccolò Casiddu
- 60 | Resilienza e cultura tecnologica: la centralità del metodo  
*Resilience and technological culture of design: the centrality of method*  
Maria Teresa Lucarelli, Marina Rigillo

## SCATTI D'AUTORE ART PHOTOGRAPHY a cura di/edited by Marco Introini

- 65 | Pietra di Langa  
*Langa Stone*

## CONTRIBUTI CONTRIBUTIONS

## SAGGI E PUNTI DI VISTA ESSAYS AND VIEWPOINTS

- 71 | Sistemi a esoscheletro adattivo per la resilienza dell'ambiente costruito  
*Adaptive exoskeleton systems for the resilience of the built environment*  
Oscar Eugenio Bellini, Alessandra Marini, Chiara Passoni

- 81 | Il patrimonio delle comunità resilienti. Mappe e codici nell'Italia dei terremoti  
*The heritage of resilient communities. Maps and codes in Italy's earthquake zones*  
Emilia Corradi, Andrea Gritti
- 92 | Scenario's evaluation by design. Un approccio "per scenari" al tema della resilienza  
*Scenario's evaluation by design. A "scenarios approach" to resilience*  
Roberto Di Giulio, Luca Emanuelli, Gianni Lobosco
- 101 | Anticipazione progettuale come strumento per la resilienza sociale dell'ambiente costruito  
*Project anticipation as a tool for built environment social resilience*  
Daniele Fanzini, Irina Rotaru
- 108 | Problematiche di conservazione nell'area di Fener - Balat, nel contesto della resilienza  
*Conservation issues in Fener - Balat region in the context of resilience*  
Emre Kishali, Elisabetta Rosina
- 116 | Il ruolo delle Nature-Based Solutions nel progetto architettonico e urbano  
*The role of Nature-Based Solutions in architectural and urban design*  
Elena Mussinelli, Andrea Tartaglia, Luca Bisogni, Sergio Malcevski
- 124 | Knowledge management e resilienza dei sistemi urbani e territoriali  
*Knowledge management and resilience of urban and territorial systems*  
Giancarlo Paganin, Cinzia Talamo, Nazly Atta
- 134 | The third space\_tra terra e mare  
*The third space between land and water*  
Marina Tornatora
- 143 | L'esperienza del Regenerative Design nel dibattito su ambiente costruito e resilienza  
*The Regenerative Design experience in the built environment and resilience discussion*  
Corrado Trombetta
- 153 | Resilienza ed economie green per il futuro dell'architettura e dell'ambiente costruito  
*Resilience and green economies for the future of architecture and the built environment*  
Fabrizio Tucci

## RICERCA E SPERIMENTAZIONE RESEARCH AND EXPERIMENTATION

- 165 | Infrastrutture sportive complesse e resilienza urbana: tecnologie e paradigmi  
*Complex sports infrastructure and urban resilience: technologies and paradigms*  
Davide Allegri, Maria Pilar Vettori
- 175 | Progetto MoNGUE per lo sviluppo sostenibile del Mozambico  
*MoNGUE project for the sustainable development of Mozambique*  
Liala Baiardi, Valentina Puglisi
- 184 | Resilienza e sostenibilità per il riuso del patrimonio costruito  
*Resilience and sustainability for the reuse of cultural heritage*  
Daniela Besana, Alessandro Greco, Marco Morandotti
- 193 | Bologna città resiliente: dal piano di adattamento alle azioni locali  
*Bologna resilient city: from the adaptation plan to local actions*  
Andrea Boeri, Giovanni Fini, Jacopo Gaspari, Valentina Gianfrate, Danila Longo
- 203 | Metodologia circolare site-specific per la resilienza dei quartieri urbani: il Green City Circle  
*Site-specific circular methodology for the resilience of existing districts: the Green City Circle*  
Saveria Olga Murielle Boulanger, Marco Marcatili
- 212 | Sant'Agabio Resiliente: inclusione e solidarietà per l'ambiente urbano  
*Sant'Agabio Resiliente: inclusion and solidarity for the urban environment*  
Paolo Carli, Luca Maria Francesco Fabris, Guido Granello
- 219 | Il costruito come fattore di rischio urbano  
*Buildings as an urban risk factor*  
Roberto Castelluccio
- 228 | Sistemi prefabbricati ad alta resilienza per l'edilizia industriale in aree sismiche  
*High resilience prefabricated systems for the industrial buildings in seismic areas*  
Eleonora Chesi, Paola Perazzo, Chiara Calderini, Andrea Giachetta
- 237 | Valutare la vulnerabilità urbana ai cambiamenti climatici e alle isole di calore urbano  
*Assessing climate change and urban heat island vulnerabilities in a built environment*  
Giacomo Chiesa, Massimo Palme

- 246 | Vulnerabilità climatica, scenari di impatto e strategie di adattamento per la città resiliente  
*Climate vulnerability, impact scenarios and adaptation strategies for resilient cities*  
Valeria D'Ambrosio
- 257 | Resilienza urbana dei centri storici italiani. Strategie di pianificazione preventiva  
*Urban resilience in the historical centres of Italian cities and towns. Strategies of preventative planning*  
Alessandro D'Amico, Edoardo Currà
- 269 | Workflow computazionale per architetture resilienti  
*Computational workflow for resilient architectures*  
Angelo Figliola, Monica Rossi
- 279 | Ripensare il margine: ambiente costruito e resilienza nella città informale  
*Rethinking the edge: the built environment and resilience in the informal city*  
Paola Gallo, Rosa Romano
- 291 | Impatti ambientali LCA del patrimonio residenziale europeo e scenari di prevenzione  
*LCA environmental impacts of Europe's housing stock and prevention scenarios*  
Monica Lavagna, Serenella Sala
- 299 | Metodi progettuali multiscalari e mitigazione adattiva per la resilienza climatica delle città  
*Multi-scale and adaptive-mitigation design methods for climate resilient cities*  
Mattia Federico Leone, Jeffrey Raven
- 311 | Resilienza e strategie di trasformazione per una qualità dell'abitare in divenire  
*Resilience and transformation strategies for a becoming housing quality*  
Luciana Mastrodonardo, Donatella Radogna, Manuela Romano
- 323 | La resilienza del curtain wall ad eventi atmosferici eccezionali  
*Exceptional atmospheric events resilience of the curtain wall*  
Angela Mejorin, William Douglas Miranda, Dario Trabucco
- 331 | Progettare la resilienza: un contributo al City Resilience Framework  
*Designing resilience: a contribution to the City Resilience Framework*  
Ilaria Montella, Chiara Tonelli
- 341 | Reti Bayesiane come resilience tool per processi decisionali in condizioni di incertezza  
*Bayesian networks as a resilience tool for decision-making processes in uncertainty conditions*  
Federico Novi
- 348 | Resilienza e ambienti urbani aperti. Misure di adattamento e di mitigazione a confronto  
*Resilience and open urban environments. Comparing adaptation and mitigation measures*  
Paola Marrone, Federico Orsini
- 358 | Un rating system per la resilienza degli edifici  
*A rating system for building resilience*  
Fulvio Re Cecconi, Nicola Moretti, Sebastiano Maltese, Mario Claudio Dejacó, John M. Kamara, Oliver Heidrich
- DIALOGHI *DIALOGUES* a cura di/edited by Maria Pilar Vettori
- 366 | Resilienza fra competenze multidisciplinari e coscienza collettiva  
*Resilience: a combination of multidisciplinary expertise and collective consciousness*  
Un Dialogo tra | A *Dialogue between* Laura Daglio e | and Piero Pelizzaro
- 373 | RECENSIONI *REVIEWS* a cura di/edited by Francesca Giglio
- 375 | Gunter Pauli, *Blue Economy 2.0. 200 progetti implementati, 4 miliardi di dollari investiti, 3 milioni di nuovi posti di lavoro creati*  
Donatella Radogna
- 377 | Ernesto Antonini, Fabrizio Tucci (a cura di), *Architettura, Città e Territorio verso la GREEN ECONOMY*  
Teresa Villani
- 379 | Filippo Angelucci, Rui Braz Afonso, Michele Di Sivo, Daniela Ladiana, *The technological design of resilience landscape. Il progetto tecnologico del paesaggio resiliente*  
Antonella Violano



Maria Teresa Lucarelli, Presidente SITdA

Dipartimento Architettura e Territorio, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Italia

mtlucarelli@unirc.it

Raccogliendo la linea culturale e scientifica che ne ha caratterizzato i primi sette anni di vita, con quindici numeri all'attivo, si apre con questo numero una nuova fase per TECHNE, con un nuovo Board e una nuova Direzione. La Rivista si conferma, dunque, un valido strumento di promozione dell'immagine e dell'attività della SITdA non solo come luogo dove gli avanzamenti e gli esiti delle ricerche trovano l'opportuna visibilità ma anche come sede di un dibattito culturale capace di indirizzare la Tecnologia dell'Architettura e la Società verso nuove sfide scientifiche e operative.

Le intuizioni e le scelte originarie di pubblicare una Rivista per «...dare visibilità ai concetti, agli approcci e alle conoscenze connotanti una comunità scientifica ... per contribuire, attraverso le ricerche e le sperimentazioni pubblicate, ad alimentare un sapere di base che supporta la ricerca applicata e il trasferimento tecnologico»<sup>1</sup> si sono dimostrate lungimiranti consentendo, oggi, a TECHNE di acquisire un riconoscimento pieno ed una visibilità ampia a livello nazionale ed un interessante riscontro, in ascesa, a livello internazionale. Di questo va fatto un doveroso ringraziamento a chi ci ha preceduto nella Direzione – Paolo Felli, Roberto Palumbo, Mario Losasso – e ai due Editor in Chief, Chiara Torricelli ed Emilio Faroldi, fondamentali per i risultati ottenuti, il cui impegno attento e costante ha consentito alla Rivista di attestarsi tra le più accreditate tra quelle open access del settore Ingegneria Architettura.

Un'eredità importante che impone obiettivi alti ed ambiziosi, se pur con tutte le difficoltà in cui versa la ricerca nel nostro Paese. La positiva valutazione acquisita consente quindi di consolidare la struttura della Rivista che rimane sostanzialmente la stessa nell'impostazione delle sue parti principali, dedicati alla *Ricerca*

e ai *Saggi critici*, riproponendo il *Dossier* come luogo di dibattito tra esperti di discipline prevalentemente esterne all'Area; si accresce di qualche ulteriore approfondimento nella parte dedicata ai *Dialoghi* e alla *Recensioni* e si arricchisce, se pur di poche pagine e a partire dal prossimo numero, di una nuova rubrica riservata all'*Innovazione e sviluppo industriale* che consente di guardare a quelle realtà produttive in cui l'innovazione tecnologica e la ricerca che la sottende, rappresentano un valore aggiunto per l'intera filiera del mondo delle costruzioni.

Ogni numero si aprirà con una *Nota* nella quale, brevemente, si darà conto delle ragioni della scelta dell'argomento, individuato di volta in volta per l'attualità del tema, per la significatività e/o per il valore culturale e scientifico che rappresenta, per il riposizionamento delle tematiche proprie della Disciplina rispetto a nuovi scenari e, quindi, a nuovi fronti di indagine, per l'apertura ai temi, in continuo divenire, dell'innovazione tecnologica, guardando con attenzione al panorama nazionale ed internazionale della ricerca.

L'argomento del presente numero dedicato a “Ambiente costruito e Resilienza”, attuale e allo stesso tempo emergente, si inserisce in un preciso ambito di riflessione riportando contributi che affrontano il tema da diverse angolazioni e specificità di approccio, comunque inseriti nel dibattito nazionale ed internazionale. Una riflessione, dunque, che alla luce dei cambiamenti climatici sociali ed economici che caratterizzano significativamente questo inizio millennio può contribuire a rivedere/rileggere sia gli aspetti tecnologico-spaziali e ambientali del progetto, sia quelli materico-costruttivi del patrimonio esistente e conseguentemente «...a individuare le richieste di nuove prestazioni dell'abitare tanto nelle pratiche consolidate

## NOTE

Considering the cultural and scientific line that characterized the first seven years of life, with fifteen numbers in assets, with this issue opens a new phase for TECHNE, with a new Board and a new Directorate. Therefore, the Magazine is a valid instrument for promoting the SITdA's image and activity not only as a place where the progress and results of the research find the appropriate visibility, but also as a venue for a cultural debate able to direct the Technology of Architecture and the Company towards new scientific and operational challenges.

The original insights and choices to publish a Magazine for «... give visibility to the concepts, approaches and knowledge that characterize a scientific community ... to contribute, through research and experimentation published, to feed a basic knowledge that supports applied for research and tech-

nology transfer»<sup>1</sup> was forward thinking, allowing, now, at TECHNE a full recognition and wide visibility at the national level and an interesting response, on the rise, at an international level. Of this must be done a dutiful thanks to those who preceded us in the Direction – Paolo Felli, Roberto Palumbo, Mario Losasso – and for the two Editor in Chief, Chiara Torricelli and Emilio Faroldi, fundamental to the results obtained, whose careful and constant commitment has allowed the Magazine to become one of the most accredited open accesses in the Architectural Engineering sector.

An important heredity that imposes high and ambitious goals, not although the difficulties of the research in our Country.

The positive evaluation acquired allows us to consolidate the structure of the magazine which remains essentially

the same in the setting of its main parts, dedicated to the *Research* and to *Critical essays*, proposing again the *Dossier* to make debate between experts in disciplines mainly external to the area; it increases in the part dedicated to *Dialogues*, *Reviews* and, if only a few pages from the next issue, a new *Section* for the *Innovation and industrial development* which allows us to look at those productive realities in which technological innovation and the research, represent an added value for the production chain in the construction world. Each numbers will open with one *Note*, in which it will be given the reasons for the choice of topic, identified every time by the actualization of the topic, by significance and/or for the cultural and scientific value it represents, for the re-positioning of the issues specific to the *Discipline* with respect to new scenarios, the new investigative fronts

della conservazione quanto nella produzione e trasformazione dello spazio antropico»<sup>2</sup>.

Da qui la necessità di considerare la *resilienza* – al di là delle diverse accezioni del termine ormai largamente e trasversalmente usato in diversi ambiti sia scientifici che umanistici – un ritorno allo stato di equilibrio tra *adattamento* al fenomeno e *la mitigazione* dello stesso; un binomio inscindibile ed imprescindibile per affrontare opportunamente le criticità/fragilità in cui versa il “sistema” dell’ambiente costruito, sottoposto da molto tempo a stress cronici determinati dal degrado ambientale, fisico e sociale e, più recentemente, a eventi acuti causati dal *pluvial flooding*, da ondate di calore, da trombe d’aria, sempre più frequenti, da terremoti.

La fragilità e la vulnerabilità, conclamata, delle aree urbanizzate richiedono dunque l’adozione di strategie rivolte sia alla costruzione di appropriate politiche di intervento<sup>3</sup> sia alla messa a punto di metodologie e protocolli che consentano di far fronte alla obsolescenza tecnica e funzionale dell’edificato, fortemente legate al contesto di riferimento, con la previsione di interventi a basso impatto, flessibili come richiede il concetto stesso di resilienza, e in grado di sviluppare comportamenti adattivi alle sollecitazioni e allo stress.

Sebbene il termine per lo più identifichi situazioni critiche e/o di rischio, la resilienza può rappresentare anche un’opportunità: non solo interventi in emergenza ma innesco di processi di trasformazione dell’ambiente costruito proprio attraverso la conoscenza delle criticità e vulnerabilità di quel dato contesto, che tenga conto dell’attitudine resiliente del sistema analizzato. Considerazioni queste che spingono ad individuare scenari paradigmatici di *resilience thinking*, basati appunto sulla adattabilità e la

trasformabilità dei sistemi, attraverso cui perimetrare la posizione disciplinare della Progettazione Tecnologica e la riconoscibilità delle ricerche prodotte negli ultimi anni.

L’obiettivo è restituire in questo numero il dibattito sviluppatosi in seno all’Area con attenzione per le implicazioni connesse alla specificità della tradizione di ricerca disciplinare e agli approcci già sperimentati nei cluster tematici della società scientifica.

#### NOTE

1. Paolo Felli, *TECHNE*, Vol. 1, 2011.
2. Lucarelli-Rigillo, *TECHNE*, Vol. 15, 2017- call for paper.
3. 100 Resilient Cities, project of Rockefeller Foundation.

#### REFERENCES

- Arup & Partners (2014), *City Resilience Framework, for “100 Resilient Cities”* project of Rockefeller Foundation.
- EEA Report (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with support national and European policies*, No. 2, Copenhagen Inizio modulo.
- Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C.S. and Walker, B. (2002), *Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations*, Royal Swedish Academy of Sciences, *Ambio* Vol. 31 No. 5, August 2002.
- Lucarelli, M.T., D’Ambrosio, V. and Milardi, M. (2017), *Resilienza e adattamento dell’ambiente costruito. Architettura, Città e Territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.

and for the opening to the continuously evolving themes of technological innovation looking carefully at the national and international research.

The topic of this issue, dedicated to “Built environment and Resilience”, is current and at the same time emerging, it is part of a specific area of reflection, reporting contributions that address the theme from different angulation and specificities of approach, however included in the national and international debate. Hence, a reflection that in light of the social and economic climate changes, that characterize this beginning of the millennium, can contribute to reviewing/re-reading both the technological-spatial and environmental aspects of the project, both the material-constructive aspects of the existing heritage and consequently «... to identify the demands of new living performances both in the consolidated

practices of conservation both in the production and transformation of the anthropic space»<sup>2</sup>.

From here the need to consider the *resilience* – beyond the different meanings used in various scientific and humanistic fields – a return to the state of equilibrium between *adaptation* to the phenomenon and its *mitigation*; an inseparable and indispensable combination to face the criticality/fragility of the “system” of the built environment, subjected to chronic stress for a long time determined by environmental, physical and social degradation and, more recently, to acute events caused by *pluvial flooding*, heat waves, tornadoes, more and more frequent, by earthquakes.

The fragility and vulnerability of urban areas, therefore, require the adoption of strategies aimed both at the construction of appropriate policies of

intervention<sup>3</sup> and to the development of new methodologies both protocols that allow to cope with the technical and functional obsolescence of the building, strongly linked to the reference context, both with the provision of low impact interventions, flexible as the concept of resilience requires, and able to develop behaviour adaptive to solicitations and stress.

Although the term mostly identifies critical and/or risk situations, resilience can also represent an opportunity: not only intervention in emergency, but also the starter of processes of transformation of the built environment through the knowledge of the critical and vulnerability of that context, which considers the resilient attitude of the analysed system. These considerations lead to the identification paradigmatic scenarios of resilience thinking, based precisely on the adaptability and trans-

formability of the systems, to perimeter the disciplinary position of the Technological Design and the recognition of the researches produced in recent years.

The aim is to return in this issue the debate developed within the Area with attention to the implications related to the specificity of the tradition of disciplinary research and to the approaches already experimented in the thematic clusters of the scientific society.

#### NOTES

1. Paolo Felli, *TECHNE*, Vol. 1, 2011.
2. Lucarelli-Rigillo, *TECHNE*, Vol. 15, 2017- call for paper.
3. 100 Resilient Cities, project of Rockefeller Foundation.

Emilio Faroldi,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

emilio.faroldi@polimi.it

Un paradosso stimolante quello della modificazione dell'immagine della città, che si è evoluta dalle utopie d'inizio '900 alla *surmodernità* della metropoli contemporanea. Uno scenario di dinamiche che, invece di tendere alla programmazione e realizzazione di infrastrutture quali ossatura portante della città, plasmano il tessuto urbano tramite azioni e manifestazioni di carattere spontaneo ed entropico, ignorando l'importanza di una pianificazione dal carattere strategico che non rinunci a operare tramite «infrastrutture al servizio dell'equilibrio» (Pavia, 2015) ove la componente naturale incorpori la tecnologia e quella artificiale sia valorizzata dall'elemento naturale.

Gli ambienti antropizzati palesano la loro scarsa adeguatezza a rispondere ai livelli prestazionali, tecnologici e organizzativi connessi a una mutevole articolazione funzionale e comportamentale degli utenti e dei sistemi che caratterizzano le dinamiche urbane contemporanee.

Le recenti tendenze di urbanizzazione si stanno affermando con una sempre crescente rapidità tanto da prevedere, nell'anno 2035, una concentrazione nei contesti urbani formalizzati di oltre il settanta per cento della popolazione mondiale.

Tale fenomeno, unitamente a paralleli elementi strutturali connessi alla speculazione edilizia, al consumo di suolo, ai fenomeni di marginalizzazione, periferizzazione, frammentazione e dispersione dei tessuti urbani, evidenzia come la crescente pressione antropica stia contribuendo massivamente alla modificazione degli equilibri socio-ecologici degli scenari urbani globali. Tali fenomeni non possono non richiamare l'attenzione, da parte del dibattito scientifico e teorico, sulla necessità di una riflessione critica finalizzata a «una più vasta e capillare presa di coscienza

non solo della forma (estetica) del mondo, ma della forma (etica e politica) della società» (Settis, 2017).

Al concetto di *resilienza* viene spesso affiancato quello di *fragilità*. «Quand'è infatti che qualsiasi cosa: oggetto, struttura, regola, essere umano è fragile? Un'ovvia risposta può essere: quando non resiste alle scosse. Questo implica che questo oggetto - regola, struttura, essere umano - sia fortissimo: vale a dire capace di sfidare qualsiasi evento. Oppure, al contrario, quando sia elastica, e si pieghi alla pressione, e se del caso - una volta che questa sia superata - ritorni più o meno nella situazione precedente. Vale a dire - nel linguaggio oggi di moda, sia 'resiliente'. In proposito mi viene alla mente una poesia di La Fontaine, studiata a memoria da fanciullo: *Le Chêne et le Roseau*. La sfida tra la quercia e il canneto, e come la quercia si vantasse della sua forza; ma di fronte all'uragano era il canneto a resistere; perché le canne si piegavano senza andare a pezzi sotto la furia della tempesta, mentre la quercia alla fine giaceva al suolo spezzata. Di fatto, spezzarsi piuttosto che adattarsi alle mutevoli pressioni esterne, è talvolta considerato come titolo di merito; e non per nulla, un tempo, ne «La Stampa» di Torino, sotto il titolo del giornale, stava scritto: *frangar, non flectar*. Mi spezzero, ma non mi pieghero» (Villani, 2017).

In tale logica, momenti di crisi un tempo straordinari e tuttora non prefigurabili, assumono caratteri sempre più centrali ponendo l'accento sull'importanza di una strategica gestione dell'emergenza, dal punto di vista sia ecologico-ambientale, sia endogeno connesso alla gestione dell'emergenza medesima, tramite la capacità, da parte della società, di rispondere adattandosi al cambiamento.

Tali criticità permeano tutti i livelli della città complessa nel dispiegarsi dei suoi momenti, articolandosi tra criticità croniche

## DYNAMIC BALANCE. DEVELOPMENTS AND PREDICTIONS OF A NEW ARCHITECTURE

An intriguing paradox is what arises with the evolution of a city's image, from the utopias of the early Twenties to *supermodernity* of the contemporary metropolis. An interplay of dynamics which, instead of striving to plan and create infrastructures as part of the supporting structure of the city, weave the urban fabric with spontaneous and entropic interventions and events, neglecting the importance of a strategic plan which does not forsake the idea of operating with «infrastructures at the service of balance» (Pavia, 2015) where the natural component incorporates technology and the artificial component is in turn enhanced by nature.

Man-made environments betray their own ineptitude in responding to the performance, technological and organisational levels dependent on an ever-changing functional and behavioural articulation of users and sys-

tems, which define contemporary urban dynamics.

Recent urbanisation trends are rapidly becoming more and more common, to a point that it is predicted that by 2035 over seventy percent of the world's population will be concentrated in formalised urban contexts.

This phenomenon, along with parallel structural elements associated with building speculation, land consumption and the marginalisation, fragmentation and dispersion of the urban fabric, highlights how growing anthropic pressure is contributing massively to the shift in the socio-ecological balance at the heart of urban scenarios worldwide. These trends cannot but focus the attention of the scientific and theoretical community on the need for critical reflection, in order to reach «a broader and more capillary awareness regarding not only the (aesthetic) shape of the

world, but also the (ethical and political) shape of Society» (Settis, 2017).

The concept of *resilience* is often paired with that of *fragility*. «When is it indeed that anything: object, structure, rule, human being is fragile? An obvious reply could be: when it fails to hold up against stress. This would imply that this object - rule, structure, human being - is significantly strong: by which it is meant that it is able to face any challenge. Or, on the other hand, when it is elastic and can bend to pressure and then - having overcome it - returns to more or less the same state as before the pressure was applied. Such an object - to use a fashionable term - is, indeed, resilient. This reminds me of a poem by La Fontaine, which I learned by heart as a child: *Le Chêne et le Roseau*. The battle between the oak and the reed, and how the oak boasted about its



ed eventi non preventivabili che richiedono di «pensare al futuro senza prevederlo» (Blečić e Cecchini, 2016).

Siamo in presenza di «una condizione di emergenza diffusa che pervade tutti gli aspetti della qualità dell'abitare l'ambiente urbano. Emergenza non più circoscrivibile agli eventi calamitosi straordinari, ma estesa alla molteplicità delle condizioni ordinarie che assumono carattere critico e si trasformano in fattori cronici di rischio per le pratiche abitative, produttive e ricreative che si svolgono nella città» (Angelucci et al., 2015). In tale scenario, i temi della riqualificazione, della rigenerazione, della sostenibilità, dell'innovazione tecnologica, nelle loro più ampie accezioni, sembrano non essere adeguatamente sufficienti per comprendere compiutamente i fenomeni contemporanei e per suggerire efficaci pratiche di intervento.

Gli strumenti propri della nostra disciplina, parimenti alle istanze dell'urbanistica, dell'ingegneria, della pianificazione ambientale e del territorio, unitamente ai temi relativi alla *governance* di tali dimensioni – non posseggono i requisiti minimi per affermarsi in forma disciplinare riconosciuta all'interno dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito (Vanacore, 2017). All'interno dei ricchi percorsi di ricerca disciplinare e letteratura scientifica, sembra che dove ricorrono tematiche come “resilienza” e “sostenibilità” sia automatico trascurare temi quali le qualità estetiche dei luoghi urbani e dei paesaggi, sottovalutando l'importanza, proprio di fronte alle criticità dettate dal cambiamento, dell'«identità dell'idea progettuale» e del «disegno degli spazi tra le cose, della loro reciprocità, dell'idea di principio insediativo in quanto terreno del costruire» (Gregotti, 2014).

Una comune percezione della qualità estetica fondata sui concetti di misura e di ordine della città, nonché sulla centralità della

forma del territorio (Secchi, 2013), deve costituire la base e l'obiettivo di una visione progettuale in grado di gestire la molteplicità dei cambiamenti in modo non settoriale bensì unitario e sinergico.

Un concetto di città fondato sulla centralità del progetto, sulla base del quale l'impiego della tecnologia è orientato alla trasformazione dell'ambiente in modo responsabilmente adattivo, richiede una cultura del progetto intesa come capacità di governare i mutevoli livelli di complessità e conflittualità che caratterizzano la città contemporanea, facendo della reattività un valore integrato e non un limite alla qualità che l'*habitat* antropizzato reclama.

In forma sintomatica e parallelamente all'emergente insostenibilità dei luoghi del vissuto, si autogenera, in ambito scientifico, un «paradigma alternativo di non-equilibrio [...] dei sistemi» fondato sull'incertezza e sull'indeterminatezza dei sistemi urbani, naturali e culturali, divenendo quindi soggetti a cambiamenti imprevedibili (Ahern, 2011). Il medesimo concetto di *non-equilibrio*, quando applicato all'ambiente costruito, contribuisce ad accentuare il senso di imprevedibilità e indeterminatezza che situazioni di tale portata generano.

Difficile fornire una definizione univoca e solida di resilienza: ne è comunque parte integrante «la capacità degli individui, delle comunità, delle istituzioni e dei sistemi economici che compongono una città di sopravvivere, adattarsi e crescere indipendentemente da quale tipo di shock o stress hanno dovuto subire» (Arup, 2014).

In riferimento a ciò viene superato il paradigma della sostenibilità a favore di un “pensiero resiliente”, lasciando spazio a concetti e definizioni riferibili a sistemi dinamici. Il senso d'indetermi-

strength; however, during a hurricane it was the reed which held its ground; since the reed could bend without snapping under the fury of the storm, while the oak in the end was lying on the ground, broken. Indeed, to break rather than adapt to the surrounding ever-changing pressures is at times deemed to be a worthy attribute; in fact, there was a time when on Turin's «La Stampa», beneath the paper's title, was written: *frangar, non flectar*. I will break, but I will not bend» (Villani, 2017).

Thus, once rare but still unforeseeable moments of crisis become increasingly relevant, necessitating greater strategic management of emergencies, from both an ecological-environmental standpoint and an endogenous one associated with managing the emergency itself through Society's ability to respond by adapting to change.

These critical issues permeate every level of a complex city during its lifecycle, pendulating between chronic issues and unpredictable events which require the ability to «imagine the future without predicting it» (Blečić e Cecchini, 2016).

We are currently witnessing «a state of emergency which is spread across all qualitative aspects of inhabiting the urban environment. An emergency we can no longer associate with extraordinary calamities, but with the many ordinary conditions which have become critical, transforming into chronic risk components for living, productive and recreational activities which take place within the city» (Angelucci et al., 2015). It is in this context that themes of renovation, regeneration, sustainability, technological innovation, in their broadest terms, appear to no longer be sufficient to fully understand current

phenomena nor to suggest practical solutions.

The very tools of our line of work, as of town planning, engineering, environmental and territorial planning, along with their respective aspects of *governance* – lack the minimum requirements to be considered a recognised tradition in the constructed environment's stages of transformation (Vanacore, 2017). Among the abundant lines of research and scientific literature, it seems that when themes like “resilience” and “sustainability” crop up, other themes are automatically neglected, such as the aesthetic qualities of cityscapes and landscapes, which, knowing the critical issues now brought about by change, undermines the significance of the «identity of the project's idea» and of «designing spaces between objects, their mutuality, the concept of an inhabiting founda-

tion as a ground upon which to build» (Gregotti, 2014).

A common perception of a city's aesthetic qualities based on concepts of measure, order and the central role of the land's shape (Secchi, 2013), must become the basis and objective of a project able to respond to an ever-changing context, an approach which is not sectorial but unique and synergic. A city concept based on a centralised approach, for which the use of technology is focused on transforming the environment in a way which is responsibly adaptive, requires a new approach, able to manage the changeable levels of complexity and contention, typical in a contemporary city, by making responsiveness an integrated asset and not a quality limit as required by the man-made habitat.

A symptom which arises parallel with the emerging unsustainability of living

natezza proveniente dal fenomeno di scarsa prefigurabilità, suggerisce l'adozione di tecniche e strategie capaci d'integrarsi con le dinamiche di adattamento ai sistemi urbani e alla loro complessità e sovrapposizione, avanzando soluzioni di natura squisitamente processuale. «È dunque un principio, quello della modificazione, che rende solidale anche la nozione di urbanistica a quella di architettura, contro ogni specializzazione separatrice perché è il terreno su cui ambedue agiscono» (Gregotti, 2016).

Il pensiero resiliente implica, in tale logica, l'andare "oltre il reagire" tramite una metodologia di pianificazione produttiva in grado di considerare i problemi in modo sistemico, colmando le distanze disciplinari e aggregando i temi che si sviluppano all'interno dei sistemi urbani. L'approccio di matrice resiliente non si oppone ad approcci rigenerativi, innovazioni tecnologiche, politiche di sviluppo sostenibile, bensì supporta e potenzia tali ambiti alimentando approcci integrati tesi a rafforzare i sistemi e le loro relazioni interne ed esterne, contrastando le soluzioni rigide, e favorendo le connessioni molteplici.

L'interpretazione della città come un sistema gerarchico formato da sistemi interdipendenti, pertanto un «sistema di sistemi» (Reiner e McElvaney, 2017), richiede una lettura dell'ambiente costruito in stretta attinenza con un approccio dinamico che coinvolga, a tutti i livelli e a tutte le scale, la progettazione, costruzione e gestione delle infrastrutture e delle strutture, in un'ottica di sostenibilità globale degli interventi e degli effetti, diretti e indiretti, che le architetture e le macro-architetture provocano nei territori di competenza.

Al fine di individuare le vulnerabilità e sviluppare un approccio critico al tema, risulterà fondamentale cogliere i rapporti di dipendenza e di relazione tra i vari *layer* concettuali, proponen-

do una vera e propria pratica resiliente sulle infrastrutture che compongono i vari livelli dell'ambiente costruito. Un approccio che reclama «[...] nuove modalità concettuali al di là di quelle moderne, alla ricerca di una nuova sintesi, meno assoluta, tra la costruzione dello spazio e il suo significato, delineando nuovi strumenti teorici e operativi per affrontare le profonde mutazioni in un'epoca incerta [...]» (Cattaneo, 2015).

Riflettere sulla potenza della tecnica, che oggi sembra dominare (Severino, 1998; 2001; 2003), significa parimenti prendere coscienza del fatto che il potenziamento dell'apparato scientifico tecnologico del nostro tempo corrisponde a una sua autonomia dalla questione etica.

In riferimento alla disciplina architettonica, Giancarlo De Carlo, nell'Editoriale del primo numero del 1978 di «Spazio e Società», già anticipava alcuni temi ritrovati oggi in questo ampio dibattito. «L'architettura contemporanea tende a produrre oggetti mentre la sua più concreta destinazione è quella di generare processi. Si tratta di una contraffazione densa di conseguenze perché confina l'architettura in una banda assai limitata del suo intero spettro; perciò la isola, la espone ai rischi della subordinazione e delle manie di grandezza, la spinge verso l'irresponsabilità sociale e politica. La trasformazione dell'ambiente fisico passa attraverso una sequenza di eventi: la decisione di dar luogo a nuovo spazio organizzato, la rivelazione, il reperimento delle risorse necessarie, la definizione del sistema organizzativo, la definizione del sistema formale, le scelte tecnologiche, l'uso, la gestione, l'obsolescenza tecnica, il riuso, l'obsolescenza fisica. Questa concatenazione è l'intero spettro dell'architettura e ogni sua banda risente di quanto si verifica in tutte le altre. Accade anche che la cadenza, l'ampiezza e l'intensità delle varie bande siano diverse secondo le

spaces is the scientific occurrence of an «alternative paradigm of systemic imbalance [...]» which finds its foundation in the uncertainty and indeterminate qualities of urban, natural and cultural systems, which in turn become subject to unpredictable changes (Ahern, 2011). The concept of *imbalance* itself, when applied to the constructed environment, contributes to accentuating the sense of unpredictability and uncertainty which arise from such situations.

It is difficult to provide a definitive one-off definition of resilience: an integral part of the concept, however, must be «the ability of a city's individuals, communities, institutions and economic systems to survive, adapt and grow despite what kind of shock or stress they have undergone» (Arup, 2014).

It follows that the paradigm of sustainability must be overcome in favour of

“resilient thinking”, which leaves room for concepts and definitions which refer to dynamic systems. The feeling of uncertainty inherent in dealing with the unforeseeable, would suggest the use of techniques and strategies which can be integrated, along with ever-adapting dynamics, into urban systems, their complexity and interconnectedness, through exclusively process-based solutions. «Thus, the modification principal is such that it makes the notion of town planning subservient to that of architecture, ignoring all differences which arise from each notion's separate specialisation since they are both operating on the same playing field» (Gregotti, 2016).

The resilient thought process, by this logic, involves going “beyond reacting” through a productive planning methodology capable of considering problems systemically, bringing once sepa-

rate disciplines closer and aggregating the issues that arise from within urban systems. The resilient approach does not oppose regenerative approaches, technological innovations or sustainable development policies, rather it supports and empowers these aspects by inspiring integrated approaches aimed at strengthening systems along with their internal and external relationships, thus breaking away from rigid solutions and favouring multiple connections.

To interpret the city as a hierarchy composed of interdependent systems, as if it were a “system of systems” (Reiner and McElvaney, 2017), requires a reading of the constructed environment which is closely tied to a dynamic approach that includes, at every level and every scale, the planning, construction and management of infrastructures and structures, in view of the global

sustainability at the heart of the interventions and effects, be they direct or indirect, brought about by architecture and macro-architecture in the areas in question.

In order to identify the weaknesses and develop a critical approach to this issue, defining the relationships of interdependence and interconnectedness among the various conceptual layers will be fundamentally important, proposing a truly resilient approach towards the infrastructures which make up all the levels of a constructed environment. An approach which calls for «[...] new conceptual directions beyond the modern ones, in search for a new synthesis, less absolute, of space's construction and its meaning, defining new theoretical and operational tools with which to face the profound mutations of an age infused with uncertainty [...]» (Cattaneo, 2015).

circostanze e in relazione agli equilibri o agli squilibri dei contesti ai quali lo spettro corrisponde. Per di più ogni spettro non si esaurisce al termine della concatenazione dell'evento, perché i segni della sua esistenza – rovine e memoria – si proiettano su ulteriori eventi. L'architettura è coinvolta con la totalità di questo complesso svolgimento: il progetto che esprime è lo spunto di un processo di lunga portata e di rilevanti conseguenze» (De Carlo, 1978).

Il concetto di resilienza, nello scenario dell'architettura e dell'ambiente costruito, si inserisce con evidenza tramite una molteplicità di modi e scale diverse. Il nostro *habitat* sviluppa in modo parallelo un livello materiale e uno immateriale che, in uno scenario condiviso, assume un importante significato sociale ponendosi come supporto alla gestione dell'ambiente costruito. I differenti livelli del progetto e, nello specifico, del progettare resiliente, introducono ambiti di ricerca che si possono incardinare in taluni orientamenti: l'esigenza di operare secondo processi multidisciplinari capaci di affrontare i livelli di complessità multiscalare del tema; l'incidenza delle logiche insediative in relazione alla resilienza dei sistemi urbani; il ruolo dell'innovazione tecno-tipologica nei confronti della proprietà adattativa dei sistemi edilizi. Tali ambiti, vasti per portata tematica e per lettura trasversale, possono essere declinati in alcune specifiche dimensioni della *Tecnologia dell'Architettura*, ben individuate ed esplorate in occasione del convegno "Future Search Conference-Progettare resiliente" organizzato dalla Sitda, la Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura nel Marzo del 2017 e che questo volume propone di approfondire.

In maggior continuità con i temi propri della sostenibilità e della rigenerazione urbana, emerge un ulteriore filone di ricerca ricon-

ducibile al tema dello stato di emergenza, e conseguentemente alla progettazione e alla gestione *ex-post*. A tale ambito possono essere ricondotti gli interventi riferibili ai gradi d'adeguatezza che i sistemi urbani evidenziano in occasione dei tragici eventi sismici e/o ambientali avvenuti nel nostro paese negli anni recenti causando crolli, danni e situazioni di inabitabilità con gravi conseguenze dirette su persone e beni, nonché accompagnati da complicazioni sociali e ripercussioni economiche dirette e indirette, provocate da situazioni di totale impotenza di reazione.

Come si evince dall'*incipit* alla base del simposio, occorre trovare strategie per «ripristinare le condizioni di funzionalità e fruibilità dell'ambiente costruito in contesti caratterizzati da elevata fragilità, da fenomeni di degrado fisico-ambientale e/o obsolescenza tecnologica. La conoscenza dell'esistente, unita alla capacità di comprendere le ragioni dell'inadeguatezza e di individuare gli elementi e gli strumenti su cui puntare per riprogettare la resilienza, rappresentano gli elementi caratterizzanti dell'approccio esigenziale prestazionale, che opera in primo luogo nella prospettiva di valorizzare i fattori di resilienza intrinseci all'ambiente costruito, nei suoi aspetti materiali e immateriali (aspetti socio-culturali ed economici)».

Gli eventi spesso catastrofici a cui sono soggetti i territori urbanizzati hanno dato origine a un complesso e articolato dibattito sulle tecniche, di prodotto, di processo e di progetto, finalizzate alla riduzione della vulnerabilità dell'ambiente antropizzato e all'aumento del grado di resilienza. Allo stato attuale, rispetto al sistema consolidato delle città, l'approccio metodologico deve ramificarsi in complementari linee operative: gli scenari di rischio propongono la definizione di strategie di gestione legate alle emergenze, assumendo i caratteri di strumenti operativi e strategici.

To reflect on technology's potential, which today seems to dominate Society (Severino, 1998; 2001; 2003), means also to become aware of how the development of the scientific and technological aspect of our time corresponds to its independence from ethics.

Regarding architecture, in the Editorial piece in «Spazio e Società (Space and Society)»'s first issue from 1978, Giancarlo De Carlo had already identified some of the issues which today are key in this current debate. «Current architecture tends to produce objects when its most realistic purpose is to create processes. Such a criminal contradiction is ripe with consequences, since it confines architecture to just a limited section of its whole spectrum; this isolates it and exposes it to the risks of being subordinate to delusions of grandeur, pushing it towards social and political irresponsibility. The transfor-

mation of a physical environment takes place via a particular series of events: the decision to create a new organised space, the revelation, the procurement of necessary resources, the definition of the organisational system, that of the formal system, the technological choices, the use, management, its technical redundancy, the re-use and, finally, its physical redundancy. This chain of events represents architecture's entire spectrum and every section is influenced by what takes place during the others. Another possibility is that the frequency, width and intensity of the spectrum's various sections differ according to the circumstances and the balances or imbalances of each corresponding context. Furthermore, the spectrum does not end with the final stages of the above chain of events, since the signs of its existence – ruins and memory – are projected onto fur-

ther events. Architecture is involved in the entirety of this complex process: the project it represents is inspired by a process which is long and of great consequence» (De Carlo, 1978).

The concept of resilience, in terms of architecture and constructed environments, becomes an evidently important factor due to the multitude of different approaches and scales. At the same time, our habitat develops a material and immaterial level which, in a shared scenario, takes on an important social meaning supporting the management of a constructed environment. The different levels of planning and, specifically, of resilient planning, introduce lines of research which can be aligned with certain directions: the need to operate in accordance with multidisciplinary processes able to face the issue's levels of complexity on multiple scales; the effects of residency-related ideas on the

concept of resilience in urban systems; techno-typological innovation's role in adaptive property in building systems. These areas, which are vast in terms of the issues involved and in view of a horizontal reading, can be defined under specific concepts of *Architecture Technology*, which were successfully identified and explored during the "Future Search Conference-Progettare resiliente" conference, organised by the Italian Architecture Technology Society Sitda (Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura) in March 2017, and which this volume proposes to study further.

More in line with the themes of sustainability and urban renovation is another line of research which focuses on issues surrounding a state of emergency and therefore on planning and management after the fact. This area includes interventions which target the

Il tema introduce il concetto di qualità individuando negli interventi di ripristino e adeguamento le reali occasioni d'innalzamento del livello prestazionale di un sistema territoriale, urbano o edilizio, in risposta ai nuovi quadri esigenziali. Si tratta di cogliere e valorizzare le potenzialità che il progetto può offrire in termini non solo di ripensamento dei livelli prestazionali ma anche di miglioramento delle condizioni fisiche ed estetiche del costruito grazie a quella «armonia complessa derivante dall'interazione dialogica degli organismi edilizi» (Consonni, 2016).

Sempre negli obiettivi del convegno: «Ci si riferisce, ad esempio, ai temi della rigenerazione del costruito come reinterpretazione e attribuzione di nuovi significati e funzioni, valorizzando i caratteri identitari dello spazio antropico; o ancora al tema della fruibilità, che include aspetti quali l'accessibilità per tutti, il comfort o la gestione della sicurezza, non solo in condizioni di emergenza».

Risulta fondamentale ribadire il fatto che molti eventi improvvisi di natura climatico-ambientale, affrontati in un primo momento come traumatici, stanno spesso radicandosi nei contesti urbani consolidati, assumendo i citati caratteri di cronicità. Tra le varie linee di ricerca emergenti, un chiaro riferimento è riconducibile alla natura sistemica delle infrastrutture socio-ambientali ed economiche, con particolare connessione al loro essere pro-attive nella capacità di rigenerazione e adattamento alle sollecitazioni. In riferimento alla recente evoluzione in campo tecnologico inerente i processi di creazione e divulgazione della conoscenza, le tecnologie dell'informazione dovranno dimostrarsi reattive alle oscillazioni derivanti da stimoli esterni, sviluppando applicazioni innovative di *knowledge management*. Una tendenza atta a creare processi conoscitivi e decisionali nelle varie fasi di gestio-

inadequacy of urban systems made apparent during the recent tragic seismic and/or environmental events in our country over recent years, causing collapsing buildings, irreparable damage and residential areas to no longer be inhabitable, all with grave first-hand consequences to people and belongings, along with serious social complications and direct and indirect economic ramifications, due to cases of utter impotence and lack of reaction.

As is apparent in the preface, and overall core, of the symposium, there need to be strategies in place to «restore the conditions of functionality and usability of the constructed environment in contexts which are highly fragile, physically and environmentally deteriorating and/or technologically redundant. Knowledge of what already exists, combined with the ability to understand the reasons for such inade-

quacy and to identify the elements and tools with which it will become possible to rethink resilience, represent the key components to a necessary high-performance approach, aimed first and foremost at giving value to the resilient factors which are inherent to the constructed environment, both in its material and immaterial aspects (immaterial being the socio-cultural aspects)».

The often-catastrophic events which urbanised areas are subject to have given way to a complex and articulated debate regarding product, process and project techniques, aimed at reducing the man-made environment's vulnerability and increasing their resilience. Currently, with regards to the consolidated city system, the methodological approach must split into operative directions which are complementary to one another: the risk scenarios propose a definition of strategies for manage-

ne e trasformazione delle dinamiche socio-economiche.

La messa a sistema dei dati in ingresso, la loro diffusione e consultazione rappresenta una risorsa dall'elevata potenzialità nello sviluppare massa critica, soprattutto in relazione all'influenza che tale sistema possiede nel creare/modificare le relazioni tra i vari *stakeholder* di un ambito contestuale.

I temi coinvolti, di contemporanea ispirazione, risultano ben descritti nel programma del convegno organizzato dalla nostra Società Scientifica: «[...] il tema della partecipazione da intendersi oltre la mera costruzione del consenso, come azione finalizzata alla *capacity building* e a un coinvolgimento attivo e responsabile dell'utenza, che da fruitore di un bene/servizio divengono soggetti attivi nelle fasi di promozione, progettazione (*co-design*) attuazione e gestione (utenza adattiva) degli interventi, sperimentazione di metodi e pratiche progettuali "aperte" e di nuovi strumenti di gestione (*mass customization*, architettura *open source*, ICT, *smart city/smart home*, *building automation*, *robot oriented design*, *internet of things*). I fattori identitari che caratterizzano un edificio, un quartiere, un luogo o un intero territorio, il loro riconoscimento da parte delle comunità, e la prospettiva condivisa dei nuovi valori identitari da costruire rappresentano un riferimento fondamentale per il progettare resiliente, per far crescere la consapevolezza sociale e la responsabilità culturale necessarie allo svolgimento di un ruolo attivo nella gestione delle trasformazioni dell'ambiente costruito».

La metabolizzazione della conoscenza e delle relazioni introduce un secondo significativo, e forse più strategico, tema di indagine: quello della programmazione *ex-ante*. Elevato grado di indeterminatezza con cui si identificano i contesti contemporanei costringe a esplorare nuovi processi progettuali in grado di

ment which are tied to emergencies in the form of operational and strategic tools.

This issue brings us to the concept of quality, identifying interventions aimed at ensuring restored and adequate areas as the true opportunities to raise the performance level of the territorial, urban and construction systems, in response to recent needs. The aim is to seize and give value to the potential such a project can offer not only in terms of rethinking performance levels but also in terms of improving the physical and aesthetic conditions of buildings thanks to that «complex harmony which derives from the interactive dialogue between building organisms» (Consonni, 2016).

Another core objective of the conference: «We refer, for example, to the issues of building renovation as a reinterpretation and attribution of new

meaning and functions to the building, valuing the identity of the man-made space; or to the issue of usability, which involves aspects such as accessibility for all, comfort and safety protocols, not only in the case of emergencies».

It is fundamentally important to reiterate the fact that many sudden events of a climatic or environmental nature, faced at first as traumatic moments, are becoming increasingly chronic, at the roots of consolidated urban contexts. Among the various lines of research that are currently emerging, there is a clear reference to the systemic nature of social, environmental and economic infrastructure, with particular attention focused on their being proactive in renovating and adapting to stimulating events.

Regarding recent developments in technology for the creation and distribution of knowledge, information tech-

strutturarsi sull'indeterminatezza del futuro, costruendo un numero limitato di scenari alternativi e sviluppando attorno a essi i dispositivi più adatti a fronteggiarne l'evoluzione. La necessità di "gettare avanti" endogena al concetto di progetto, acquisisce una maggiore forza in presenza di elevati e/o assoluti livelli di indeterminatezze e impalpabilità dell'orizzonte.

Dalla comparazione dei diversi scenari è possibile operare una sintesi, identificare le priorità e analizzare il grado di reversibilità di alcune decisioni ed effettuare una valutazione preventiva dei principali impatti in grado di generare strategie più adattabili ai scenari futuri.

Ciò permette di «prefigurare i caratteri e i requisiti di resilienza che – attraverso la valutazione/mitigazione preventiva dei livelli di pericolosità – consentano a un sistema di far fronte alle trasformazioni delle condizioni di contesto per resistere a eventuali future variazioni degli standard qualitativi, di adattarsi ai cambiamenti intrinsecamente connessi all'invecchiamento e a processi di degrado fisiologico. Significa, pertanto, progettare la resilienza in termini di flessibilità, riflessività, ridondanza, diversità, robustezza, ecc., rafforzando la dimensione dinamica ed evolutiva dei sistemi e sottosistemi ambientali, edilizi e urbani, e consolidando la loro capacità di affrontare alterazioni e cambiamenti in modo proattivo, anche oltre il solo rispetto di specifiche normative e standard di legge».

A fronte delle tendenze individuate, emerge come il tema della resilienza ponga oggi i contesti della quotidianità al centro dei percorsi di ricerca. La città rappresenta il laboratorio privilegiato di sperimentazione in quanto «il linguaggio consolidato attraverso i secoli nella sfera estetica della città non è soltanto una declinazione artistica tra le tante ma il solo con il quale la *civitas*

nologies will need to be reactive to oscillations that can derive externally, by developing innovative applications for knowledge management. A tendency which is aimed at creating knowledge and decision-making processes during the various phases of management and transformation of socio-economic dynamics.

The systematic collection of input data, its distribution and consultation represent a resource of great potential for developing critical mass in relation to the influence that such a system has in creating and modifying relationships between the various stakeholders in such a context.

The more recent issues involved are very well described in the programme for the conference held by our Scientific Society: «[...] the issue of participation, to be intended as more than the mere formation of consent, as an action

aimed at capacity building and at the user's active and responsible involvement, who evolve from simply users of a product or service into active participants during the stages of promotion, planning (or co-designing), implementation and management (as adaptive users) of interventions, experimentation with "open" methods and planning exercises and new management tools (mass customization, open source architecture, ICT, smart city/smart home, building automation, robot oriented design, internet of things). The identifying components of a building, a neighbourhood, a place or even an entire territory, their recognition on behalf of communities and the shared prospect of new identifying values still to be formed all key aspects for resilient planning, for growing the necessary social awareness and cultural responsibility to take on an active role in man-

aging the constructed environment's transformations».

The assimilation of knowledge and relationships bring us to a second significant, perhaps more strategic, line of research: preventive planning. The high level of uncertainty inherent to our current situation forces us to explore new planning processes able to establish themselves with regards to an indeterminate future, building a limited number of alternative scenarios and developing for each the most adequate devices to withstand their development. The need to make a "leap of faith", inherent to the concept of planning, acquires an even greater meaning when the levels of uncertainty and unpredictability are so high and absolute when looking over the horizon.

By comparing different scenarios, it is possible to arrive to a result, identify the relevant priorities, assess the level

## REFERENCES

- Ahern, J. (2011), "From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world", *Landscape and Urban Planning*, Vol. 100, No. 4, pp. 341-343.
- Angelucci, F., Rui Braz, A., Di Sivo, M. and Ladiana, D. (2015), *The Technological Design of Resilient Landscape. Il progetto tecnologico del paesaggio resiliente*, Franco Angeli, Milano.
- Arup and The Rockefeller Foundation (2014), *City Resilience framework*, Report, April 2014 (Updated December 2015).
- Blečić, I. and Cecchini, A. (2016), *Verso una pianificazione antifragile. Come pensare al futuro senza prevederlo*, Franco Angeli, Milano.
- Cattaneo, E.C. (2015), *Weak City. Notes on Landscape Urbanism*, Babel.
- Consonni, G. (2016), *Urbanità e bellezza. Una crisi di civiltà*, Solfanelli, Chieti.
- De Carlo, G. (1978) "Editoriale", *Spazio e Società*, No. 1, gennaio 1978, p. 6.
- Gregotti, V. (2016), *Il futuro si costruisce giorno per giorno*, intervento all'incontro sul pensiero e l'opera di Bernardo Secchi, ciclo di conferenze "Città Bene Comune", IV edizione, 23 maggio 2016.

of reversibility for some decisions and put together a preventive evaluation of the main effects in order to formulate increasingly adaptable strategies for future scenarios.

This will allow us to «predict the aspects and requirements for resilience which – through the preventive assessment/mitigation of the level of danger – will allow a system to face condition transformations within its context and withstand any future variations of quality standards, to adapt to changes which depend intrinsically on ageing and physical deterioration. Therefore, this would mean to plan resilience in terms of flexibility, reactivity, redundancy, diversity, robustness, etc., strengthening the dynamic and evolutionary side of environmental, building and urban systems and subsystems, and consolidating their ability to face alterations and changes in a proactive manner,

- Gregotti, V. (2014), *Il possibile necessario*, Bompiani, Milano.
- Milani, R. (2015), *L'arte della città. Filosofia, natura, architettura*, il Mulino, Bologna.
- Pavia, R. (2015), *Il passo della città. Temi per la metropoli futura*, Donzelli, Roma.
- Reiner, M. and McElvaney, L. (2017), "Foundational infrastructure framework for city resilience", *Sustainable and Resilient Infrastructure*, Vol. 2, No. 1, pp. 1-7.
- Romano, M. (2008), *La città come opera d'arte*, Einaudi, Torino.
- Secchi, B. (2013), *La città dei ricchi e la città dei poveri*, Laterza, Roma-Bari.
- Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling. Ethics for the City*, Penguin Books, New York, USA.
- Settis, S. (2017), *Architettura e democrazia. Paesaggio, città, diritti civili*, Einaudi, Torino.
- Severino, E. (1998), *Il destino della tecnica*, Rizzoli, Milano.
- Severino, E. and Irti N. (2001), *Dialogo su diritto e tecnica*, Laterza, Roma-Bari.
- Severino, E. (2003), *Tecnica e architettura*, Raffaello Cortina, Milano.
- Vanacore, R. (2017), "La città fragile", *Domus*, No. 1017, pp. 40-42.
- Villani, A. (2017), *Pianificazione antifragile, una teoria fragile*, in Casa della Cultura, available at: <http://www.casadellacultura.it/688/pianificazione-antifragile-una-teoria-fragile> (accessed 1 March 2018).

even if only beyond the respect of specific rules and legal standards». Before the identified trends, what emerges is the theme of resilience and how it places the contexts of daily life at the core of current research. The city is the privileged laboratory for experimentation in so much as «the language, consolidated over the centuries, in the field of city aesthetics is not only one of many artistic declinations but the only one with which the *civitas* may express its feeling of citizenship and recognition of its citizens' dignity» (Romano, 2008). To overcome the static aspect of sector-specific views, means to acknowledge the city as an open system in which the quality of life not only depends on socio-anthropological dynamics or economic policies but also on how the urban system is physically configured (Sennett, 2018). Thus, a resilient approach towards reality must strive

to identify ways to cope with change, not to be considered as an imbalance but as the manifestation of a "dynamic balance", without forgetting the permanent aspect which every project enacts upon a constructed environment.

Mario Losasso,

Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II, Italia

losasso@unina.it

## Resilienza e ambiente costruito

Nella sua accezione generale, il concetto di resilienza rappresenta la capacità di un sistema di rigenerarsi e riorganizzarsi in seguito a un evento avverso. I sistemi socio-ecologici presentano gradi di resilienza proporzionali alla quantità di perturbazione che il sistema può assorbire, alla sua capacità di auto-organizzarsi, di apprendere e di adattarsi (Mezzi e Pelizzaro, 2016). Recentemente, il dibattito culturale e scientifico sulla resilienza ha progressivamente interessato numerosi campi del sapere e scenari di *resilience thinking* si sono sviluppati nel contesto delle discipline focalizzate sull'ambiente costruito. Fra queste, l'architettura si relaziona alle strategie di previsione e prevenzione, all'adattamento agli impatti, alla riduzione delle vulnerabilità e alla programmazione di misure per la mitigazione dei rischi.

L'obiettivo del Dossier è quello di inquadrare i termini del dibattito che contribuiscono da più punti di vista al tema della resilienza riferito ai rischi naturali e antropici, mettendo in evidenza e a confronto diverse accezioni del concetto, in rapporto sia alle tematiche ambientali, sia alle varie scale fra loro interconnesse e ai vari fenomeni impattanti. Comprendere come incrementare la resilienza, simularne le ricadute e misurarla negli effetti attesi, costituisce un impegno non più emendabile nel campo della governance dei processi e della gestione di programmi, progetti e interventi. Diverse accezioni possono essere messe a confronto, sia in rapporto alle molteplici tematiche ambientali, sia alle varie scale fra loro interconnesse (territoriale, urbana, edilizia) e ai vari fenomeni impattanti. L'entità degli effetti che un potenziale fattore di pericolo può generare sull'ambiente costruito è riferita da un lato alla predisposizione intrinseca del contesto a subire

danni di natura antropica o naturale, dall'altro al suo grado di resilienza e alla sua capacità di adattamento (Losasso, 2016). In particolare, nei sistemi complessi la capacità adattiva si evidenzia nell'attitudine ad apprendere dall'esperienza, ad elaborare informazioni e ad adattarsi ai mutamenti (Galderisi, 2014).

La resilienza di territori, città ed edifici rappresenta la nuova sfida nell'attuale società del rischio, in cui è necessario coniugare progettualità e innovazione in riferimento alle capacità conservative, adattive, reattive e rigenerative volte a minimizzare gli impatti e le vulnerabilità derivanti da eventi estremi. Il tema della resilienza riferito ai rischi naturali e antropici si collega alle condizioni funzionali-spaziali e ambientali, agli aspetti processuali e di governance, a quelli tecnico-costruttivi, che richiedono l'attuazione di strategie di previsione e prevenzione, l'adattamento agli impatti, la riduzione delle vulnerabilità e la programmazione di misure di mitigazione.

## Molteplici approcci disciplinari

Nel panorama degli ambiti scientifici che operano sull'ambiente costruito, le varie posizioni focalizzano diverse accezioni di resilienza all'interno di assetti multiscalarari e interdisciplinari. Numerosi campi sono coinvolti in una interessante progressione dei concetti, da quello urbanistico, della progettazione tecnologica e ambientale, della progettazione urbana e della progettazione strutturale fino a quelli socio-economici e infrastrutturali.

In maniera trasversale, i nuovi scenari produttivi di Industria 4.0 guardano all'evoluzione della digitalizzazione dei processi e dei progetti e alla loro interazione con la resilienza sociale, nell'auspicabile transizione da modelli neoliberalistici verso nuove forme

## DESIGN, ENVIRONMENT, RESILIENCE

### Resilience and built environment

In its general meaning, the concept of resilience represents the ability of a system to regenerate and reorganize itself as a consequence of an adverse event. Socio-ecological systems have degrees of resilience proportional to the amount of perturbation that the system can absorb, to its ability in self-organization, to learn and adapt (Mezzi and Pelizzaro, 2016). Recently, the cultural and scientific debate on resilience has progressively affected many fields of knowledge. Resilience thinking scenarios have developed in the context of disciplines focused on the built environment. Among these, the architecture relates to strategies of forecasting and prevention, to adaptation to impacts, to reduction of vulnerabilities and to planning specific measures for risk mitigation.

The aim of the Dossier is to frame the terms of the debate that contribute to

the issue of resilience in relation to natural and anthropic risks, highlighting and comparing different meanings of the concept, in relation both to environmental issues and to various interconnected scales and impacting phenomena. Understanding how to increase resilience, simulate its impact and measure it in the expected effects, is a commitment that can no longer be amendable in the field of process governance and in programs, projects and interventions management. Different meanings can be compared, both in relation to the many environmental issues, to the various interconnected scales (territorial, urban, building) and to the different impacting phenomena. The extent of the effects that a potential danger factor can generate on the built environment refers, on the one hand, to the intrinsic predisposition of the context to suffering anthropogenic

or natural damage, on the other to its degree of resilience and its capacity for adaptation (Losasso, 2016). In particular, in complex systems the adaptive capacity is shown in the aptitude to learn from experience, to elaborate information and to adapt to changes (Galderisi, 2014).

The resilience of territories, cities and buildings represents the new challenge in the current risk society, in which it is necessary to combine planning and innovation in reference to conservative, adaptive, reactive and regenerative capacities aimed at minimizing the impacts and vulnerabilities due to extreme events. The issue of resilience related to natural and anthropic risks is linked to the functional-spatial and environmental conditions, to the procedural and governance aspects, to the technical-constructive ones, which require the implementation of fore-

di coesione basate anche sullo sviluppo di economie non convenzionali. Inoltre, se la resilienza è capacità di adattamento e di reazione ad eventi imprevisi, le tecnologie “de-materializzate” nell’era della digitalizzazione sono capaci, in una logica *low impact* in termini produttivi e sociali, di far fronte meglio delle tecnologie “dure” a situazioni estreme.

I nuovi termini dell’antinomia città densificata/città in estensione costituiscono la base di risposta del progetto all’incremento della vulnerabilità dei territori e della città per limitare gli impatti delle trasformazioni antropiche non controllate. La relazione fra città in transizione e resilienza urbana si inserisce nel governo dei nuovi fenomeni della non linearità della densità edilizia. Nelle aree metropolitane la diffusione di nuove polarità fa evolvere il concetto di resilienza verso una condizione multi-scalare e multi-settoriale di adattamento e mitigazione dei rischi antropici e naturali. Infine, la condizione *hazard-specific* e *site-specific* della resilienza è indirizzata alla individuazione e costruzione di scenari integrati per la sua misurabilità e per lo sviluppo di progetti, prodotti e processi finalizzati a ridurre sia il fabbisogno di risorse che l’impatto ambientale.

Nella scienza dei materiali, la resilienza rappresenta la capacità di rispondere a sollecitazioni non prevedibili ma rispetto alle quali è indispensabile attivare progettazioni appropriate, dagli oggetti d’uso quotidiano fino alle progettazioni di area vasta, nella consapevolezza di dover governare i processi cognitivi, il sistema progettato, le sue relazioni con i contesti e infine i suoi usi. La modificazione del processo e degli obiettivi di progettazione non può eludere l’inclusione nel progetto delle implicazioni dovute ai fattori di risposta resiliente agli impatti antropici e ambientali. La resilienza può essere incrementata predisponendo dispositivi

casting and prevention strategies, the adaptation to impacts, the reduction of vulnerabilities and the planning of mitigation measures.

#### **Multidisciplinary approaches**

Within the framework of the scientific areas that operate on the built environment, the various positions concern different meanings of resilience within multi-scalar and interdisciplinary structures. Many areas are involved in an interesting progression of concepts, from urban planning, technological and environmental design, urban and structural design to socio-economic and infrastructural ones.

In a transversal way, the new production scenarios of Industry 4.0 look at the evolution of the digitalization of processes and projects and their interaction with social resilience, in a desirable transition from neoliberal models

to new forms of cohesion based also on the development of unconventional economies. Moreover, if resilience is the ability to adapt and react to unforeseen events, “de-materialized” technologies in the age of digitalization are able, in a low impact logic in productive and social terms, to cope with “hard” technologies in extreme situations.

The new terms of the densified city or extended city form the basis of the project’s response to the increase of vulnerability of the territories and of the city to limit the impacts of uncontrolled anthropic transformations. The relationship between city in transition and urban resilience is part of the governance of new phenomena of the non-linearity of building density. In metropolitan areas, the diffusion of new polarities makes the concept of resilience evolve towards a multi-scalar and multi-sectoral condition of adaptation and miti-

gation of anthropic and natural risks. The hazard-specific and site-specific condition of resilience is addressed to the identification and construction of integrated scenarios for its measurability and for the development of projects, products and processes aimed at reducing both the need for resources and the environmental impact. In materials science, resilience is the ability to respond to unforeseeable stress. The activation of appropriate designs – from everyday objects to large area designs – includes awareness of the governance of cognitive processes, of the system design, of its relations with the contexts and finally of its uses. The modification of the process and of the design objectives cannot avoid the implications on the project due to the resilient response factors to the anthropic and environmental impacts.

#### **Best practice**

Nelle esperienze progettuali urbane realizzate in Europa, la resilienza rappresenta un interessante contributo rispetto ad alcuni topics ed a specifici rischi. Alcune città hanno attuato trasformazioni che nei prossimi decenni potrebbero rivelarsi decisive, come testimoniano gli esempi di Barcellona, Parigi e Amburgo oltre a quelli pionieri di Copenhagen, Rotterdam o di altre importanti città europee. Nello studio sugli effetti del cambiamento climatico, a Barcellona è operativo il programma “Resilienza e adattamento del cambiamento climatico per l’area metropolitana di Barcellona 2015-2020”, indirizzato a sviluppare le proiezioni climatiche per definire i principali rischi e le aree di intervento prioritarie al fine di indurre un incremento della resilienza climatica. Nella Regione parigina i processi di *greening* e di ecologia

Nelle esperienze progettuali urbane realizzate in Europa, la resilienza rappresenta un interessante contributo rispetto ad alcuni topics ed a specifici rischi.

gation of anthropic and natural risks. The hazard-specific and site-specific condition of resilience is addressed to the identification and construction of integrated scenarios for its measurability and for the development of projects, products and processes aimed at reducing both the need for resources and the environmental impact.

In materials science, resilience is the ability to respond to unforeseeable stress. The activation of appropriate designs – from everyday objects to large area designs – includes awareness of the governance of cognitive processes, of the system design, of its relations with the contexts and finally of its uses. The modification of the process and of the design objectives cannot avoid the implications on the project due to the resilient response factors to the anthropic and environmental impacts.

Resilience can be increased by preparing devices that remain inactive as long as unexpected impacts occur, with the aim of restoring the performance and the behaviour of a system. An example is the structural design processes for the reduction of seismic vulnerability and the increase of resilience in seismic risk through the reinforcement of load-bearing structures with fiber-reinforced composites or with CAM systems in steel strips. The intervention is mainly characterized as a structural protection that provides its contribution to the occurrence of the seismic event, making the building system ductile and counteracting its fragility. Finally, another important modality of increasing resilience consists in the decoupling of a system from the vulnerabilities of the context in which it is placed, inducing effective behaviours in emergency conditions and reducing



urbana contribuiscono alla riduzione della vulnerabilità con particolare riferimento alle periodiche inondazioni della Senna e alla riqualificazione delle sponde quale fattore di rigenerazione urbana innovativa. Dopo i grandi interventi dell'IBA e di Hafen City, la città di Amburgo ha attivato un piano per ridurre drasticamente l'uso delle auto entro il 2034 attraverso varie misure tra cui spicca la "Rete Verde di Amburgo", un sistema di assi verdi disposti a raggiera integrati con due anelli verdi costituiti da parchi e da altre aree a verde attrezzato. Il piano prevede una multi-scalarità del verde dalla scala paesaggistica a quella dei parchi urbani fino al verde di quartiere: agli 8 parchi di distretto si aggiungono 30 parchi di quartiere, integrati infine da micro-parchi di quartiere, aree di verde urbano e spazi verdi a sviluppo lineare (Tarquini, 2015). La resilienza della città di Amburgo è individuabile non solo nella qualità ambientale degli spazi pubblici ma anche nella permeabilità multimodale del sistema sostenibile della rete di mobilità. La capacità di drenaggio delle precipitazioni meteoriche intense è stata incrementata attraverso sistemi di vasche di raccolta integrate e infiltrazione nei suoli permeabili, considerando inoltre nella stagione estiva il contributo del *greening* urbano alla riduzione degli effetti delle ondate di calore.

### La dimensione climatica della resilienza

tra intervento antropico e contesto naturale, alla tecnica come condizione essenziale di conoscenza attraverso cui governare le trasformazioni dell'ambiente. Nella sua condizione olistica, la resilienza richiede di non essere relegata a sommatorie settoriali ma di essere estesa ai sistemi socio-ecologici. Oggi alla crisi cli-

Nella resilienza si predispone una visione attenta alla relazione locale/globale, al dualismo

its dependency relationships (Zolli and Healy, 2014).

#### Best practices

In urban development projects in Europe, resilience is an interesting contribution compared to some topics and specific risks. Some cities have implemented transformations that in the coming decades could be decisive, as evidenced by the examples of Barcelona, Paris and Hamburg as well as those pioneers of Copenhagen, Rotterdam or other major European cities. In the study on the effects of climate change, Barcelona is implementing the program "Resilience and adaptation of climate change for the metropolitan area of Barcelona 2015-2020", aimed at developing the climate projections to define the main risks and priority areas of intervention in order to induce an increase in climate resilience. In the

Paris region, the processes of greening and urban ecology contribute to the reduction of vulnerability with particular reference to the periodic flooding of the Seine and to the redevelopment of the shores as an innovative urban regeneration factor. After the great interventions of the IBA and Hafen City, the city of Hamburg has activated a plan to reduce drastically the use of cars in 2034 through various measures including the "Green Network of Hamburg", a system of green axes arranged in a radial pattern, integrated with two green rings made up of urban parks and other green areas. The plan provides for a multi-scalar articulation of the green areas from the landscape to the urban parks and to neighbourhood parks: in addition to the 8 district parks, there are 30 neighbourhood parks, supplemented by neighbourhood micro-parks, urban green areas

matica si associa una forte crisi della cultura: il pensiero di Amitav Ghosh, espresso nel romanzo *La grande cecità. Il cambiamento climatico e l'impensabile* (Gosh, 2017), parte dalla consapevolezza che nella contemporaneità la gestione della conoscenza ha spostato l'*inaudito* verso lo sfondo, portando il quotidiano in primo piano. In tal modo i rischi di varia natura vengono elusi dalla narrazione quotidiana per concentrarsi su un tempo che ritorna su se stesso secondo un *eterno presente*. Purtroppo i fenomeni e i rischi progrediscono inesorabilmente con una scarsa consapevolezza individuale e collettiva. L'entità dei fenomeni climatici impattanti supera l'idea di luogo come spazio circoscritto, creando una continuità di estensione sovregionale. Per questo motivo le risposte al rischio climatico devono essere locali ma inserite all'interno di una strategia globale. Una forte incidenza dovrà essere attribuita agli stili di vita, poiché quelli nati con la modernità sono praticabili solo per una piccola minoranza della popolazione mondiale. Una parte della logica funzionalista ha cercato di indurre la convinzione che la libertà fosse caratterizzata dal distacco dalla natura, mentre in regime di rischio climatico si comprende che vale esattamente il contrario. La lotta al cambiamento climatico si colora quindi di una questione morale che investe direttamente politica, scelte e comportamenti collettivi. La sfida globale non può essere lasciata alla coscienza individuale e, come sostiene Amitav Ghosh, il cambiamento climatico non è solo un pericolo in sé ma un moltiplicatore di minacce che affiancherà dimensioni di povertà già esistenti a conflitti che si intensificheranno. La mancata risposta resiliente dell'ambiente costruito determina vittime nella popolazione più debole, così come è avvenuto nelle torride estati del 2003 in Europa con 46.000 vittime o del 2010 in Russia con 56.000 decessi. Resilienza

and green spaces with linear development (Tarquini, 2015). The resilience of the city of Hamburg is identifiable not only in the environmental quality of public spaces but also in the multimodal permeability of the sustainable mobility network system. The drainage capacity of the intense rainfall has been increased through systems of water integrated tanks and infiltration in permeable soils, considering also in the summer the contribution of the urban greening to the reduction of the effects of heat waves.

#### The climatic dimension of resilience

In resilience a careful vision is predisposed to the local/global relationship, to the dualism between anthropic intervention and natural context, to the technique as an essential condition of knowledge through which is possible the governance transformations of the

environment. In its holistic condition, resilience requires not to be relegated to a sectorial position but to be extended to socio-ecological systems. Today the climate crisis is associated with a strong cultural crisis: the thought of Amitav Ghosh, expressed in the novel *The Great Derangement. Climate change and the unthinkable* (Gosh, 2017), starts from the awareness that in contemporaneity the management of knowledge has moved the *unthinkable* towards the background, bringing everyday life to the foreground. In this way the risks of various kinds are circumvented by the daily narrative to concentrate on a time that returns on itself according to an eternal present. Unfortunately, the phenomena and risks progress inexorably with a low individual and collective awareness. The magnitude of the impacting climatic phenomena exceeds the idea of place as a circumscribed

ambientale, tecnologica, economica e sociale si intrecciano e rappresentano una risposta alternativa al paradigma tecnocratico che non riesce a individuare le radici degli squilibri più profondi della contemporaneità. Sapranno meglio rispondere agli impatti sul sistema fisico urbano, nonché su quello sociale e sulle infrastrutture, le città che ridurranno la propria vulnerabilità incorporando le scelte del *disaster risk management* e attuando politiche di sviluppo locale basate sulla sinergia fra adattamento e mitigazione climatica (Mezzi e Pelizzaro, 2016).

### Contesti di rischio e risposte resilienti

La natura olistica della resilienza non esclude componenti di carattere deterministico che devono rientrare in concezioni più ampie e complesse. Il raggiungimento di soglie critiche delle vulnerabilità e i processi di retroazione possono determinare fragilità non previste poiché i sistemi caratterizzati da una certa robustezza sono spesso incapaci di valorizzare gli elementi di cooperazione e sono tendenzialmente soggetti a crisi. Nel campo dell'ambiente costruito emergono da un lato i problemi di impatto antropico come l'inquinamento, dall'altro i rischi climatici, energetici, idrici e di emissione di gas climalteranti che collegano le variazioni del clima alle instabilità socio-politiche nonché alle ineguaglianze sociali e alla rigidità dei sistemi socio-economici delle società industrializzate.

Un sistema resiliente è un sistema basato su un ciclo adattivo che presenta quattro fasi: la prima di rapida crescita, la seconda di conservazione e la terza di rilascio in cui le risorse si disperdono in seguito a un impatto impreveduto; la quarta fase costituisce il momento di riorganizzazione con cui il ciclo riparte (Zolli e Healy, 2014). Caratteristica dei sistemi resilienti è una capacità

dinamica di riorganizzarsi escludendo configurazioni statiche. Dinamismo e diversità sono caratteristiche della resilienza che quindi si basa su processi di feedback di riorganizzazione dinamica. In maniera figurata, i sistemi resilienti sono diversificati sui margini ma presentano comportamenti semplici ed efficaci nel nucleo centrale, escludendo che le condizioni di vulnerabilità di una parte si ripercuotano a cascata su altre.

L'utilizzo di dati consistenti e accessibili in piattaforme condivise consente di sviluppare appropriati modelli di conoscenza o di prevenzione in modo da individuare in anticipo i punti in cui possano emergere segnali di potenziale instabilità, al fine di non raggiungere soglie critiche irreversibili. L'approccio olistico proprio della resilienza registra una fondamentale differenza rispetto alla convenzionale accezione della sostenibilità edilizia e ambientale. La resilienza non segue l'astratto raggiungimento di *benchmark* come sola condizione sostanziale da rispettare per essere sostenibili. Non è prioritario eliminare tutti i fattori di criticità per raggiungere una stabilità attraverso il completo soddisfacimento di requisiti visti come valori soglia, che non garantiscono l'esclusione di fragilità in condizioni non previste. Da questo punto di vista, l'approccio creativo e tecnico-scientifico proprio della progettazione deve necessariamente collegarsi alle culture delle comunità e ai valori sociali di coesione e di cooperazione. Questa condizione esprime il valore etico della resilienza e una accezione della stabilità intesa come condizione continuamente rivisitabile: un sistema complesso tende a diventare instabile nel momento in cui si approssima una soglia critica dovuta anche a piccole perturbazioni che possono indurre squilibri. La capacità di rigenerazione e riorganizzazione dei sistemi resilienti si manifesta operando in condizioni variabili, transitando in maniera

space, creating a continuity of supra-regional extension. For this reason, the responses to climate risk must be local but included in a global strategy.

A strong impact should be attributed to lifestyles, because those born with modernity are only feasible for a small minority of the world population. A part of the functionalist logic has tried to induce the conviction that freedom was characterized by detachment from nature, while in a climate risk regime it is understood that the opposite is true. The fight against climate change is therefore characterized by a moral question that directly involves political, choices and collective behaviour. The global challenge cannot be left to individual conscience and, as Amitav Ghosh argues, climate change is not only a danger but a multiplier of threats that will link the existing dimensions of poverty with conflicts that will inten-

sify. The lack of a resilient response to the built environment causes victims in the weaker population, as happened in the torrid summers of 2003 in Europe with 46,000 victims or in 2010 in Russia with 56,000 deaths. Environmental, technological, economic and social resilience are intertwined and represent an alternative response to the technocratic paradigm that fails to identify the roots of the most profound imbalances of contemporaneity. The cities that will reduce their vulnerability (by incorporating the choices of disaster risk management and implementing local development policies based on the synergy between adaptation and climate mitigation will be better able to respond to the impacts on the urban physical system, as well as on the social one and infrastructures (Mezzi and Pelizzaro, 2016).

### Risk scenarios and resilient responses

The holistic nature of resilience does not exclude deterministic elements that must be part of broader and more complex concepts. The achievement of critical vulnerability thresholds and feedback processes can lead to unforeseen fragilities as systems characterized by a certain robustness are often unable to enhance the elements of cooperation and could be subject to crises. In the field of the built environment, on the one hand there are the problems of anthropogenic impact such as pollution, on the other the climatic, energy, water risks and greenhouse gas emissions that link climate changes to socio-political instabilities as well as inequalities, but also to the rigidity of the socio-economic systems of industrialized societies.

A resilient system is a system based on an adaptive cycle that has four phases:

the first of rapid growth, the second of conservation and the third of release in which the resources are dispersed following an unexpected impact; the fourth phase is the moment of reorganization with which the cycle starts again (Zolli and Healy, 2014). Characteristic of resilient systems is a dynamic ability to reorganize itself by excluding static configurations. Dynamism and diversity are characteristics of resilience, which is therefore based on feedback processes of dynamic reorganization. In a figurative way, resilient systems are diversified on the margins but have simple and effective behaviours in the central core, excluding that the conditions of vulnerability of one side affect others.

The use of consistent and accessible data in shared platforms allows the development of appropriate models of knowledge or prevention in order

flessibile da una condizione predefinita ad una subentrata in maniera imprevista.

Nel ribaltamento di visuale in cui si combinano la modifica dei comportamenti accanto all'applicazione di strumenti e tecnologie avanzate, la realizzazione di modelli predittivi consente di comprendere dove poter allocare risorse, attività e soluzioni al fine di prevenire condizioni di crisi. La resilienza si presenta quindi con caratteri eco-sistemici, in particolare con riferimento a parti del sistema urbano nei suoi caratteri fisici. In relazione a particolari impatti che superano specifiche soglie, alcune "nicchie" di adattamento dovrebbero essere capaci di mantenersi indenni. Questa caratteristica consente a un sistema complesso di adeguarsi a nuove condizioni di esercizio e al miglioramento della propria capacità adattiva mantenendo, integrando o sostituendo le proprie funzionalità per la conservazione di una vita di esercizio finalizzata allo scopo del sistema stesso.

to identify in advance the points in which signals of potential instability can emerge, in order to avoid reaching irreversible critical thresholds. The holistic approach of resilience has a fundamental difference compared to the conventional meaning of building and environmental sustainability. Resilience does not follow the abstract achievement of benchmarks as a substantial condition to be respected to be sustainable. It is not a priority to eliminate all critical factors to achieve stability through the complete fulfilment the requirements seen as threshold values, which do not guarantee the exclusion of fragility in unforeseen conditions. From this point of view, the creative and technical-scientific approach proper to design must necessarily link to the community culture and to the social values of cohesion and cooperation. This condition expresses the ethical

value of resilience and an acceptance of stability understood as a continually revisable condition: a complex system tends to become unstable when a critical threshold is approaching due to small perturbations that can induce imbalances. The capacity for regeneration and reorganization of resilient systems manifests itself by operating in variable conditions, transiting in a flexible way from a predefined condition to an unexpectedly took over one.

In the overturning of the view in which the behaviour modification is combined with the application of advanced tools and technologies, the realization of predictive models allows to understand where to allocate resources, activities and solutions in order to prevent crisis conditions. The resilience is therefore presented with eco-systemic characters, in particular with reference to parts of the urban system

## REFERENCES

- Galderisi, A. (2014), "Urban Resilience: a framework for empowering cities in face of heterogeneous risk factors", *A|Z Journal-Cities at risk*, Vol. 11.
- Ghosh, A. (2017), *La grande cecità. Il cambiamento climatico e l'impensabile*, Neri Pozza, Vicenza.
- Losasso, M. (2016), "Climate risk, environmental planning, urban design", *UPLanD - Journal of Urban Planning, Landscape & environmental Design*, Vol. 1, No. 1, pp. 219-232.
- Mezzi, P. and Pelizzaro, P. (2016), *La città resiliente. Strategie e azioni di resilienza urbana in Italia e nel mondo*, Altra Economia, Milano.
- Tarquini, V. (2015), "Amburgo: un piano per eliminare le auto entro il 2034", *Architettura Ecosostenibile*, available at: [www.Architetturaecosostenibile.it](http://www.Architetturaecosostenibile.it).
- Zolli, A. and Healy, A. M. (2014), *Resilienza. La scienza di adattarsi ai cambiamenti*, RCS Libri, Milano.

in its physical characteristics. In relation to particular impacts that exceed specific thresholds, some "niches" of adaptation should be able to remain unscathed. This feature allows a complex system to adapt to new operating conditions and to improve its adaptive capacity by maintaining, integrating or replacing its own functionalities for the conservation of a cycle life aimed at the purpose of the system itself.

# RIFLESSIONI SU UN PERCORSO STORICO-CRITICO. DALLA PIANIFICAZIONE ECONOMICO-SOCIALE DEL XX SECOLO ALLA RESILIENZA DEGLI ANNI 2.0

DOSSIER

Ferdinando Terranova,  
Università di Roma La Sapienza, Italia

ferdinando.terranova@uniroma1.it

Tra le nuove parole che arricchiscono il vocabolario italiano indubbiamente il termine “resilienza” è quello che dà luogo a molteplici significati segnati da una indubbia contiguità con “ambiente, ecologia”. Essa è studiata nelle sue altrettanto molteplici declinazioni. La resilienza come governo di un bene pubblico; la resilienza come momento di democrazia diretta; la resilienza come politica dello sviluppo; la resilienza come azione per affrontare le emergenze ambientali catastrofiche. Tra le tante declinazioni indubbiamente quella legata al governo è quella più diffusa e fa ben comprendere che a volte la lingua si rinnova, ma i concetti rimangono gli stessi. In un workshop sui significati di resilienza, il governo del bene pubblico (territorio; città; beni immobili; ecc.) è: partecipazione dal basso; modalità informali di organizzazione sociale; approccio olistico allo sviluppo urbano; integrazione dell’offerta dei servizi; programmazione di infrastrutture sufficienti a soddisfare le esigenze della popolazione attuale e futura; modello di sviluppo urbano equilibrato e sostenibile sotto il profilo sociale, ambientale, finanziario ed ecologico; sviluppo urbano basato sul multiculturalismo e la diversità; processi decisionali basati sulle conoscenze; assunzione di dati ambientali integrati; definizione di una matrice dello sviluppo urbano; modello di analisi che permette d’individuare soluzioni specifiche e loro integrazioni; modello decisionale improntato alla flessibilità; organismi della P.A. per gestire problemi emergenti; identificazione delle variabili per affrontare stress e shock ambientali; identificazione di obiettivi a lungo termine; capacità di risposta efficiente al conflitto sociale; capacità di esprimere una forte direzione nell’affrontare situazioni di stress o di shock. Esiste una sintesi storicamente consolidata, demonizzata in quanto prodotta da un’ideologia statalista confliggente con il

neoliberismo vincente e delegittimata in quanto autoritaria, tesa a danneggiare la ricchezza e la classe sociale che la rappresenta. Questa sintesi s’identifica nelle politiche di Programmazione Economica e Sociale dell’Italia degli anni ’70 del XX secolo.

La programmazione come percorso squisitamente politico. Le politiche della Programmazione, come individuazione di obiettivi di crescita della società; come individuazione delle priorità; come processo democratico in quanto le politiche rappresentano le sintesi elaborate dalle istituzioni elettive (Parlamento, Regioni ed EELL territoriali); come momento di sperimentazione di processi partecipativi dal basso nella trasparenza e nella realizzazione degli obiettivi e nel controllo di situazioni turbative; come momento previsivo a medio e lungo raggio; come processo che ha insita l’adattabilità e la flessibilità del sistema sociale; come processo che mira a prevenire situazioni a rischio per i singoli e per gli aggregati umani di vita e di lavoro; come i vari fattori economici e sociali vengono scomposti, classificati e resi “sistema”. Le politiche della Programmazione si tecnicizzano con la Pianificazione, si riempiono di apparati formali e disciplinari affinché la decisione politica assuma la dignità di una decisione supportata da dimostrazioni quali-quantitative. In conclusione, la Programmazione altro non è che la trasposizione della Carta Costituzionale della Repubblica Italiana nell’ambito delle azioni di governo. Si è voluta richiamare una stagione della storia politica italiana estremamente interessante non solo per l’evidenziazione di tematiche affrontate in maniera parcellizzata nel passato, determinanti classiste della società italiana. Un esempio da manuale si ritrova nel discorso sulla salute, prima del 1978, con la parcellizzazione delle organizzazioni che perseguono tale obiettivo. Ben 42 sono le Assicurazioni nazionali di malattia e oltre 2000

## OBSERVATIONS REGARDING A HISTORICAL/CRITICAL PROCESS. FROM 20TH-CENTURY SOCIO-ECONOMIC PLANNING TO RESILIENCE IN THE 2.0 ERA

Out of all the new words that have been added to the Italian language, the term ‘resilience’ is undoubtedly the one that has a variety of meanings all tinged with a definite proximity to concepts such as ‘environment’ and ‘ecology’. It is studied in all its many facets: resilience as the government of a public asset; resilience as an instance of direct democracy; resilience as a development policy; resilience as a way of tackling catastrophic environmental emergencies. Of all these facets, the one associated with government is undoubtedly the most common and perfectly explains that, at times, languages change but concepts remain the same. In a workshop discussing the meaning of resilience, the government of the public good (territory, city, property, etc.) involves: participation from the grassroots up; informal methods of social organisation; a holistic approach to urban development; the integration of services; the planning of infrastructure

that will be enough to meet the needs of the population today and tomorrow; a model of urban development that is balanced and sustainable from a social, environmental, financial and ecological point of view; urban development based on multicultural diversity; decision-making processes based on knowledge; the collection of integrated environmental data; the definition of a matrix of urban development; an analytical model that allows us to identify specific solutions and how to integrate them; a decision-making model based on flexibility; public authority bodies responsible for handling emerging problems; the identification of variables for tackling environmental stress and shocks; the identification of long-term objectives; the ability to respond to social conflict effectively; the ability to express a clear orientation when tackling situations of stress or shock. Over time, an approach formed that was disparaged because it was produced

by a statist ideology that conflicted with triumphant neoliberalism and delegitimised because it was considered authoritarian, designed to damage wealth and the social class that represented it. This approach is identified with Italian policies of Economic and Social Planning of the 1970s: planning as a purely political process; planning policies as the identification of a society’s aspirations for growth; as the identification of priorities; as a democratic process in that these policies represented the combined approaches developed by elected institutions (parliament, regional governments and local authorities); as attempts to apply participatory processes from the grassroots up, boasting transparency and the attainment of objectives and the control of de-stabilising situations; as a moment of medium-to-long-term vision; as a process that intrinsically possesses the adaptability and flexibility of the social system; as a process that aims to prevent dangerous

quelle locali. Ad esse occorre aggiungere oltre 800 enti ospedalieri, tutte organizzazioni finalizzate alla cura della salute, ma con notevoli differenziazioni a seconda dell'attività lavorativa svolta dal cittadino-lavoratore. In questo caso, con la istituzione del Servizio sanitario nazionale si è operata una scelta di resilienza sociale che interpreta correttamente con il suo universalismo la Carta costituzionale della Repubblica ove ogni cittadino è uguale all'altro. Quindi di fronte alla malattia il modello proposto è una resilienza che punta alla coesione dei singoli componenti la società, recuperando uno dei fattori del conflitto di classe.

Oggi si è alla soglia del primo ventennio degli anni 2.0, secondo un linguaggio (estraneo all'Accademia della Crusca) sempre più mutuato dalla cultura della comunicazione elettronica. Sono passati circa 40 anni da quando il Ministro Pandolfi, che copre a quell'epoca il dicastero del Bilancio e della Programmazione Economica, dichiarare ufficialmente chiusa la stagione della programmazione economico-sociale colpevole, a suo dire (ma è la posizione di Confindustria), con i suoi vincoli, d'imbrigliare le capacità presso che inesauribili del libero mercato. Quest'ultimo è capace di governare i processi di sviluppo sia della produzione agricola, industriale e dell'offerta dei servizi alla produzione e agli apparati di governo sia statale che locale nonché dei bisogni delle comunità, degli aggregati umani.

La prima fase è segnata dalla conquista dei diritti sociali che, quasi sempre, si coniugano con i diritti umani. Sono gli anni '70-'78 del XX secolo che vede operare nel Paese un governo di solidarietà nazionale. Quel che è più interessante è l'inizio di un'epoca ove la sensibilità attorno alla tematica ambientale matura nella coscienza dei cittadini, colpiti nella loro immaginazione da episodi gravissimi accaduti nel mondo della produzione, come

situations for individuals and communities in their life and work; as the range of social and economic factors that are divided up, classified and arranged in a system etc. Planning policies developed a technical dimension: they took on formal, disciplinary structures so that a political decision could boast all the dignity of a decision supported by qualitative and quantitative evidence. In short, such planning was none other than the transposition of the Republic of Italy's Constitution to the sphere of government action.

We have referred to a particularly interesting period in Italian political history not only in order to highlight the issues tackled separately in the past, classist determinants of Italian society. A perfect example can be found in the issue of health prior to 1978, with the separate status of organisations that pursued that objective. There were no less than 42 different national health insurance programmes and over 2,000

local versions, not to mention 800 hospital trusts, all organisations set up to treat the sick but with significant differences according to the work carried out by citizen-workers. In this case, with the creation of the national health service, a choice in favour of social resilience was made which correctly interpreted the Italian Constitution with its universal approach where all citizens are equal. Therefore, when tackling illness, the model proposed was a kind of resilience that aimed at the cohesion of separate parts of society, resolving one of the factors behind class conflict.

We are now nearing the end of the first two decades of the 2.0 era, to borrow a term from a language that is increasingly influenced by the culture of electronic communication (and estranged from official linguistic recognition). It has been approximately 40 years since Filippo Pandolfi, who was Minister of the Treasury at the time, officially declared the end of socio-economic

l'incidente di Seveso o gli oltre 5000 morti in India dall'esplosione di una fabbrica dell'Union Carbide o il disastro nel mare di fronte alle coste della Liguria dovuto allo sversamento di materiale petrolifero. È la nascita di una resilienza ecologica. Nasce come reazione ad una reale preoccupazione: la coesistenza tra le persone è insidiata da un mancato autocontrollo da parte delle imprese e da un mancato controllo delle autorità statali sul modo come avviene e come si commercializza la produzione. È una fase dove anche le Nazioni Unite, attraverso l'accordo di Kyoto danno legittimità ai movimenti, ancora elitari, di lotta contro gli inquinamenti dell'aria, dell'acqua, del suolo.

Oggi appare legittimo, a 40 anni dalla fine delle politiche di sviluppo programmato del Paese e l'imposizione del libero mercato come radicale alternativa ad esse, porsi due domande:

*La produzione di beni e servizi ha permesso il superamento dell'economia storicamente duale del Paese e, pertanto, il superamento delle disuguaglianze sociali e territoriali?*

La risposta non può che essere negativa. Il dualismo Nord-Sud è divenuto abissale. La stessa autorità dello Stato è fortemente messa in discussione, in particolare in alcuni contesti territoriali per la trasmutazione ideologica delle organizzazioni criminali come organizzazioni al servizio dei cittadini e delle comunità, ferma restando in essere tutta la strumentazione criminale (violenze, ricatti, assassini, ecc.). Le disuguaglianze sociali hanno visto con la scomparsa della classe media a livello nazionale dopo forsennate campagne di delegittimazione (il caso degli insegnanti è esemplare della violenza con la quale si è umiliata l'autorità della conoscenza e del sapere), l'oscuramento della classe operaia, la scomparsa dei corpi intermedi dello Stato, l'erosione dei diritti

planning, which he considered guilty (a position shared by the Confindustria industrial association), with its restrictions, of hindering the almost infinite powers of the free market. The latter is able to govern the development processes of both agricultural and industrial production and the range of services for manufacturing and government mechanisms, both state and local, as well as the needs of communities.

The first phase was marked by the conquest of social rights that, almost always, are associated with human rights. From 1970-78, the country was run by the government of 'National Solidarity'. What is even more interesting is the start of an era when citizens became environmentally sensitive, in the aftermath of industrial catastrophes such as the Seveso disaster and the over 5,000 deaths in India caused by the explosion at the Union Carbide factory or the oil spill that engulfed the coast of Liguria. It was the birth

of ecological resilience, which came about as a reaction to a real concern: that human coexistence is threatened by the lack of self-control demonstrated by companies and the lack of state control over how products are made and sold. It was a period when even the United Nations, with the Kyoto Protocol, legitimised what were still elitist movements fighting against land, air and water pollution.

Today, 40 years since the end of planned development policies in this country and the imposition of the free market as a radical alternative to them, it seems only right to ask ourselves two questions:

*Has the production of goods and services allowed us to move beyond the historically dual economy of this country and, thus, overcome social and geographic inequalities?*

The answer must be no. The north/south divide has become a gaping

sociali e civili conquistati, un impoverimento generalizzato della popolazione e specularmente un arricchimento senza limiti di una minoranza in buona parte contigua al crimine (evasori, speculatori, corruttori e corrotti, ecc.). Questo è il quadro socio-economico del Paese dopo 40 anni di libero mercato.

*La Qualità della Vita è migliorata o peggiorata nei grandi aggregati umani (città ed aree metropolitane)?*

Anche in questo caso la condizione umana dei singoli e delle famiglie, e non può essere che negativa, anzi essa è notevolmente peggiorata. Non solo perché i servizi a rete sono sempre meno funzionanti per le sciagurate politiche di contenimento della spesa pubblica che ha azzerato la voce “manutenzione”, ma la mancanza di una visione territoriale larga (come i sistemi di comunicazione veloci su rotaia) ha polarizzato la popolazione nei grandi centri urbani incrementando la domanda di abitazioni e la crescita dei costi delle aree. La rendita fondiaria continua a dettare legge! A tali fenomeni, già nel passato ampiamente studiati, si sono acuitizzate le questioni ambientali accompagnate dall’incapacità di disporre di visioni di medio e di lungo periodo (politiche di programmazione). Agli inquinamenti dell’aria, dell’acqua, del suolo, anch’essi da tempo studiati si aggiungono altre questioni che vanno dagli inquinamenti da rumore, a quelli ultravioletti, radioattivi, alla perdita della biodiversità, ecc., tutte questioni richiamate con grande forza nella lettera enciclica “Laudato si” di Papa Francesco in difesa della “casa comune”. Con gli inquinamenti ed i palliativi proposti da governanti imbelli, incapaci di contrastare i poteri forti che sono dietro tali fenomeni si è aperta con la questione ambientale la grande questione della “salute” del singolo e delle comunità in cui si articola

un aggregato umano, il suo rapporto con la produzione e con le conseguenze che essa trascina, come l’altra grande questione, quella occupazionale (il paradigma è la drammatica alternativa all’ILVA di Taranto tra “salute e lavoro”).

Due interrogativi ai quali si è data una risposta fortemente negativa, ma nel contempo non si può negare che con alti e bassi la società è andata avanti sia pure in maniera contraddittoria nell’appropriarsi, nel definire meglio la cultura della resilienza “a tutto campo”. È appunto su tale aspetto che occorre soffermare l’attenzione. Non si può negare che il livello di resilienza sociale è fortemente cresciuto. Vero è che vi è un forte limite all’azione di governo, altrettanto vero è che l’erosione dei diritti è contrastata da forme intermedie di partecipazione (coesione da resilienza) auto-organizzata in associazioni culturali, volontariato, organizzazioni non governative di solidarietà, ecc.. Il limite di tale “resilienza/resistenza” è non riuscire sempre a costringere il potere nelle sue diverse sedi a condividere soluzioni dettate dalla cultura, che è anche scienza e tecnologia, della resilienza, Se si ripercorrono velocemente gli anni passati - senza voler accogliere acriticamente e totalmente quanto scritto nel bellissimo volume di Bauman, “Retrotopie” di un ritorno al passato come necessità - il rapporto “salute - produzione” è stata la peculiarità del movimento socialista, di quello cattolico e sindacale italiano. Negli anni ’70 dello scorso secolo, anni della conquista dei diritti sociali, tre sono le questioni che si affrontano e trovano soluzioni normative. La prima riguarda la messa in discussione e la cancellazione dai contratti di lavoro (1968, contratto collettivo di lavoro dei metalmeccanici) della cosiddetta “indennità di rischio oraria”. Non può essere il denaro che integra il salario ad indurre l’operaio ad affrontare dei rischi alla salute! La seconda

abyss. The state’s authority has been called into question, particularly in certain areas, due to the ideological evolution of criminal organisations into organisations that serve citizens and communities, whilst their criminal repertoire (violence, blackmail, murder etc.) remains in place. Social inequalities have seen a general impoverishment of the population with the disappearance of the middle class at a national level after demented delegitimisation campaigns (the case of teachers is typical of the violence with which the authority of knowledge has been humiliated), the sidelining of the working class, the disappearance of intermediate bodies of the state, the erosion of the social and civic rights that had been achieved, and at the same time the unlimited enrichment of a minority that, for the most part, has criminal associations (tax evaders, profiteers, bribers and the bribed, etc.). This is the socio-economic state

of the country after 40 years of the free market.

*Have living standards improved or worsened in large metropolitan cities?*

Here, too, the conditions for individuals and households are obviously worse and to a significant degree, not only because network services continue to decline due to deplorable policies that curb public spending and have removed the ‘maintenance’ entry from balance sheets, but also due to the fact that the lack of an all-encompassing territorial vision (such as high-speed rail networks) has polarised the population in large cities, increasing the demand for homes and property prices. Land values continue to lay down the law! Such phenomena, which have been thoroughly studied in the past, have made environmental issues more pressing, combined with the inability to set out medium-to-long term visions (planning policies). As well as air, water and land pollution,

which have also been studied for some time, other issues have arisen that range from noise pollution to ultraviolet and radioactive pollution, the loss of biodiversity, etc., all issues that were dramatically highlighted in Pope Francis’s encyclical *Laudato Si*, which defended ‘our common home’. With pollution and the stopgap measures proposed by weak politicians unable to fight against the powers that lie behind these phenomena, the environmental issue has raised the big question of the ‘health’ of individuals and of the community, its relationship with manufacturing and the consequences that it leaves in its wake, like that other great issue: employment (the epitome of this is the dramatic alternative faced at Taranto’s ILVA steel works: the choice between health and work).

These two questions have been answered with a resounding ‘no’, but at the same time it cannot be denied that, with all its highs and lows, society has

moved forward, though in a contradictory fashion, in embracing the culture of resilience across the board and defining it more clearly. It is on this aspect that we need to focus. It cannot be denied that the level of social resilience has dramatically increased. It is true that government action is extremely limited, but it is equally true that the erosion of rights has been fought by intermediate forms of participation (resilience-fostered cohesion) which has organised itself into cultural associations, volunteer organisations, NGOs, etc. The limit to this ‘resilience/resistance’ is that it is not always able to force those in power to agree to solutions dictated by the culture of resilience, which is also a culture of science and technology.

If we do a quick review of the years gone by - without acritically and entirely espousing what we find in Bauman’s marvellous *Retrotopia*, the need to go back to the past - the relationship between

soluzione normativa è lo Statuto dei Diritti del Lavoratore (L.300 del 1970) che rende giustizia alla professionalità dei medici fino ad allora stipendiati e subalterni al padronato aziendale e impone che siano i medici di sanità pubblica coloro che valutano le condizioni di salute dell'operaio e i fattori negativi alla salute presenti nell'ambiente di lavoro e nella stessa organizzazione del lavoro. La terza soluzione si ravvisa nella legge di riforma sanitaria ed istitutiva del Servizio sanitario nazionale (L.833 del 1978) che sposta l'asse dell'intervento sanitario sulla prevenzione e sulla partecipazione dei cittadini e della comunità nei luoghi di vita e dei lavoratori nei luoghi della produzione. Ci sono due questioni che assumono un rilievo strategico nella legge. La prima riguarda il superamento del "segreto industriale". I lavoratori e le istituzioni locali debbono conoscere le sostanze e le loro associazioni che vengono utilizzati nel processo produttivo, nonché i modelli organizzativi dello stesso. La seconda riguarda il ruolo dell'autorità sanitaria nell'approvazione degli strumenti urbanistici della città e dell'hinterland circostante. L'obiettivo è la "città sana". Queste conquiste sociali (nel linguaggio della politica) traggono il loro humus dalla Carta Costituzionale e dai suoi valori "resilienti".

Un Paese, l'Italia, che a differenza degli altri Paesi ha una forte industria di Stato con dei poli d'eccellenza ed un circuito bancario pubblico altrettanto ampio e diffuso a suo servizio tant'è che si vaticina, da parte di alcuni ottimisti, che passare da tale situazione ad un'economia di Stato socialista poteva essere impresa fattibile.

Con la rottura del Patto di coesistenza che aveva retto dal II° dopoguerra tra coloro che vedono nell'industria di Stato forti connessioni tra di un sistema capitalistico vincolato, maturo a

trasformarsi in una importante componente del sistema dell'economia socialista e coloro del mercato ad oltranza, si ha l'imposizione, soprattutto voluta dagli SU d'A, di quest'ultimo e il trionfo del privato sulle esigenze pubbliche. Ciò avviene anche se la sinistra italiana è portatrice di una concezione gramsciana dello Stato rispettosa di un mercato libero, ma controllato dallo Stato e legato soprattutto ai consumi e a migliorare la Qualità della Vita delle comunità del territorio e di lavoro. Ma le alleanze non possono essere oggetto di discussione!

Con l'implosione dei Paesi del cosiddetto "socialismo reale", il riferimento a un modello di sviluppo socialista tramonta definitivamente per esaurimento di tale economia incapace di risolvere i problemi quotidiani della gente, di un'economia caduta nella trappola sulla spinta soprattutto dagli Stati Uniti della competizione mondiale militare e la cui sopravvivenza sarebbe stata resa possibile solo attraverso la violenza degli apparati repressivi dello Stato. All'ideologia del socialismo reale e della dittatura del proletariato si sostituisce, senza soluzione di continuità, l'ideologia neoliberista del capitalismo mondializzato e finanziarizzato con le conseguenze a tutte note. La più importante per la vita della popolazione è l'erosione delle conquiste sociali, il cosiddetto "welfare state" (universalità dell'istruzione, della protezione sanitaria, del lavoro, dell'abitazione, definizione del ruolo dei corpi intermedi dello Stato, ecc.). Nel caso italiano, come già sottolineato abbastanza unico, si consuma il grande inganno: la privatizzazione di tutta la grande industria strategica di Stato per ridurre il debito pubblico (sic!). I passaggi successivi sono: 1) forme di vergognoso neocolonialismo con la delocalizzazione di settori importanti della media industria; 2) forme di flessibilità (sfruttamento) della forza-lavoro con la precarizzazione di massa delle

health and production was a peculiarity of the Socialist movement in its Italian Catholic and unionist form. In the 1970s, the years when social rights were achieved, three issues were tackled and settled through legislation. The first concerned the calling into question and cancellation of what were known as 'hourly risk payments' from employment contracts (1968, the collective employment contract of metal workers). Extra wages cannot persuade a factory worker to take risks with his or health! The second legislative solution was the *Statuto dei Diritti del Lavoratore*, or Workers' Statute (Law no.300 of 1970), which acknowledged the professional dignity of doctors who, until that time, had had to answer to (and had been in the pay of) company management, establishing that national health doctors were the ones who had to evaluate the health of workers and any health risks found in the workplace and in the organisation of work. The third solu-

tion was in the health reform law that founded the national health service (Law no.833 of 1978), which shifted the focus of healthcare to prevention and to the participation of citizens and communities in the places where they live and that of workers in the places where they work. Two issues were of strategic importance in this law. The first concerned the setting aside of 'industrial secrets'. Workers and local authorities had the right to know what materials and combinations of them were used in the production process, not to mention the organisational models involved. The second issue concerned the role of the health authority in approving town planning measures for cities and their surrounding areas. The aim was to achieve a 'healthy city'. These social triumphs (using the language of politics) were nurtured by the humus of the Constitution and its 'resilient' values. Unlike other countries, Italy had a strong state-owned industrial sector

with centres of excellence and a public banking network that was just as large and widespread catering to it, to the point where it was prophesied by some optimists that the step from such a situation to a Socialist state economy was feasible.

With the collapse of the pact of mutual tolerance that had lasted since the end of the Second World War between those who saw in state-owned industry strong connections with a controlled capitalist economy ready to evolve into a significant element of a Socialist economic system and those who supported a free market, the latter was imposed, as particularly wished by the United States, and the private sector triumphed over public needs. This occurred despite the fact that the Italian Left was inspired by a Gramscian-inspired vision of the state that respects a free market that is controlled by the state and that is, above all, linked to consumption and the improvement of

living standards among local communities and workers. However, we cannot call into question such alliances! With the implosion of so-called 'Real Socialism' in eastern bloc countries, the reference to a Socialist development model finally disappeared due to the breakdown of that economic model, which proved unable to solve the daily problems of its people, of an economy that had fallen into the trap set for it, particularly by the United States, with the global arms race and whose survival would have only been made possible through violent state repression. The ideology of Real Socialism and the dictatorship of the proletariat was seamlessly replaced with the neoliberal ideology of global, financialised capitalism, with the result we are all familiar with. The most significant result affecting the population was the erosion of the social rights that had been achieved, the 'welfare state' (universal access to education, to healthcare,

nuove forze lavoratrici; 3) forme di ricatto di massa dal giusto salario al sottosalario a parità di lavoro nel tempo. Le conseguenze sono: accentuazione delle disuguaglianze sociali e territoriali; disoccupazione e perdita della dignità professionale e umana della forza-lavoro; impoverimento di massa della popolazione. La fase di deindustrializzazione è durata circa 30 anni. Ha lasciato macerie e manufatti abbandonati, devastazioni del territorio e del paesaggio. Con l'inizio della grande crisi del 2007-8 dei superprime nord-americani molti imprenditori "delocalizzati" non riuscendo ad ottenere, come nel passato, profitti legati allo sfruttamento e sottosalario della manodopera coloniale e favoriti dalla mancanza di legislazioni nazionali ambientali hanno preso la decisione di rientrare in quanto la manodopera precarizzata e sottopagata la trovano anche in Italia e stante il livello di corruzione che permea la P.A. nazionale, regionale e locale, grandi sono le possibilità di realizzare profitti da sfruttamento e da rendita di posizione. Accanto a tali furbizie di un'impreditoria proiettata fondamentalmente a speculare, cioè a finanziarizzare i profitti e non certo a reinvestirli, interviene, come nel passato, il governo, oramai conscio che si è sull'orlo di un collasso economico, acuito dal dover fronteggiare l'eliminazione o la forte riduzione dei dazi doganali nei Paesi dell'Unione Europea, con un Piano nazionale Industria 4.0. Due, oltre al superamento della demonizzazione di qualsiasi pianificazione, appaiono le ragioni che giustificano l'iniziativa del Piano nazionale Industria 4.0. La prima è il riconoscimento-convincimento che il benessere è anche frutto di politiche pubbliche (bontà loro!); la seconda ragione è che avere una politica industriale è, comunque, la condizione sine qua non per un qualsiasi rilancio produttivo. Il ragionamento si arricchisce di un passaggio decisivo nel creare le condizioni per

il cambiamento culturale, ma non ideologico che rimane quello neoliberista. Le condizioni sono che la produzione industriale genera ricerca e innovazione e nel contempo favorisce la transizione produttiva verso modelli internazionali nuovi (moduli). Il Piano sottolinea che si è di fronte alla 4<sup>a</sup> rivoluzione dominata dall'utilizzo di macchine intelligenti interconnesse e collegate ad Internet. I benefici attesi dall'utilizzo di tali tecnologie sono riassunte nel Piano: nella flessibilità, nella velocità, nella produttività, nella qualità e nella competitività del prodotto. L'operazione di trasformazione è demandata ai grandi gruppi industriali che si avvalgono largamente dell'Intelligenza Artificiale. Il sistema continua ad essere fortemente basato sulle PMI. Un ruolo determinante viene ad essere sviluppato dalle Università e dai Centri di Ricerca. Tutto il Piano ha quale asse lo strumento fiscale. Nello specifico l'iperammortamento che passa da 140% del valore ammortizzabile al 250%, nonché dal credito d'imposta alla ricerca applicata fino al 300%.

Una lettura accurata del documento evidenzia che quello che pomposamente viene chiamato "Piano" è altra cosa in quanto manca qualsiasi idea di programmazione. Alle imprese si dà carta bianca, non si pone alcun vincolo su quale settore investire, in quale località del Paese (il dove) e quali processi propedeutici saranno attivati (il come). Nessun vincolo viene posto dove orientare gli investimenti pubblici e il ruolo potenziale che essi possono sviluppare rispetto agli investimenti privati. Niente di niente. Lasciare agli imprenditori la decisione su "quale, dove e come" investire significa tornare allo sperpero delle agevolazioni fiscali di antica memoria soprattutto per coprire le mancanze di una classe imprenditoriale incapace ad affrontare la sfida dei mercati aperti, come la mancata patrimonializzazione delle imprese,

work, a home, the definition of the role played by intermediate bodies of the state, etc.). In Italy, which as we have already mentioned was quite a unique case, the biggest deception was carried out: the privatisation of state-owned, strategic, large-scale industry in order to reduce the public debt (sic). This was followed by: 1) shameful forms of neo-colonialism with the relocation of important sectors of medium-scale industry; 2) forms of flexibility (exploitation) of a workforce hired en masse with no permanent employment contracts; 3) forms of mass blackmail from a proper salary to underpayment for the same working hours. As a result, we have seen the heightening of social and geographic inequalities; unemployment and the workforce's loss of professional and human dignity; and the mass impoverishment of the population. Deindustrialisation is a phase that has gone on for approximately 30 years. It has left in its wake abandoned factories

and ruins, as well as environmental destruction. With the onset of the recession in 2007-8 caused by the North American super-prime market, many 'relocated' businesses that are no longer able to achieve the same profits as in the past, linked to colonial workforce exploitation and underpayment and, encouraged by the lack of national environmental legislation, have decided to come home, in that the underpaid workforce hired with temporary contracts can equally be found in Italy and that the level of corruption that permeates national, regional and local governments offers enormous possibilities for making a profit from exploitation and near monopoly. Alongside these tricks played by an entrepreneurial class that is basically oriented towards speculation, i.e. towards financialising profit and certainly not reinvesting it, the government, as ever, has intervened – now aware that it is on the brink of an economic collapse that has been made

worse by having to eliminate or drastically reduce duties in EU countries – with its 4.0 national industrial Plan. Apart from the rehabilitation of the previously disparaged concept of planning, there seem to be two reasons that justify the 4.0 national industrial Plan. The first is the recognition-conviction that well-being is also the result of public policies (and about time too!); the second reason is that an industrial policy is always an essential condition if we hope to relaunch production. This line of thought has come a step closer towards creating the conditions for cultural change, though ideologically it remains rooted in neoliberal thinking. The conditions are that industrial production encourages research and innovation and at the same time fosters the transition towards new international models (modules). The Plan highlights the fact that we are facing the fourth revolution, dominated by the use of smart machines connected

to each other and to the Internet. The benefits expected from the use of such technologies are summarised in the Plan: product flexibility, rapidity, yield, quality and competitiveness. The transformation process has been delegated to large industrial groups that have largely focused on artificial intelligence. The system continues to be heavily based on SMEs. Universities and research centres are increasingly playing a leading role. The entire Plan is based on taxation measures, particularly the super-amortisation scheme that has risen from 140% of the value that can be written off to 250%, as well as the tax credit for research applied up to 300%. A careful perusal of the document highlights that what is pompously called a 'Plan' is something else altogether, as it lacks any concept of planning. Companies are given carte blanche, there is no restriction on what industry to invest in, where in the country and what preparatory processes will be put



l'assenza del supporto alla decisione della Ricerca & Sviluppo (R&S) in qualsiasi decisione in materia di organizzazione della produzione e di competitività del prodotto, la distorsione nell'acquisto delle macchine verso un utilizzo rivolto più al marketing che alla produzione. Un'ultima chicca è nella furbata ministeriale in quanto non è prevista alcuna assunzione di responsabilità da parte dell'apparato della P.A. nel promuovere, svolgere opera di chiarimento, aiutare concretamente le imprese. Tutto è rinviato a strutture terze. In definitiva a un apparato privato o semipubblico parallelo a quello del Ministero proponente e finanziatore (Ministero dello Sviluppo Economico).

Quanto descritto non deprime bene per il lavoro umano, per il territorio e l'ambiente, problematiche oggi disastrose tra disoccupazione e precariato, devastazione del territorio dai capannoni industriali abbandonati e contaminazione ambientale. C'è da chiedersi se c'è bisogno di un Piano (che non è un Piano), di un processo di nuova industrializzazione che per le condizioni demografiche ed ecologiche del Paese è vecchio culturalmente e ripercorre strade dove si può annidare (potenzialmente) la mala pianta della corruzione. Si continua a non vedere che soluzioni imprenditoriali e occupazionali diverse sono possibili senza scempi sociali ed ambientali con l'obiettivo di ricreare il tessuto civile delle varie zone del Paese, tenendo conto di quelle che sono le loro vocazioni produttive.

Questa la critica al Piano. Occorre però aprire una parentesi. Tutta l'operazione Industria 4.0 avviene in un momento storico, come si è già scritto, dominato dalla digitalizzazione non solo della P.A., ma anche dei processi produttivi. Questa accelerazione verso la digitalizzazione avrà importanti ricadute sulla umanizzazione del lavoro, limitando quegli aspetti oggi fortemente

negativi che si ritrovano nella flessibilità del lavoro e nella sua produttività. Ecco, se non si è in grado di dire quanto ciò sia stato voluto consciamente, è indubbio che si è di fronte ad una resilienza sociale che apre le porte a proposte, come quelle che seguono, sia pure sommarie, ma meritevoli di un approfondimento tecnico-politico in tempi rapidi.

Oggi con l'I.A. e la Banda Ultra Larga le nuove frontiere dello sviluppo sono in un governo che propone idee per la Programmazione (resilienza), che pianifica tecnicamente la crescita di una società più giusta che bandisca il consumo del territorio che data la gravità della situazione non possono essere che radicali (cubatura zero). Idee che si possono riassumere: dalla *green economy* all'industria del tempo libero; dalla cultura diffusa alla scienza e alla ricerca applicata; dalla valorizzazione della natura e del paesaggio alla bellezza dei luoghi. Tutti fattori attrattivi dei flussi turistici internazionali e, soprattutto, dell'UE. Tutti fattori che portano ad una rielaborazione di quella che potrà essere la società italiana in futuro e alla conciliabilità del giusto profitto con il lavoro e la salute.

in place. There are no rules governing the orientation of public investment and the potential role it can have with regard to private investment. Nothing at all. Leaving businessmen free to decide 'what, where and how' they should invest means going back to the squandering of tax incentives of the past, particularly so as to disguise the shortcomings of an entrepreneurial class unable to tackle the challenge of the open market, such as the lack of corporate capitalisation, the absence of support for Research and Development as regards any matter to do with the organisation of product production and competitiveness, the acquisition of machinery that is more oriented towards marketing than production. The final straw has been the ministerial slight-of-hand whereby public authorities are in no way responsible for promoting companies, clarifying circumstances or offering them tangible aid. Everything has been left to third-party organisa-

tions, ultimately to a private or semi-public body parallel to that of the ministry that has introduced and funded the plan (the Ministry for Economic Development).

All this does not bode well for employment, for the territory and the environment, problems that have been wracked by unemployment and precarious work contracts, a territory scarred by derelict warehouses and environmental pollution. We can't help but ask ourselves if there was any need for a Plan (which in any case isn't a Plan), for a new process of industrialisation that seems culturally obsolete considering the country's demographic and ecological conditions and goes down a path where the evil weed of corruption could potentially take root. We still fail to see that different entrepreneurial and employment-based solutions are possible without wreaking social and environmental havoc so as to recreate the civic fabric of various parts of the country, taking

into account what form of production they are best suited for.

This is our criticism of the Plan, however there is a caveat. The entire Industry 4.0 operation is taking place at a moment in time, as mentioned earlier, that is dominated by the digital conversion not only of public authorities but of production processes as well. This acceleration towards computerisation will have significant repercussions on the human aspect of work, limiting those adverse aspects that we find in working flexibility and its yield. Now, while we are unable to say to what extent this was done on purpose, it is undoubtedly the case that what we have here is a social resilience that will clear the way for proposals like those below that, though rough sketches, are worth immediate and detailed technical and political consideration.

Today, with Artificial Intelligence and Ultra-Wide Band, the new frontiers of development lie in a government

that proposes ideas for planning (resilience), that technically plans the creation of a fairer society that will ban land consumption which, given the gravity of the situation, must perforce be extreme ('zero cubic footage'). These ideas can be summarised as follows: from the green economy to the leisure time industry; from widespread culture to applied R&D; from the promotion of nature and the landscape to the beauty of particular locations... all factors that attract international tourism, particularly from EU countries, all factors that lead to the reworking of what could be the Italian society of the future and the reconciliation of the right level of profit with work and well-being.

# IS THERE SOMETHING WE CAN DO? LE CITTÀ DEL MEDITERRANEO DI FRONTE AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

DOSSIER

Josep Bohigas<sup>a</sup>, Marc Montlleó<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Barcelona Regional Agencia de Desarrollo Urbano, Department of Architectural Design, Universitat Politècnica de Catalunya, Spain

<sup>a</sup>Agencia Barcelona Regional, Spain

jba@bopbaa.com

marc.montlleo@bcnregional.com

Nel dicembre 1968, presto saranno 50 anni, la spedizione senza equipaggio Apollo 8, trasmise le prime immagini a colori del pianeta Terra visto dalla Luna. Quelle immagini, raccolte e rilanciate dai media dell'epoca, mostravano la Terra come una magnifica sfera azzurra – *the blue marble*, come fu chiamata – fluttuante nel suo moto solitario, nell'oscurità dell'universo, con tutta la nostra storia e la nostra coscienza racchiusa al suo interno. Un anno dopo, Davide Bowie, e il suo alter ego Major Tom, trasformava in testo e musica questa condizione di immutabile, sconsolante estraneità con il disco "Space Oddity": «*Planet Earth is blue, and there is nothing I can do*», cantava Bowie nelle vesti di Major Tom mentre salutandolo si allontanava a poco a poco dalla terra.

Una dichiarazione di impotenza che nel contesto dei convulsi anni Sessanta anticipava e prediceva il processo di esasperazione sociale (ma anche di provocazione e reazione) di fronte ad un sistema – il capitalismo – che sempre più appariva in decadente mutazione. Il maggio francese, il massacro del Messico, la primavera di Praga, il Vietnam, Martin Luther King e i tanti fatti drammatici del 1968, visti dallo spazio, perdono voce e consistenza, rimpiccioliscono, fino ad apparire insignificanti e inevitabili nell'immagine di un pianeta globale e finito.

Osservare il pianeta ci ha consentito di riconoscere e di misurare i suoi limiti. La sua compiutezza ci parla della sua fragilità, ma anche del suo enorme potenziale se immaginato come globale: una struttura finita, che si vuole proteggere e sfruttare simultaneamente, consapevoli di agire in uno scenario dove tutto trova fine. Nel suo ultimo libro *New Radical Illustration*, la filosofa Ma-

rina Garcés ci ricorda in che modo sono stati consumati i miti del passato: la Modernità, la storia, le ideologie, le rivoluzioni, ma anche la fiducia nel progresso e l'idea della crescita come promessa di sviluppo. Analogamente vediamo ora la fine delle risorse del pianeta, acqua, petrolio, aria pulita, ecosistemi, diversità vengono sfruttati fino all'esaurimento: tutto è concluso e l'umanità si sta dirigendo verso una nuova "condizione postuma", in cui anche il tempo è deprivato di significato in un processo di progressivo svuotamento o d'inevitabile estinzione.

«Non posso fare niente» dice il Maggiore Tom dall'astronave, ma non è vero del tutto. È evidente che di fronte alla realtà di un presente insostenibile, la consapevolezza dei fenomeni in atto, le nuove conquiste della scienza e le politiche che ne derivano stanno determinando un cambio di prospettiva. L'uomo non solo è stato capace di osservare il suo habitat dall'alto di una capsula, a distanza di milioni di km, ma da alcuni decenni è ormai in grado di raccogliere enormi quantità di dati che ci aiutano a comprendere meglio le dimensioni del problema, riconoscendo le cause e proporzionando le misure e i compromessi urgenti per guadagnare tempo al tempo.

Ora o mai più. Non c'è spazio per esitazioni o sperimentazioni. È attraverso un'azione collettiva (politica, scientifica e sociale) che potremo articolare la sfida per riparare i danni arrecati, almeno per mitigarne gli impatti, o in ultima istanza per avviarcì all'ineluttabilità dell'adattamento.

## IS THERE ANYTHING WE CAN DO? MEDITERRANEAN CITIES IN THE FACE OF CLIMATE CHANGE

In December 1968, soon will be 50 years, the unmanned Apollo 8 expedition recorded the first coloured pictures of planet Earth from the moon. Those images, which appeared on the all magazine covers of the time, revealed the Earth as a magnificent blue ball – "the blue marble", as it was often called – floating alone, in the midst of the darkness of the universe, with our entire history and essence contained within. One year later, David Bowie and his alter ego Major Tom managed to express this despairing and immutable strangeness in music and lyrics in the single "Space Oddity". «Planet Earth is blue, and there's nothing I can do», cried Major Tom as he bid farewell and slowly moved away from the Earth. "There's nothing I can do" is a declaration of impotence that, in the context of the convulsive Sixties, anticipated the gradual social exasperation, but also

served as a provocation and reaction to the capitalist system that increasingly appeared in decadent mutation. French May, the massacre in Mexico, Prague Spring, Vietnam, Martin Luther King and so many other dramatic 1968 events, seen from space, lose their voice and consistency, shrink, until they appear insignificant and inevitable in the image of a global and finished planet. Seeing the planet as a whole has enabled us to recognise and measure its limits. Its finitude tells us about its fragility, but also of the enormous potential of imagining it globally. A finite structure, that we want to protect and exploit simultaneously, in a scenario where everything defeats. In her latest book, *New Radical Illustration*, the philosopher Marina Garcés reminds us how the myths of the past have come to the end: Modernity, history, ideologies, revolutions, but also the confidence in

progress and the idea of growth as a promise of development. Similarly, we see now the exploitation of the planet's resources, water, oil, clean air, ecosystems, diversity... everything is consumed until exhaustion: everything is over and humanity is heading towards a new "posthumous condition", in which time it is also emptied of meaning, in a process of progressive depleted or unavoidable extinction.

«There is nothing I can do», Major Tom says from the ship, but it is not quite true. It is evident that facing the reality of such unsustainable present, the understanding of the phenomena in progress as well as the new achievements of science, together with the policies deriving from them, are leading to a change in perspective. Not only humans have been capable of observing their habitat from thousands of kilometres away, but by decades

## La sfida delle città

Le aree urbane occupano il 2-3% della superficie del pianeta, e vi abita oltre la metà della popolazione mondiale. Le città sono responsabili per il 78% del consumo di energia e del 60% dell'emissione di gas climalteranti. Si capisce quindi perché la sfida del contrasto al *climate change* parte proprio dalle città, e si traduce fundamentalmente nella capacità di modificare in modo radicale il metabolismo urbano.

Inoltre, le città sono esposte agli impatti associati al cambiamento climatico, con effetti sulla salute degli abitanti, e con danni derivanti dall'aumento della temperatura e da eventi meteorologici estremi come l'isola (e l'ondata) di calore, i periodi di siccità, l'aumento di inondazioni, la diminuzione delle risorse idriche, l'innalzamento del livello del mare. In questo contesto, le città (ma anche le regioni e gli Stati) devono agire su più fronti contemporaneamente allo scopo di mitigare le emissioni, migliorare la capacità di adattamento rispetto al cambiamento in essere ed imparare l'arte della resilienza. È essenziale però che tutte le trasformazioni connesse all'attuazione delle strategie suddette vengano realizzate con attenzione per l'equità sociale, evitando che la ricerca di nuovi equilibri ambientali si traduca in un aumento della disuguaglianza. La minaccia del cambiamento climatico non conosce infatti differenze di genere o di censo, e per contrastarlo in modo efficace è necessario operare attraverso grandi azioni collettive, sostenute da accordi nazionali e internazionali, e informate ai principi di condivisione con tutta la popolazione: poiché sarebbe impossibile (oltre che ingiusto) agire sulla minaccia senza proteggere le persone più vulnerabili. In questo senso, le iniziative delle amministrazioni locali sono fondamentali per realizzare condizioni di consapevolezza e condivisione, operan-

do attraverso approcci realistici e con processi "dal basso" per realizzare una rete globale delle esperienze e delle città. L'alleanza tra le città diventa pertanto uno strumento straordinario per fronteggiare il cambiamento climatico, potenzialmente più efficace di grandi accordi sovranazionali, poiché incide direttamente sulle cause del cambiamento stesso, sui problemi generati e sulla specificità delle condizioni attraverso cui identificare le soluzioni.

A partire dal Summit di Rio de Janeiro del 1992, è stato dimostrato che bisogna mettere al centro la città come fattore chiave di ogni possibile strategia. A questo scopo, la Conference Of the Parties (COP) delle Nazioni Unite sta fortemente promuovendo il network delle città globali (meglio noto con l'acronimo C40) e la sua *road map*, dal titolo "Deadline 2020", attraverso cui definire linee d'azione comuni. In particolare, proprio nel corso del COP 21 di Parigi, la sindaca di Barcellona, ha ratificato l'impegno di ridurre le emissioni di GHS del 40% e di aumentare le superfici verde nella misura di 1mq per abitante (Accordo per il clima, 2016). In termini operativi, l'Accordo si traduce nell'esperienza del Plan Clima, un lavoro che interpreta in modo ambizioso gli obiettivi fissati a Parigi nell'ottica di mitigare e di ridurre le già modeste emissioni di CO2 della città, nonché stabilire le azioni necessarie per adattare lo spazio urbano agli impatti del cambiamento climatico, ma assicurando forme di giustizia sociale per prevenire e combattere le disuguaglianze che si possono generare. In questo senso, il Plan Clima investe sulla partecipazione della cittadinanza, considerata una condizione essenziale per la buona riuscita del piano, soprattutto valutando che una parte non secondaria delle azioni previste si fonda sulla trasformazione intelligente degli stili di vita che avranno luogo in un futuro prossimo.

they collect an enormous amount of data by which to better understand the problems dimension, determining their causes and establishing the most pressing measures and commitments in order to gain time on time. Now or never. Facts leave a very little room for hesitation or experimentation. It is through collective (political, scientific and social) action that we are able to program the challenge for repairing, mitigating or ultimately adapting urgently.

### The challenge facing cities

Urban areas occupy almost the 3% of the planet surface; however, more than half of the world's population lives in these areas. Cities account for 78% of energy consumption and more than 60% of greenhouse gases emissions. Consequently, the challenge lies with cities, fundamentally the challenge to

change the metabolism of urban systems deeply.

In general terms, most cities are already experiencing impacts associated with climate change, such as effects on health, increasing temperatures, worsening of the urban heat island effect, droughts, more floods, heat waves, rising sea levels, decreasing water resources, etc. In this context, cities (as well as regions and states) must act on several fronts at the same time, by the aim of reducing emissions, adapting to the effects of climate change and becoming more resilient. However, all these transformations have to occur while ensuring greater social equity, thus preventing climate change from making inequality worst. Climate change affects all of us, so that to alleviate its impacts effectively measures have to be taken, based on both large-scale state policies and major international agreements.

Nevertheless, it is crucial to fully include communities for achieving adaptation objectives successfully. Strategies must be shared with citizens, otherwise it should be impossible (as well as unfair) to face the greatest threats if the most vulnerable individuals will be not protected. In order to that, actions by local administrations are crucial to enhance social awareness as basis for more people implication, thus establishing realistic processes with the purpose of creating a global network of cities and experiences. Indeed, the alliance among cities can reach more results than large-scale state accords, because cities play the main role in climate change impact and in its understanding, so that cities must be able to solve them. Since the Rio Earth Summit in 1992., it has been proven that cities are essential fostering climate change. By this purpose, the Conference of the

Parties (COP) of the United Nations is strongly promoting the network of global cities (better known by the acronym C40) and its road map entitled "Deadline 2020", through which to define common lines of action. C40's "Deadline 2020" is the first roadmap outlining steps for achieving the Paris Agreement. At COP 21 in Paris, the mayor of Barcelona committed to reduce greenhouse gas emissions by 40% and increase the amount of green area by 1 square-meter per inhabitant (Climate Commitment 2016). This commitment has translated into the work of the Climate Plan, which goes even further in the task of alleviating and reducing the already low CO2 emissions of the city of Barcelona, establishing the actions to adapt to the effects of climate change and for ensuring climate-related justice to fight against inequalities that may be generated by. According

## **Il progressivo adattamento delle città del Mediterraneo**

La regione del Mediterraneo sarà caratterizzata da un aumento delle temperature, dalla riduzione delle precipitazioni annuali e dei flussi idrici che alimentano il sistema delle acque sotterranee e superficiali, dal rischio di perdita di biodiversità e di desertificazione, dall'aumento degli incendi boschivi e dalla domanda di acqua per gli usi agricoli, con una riduzione della produzione, dalla maggiore mortalità per ondate di calore, etc. (questi sono alcuni degli effetti del cambiamento climatico evidenziati dalla European Strategy to Climate Change Adaptation, 2013). L'elenco delle minacce che interessano le città del Mediterraneo sono allarmanti, ma quando quantificate non mostrano a priori le gli impatti catastrofici che sono invece previsti per altre latitudini, soggette alla furia degli uragani, all'innalzamento del livello del mare, o meglio, agli effetti del progressivo scioglimento dei ghiacciai. Molte città hanno dato avvio a programmi ambiziosi di riqualificazione urbana per aumentare la resilienza al cambiamento climatico. La città di New York, per esempio, in seguito ai danni subiti dall'uragano Sandy ha prodotto studi, ricerche e progetti per proteggersi dalle tempeste di vento e pioggia, progettando parchi litoranei che guadagnano terreno al mare e barriere sommerse realizzate attraverso tecnologie innovative e resilienti (Econcrete Tech) per proteggersi da cicloni, onde e dall'innalzamento del livello del mare.

L'adattamento in aree del clima mediterraneo non è così enfatico, e nemmeno così immediatamente riconducibile ad una precisa tipologia di spazio urbano come ad esempio la linea di costa. Gli impatti attesi riguardano, infatti, prevalentemente il graduale aumento delle temperature e la diminuzione della disponibilità di

to this, the Climate Plan is an initiative involving citizens, since many of the actions tend to result in a transformation of uses and cultures with future intelligence that can only be achieved if people embrace it.

### **The gradual adaptation of Mediterranean cities**

The Mediterranean region will be characterized by the increase in temperatures, by the reduction in annual precipitation and hydrologic cycle supply (surface water and groundwater), by the risk of biodiversity loss and of desertification, the increase in both forest fires and water demands for agriculture with a reduction in crop production, the rising of mortality from heat waves. These are some of the effects of climate change as mentioned in the European Strategy (EU Strategy to Climate Change Adaptation, 2013).

La regione del Mediterraneo sarà caratterizzata da un aumento delle temperature, dalla riduzione delle precipitazioni annuali e dei flussi idrici che alimentano il sistema delle acque sotterranee e superficiali, dal rischio di perdita di biodiversità e di desertificazione, dall'aumento degli incendi boschivi e dalla domanda di acqua per gli usi agricoli, con una riduzione della produzione, dalla maggiore mortalità per ondate di calore, etc. (questi sono alcuni degli effetti del cambiamento climatico evidenziati dalla European Strategy to Climate Change Adaptation, 2013).

L'elenco delle minacce che interessano le città del Mediterraneo sono allarmanti, ma quando quantificate non mostrano a priori le gli impatti catastrofici che sono invece previsti per altre latitudini, soggette alla furia degli uragani, all'innalzamento del livello del mare, o meglio, agli effetti del progressivo scioglimento dei ghiacciai. Molte città hanno dato avvio a programmi ambiziosi di riqualificazione urbana per aumentare la resilienza al cambiamento climatico. La città di New York, per esempio, in seguito ai danni subiti dall'uragano Sandy ha prodotto studi, ricerche e progetti per proteggersi dalle tempeste di vento e pioggia, progettando parchi litoranei che guadagnano terreno al mare e barriere sommerse realizzate attraverso tecnologie innovative e resilienti (Econcrete Tech) per proteggersi da cicloni, onde e dall'innalzamento del livello del mare.

L'adattamento in aree del clima mediterraneo non è così enfatico, e nemmeno così immediatamente riconducibile ad una precisa tipologia di spazio urbano come ad esempio la linea di costa. Gli impatti attesi riguardano, infatti, prevalentemente il graduale aumento delle temperature e la diminuzione della disponibilità di

The list of "plagues" that threaten the Mediterranean cities are alarming, but when quantified they not sound a priori so as catastrophic as in other latitudes hurricanes, and sea level rise (including accelerated thawing of perennial glaciers) are expected. Many cities have already started ambitious urban projects to increase resilience in the face of the inclemencies of climate change. The city of New York, for example, after suffering the impacts of Sandy storm has proposed pilot projects to protect itself from hurricanes, designing coastal parks by which gaining land to the sea, and oyster-crops based technologies for producing innovative as breakwaters to protect the city's waterfront from storms, waves and the rise in sea level. In the Mediterranean climate, adaptation is not so operational, nor it is uniquely located in a city's place such as the coastline. The main effects will

acqua potabile, modifiche nella frequenza delle ondate di calore e degli effetti a queste connesse. Ci dobbiamo quindi confrontare con problematiche che interessano la città intera, fenomeni che impattano in modo estensivo e con conseguenze che si riveleranno progressivamente, comportando una richiesta altrettanto graduale di misure e interventi a tutte le scale di progetto.

Per adattarci dobbiamo allora contare su una città più verde, dove la vegetazione dovrà configurare una vera e propria infrastruttura urbana finalizzata a produrre servizi ecosistemici, con particolare riguardo a quelli per la regolazione del microclima, privilegiando la realizzazione di zone verdi che possano trasformarsi in rifugi climatici che permettano di affrontare le ondate di calore e le alte temperature, aprendo i parchi anche la notte nelle giornate più torride. Una città più fresca dove le aree verde siano dotate anche di lamine d'acqua, fontane e superfici d'ombra attrezzate per essere a tutti gli effetti luoghi della vita quotidiana, considerando alla regolazione del microclima urbano come un ulteriore requisito di efficienza nel disegno dello spazio pubblico. Una città che controlla il proprio albedo e riduce le superfici che riflettono calore, implementando viceversa tetti verdi, tetti ventilati, tetti giardino che aiutano a combattere l'effetto dell'isola di calore e l'accumulo di temperatura.

Barcellona è una città efficiente nell'utilizzo dell'acqua. Abbiamo dimostrato in diverse occasioni di essere capaci di ridurre drasticamente i consumi. Di fatto, a partire dal 2008, anno dell'ultimo, importante episodio di siccità in città, i consumi si sono mantenuti abbastanza bassi, però ancora dobbiamo fare ulteriori progressi e sacrifici. Chiudere il ciclo dell'acqua negli edifici residenziali, negli edifici pubblici, nel settore terziario e in quello industriale. Si dovrà lavorare per realizzare un ciclo integrato

be the gradual increase of temperatures and the reduction of fresh water availability, changes in the frequency of heat waves and in the effects derived from these impacts. Therefore, we are faced with problems that often affect the entire city in an extensive manner and with gradual effects, which means that most measures will be applied progressively at many different scales.

A cooler city where parks have water spaces, drinking fountains, shaded areas with benches and tables for relaxing, with sufficient thermal comfort and everyday uses. Parks and facilities must become climate proof refuges where it is possible to rest in the case of cope with heat waves and high temperatures and they should be opened in the hottest nights. Urban climate should be taken into account as further project requirement when designing public space and parks. Cities, in the

future, must control the values of their albedo, reducing with greater reflectivity areas, that is, the capacity to retain heat, through green roofs, cool roofs and productive roofs that can help fight against the urban heat island effect and heat retention.

Barcelona is already efficient in terms of water use. During several droughts we have already shown that we are able to drastically reduce consumption. In fact, since the last drought in 2008, water consumption has remained relatively low. Nonetheless, we must do more, closing water cycle in dwellings, in public buildings, in both service and manufacturing industry. It is necessary to work toward an integrated and efficient water cycle for the city that uses alternative water sources (rainwater, groundwater, regenerated water, reuse of greywater), thus making a much more complex, but at the same time

della risorsa idrica, dove si preveda un utilizzo molto più razionale dell'acqua anche grazie al ricorso a fonti alternative (acqua piovana, acque freatiche, acqua di riciclo, riutilizzo delle acque grigie) creando un ciclo di acqua urbana più complesso ma forse più efficace, sia in città che nelle aree immediatamente contigue. Il retrofit energetico dello stock edilizio esistente è un'ulteriore sfida della municipalità di Barcellona, anche in considerazione dell'età del patrimonio immobiliare. L'obiettivo è dotare le abitazioni di elementi per la coibentazione passiva, per migliorare l'isolamento termico e realizzare condizioni di ventilazione naturale, incrociando i flussi di aria fresca.

L'ambiente costruito dovrà adattarsi. La fisionomia delle città del Mediterraneo, come Barcellona, si modificherà a poco a poco, producendo nuovi paesaggi resilienti, realizzati con nuovi materiali e nuove tipologie di spazio urbano necessari per far fronte alle emergenze derivanti dal cambiamento climatico. Cambierà il sistema "hardware" della città, però sarà un processo lento, poiché non sono attesi eventi catastrofici (almeno in tempi brevi). Quello che è ben più urgente cambiare è il sistema "software", il modo attraverso cui viviamo la città, le informazioni che saremo in grado di produrre e processare per adattarci ad un uso più intelligente delle risorse.

Abbiamo solo un pianeta, che sta cambiando da tempo. Siamo nell'Antropocene e dobbiamo adeguare le nostre città e noi stessi agli effetti dei cambiamenti climatici per diventare più resilienti e rendere le città più abitabile.

Il Pianeta Terra è blu, e non c'è niente che io possa fare, cantava David Bowie... non sappiamo se il pianeta continuerà ad essere azzurro, però è l'unico che abbiamo e c'è tanto da fare. Non c'è ancora un pian (eta) B... per adesso.

effective, the urban water cycle. The retrofit of the existent building stock is another challenge facing Barcelona in order to reduce the effects of climate change, due to its housing stock is quite old. Dwellings need to be equipped with passive elements to protect them from high temperatures, better insulation, cross-ventilation and cool spaces. The city as been built will have to adapt. The physical features of Mediterranean cities like Barcelona will gradually mutate toward more resilient landscapes with new material qualities and new spaces to address emergencies caused by climate change. The "cities hardware" will change, but this change will be slow, because, as stated earlier, we don't expect to face major catastrophes in the immediate future. However, what we must urgently change is the "cities software", which refers to how we use the city and the information

that we are able to obtain and digest in order to adapt to a more intelligent use of resources.

We only have one planet, a planet that has been changing for a long time. We are in the Anthropocene, and we must adapt our cities and ourselves to the effects of climate change in order to become more resilient and to make cities more habitable.

"Planet earth is blue, and there's nothing I can do", sang David Bowie. We don't know if the planet will continue to be blue, but it's the only one we have and we have a lot to do. There's no plan(et) B... for now.

## REFERENCES

- Garcés, M. (2017), *Nova Il·lustració Radical*, Editorial Anagrama.
- Bowman Cutter, W., Norman, B. and Strauss, E.G. (2017), "Climate Change Adaptation in Mediterranean Cities: An Introduction to the Special Issue", *Cities and the Environment (CATE)*, Vol. 10, No. 2, Article 1, available at: <http://digitalcommons.lmu.edu/cate/vol10/iss2/1>.
- Àrea Metropolitana De Barcelona, Servei Meteorològic De Catalunya i Barcelona Regional (2016), *Escenaris climàtics regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona. (Projecte ESAMB)*.  
<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>  
[http://ajuntament.barcelona.cat/premsa/wp-content/uploads/2015/11/Compromis\\_Bcn\\_Clima.pdf](http://ajuntament.barcelona.cat/premsa/wp-content/uploads/2015/11/Compromis_Bcn_Clima.pdf)  
[https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/eu\\_strategy\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/eu_strategy_en.pdf)  
<http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/ca/que-fem-i-per-que/energia-i-canvi-climatic/pla-clima>  
<http://lameva.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/ca/pla-clima/que-es-el-pla-clima>  
<https://unhabitat.org/urban-themes/climate-change/>  
<http://www.rebuildbydesign.org/our-work/all-proposals/winning-projects/big-u>

Bruno Barroca<sup>a</sup>, Chantal Pacteau<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés, Centre National de la Recherche Scientifique and Lab'Urba, Université Paris Est Marne La Vallée, France

<sup>b</sup>Centre National de la Recherche Scientifique, Urban Climate Change Research Network, European Hub, and Paris Institute of Ecology and Environmental Sciences, Sorbonne-Université, France

Bruno.Barroca@u-pem.fr  
chantal.pacteau@upmc.fr

Negli ultimi decenni gli scenari di catastrofi “naturali” e i costi dei danni ad esse collegati sono notevolmente aumentati (European Commission, 2013). Questa crescita è attribuita in particolare ai cambiamenti climatici che aumentano la frequenza e l'intensità degli eventi estremi e a maggiori impatti in aree soggette a condizioni di pericolo. Nel 1986, Ulrich Beck ha già mostrato nel suo libro *Risiko Gesellschaft (La società del rischio)* che la produzione sociale di ricchezza è sistematicamente correlata alla produzione sociale di rischi (Beck, 2001). Secondo l'autore, questi rischi contemporanei, di cui si sottolinea la gravità, non provengono più solo dall'esterno (disastri naturali), ma sono stati sostituiti da rischi generati dalla società stessa. 30 anni dopo, l'undicesima edizione del *Global Risks Report del World Economic Forum* (2016) descrive i principali rischi per i prossimi 10 anni, sia in termini di probabilità di accadimento che in termini di impatto su scala globale. Questo rapporto, basato sui contributi di 750 esperti mondiali, indica che la probabilità di accadimento dei rischi è in aumento, così come le interrelazioni tra i rischi stessi e, per la prima volta, un rischio ambientale è classificato al primo posto in termini di impatti attesi. Più precisamente, è l'incapacità di adattarsi ai cambiamenti climatici che preoccupa gli autori del rapporto, che pongono al secondo posto gli eventi meteorologici estremi.

Tali conclusioni fanno emergere una delle principali sfide per le città nei prossimi anni, ponendo inoltre la questione relativa all'adeguatezza delle metodologie convenzionalmente adottate per la mappatura (Barroca e Serre, 2018) e la caratterizzazione dei ri-

schì, oggi messe in discussione dalla constatazione che l'aumento degli impatti e le loro interdipendenze risultano principalmente legate alla crescente influenza dei fattori urbani nella produzione di condizioni di rischio. Tale aspetto è trattato in questo articolo attraverso una riflessione sul rischio alluvione in Francia.

Per la Francia, il rischio di alluvione ha un costo medio di 250 milioni di euro all'anno, pari all'80% del costo del danno imputabile ai rischi naturali nel paese. Un comune su tre è interessato da tale rischio, incluse circa 300 grandi città. In totale, 17,1 milioni di persone vivono in “zone potenzialmente inondabili” (*Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles – EAIP*) e sono esposte alle varie conseguenze delle inondazioni, di cui 16,8 milioni in aree metropolitane (Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Énergie, 2012). Nelle aree costiere, interessate da una forte crescita urbana, 1,4 milioni di abitanti (senza contare la popolazione stagionale) sono esposti ai rischi di sommersione marina e più del 20% vive in abitazioni poste al livello del terreno.

## L'approccio dei rischi urbani basato sull'hazard

Come considerare il rischio? Secondo il Ministero per la transizione ecologica e sociale “un evento potenzialmente pericoloso, l'hazard, è un rischio solo se si applica a un'area in cui sono in gioco interessi umani, economici o ambientali”. Questa definizione classica e unanimemente riconosciuta attribuisce un ruolo preponderante al pericolo (hazard) ma, applicata ad esempio al rischio alluvione, presenta diverse limitazioni.

## RESILIENCE AND URBAN DESIGN: WHAT DOES THE FRENCH FLOOD OF 2016 TEACH US?

In recent decades, there has been considerable growth in “natural” disaster scenarios and the cost of damage (European Commission, 2013). This growth is more especially attributed to climatic changes that increase the frequency and intensity of extreme events and to the increasing importance of stakes in zones liable to hazards. In 1986, in his book, *Risiko Gesellschaft (The Society of Risk)*, Ulrich Beck already showed that social production of wealth is systematically correlated with social production of risks (Beck, 2001). These contemporary risks, whose gravity he emphasizes, no longer come only from the outside (natural disasters) but have been replaced by risks generated by society itself. Thirty years later, the 11<sup>th</sup> edition of the World Economic Forum's *Global Risks Report* (2016) detailed the main risks for the next 10 years, both in terms of probability

of occurrence and in terms of global impact. This report, based on contributions made by 750 world experts, indicates that the probability of risks occurring is growing, together with the interrelationships between risks; and, for the first time, an environment-related risk is ranked first in terms of impact. More precisely, it is our inability to adapt to climate change that worries the report's writers. Extreme weather events are in second place in the list of probable risks. These findings announce one of the major urban challenges over the coming years. They raise the question as to whether the increase in impacts and their interdependencies, linked to the increasing influence of urban factors in the production of risk, should lead to questioning its mapping (Barroca and Serre, 2018) and the traditional risk characterization model. This last aspect

is treated in this article through reflections on “flood” risks in France.

In France, flood risks cost an average of 250 million euros per year or 80% of the cost of all the damage attributable to natural hazards. One “commune” in three is concerned by this risk, including some 300 major towns and cities. All in all, 17.1 million people live in “the approximate envelope for potential floods” and are exposed to the various consequences of river overflow floods, including 16.8 million in metropolitan France (Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Énergie, 2012). Regarding the coastline, which is experiencing strong urban growth, 1.4 million inhabitants (not counting seasonal populations) are exposed to the risks of marine submersion; more than 20% of them live in single-floor buildings.

Un primo limite riguarda le incertezze nella valutazione del fenomeno naturale: la misurazione delle portate (a volte desunta da oltre un secolo di osservazioni), la scelta del modello statistico che consente alle misurazioni di identificare il flusso di riferimento di un'alluvione simulata (Bernardara et al., 2005; Barroca et al., 2015), l'esatta morfologia del terreno. Inoltre, i cambiamenti climatici e l'evoluzione dei bacini idrografici nelle aree di raccolta delle acque (*catchment*) – caratterizzata da impermeabilizzazione, modifiche delle aree forestali e agricole, etc. – contribuiscono in maniera determinante alla trasformazione del flusso dei corsi d'acqua durante gli eventi piovosi, ma non sono considerati come elemento di conoscenza da affiancare ai dati storici utilizzati per identificare il flusso di piena di riferimento.

La seconda limitazione riguarda la crescente complessità dei sistemi urbani e le loro interdipendenze (Gonzva et al., 2017; Robert e Morabito, 2013). La disfunzione dei servizi forniti da infrastrutture critiche quali l'energia o i trasporti, nonché le dipendenze sociali e funzionali che inducono, richiedono un'evoluzione nell'analisi dei rischi spaziali. Gli impatti diventano difficili da quantificare attraverso un approccio classico al rischio che si limiti ad una sovrapposizione spaziale del pericolo con la vulnerabilità (Bonati e Mendes, 2014). Differenze significative appaiono tra le previsioni e l'impatto degli eventi in rapporto sia ad aspetti funzionali che economici (Mitchell, 1999), come rivelato dall'alluvione del giugno 2016 nell'Ile-de-France. Mentre gli studi del 2014 non prevedevano danni significativi per un'inondazione di questo tipo (OCDE, 2014) – tanto da non aver ritenuto necessario la stima degli impatti economici attesi – il danno reale alle proprietà assicurate è stato nell'ordine di 1,2-1,3 miliardi di euro; inoltre, secondo gli assicuratori, sarebbe necessario raddoppiare

#### **An approach to urban risks caused by hazards**

How should the risk be considered? According to the Ministry of Ecological and Social Transition, "a potentially dangerous event, a hazard, is only a risk if it applies to an area where human, economic or environmental issues are at stake". This classic, unanimously recognized definition gives a preponderant role to the hazard. However, when applied to flood hazards, it suffers from several limitations.

A first limitation concerns uncertainties in the evaluations of natural phenomena. Uncertainties concern the measurement of flow rates (sometimes more than a century of measurements), the choice of the statistical model that enables reference flows for simulated floods (Bernardara et al., 2005; Barroca et al., 2015) to be identified on the basis of measurements, and uncertainties in

land morphology. Moreover, climate change such as the evolution of catchment soils – soil sealing, changes in forest areas and agricultural land, etc. – all participate in transforming the flows of water-courses during rainfall events, information that did not appear in the historical data used to identify reference flood flows.

The second limitation concerns the growing complexity of urban systems and their interdependencies (Gonzva et al., 2017; Robert and Morabito, 2013). The dysfunction of services delivered by critical infrastructures such as energy and transport, as well as the social and functional dependencies that they induce, lead to evolutions in the analysis of spatial risks. Impacts become difficult to apprehend by a classical approach to risks beginning with the spatial encounter of the hazard with vulnerability (Bonati and Mendes, 2014).

tali cifre per tenere conto dei danni su beni non assicurati (ad esempio, tutti i beni dello Stato francese). L'impatto economico effettivo sarebbe quindi compreso tra 3,6 e 3,9 miliardi di euro per i bacini della Senna e della Loira, cifra che sarebbe potuta crescere esponenzialmente se fosse stato interessato il cuore dell'area parigina, fortunatamente risparmiato dall'alluvione.

Le conseguenze di questo episodio moderato di alluvione sono un segnale per le dinamiche di sviluppo dell'agglomerato di Parigi dove i progetti di rigenerazione urbana si trovano principalmente in aree caratterizzate da attività in declino situate nelle cosiddette zone "alluvionali". Il numero di questi progetti è molto più grande che nel resto della Francia, come testimoniano il recente rapporto dell'OCSE (2014) e le pubblicazioni dell'Istituto di pianificazione e sviluppo della regione Ile-de-France.

#### **Resilienza come orizzonte**

I professionisti del design urbano che affrontano i rischi ambientali sembrano oscillare tra due strategie: rafforzarsi nelle competenze, studiare e lavorare sul tema del rischio attraverso titoli e percorsi di formazione sufficientemente qualificati in modo da imparare a conoscere la città e le sue specificità in relazione alle vulnerabilità e ai rischi? Oppure, in alternativa, considerare che la qualità del progetto urbano nasce in primo luogo dal confronto dei punti di vista dei diversi professionisti coinvolti nella sua coproduzione (e superare dunque una gestione dei rischi basata esclusivamente sulla competenza tecnica)? Queste due opzioni si riferiscono a un diverso approccio al rischio urbano, che può costituire il fondamento del progetto, o rappresentare solo un tema periferico preso in considerazione solo da uffici specializzati di progettazione tecnica.

Significant differences appear between forecasts and the impact of events in both functional and economic aspects (Mitchell, 1999), as revealed by the June 2016 flood in the Ile-de-France area. Whilst the 2014 studies did not foresee any significant damage for a flood of this type (OCDE, 2014) – not even giving rise to a cost estimate – the actual damage to insured property amounted approximately to between 1.2 and 1.3 billion euros; moreover, according to the insurers, these figures need to be multiplied by 2 to take account of non-insured damages (for example, all the assets belonging to the French State). Therefore, in this case, the amount of the actual bill would be between 3.6 and 3.9 billion euros for the Seine and Loire basins, as the heart of the Paris area was relatively spared by flooding.

The consequences of this moderate flood episode are a signal for develop-

ment dynamics in the Paris conurbation where urban renewal projects are mainly located in declining areas of activity, in so-called "flood-prone" zones. The number of these projects is much larger than in the rest of France<sup>2</sup>.

#### **Resilience, a new horizon?**

Urban design professionals who face environmental risks seem to be hesitating between two strategies: should they reinforce their efforts in expertise, studies, work on risks through qualifications, and training paths that are sufficiently precise to be able to apprehend the specific nature of a city with regard to risk? Or, alternatively, should they consider that the quality of urban projects is first and foremost a confrontation between the different points of view of the professionals involved in their co-production (and thereby abandon risk management based solely

Di fronte a esperienze di gestione del rischio parziale e settoriale, il concetto di resilienza offre l'opportunità di progettare nuovi metodi e approcci alla gestione dei rischi urbani e di trasformare radicalmente le professioni. Ancora poco sviluppata prima del disastro a New Orleans nel 2005 (Barroca et al., 2013; Serre e Barroca, 2013; Reghezza-Zitt e Rufat, 2015) – a parte alcune opere fondamentali realizzate negli anni '60 con una limitata diffusione nella comunità scientifica – la resilienza è oggi trattata in diversi ambiti disciplinari da numerosi ricercatori, che tendono a declinarla in termini cognitivi, spaziali, funzionali, organizzativi, strutturali, ecc. (Barroca e Serre, 2014). Di recente appropriazione nei settori della geografia e della pianificazione, la sua attuale onnipresenza – fino a renderla una *buzzword* (Comfort, 2010) – e la sua debole concettualizzazione la rendono oggetto di intensi dibattiti teorici. Ma l'attuazione della resilienza da parte degli attori urbani, tesa ad integrare il funzionamento del sistema urbano nella risposta ai rischi, risulta ancora poco frequente e parziale, con l'eccezione delle "100 Resilient Cities", tra cui Parigi (Ville de Paris, 2017), in cui è stata creata il ruolo amministrativo del *Chief Resilience Officer*. Nella maggior parte dei casi, le iniziative locali rispondono ancora in larga misura alla domanda di sviluppo di metodi di valutazione della vulnerabilità.

I tentativi di appropriarsi del rischio attraverso la vulnerabilità basata su analisi economiche, analisi di danno e approcci funzionali sembrano derivare dall'approccio convenzionale agli studi di rischio. Questi metodi caratterizzano la vulnerabilità del tessuto urbano ma non suggeriscono, oppure lo fanno solo marginalmente, strategie per ridurre la fragilità urbana esistente. Le misure preventive trovano applicazione al costruito e alla

on technical expertise)? These two options call on different approaches to urban risk, which are either the basis for design or merely a peripheral theme taken into account through work carried out by specialized technical design offices.

Faced with partial and sectoral risk management experiences, the concept of resilience offers an opportunity to design new methods and approaches for managing urban risks and to transform their professional requirements. Still little used before the New Orleans disaster of 2005 (Barroca et al., 2013; Serre and Barroca, 2013; Reghezza-Zitt and Rufat, 2015) – apart from some fundamental work done in the 1960s, whose dissemination has remained limited to the scientific community – resilience is now largely invested by researchers who tend to decline it in cognitive, spatial, functional, organiza-

tional, structural and other parameters (Barroca and Serre, 2014). Recently appropriated in geography and planning, its current omnipresence – it has become a *buzzword* (Comfort, 2010) – and its weak conceptualization make it a subject of intense theoretical debate. But activation of resilience by urban actors, which would enable the way in which urban systems operate to be integrated into the response to hazards, is still infrequent and partial, with the exception of 100 resilient cities such as Paris (Ville de Paris, 2017) where a position as Chief Resilience Officer has been created. In most cases, local initiatives largely respond to the demand for developing vulnerability assessment methods.

Attempts to apprehend the risk by vulnerability using an economic analysis, a damage analysis, and functional approaches appear to result from hazards

morfolgia urbana (e in questo caso sono tecnici: rafforzamento degli edifici, elementi di protezione, ecc.) o su areali più ampi (e in questo caso sono generalmente organizzativi: piani di gestione delle crisi, di continuità di funzionamento di infrastrutture critiche, ecc.).

L'emergere della resilienza nel dibattito scientifico e il suo posizionamento tra gli obiettivi prioritari a livello globale pone l'attenzione sulle possibili trasformazioni da operare in risposta gestione dei rischi urbani. Semanticamente è possibile distinguere:

- la resilienza "ingegneristica", che è implicitamente legata al mantenimento di uno stato di stabilità. In questo approccio, lo studio della resilienza di un sistema porta ad analizzare il divario tra lo stato disturbato e lo stato di equilibrio, nonché la sua capacità di ritornare ad uno stato di equilibrio quando ci si discosta da esso. L'"ingegneria della resilienza" applicata al sistema urbano in genere produce raccomandazioni che sono l'opposto di un principio di economia nell'impiego di risorse, proponendo la costruzione di elementi di protezione locali, il rafforzamento delle reti, ecc. Secondo questo approccio, l'aggressione esercitata su un sistema da un *hazard* è un elemento dirompente da contrastare. La resilienza può quindi essere percepita come uno stato (in relazione allo stato del sistema) o un processo definito da sequenza di fenomeni che porta a risultati determinabili;
- la resilienza "ecosistemica", che si interessa ugualmente ai sistemi ma ammette l'esistenza di diversi possibili stati di equilibrio, che non inducono un ritorno a uno stato iniziale, ma piuttosto iscrive i sistemi all'interno di traiettorie (Fig. 1-2). I riferimenti principali sono legati ai concetti di Ciclo adattivo (Walker et al., 2019; Walker e Salt, 2006) e Panarchia (Gun-

that continue to be the basis of risk studies. These methods characterize the vulnerability of urban fabric but do not give any leads – or just a few – for reducing existing urban fragility. Therefore, preventive measures apply either to structures and shapes (and in this case, they are of a technical nature: reinforcement of structures, anti-flood doors, cofferdam installations, etc.), or to the flooded zone (and in this case they are generally organizational and are established by crisis management and continuity plans, etc.).

The emergence of resilience in discourses and objectives raises questions as to the transformations induced in risk management for urban risks. Semantically it is possible to distinguish:

- "Engineering" resilience, which is implicitly linked to the maintenance of a state of stability. In this approach, studying the resilience of

a system leads to analyzing the gap between a disturbed state and a state of balance and the ability to return to a state of balance whenever any deviation occurs. When applied to urban questions, "engineering resilience" generally leads to recommendations that are the opposite of the economical use of resources, with the construction of local protection elements, network interconnections, etc. In this approach, a hazard's aggression of a system is a disruptive element to be countered. Resilience can then be perceived as a state (linked to the state of the system) or a process defined as a sequence of phenomena leading to determinable results:

- "Ecosystemic" resilience, which is also concerned by systems but which admits the existence of several possible states of balance. This does



derson e Holling, 2002), e ben rappresentati dal lavoro del Resilience Alliance Research Group.

La resilienza “ingegneristica” è ampiamente sviluppata nello studio dei sistemi tecnici urbani e dà origine a molti articoli e progetti scientifici generalmente specifici in rapporto ad un particolare sottosistema o alle interdipendenze tra diversi sistemi tecnici (ad esempio tra reti energetiche, di telecomunicazione, acqua potabile, trasporto, ecc.). Per quanto riguarda la resilienza “ecosistemica”, essa appare ancora molto poco investigata in ambito urbano, in termini sia di ricerca che di produzione operativa. Tuttavia, l’approccio aperto alla resilienza ecosistemica si interroga sull’evoluzione del sistema in rapporto alle dinamiche di (ri)configurazione e alle forze che lo guidano in situazioni di disturbo e post crisi. Il rischio urbano, infinitamente vario e al tempo stesso singolarmente unico, si ritrova e si definisce all’interno delle connessioni e dell’insieme dei legami che si instaurano nell’ambiente.

### Resilienza, Urban Design e Nature Based Solutions

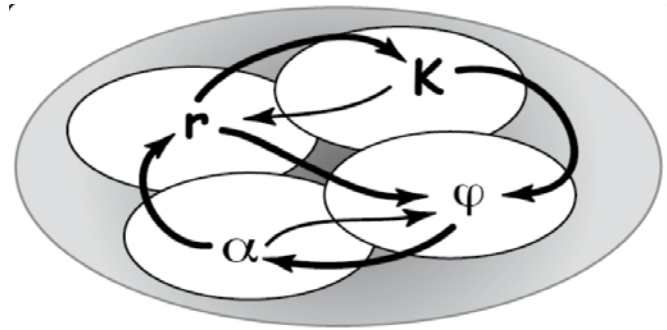
L’idea di una resilienza urbana sistemica e condivisa è ancora molto lontana dalle pratiche

concrete implementate nel contesto della pianificazione urbana resiliente. Le soluzioni per migliorare la resilienza possono essere dannose per l’urbanità dei luoghi e le qualità di uso quotidiano (Gralepois e Rode, 2017). Tuttavia, con riferimento ad esempio ai rischi idrometeorologici, le aree inondabili possono esse stesse costituire risorse essenziali per la dinamica dei sistemi idrici, attraverso la conservazione o la rinaturazione delle zone umide, che svolgono il ruolo di vere e proprie spugne naturali. Le misure di rivegetazione dovrebbero essere applicate insieme a misure volte a migliorare la qualità dei suoli agricoli (per limitare, tra

not induce a return to a so-called initial state, but, on the contrary, incorporates the systems into trajectories (Fig. 1-2). The main references are those from the Adaptive Cycle (Walker et al., 2019; Walker and Salt, 2006) and Panarchy (Gunderson and Holling, 2002) as well as the works of the Resilience Alliance Research Group.

#### Resilience through urban design and Nature-Based Solutions.

The idea of systemic, shared urban resilience is still far removed from the concrete practices implemented in the context of resilient urban planning. Solutions designed to improve resilience are implemented to the detriment of the urban nature of the localities and their qualities of everyday use (Gralepois and Rode, 2017). However, floodplains can themselves constitute re-

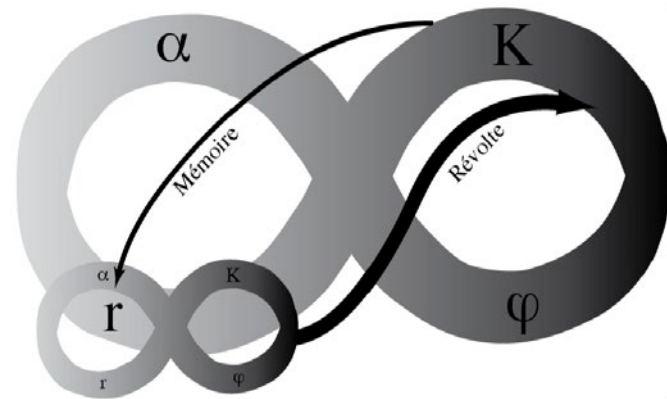


r: croissance

K: conservation

φ: destruction

α: re-nouveau



l’altro la loro costante riduzione) e urbani (attraverso la riduzione dell’impermeabilità) tese a consentire una più libera infiltrazione delle acque nel terreno. Interventi volti al risanamento, nonché alla riapertura laddove “tombati”, dei corsi d’acqua urbani sono inoltre necessari per ridurre i livelli di ruscellamento (runoff) (Barra e Lecuir, 2015).

Nel caso di Parigi, dopo 30 anni senza gravi eventi (l’ultima “importante” alluvione della Senna a Parigi è avvenuta nel gennaio

source environments for water system dynamics via the preservation or re-naturation of wetlands, which play a role as real natural sponges. Revegetation measures should be applied in tandem with measures aimed at improving the quality of agricultural soils (for reducing compacting levels amongst other things) and urban soils (achieved via the reduction of imperviousness) in order to allow water to flow into the ground more freely. Operations aimed at restoring and even reopening urban rivers are also necessary for reducing runoff (Barra and Lecuir, 2015).

After 30 years without any serious flooding in Paris (the last “important” flood of the Seine in Paris occurred in January 1955), the June 2016 flood is highly instructive. It occurred outside defined periods of vigilance. It followed heavy rain downstream of the reservoir lakes designed to protect the Paris re-

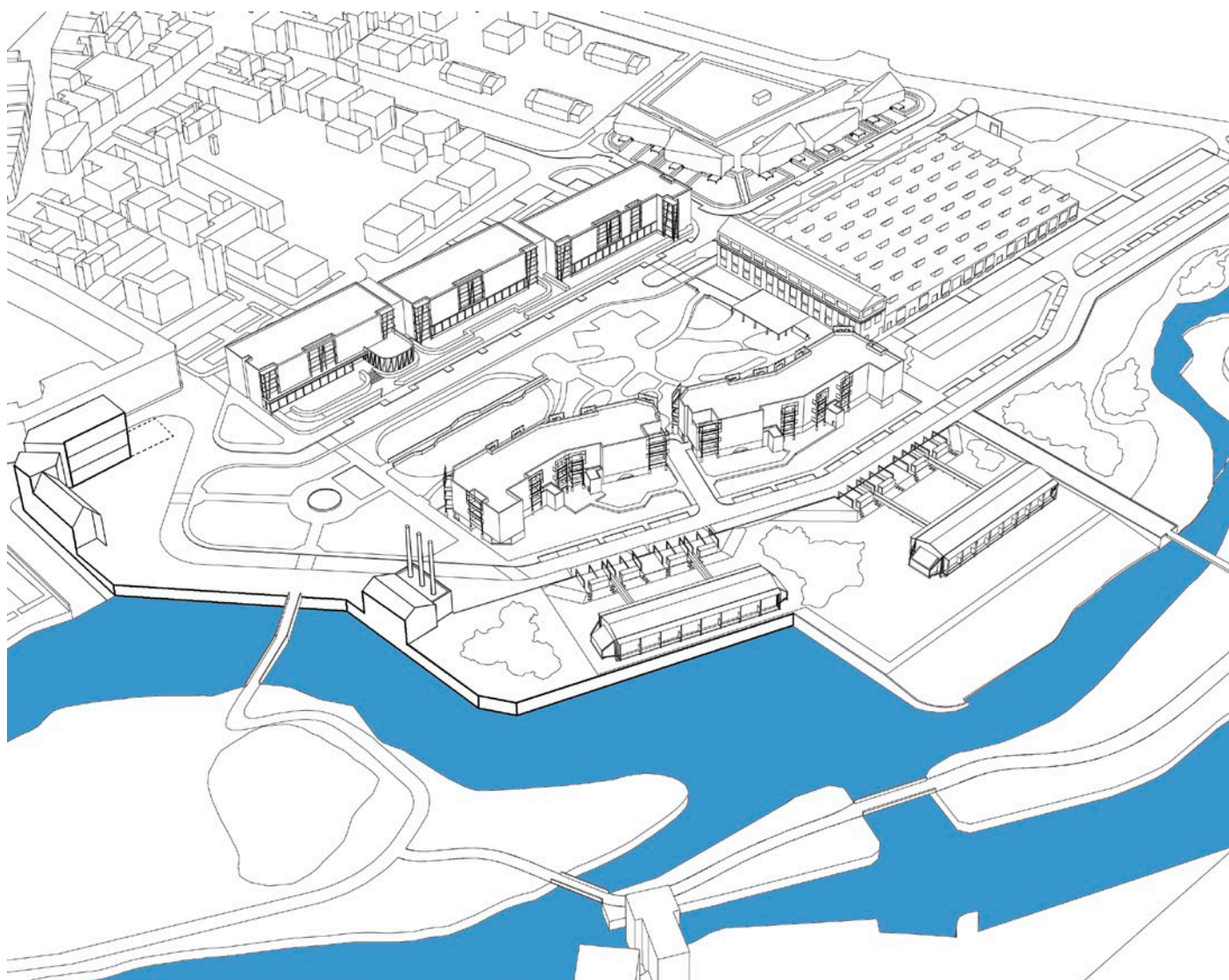
gion from flooding. As a result, local strategies were implemented for managing impacts. The 2016 flood revealed the weaknesses of the Ile-de-France anti-flood systems, it also showed the relevance of an urban resilience approach. Nature-based solutions proved their worth during these floods in the Paris region. In Essonne, ecosystem-based flood management developed by the Syndicat intercommunal pour l’assainissement de la vallée de la Bièvre (SIABV – Intercommunal Association for Sanitation of the River Bièvre valley) and the ecological conversion of basins into permanent natural water bodies increased water-storage capacity and significantly limited flood damage (Barra and Maxime, 2016).

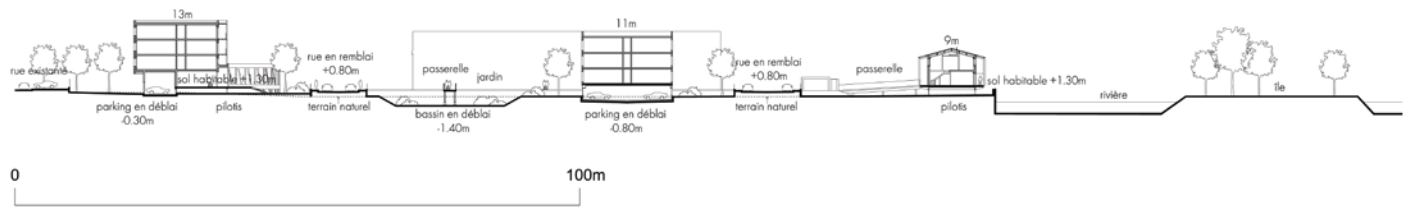
As well as being multifunctional (wetlands absorb shocks such as floods and droughts, purify water and store carbon efficiently, etc.), overall NBS are

1955), l'alluvione di giugno 2016 ha portato in questo senso lezioni significative. Si è verificata al di fuori dei periodi di vigilanza predeterminati, in seguito a forti piogge a valle dei laghi artificiali che proteggono la regione parigina dagli straripamenti. Per gestire gli impatti, sono state quindi implementate le strategie programmate a livello locale, rivelando i punti deboli dei sistemi anti-alluvione, ma ha mostrato al tempo stesso l'importanza dell'approccio alla resilienza urbana. Le "soluzioni basate sulla natura" (Nature Based Solutions - NBS) hanno dimostrato la loro efficacia nell'area di Essonne: la gestione "ecosistemica" delle alluvioni sviluppata dal sindacato intercomunale per il risanamento della Valle della Bièvre (Syndicat Intercommunal

pour l'Assainissement de la Vallée de la Bièvre - SIAVB) e la rinaturazione ecologica dei bacini come corpi idrici permanenti ha permesso di aumentare la capacità di stoccaggio dell'acqua e di limitare considerevolmente i danni provocati dall'alluvione (Barra e Maxime, 2016).

Oltre ad essere multifunzionali (le zone umide smorzano gli shock come inondazioni e siccità, purificano l'acqua, immagazzinano il carbonio in modo efficiente, ecc.), le NBS sono, nel costo complessivo, spesso meno costose delle soluzioni "grigie", ma essendo difficili da applicare in via esclusiva, le strategie di resilienza urbana spesso ibridano l'ingegneria ecologica con altri approcci ingegneristici urbani.





Come in altri contesti, l'alluvione del 2016 ha anche rivelato l'efficienza di strategie di design urbano adattivo (Balsells Mondéjar et al. 2013; Raven et al., 2018), in particolare nel distretto di Matra a Romorantin, situato sulle rive di un affluente del Cher (bacino della Loira) e sviluppato all'interno di un'area industriale dismessa vicina al centro di la città, chiusa nel 2006. Il progetto complessivo è stato realizzato dall'architetto, insegnante e ricercatore Eric Daniel Lacombe.

Il progetto ha tre obiettivi di adattamento alle inondazioni: la canalizzazione delle acque di piena attraverso le fondamenta degli edifici; l'installazione di un dispositivo che impedisce alle auto di essere spazzate via dalle acque; l'accessibilità agli edifici da parte dei pedoni, inclusi i disabili, indipendentemente dalle dimensioni dell'alluvione. Tali soluzioni sono state previste tenendo conto di livelli di inondazione superiori a 50 cm, il livello massimo previsti dai regolamenti. Gli edifici sono stati progettati in modo tale che le scialuppe di salvataggio potessero accedervi senza alcun problema. Pertanto, contrariamente a una protezione elaborata per una singola soglia, il progetto del quartiere ha previsto lo studio specifico delle configurazioni urbane, tecniche, morfologiche, programmatiche e sociali, attraverso le quali era possibile immaginarne la sua resilienza a eventi frequenti o molto rari. Tuttavia, la strategia di adattamento del quartiere non è stata realizzata a discapito della sua qualità architettonica, caratterizzata dalle diverse soluzioni architettoniche adottate per il progetto del

piano terra degli edifici e per l'inter-visibilità degli spazi collettivi e pubblici.

In seguito alle inondazioni del 2016 il quartiere non ha sofferto quasi nessun danno, nonostante un'inondazione che, localmente, ha superato tutte le previsioni, essendo di gran lunga più importante di quella che i modelli basati su serie storiche centennali avevano considerato.

L'*Urban Design* (Raven et al., 2018) può sviluppare soluzioni resilienti attraverso l'attuazione di misure di sviluppo urbano sostenibile che integrano il rischio alla base delle problematiche di rigenerazione, considerando scenari attesi sia frequenti che estremi. Pubblicazioni teoriche di riferimento (Grafakos et al., 2018) completano il quadro delle buone pratiche per una progettazione resiliente, esemplificata da sperimentazioni significative con un carattere "dimostratore" come l'iniziativa Rebuild by Design a New York. In Germania, la riqualificazione degli ex porti di Hafencity ad Amburgo, Zollhafen a Mainz o Westhafen a Francoforte è la prova del potenziale di sviluppo nelle pianure alluvionali. Meno noto, sebbene fosse il vincitore del premio nazionale per la costruzione in zone inondabili, il progetto del citato quartiere Matra a Romorantin (Balsells Mondéjar et al., 2013).

## Conclusioni

L'approccio di "resilienza ingegneristica" appare appropriato per una vasta gamma di situazioni in caso di eventi di intensità "da moderata a forte", ma l'analisi di casi concreti del passato mo-

often less expensive than grey water solutions. But they are difficult to apply alone and urban resilience strategies combine ecological engineering with other forms of urban engineering. As in other contexts, the 2016 flood revealed the *efficiency of urban design* (Balsells Mondéjar et al. 2013; Raven et al., 2018), in particular in the Matra neighborhood of Romorantin, located on the banks of a tributary of the river Cher (Loire catchment). Ce quartier est issu de l'aménagement récent d'une ancienne zone industrielle fermée en 2006. Un projet d'ensemble a été conçu par l'architecte, enseignant et chercheur Eric Daniel Lacombe, pour transformer l'ancienne zone industrielle proche du centre de la ville. The district returned to life following the recent development of an old industrial area closed in 2006. A global project for transforming the old industrial area

close to the town center was designed by the architect, teacher, and researcher Eric Daniel Lacombe. The project has three objectives for adapting the town to flood situations: (i) channeling floodwaters via foundations in buildings, (ii) installing a system for preventing cars from being swept away by flood-water and (iii) making entrances to buildings accessible to pedestrians, even handicapped, irrespective of flood levels. Design-work maintained these objectives for floods 50 cm higher than the maximum levels provided for in regulations. As a result, buildings were designed to be easily accessible to rescue boats. Therefore, contrary to an elaborate form of protection for a single water threshold, the neighborhood's design consisted of studying according to what urban, technical, morphological, programmatic and social configurations its re-

silience could be imagined for frequent to very rare events. Even so, the neighborhood's adaptation to flood risks has not been to the detriment of its architectural quality. This can also be shown by the diversity of architectural solutions concerning buildings' foundation supports and aspects of intervisibility between spaces. Just like public zones, ground floors are of a high quality. The 2016 floods proved the relevance of the way in which the neighborhood had been developed. It suffered virtually no damage despite flooding that, locally, exceeded all the forecasts and was much higher than the levels estimated by 100-year modelling. *Urban design* (Raven et al., 2018) can develop resilience by implementing sustainable urban development measures that integrate risk at the core of development projects for frequent or extreme risk scenarios. Important the-

oretical publications (Grafakos et al., 2018) complete experiments such as the New York *rebuild by design* operation, which is a showcase. In Germany, redevelopment of the old Haffencity ports in Hamburg, Zollhafen in Mainz or Westhafen in Frankfurt is also evidence of the potential for development operations in floodplains. Less well known, although it was the winner of the national prize for building in flood zones, we also have the redevelopment of the Matra district in Romorantin (Balsells Mondéjar et al., 2013).

## Conclusion

The "engineering resilience" approach seems relevant for a whole range of situations with known constraints of "moderate to strong" intensity. But feedback shows the failure of these approaches, which appear to be inadequate for so-called "extreme" events,

stra il fallimento di un simile approccio, che appare inadeguato a eventi definiti “estremi”, come quelli accaduti in città come New Orleans e Fukushima. La risposta a tali situazioni estreme, non prevedibili, coinvolge aspetti legati alla solidarietà, all’aiuto reciproco, alla condivisione, spesso collegati alla riappropriazione o alla riorganizzazione degli elementi materiali, strutturali, e di organizzazione degli spazi urbani.

Interrogarsi sui temi dei legami, dei flussi, delle connessioni, delle dimensioni spaziali e temporali del rischio urbano richiede l’approfondimento di aspetti morfologici ma anche di interfaccia, nonché sui “tempi” del progetto urbano e lo spazio che appare necessario riservare alle “soluzioni basate sulla natura”. Al di là degli aspetti progettuali e funzionali discussi in questo articolo, si tratta dunque di approfondire anche gli aspetti relazionali e sociali della resilienza, poiché le condizioni crisi evidenziano da un lato l’importanza del potenziale di riconfigurazione dei sistemi urbani, ma anche l’emergere di nuovi fenomeni sociali senz’altro rappresentativi del concetto di resilienza.

## REFERENCES

Balsells Mondéjar, M., Barroca, B., Amdal, J.R., Diab, Y., Becue, V. and Serre, D. (2013), “Analysing urban resilience through alternative stormwater management options: application of the conceptual Spatial Decision Support System model at the neighbourhood scale”, *Water Science & Technology*, Vol. 68, No. 11, pp. 2448-2457.

Barra, M. and Lecuir, G. (2015), “Nature-based solutions for climate change in Paris region. Overview of propositions for discussion at the COP21”, *Natureparif*, Paris, Seine Normandy Water Agency & The Paris Research Consortium “Climate-Environnement-Society”.

such as those undergone by the cities of New Orleans, Fukushima, etc. These overlooked extreme situations express aspects of solidarity, mutual help, sharing, themselves related to the re-appropriation or the diversion of material elements, structures, and organization. Examining the question of links, flow and connections, and examining spatial and temporal dimensions of urban risk requires examining, over and above shapes, the interfaces represented by the time taken for urban design and the place now given to NBS. Beyond the design and functional aspects discussed in this article, what about the connections and social aspects of resilience? Because crisis not only demonstrates the importance of the reconfiguration potential of urban systems on the one hand, but also the emergence of unpredictable social phenomena totally representative of the notion of resilience.

## NOTES

1. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/prevention-des-risques-majeurs>.
2. OECD report [12] & publications of the Institute of Planning and Development of the Ile-de-France region.

Barra, M. and Maxime, Z. (2016), “Face aux inondations et pluies torrentielles : Les solutions fondées sur la nature”, *Natureparif*, Paris, Seine Normandy Water Agency & The Paris Research Consortium “Climate-Environnement-Society”.

Barroca, B., Bernardara, P., Girard, S. and Mazo, G. (2015) “Considering hazard estimation uncertain in urban resilience strategies”, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, Vol. 15, No. 1, pp. 25-34.

Barroca, B., Di Nardo, M. and Mboumoua, I. (2013), “De la vulnérabilité à la résilience : mutation ou bouleversement?”, *EchoGéo*, Vol. 24, available at: <http://journals.openedition.org/echogeo/13439>.

Barroca, B. and Serre, D. (2014), “Behind The Barriers: A Conceptual Model”, *SAPIENS - Surveys And Perspectives Integrating Environment & Society*, Vol. 6, No. 1.

Barroca, B. and Serre, D. (2018), “Risks revealed by cartography-cartography renewed by the geovisualization of risks”, *International Journal of Cartography*, Vol. 4, No. 1, pp. 1-3.

Beck, U. (2001), *La société du risque - Sur la voie d'une autre modernité*, Éditions Aubier, Paris, FR.

Bernardara, P., Schertzer, D. and Lang, M. (2005) “Regional patterns of flood and rain extreme value index in the South of France”. *Geophysical research abstract*.

Bonati, S. and Mendes, M.P. (2014), “Building Participation to Reduce Vulnerability: How Can Local Educational Strategies Promote Global Resilience? A Case Study in Funchal - Madeira Island”, *Procedia Economics and Finance*, Vol. 18, No. 165-172.

Comfort, L.K., Boin, A. and Demchak, C.C. (2010), *Designing Resilience Preparing for extreme events*, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA.

European Commission (2013), *Green paper on the insurance of natural and man-made disasters*.

Gonzva, M., Barroca, B. and Serre, D. (2017), “Resilience of urban systems: a proposal for a methodological framework dedicated to the operators’ needs”, *Urban Risks*, Vol. 1, No. 2.

- Pacteau, C. and Delgado, M. Coordinating Lead Authors (2018), *Integrating mitigation and adaptation: Opportunities and challenges*, in Rosenzweig, C., W. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, and S. Ali Ibrahim (Ed.), *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. Cambridge University Press. New York, pp. 101-138.
- Gralepois, M. and Rode, S. (2017), "Flood resilient city and urban distortion", *Urban Risks*, Vol. 1, No. 2.
- Gunderson, L.H. and Holling, C.S. (2002), *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, Island Press, Washington DC.
- Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Énergie (2012), *Première évaluation nationale des risques d'inondation*.
- Mitchell, J.K. (1999), *Crucibles of hazard: Mega-cities and disasters in transition*, United Nations University Press, New York, USA.
- OCDE (2014) *Étude de l'OCDE sur la gestion des risques d'inondation : la Seine en Île-de-France 2014*, OECD Publishing, Paris, FR.
- 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., W. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, and S. Ali Ibrahim (Ed.), *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. Cambridge University Press. New York, pp. 139-172.
- Reghezza-Zitt, M. and Rufat, S. (Ed.) (2015), *Resilience Imperative, Uncertainty, Risks and Disasters*, Elsevier, Oxford, UK.
- Robert, B. and Morabito, L. (2013), "Interdependent Critical Infrastructures: From protection towards resilience", *Critical Infrastructure Symposium (TISP)*, West Point, NY, USA.
- Serre, D. and Barroca, B. (2013) Preface "Natural hazard resilient cities". *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, Vol. 13, No. 10, pp. 2675-2678.
- Ville de Paris (2017) *Stratégie de Résilience de Paris*, Ville de Paris et 100 Resilient Cities, available at : <https://api-site-cdn.paris.fr/images/95335> (accessed 11 June 2018).
- Walker, B., Carpenter, S.R., Anderies, J.M., Abel, N., Cumming, G., Janssen, M.A., Lebel, L., Norberg, J., Peterson, G.D. and Pritchard, R. (2002), "Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach", *Conservation Ecology*, Vol. 6, No. 1, pp. 14.
- Walker, B. and Salt, D. (2006), *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*, Island Press, Washington DC, USA.
- World Economic Forum (2016), *The Global Risks Report 2016 11th Edition*, World Economic Forum, Geneva.



Michelangelo Russo,

Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II, Italia

russomic@unina.it

I modelli di urbanizzazione diffusivi, nella loro mutazione dal Secondo Novecento fino ad oggi, ci consegnano una città in espansione illimitata, fondata su una economia della crescita lineare e incapace di incorporare i valori ambientali, basata sul paradigma *produzione-consumo-scarto*. Il concetto di crescita continua e illimitata ha prodotto effetti negativi sulla città, che si materializzano nella produzione di spazi urbani di risulta, aree abbandonate, paesaggi di scarto, insieme con la difficoltà di gestire un ciclo di produzione-consumo sempre più legato all'insostenibile generazione di scarti: una condizione di rischi sempre più diffusi e intensificati che indeboliscono le relazioni tra città, spazi di vita e ambiente.

Si tratta di rischi che interessano la condizione ecologica contemporanea, che compromettono l'*equilibrio* tra città e ambiente, tra le comunità e i loro territori di appartenenza. Il potenziale *depauperamento* delle risorse naturali e ambientali, non riproducibili o limitate, rappresenta l'esito di una crescita urbana inconsapevole dei limiti, incapace cioè di tutelare l'equilibrio tra continuità ecologica, biodiversità e territori urbanizzati. Una perdita di equilibrio che *riduce* la sicurezza ambientale, l'abitabilità degli spazi collettivi, la sostenibilità delle trasformazioni future.

Nel descrivere le inferenze tra ambiente e territorio, è diffuso l'uso del termine *metabolismo* per specificare forme patologiche di interazione tra *ambiente e città*: un meccanismo utile a mettere in evidenza la crisi e la marginalità del territorio contemporaneo nel suo contesto ecologico. Infatti, *metabolismo* è riferito alle trasformazioni alla base della vita degli organismi biologici, incentrate su un equilibrio che sovrintende alla crescita e alla riproduzione delle forme di vita dell'organismo stesso: un equilibrio – nell'analogia urbana – tra flussi di *input* e *output*, tra flussi

di energia e di materiali che attraversano la città come sistema aperto (Wolman, 1965). Inteso come *mutazione*, trasformazione dei materiali che consentono la vita, il metabolismo, ha a che fare con i flussi di *materiali* e di *energia* e con i processi della loro produzione, trasformazione, uso e dissipazione.

Sullo sfondo, il *consumo* è il fenomeno globale che disegna le società urbane contemporanee.

Tuttavia, pur sostenendo i sistemi umani, queste mutazioni innescano anche una catena di sottoprodotti negativi (Pincetl, 2012). *Consumo, produzione e scarti*, sono i capisaldi dei processi di crescita dell'*urbano*: le relazioni squilibrate tra questi cicli di base, producono rilevanti impatti sugli ambienti naturali e urbani, e sulla continuità delle loro strutture ecologiche, con forti ricadute sulla loro abitabilità anche in considerazione dei crescenti impatti climatici nei territori urbanizzati.

Per definire e valutare le interazioni tra società, città e ambiente, il metabolismo viene inteso come sistema complesso di trasformazione e scambio tra ambiente antropico, naturale e strutture economiche. Questo consente di affiancare il tradizionale studio dei processi insediativi e della forma urbana (ad es. in relazione ai modelli di crescita insediativa) con l'osservazione e l'analisi di come il territorio viene abitato e attraversato da flussi di diverso genere (persone, merci, acqua, energia, scarti, rifiuti, etc.).

In questo senso, il metabolismo descrive il dispiegamento di processi che, da un lato interagiscono con lo spazio – la *forma urbana*, la densità, la morfologia, la biodiversità, l'integrità ecologica – dall'altro sono influenzati da fattori immateriali di diversa natura: economici e sociali.

Un metabolismo inadeguato determina la sovrapproduzione degli scarti, e genera incroci critici di flussi che producono forti im-

## RETHINKING RESILIENCE, DESIGN THE CITY THROUGH ITS METABOLISM

Urbanization models based on growth, changing from the late twentieth century until today, give us a city in unlimited expansion, based on a linear economy and unable to incorporate environmental values, basing only on the *production-consumption-waste* paradigm. The concept of continuous and unlimited growth has produced negative effects on the city, which materialize in the production of residual urban spaces, abandoned areas, landscapes of waste, together with the difficulty of managing a production-consumption cycle increasingly linked to unsustainable generation of waste: a condition of increasingly widespread and intensified risks that weaken the relationships between cities, livability and the environment.

These are risks that affect the contemporary ecological condition, compromising the *balance* between city and

environment, between communities and their territories. The potential *depletion* of natural and environmental resources, not reproducible or limited, represents the outcome of urban growth, unaware of limits, i.e. incapable of protecting the balance between ecological continuity, biodiversity and urbanized territories. A loss of balance that *reduces* environmental *safety*, the habitability of collective spaces, the sustainability of future transformations.

In describing the inferences between environment and territory, the use of the term *metabolism* is widespread to define forms of interaction between *environment* and *city*: a mechanism also useful for highlighting the crisis and the marginality of the contemporary territory in the ecological context. *Metabolism* refers to the transformations at the basis of the life of biological organisms, centered on a balance that su-

perives the growth and reproduction of the organism itself: a balance - in the urban analogy - between *inputs* and *outputs*, between flows of energy and materials that pass through the city as an open system (Wolman, 1965). The metabolism interpreted as *mutation* or transformation of materials that allow life, has to do with *materials* and *energy* flows and with the processes of their production, transformation, use and dissipation.

In the background, *consumption* is the global phenomenon that designs contemporary urban societies.

However, while supporting human systems, these mutations also trigger a chain of negative by-products (Pincetl, 2012). *Consumption, production and waste*, are the cornerstones of *urban* growth processes: the unbalanced relationships between these basic cycles produce significant impacts on natural

patti sui territori, aumentandone i rischi e gli effetti di frammentazione e di marginalità sui contesti di vita delle società locali e delle comunità insediate (cfr. Terra dei Fuochi; Palestino, 2017). Produrre resilienza territoriale e urbana, vuol dire considerare *l'equilibrio ambientale* come riferimento (quali-quantitativo) primario per la pianificazione, da preservare agendo direttamente sul metabolismo, attraverso un progetto capace di gestire i flussi di *waste*, per minimizzarne la produzione, sostenerne la riduzione e il riciclo, rigenerare il territorio, sullo sfondo dei concetti di economia circolare (Russo, 2017).

Metabolismo è un modo proattivo di guardare alle instabilità della città e di progettare nuove forme di equilibrio tra componenti antropiche e ambientali, al fine di migliorare la resilienza dei sistemi urbani. Ciò significa favorire un pensiero ed un progetto di città che parta dalla consapevolezza del suo esser parte di un contesto *ciclico-naturale* piuttosto che *redditizio-incrementale*. Come sostenere la vivibilità urbana bilanciandola con i sistemi ambientali ed economici?

La perdita di equilibrio intesa come degrado delle condizioni di abitabilità del territorio, sotto l'azione di cause esterne (rischi antropici e ambientali), richiede la ricerca di nuove forme di metabolismo per migliorare le condizioni di vita urbana. Si tratta di un cambiamento che va considerato non come semplice adeguamento delle forme fisiche dello spazio costruito, ma piuttosto come ripensamento generale delle discipline di governo locale: nelle forme economiche, nel rapporto amministrazione-privati, nei limiti imposti da rischio e morfologia all'espansione.

*Equilibrio* dunque, per la pianificazione urbanistica e territoriale, assume lo specifico significato di *progetto*, cura e supporto delle condizioni sostantive e relazionali dei contesti urbani, capaci

and urban environments, and on the continuity of their ecological structures, with strong repercussions on their habitability, also considering climate changes in urbanized areas.

To define and evaluate the interactions between society, city and environment, the concept of metabolism is extended to encompass a complex system of transformation and exchange between the anthropic, natural and economic structures. This allows to combine the traditional study of settlements and urban form (e.g. in relation to the models of settlement growth) with the observation and analysis of how the territory is inhabited and crossed by different kind of flows (people, goods, water, energy, waste, etc.).

In this sense, the metabolism describes the deployment of processes that, on one hand interact with the space - the *urban form*, the density, the morphol-

ogy, the biodiversity, the ecological structure - on the other are influenced by immaterial factors of both economic and social kind.

An inadequate metabolism determines the overproduction of waste, and generates critical flows that produce strong impacts on the territories, increasing the risks and the effects of fragmentation and marginality on the life of local societies and communities (see Terra dei Fuochi; Palestino, 2017). Producing territorial and urban resilience means considering the *environmental balance* as a primary (quali-quantitative) reference for planning, to be preserved by acting directly on the metabolism, through a project capable of managing waste flows: minimizing waste production, supporting waste reduction and recycling, regenerating the territory, following the concepts of circular economy (Russo, 2017).

di garantire la qualità dello spazio e delle strutture abitative, la sostenibilità e la tutela delle risorse naturali, la cura e la valorizzazione delle componenti storiche, ecologiche e ambientali, la riduzione della pericolosità e le forme di adattamento a difesa dai rischi ambientali.

In questa prospettiva, metabolismo, diviene una nozione articolata per la pianificazione urbanistica, polisemica e complessa, riferita al *controllo* e alla *modificazione*, come azioni finalizzate a incrementare la *resilienza* della città. Riguarda la cura delle relazioni tra cicli di vita e gestione dei flussi di rifiuti, con ricadute spaziali che attengono alla rigenerazione degli spazi urbani e periurbani; concerne la ridefinizione dei cicli di vita, dalla *produzione*, al *consumo*, allo *scarto* in aree urbane, in chiave ecologica ed energetica; implica la rigenerazione dei *paesaggi di scarto* e di depauperamento ecologico, intesi come specifici flussi di *waste*; reclama l'attenzione alle componenti ecologiche intese come *servizi eco-sistemici* fondamentali per la riproduzione e la sostenibilità del territorio contemporaneo (acqua, aria, suoli, riciclo, attenzione ai meccanismi di regolazione naturale, etc.), definiti come "benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano" (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Trattare il metabolismo nella pianificazione territoriale e urbana richiede il ricorso ai principi dell'economia circolare nella prospettiva dell'*industrial ecology framework* (Andrews, 2002) estesa alla città, attraverso la lettura e la valutazione dei *cicli di vita* e delle loro ricadute ambientali e urbane. La metodologia comporta il riciclo delle diverse tipologie di flussi di *waste*, e include le aree di scarto (Berger, 2006) che, nelle loro geografie, rappresentano gli esiti di un metabolismo che produce *dis-valore* per la società e per il territorio, da convertire in valore economico,

Metabolism is a proactive way of looking at the instabilities of the city and of designing new forms of equilibrium between human and environmental components, in order to improve the resilience of urban systems. This means fostering an interpretation and a project for the city that starts from the awareness of its being part of a *cyclical-natural* (rather than *profitable-incremental*) context.

How to support urban livability by balancing it with environmental and economic systems?

The loss of balance interpreted as depletion of the conditions of habitability of the territory, under the action of external causes (anthropic and environmental risks), requires the search for new forms of metabolism to improve the conditions of urban life. This change should be considered not as a simple adjustment of the physical

forms within the built environment, but rather as a general rethinking of local government: in economy, in the public-private relationship, within the limits imposed to expansion by risk and morphology.

Therefore, for urban and territorial planning, *balance* assumes the specific meaning of *design*, of care and support of the substantive and relational conditions of urban contexts, capable of guaranteeing the quality of spaces, the sustainability and protection of natural resources, the care and enhancement of historical, ecological and environmental components, the reduction of dangers and the forms of adaptation to environmental risks.

In this perspective, metabolism becomes an articulated notion for a polysemic and complex urban planning, referred to *control* and *modification*, as actions focused to increase the *resil-*

sociale ed urbano. Le aree di scarto sono a rischio poiché l'abbandono crea degrado: solo la loro rigenerazione, innanzitutto ambientale, può consentire di renderle meno vulnerabili, ovvero restituirli ad un uso pubblico in una logica di sistema. Applicare i principi dell'economia circolare alla rigenerazione dello spazio pubblico in un processo capace di avvicinare la fase decisionale alle persone, attraverso l'interazione di soggetti e *stakeholder*, può rappresentare una strategia integrata di resilienza.

La ricerca urbanistica contemporanea – nel quadro dei valori della *città resiliente*, in coerenza cioè con tutti i requisiti prestazionali volti a garantire *sicurezza e abitabilità* dello spazio urbano contemporaneo – mostra molteplici e fertili direzioni di sviluppo e sperimentazioni operative volte a studiare i meccanismi del metabolismo urbano, e i suoi effetti sui territori urbanizzati e sui loro assetti spaziali. Ciò sollecita una pianificazione capace di gestire e integrare *piani strategici eco-innovativi* per la gestione su rifiuti e in generale dei *servizi ecosistemici*, analizzando i diversi flussi di energia e di materia, in linea con i modelli di metabolismo urbano integrato.

Obiettivi di un'urbanistica resiliente per i territori metabolici dunque possono essere:

- a) comprendere come i valori e i meccanismi alla base del metabolismo territoriale, possano essere utilizzati mediante il ricorso a *indicatori e criteri* per una conoscenza non convenzionale del territorio contemporaneo, nelle sue diverse componenti strutturali, nei suoi assetti, nelle sue criticità e potenzialità ecologiche;
- b) ridefinire un'agenda metodologica, tecnica e politica della pianificazione territoriale e del progetto urbanistico orientandola verso il *paradigma* dell'economia circolare, sensibile al meta-

*ience of the city*. It concerns the care of the relationship between life cycles and management of waste flows, with spatial outcomes that pertain to the regeneration of urban and peri-urban spaces; it concerns the redefinition of life cycles, from *production to consumption*, to *waste* in urban areas, in an ecological and energetic perspective; it implies the regeneration of *wasted landscapes* and the spaces of ecological depletion, interpreted as specific *waste flows*; it calls attention to the ecological components intended as *eco-systemic devices*, essential for the reproduction and sustainability of the contemporary territory (water, air, soil, recycling, attention to the mechanisms of natural regulation, etc.), defined as "multiple benefits provided by ecosystems to mankind" (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Treating the metabolism in spatial and urban planning requires the use

of circular economy principles in the perspective of the *industrial ecology framework* (Andrews, 2002), extended to the city, through the analysis and the assessment of *life cycles* and their environmental and urban repercussions. The methodology involves the recycling of the different types of *waste flows*, and includes *drosscapes* (Berger, 2006) which, in their geographies, represent the outcomes of a metabolism which produces *dis-value* for society and for the territory, to be converted into economic, social and urban value. *Drosscapes* are a risk because abandonment creates degradation: only their -primarily environmental- regeneration can make them less vulnerable, and guarantee public uses. Applying the principles of circular economy to the regeneration of public space can represent an integrated strategy of resilience, if the process is capable of

bringing decision-making closer to people, through the interaction among *stakeholders*.

- c) interpretare la dimensione sociale del *metabolismo urbano* nonché delle pratiche di *economia circolare*, e studiare modelli di decisione pubblica e di pianificazione collegati al coinvolgimento, all'ascolto e alla costruzione di comunità allargate d'interesse. Diverse forme di coinvolgimento possono determinare nuovi comportamenti (e stili di vita) legati alla riqualificazione energetica, alla mobilità sostenibile, al riciclo, etc. attraverso un uso mirato delle tecnologie innovative da intendersi non come banali dispositivi gestionali, ma come strumenti di mediazione comunicativa ed inclusiva in una logica di *co-design*;
- d) sperimentare strategie e azioni improntate ai principi dell'economia circolare finalizzate a modificare la gestione dei cicli materiali, dei rifiuti e dei servizi eco-sistemici per il progetto dello spazio urbano incrementando l'abitabilità e la rigenerazione dei territori marginali, urbani e periurbani.

Il metabolismo, come *lente* attraverso cui traguardare la trasformazione dei territori e dei rapporti tra ambiente costruito e sistema ecologico, e come *insieme di materiali* del progetto contemporaneo, consente all'urbanistica e alle sue tecniche di riformulare valori, *framework* teorici e pratici, ridefinendo, sperimentando e innovando le metodologie d'intervento in casi di studio pilota, entro laboratori sperimentali di *co-design*, definendo e *testando* una metodologia d'intervento, lavorando sul trasferimento tecnologico e la disseminazione in altre realtà europee.

Agire sul metabolismo vuol dire definire i flussi di *waste* e il loro impatto sui territori che, a loro volta, sono, per parti, spazi di

bringing decision-making closer to people, through the interaction among *stakeholders*.

Contemporary urban research - in the perspective of the *resilient city*, consistent with all the requirements aimed at ensuring *the safety and habitability* of the contemporary urban space - shows many fertile indications for local development and experiments aimed at studying the mechanisms of urban metabolism, and its effects on urbanized territories and their spatial arrangements. This calls for a planning capable of managing and integrating eco-innovative strategic plans for waste management and in general of *ecosystem services*, analyzing the different flows of energy and materials, in line with the models of integrated urban metabolism.

Objectives of a resilient urbanism for the metabolic territories should be:

- a) understanding how the values and mechanisms at the basis of territorial metabolism can be used through the use of *indicators and criteria* for an unconventional knowledge of the contemporary territory, in its different structural components, in its structures, in its critical and ecological potential;
- b) redefining a methodological, technical and political agenda of planning and urban design, towards the *paradigm* of circular economy, sensitive to urban metabolism, starting from the recognition of risks and potentialities deriving from existing urban forms, aimed at the redesign of the territory;
- c) interpreting the social dimension of *urban metabolism* as well as *circular economy practices*, and studying models of public decision and planning related to the involvement,



risulta, di scarto. I *wastescape* (Amenta e Attademo, 2016) sono *paesaggi* legati alla loro dimensione ecologica, la loro definizione è connessa con il mosaico di ambienti, con le reti eco-sistemiche, con le forme consolidate e identitarie che identificano la nozione plurale di paesaggio.

L'urbanizzato, in particolare nelle aree metropolitane, ha profondamente modificato il paesaggio, alternando storia e contemporaneità, densità e dispersione, spazi naturali e rurali, dando luogo alla produzione di un territorio a bassa densità, con forti compenetrazioni e sconfinamenti entro il sistema dei valori paesaggistici: il territorio *periurbano* cresce nella commistione tra usi urbani e rurali (Mininni, 2013) ed è il prodotto critico di un metabolismo che consuma l'integrità dei paesaggi agrari. Dunque il metabolismo produce scarti anche in termini di paesaggio: edilizia abusiva e ammassata, spazi senza qualità, senza accessibilità, senza porosità, senza identità. Il *periurbano* è esito di un incrocio critico tra reti infrastrutturali, ecologiche e ambientali, ma anche città diffusamente abitata, spesso luogo della marginalità urbana e sociale: rappresenta un laboratorio appropriato per conoscere la *spazializzazione* del metabolismo e per valutarne gli impatti territoriali oltre che economici e sociali. È la periferia della contemporaneità, da conoscere e interpretare, oggetto di un'urbanistica non più distributiva o incrementale, ma da intendersi come pratica paziente e complessa di ri-costruzione dei territori, delle comunità, della loro identità, della loro resilienza. In definitiva *resilienza* per la città non è un interesse settoriale, né una famiglia di pratiche o una *conclusa* modalità di trattamento del territorio o di alcune sue componenti parziali. Il metabolismo rappresenta un'idea di progetto, nel suo ruolo sociale ed economico, come azione che guarda al futuro con una forte con-

siderazione per le ragioni del presente: è una forma di pensiero che ricorre all'innovazione della conoscenza e della selezione dei materiali della realtà, riconsiderando il valore di conservazione o recupero, in forme e significati diversi da quelli originari, in una logica di economia circolare e con una attenzione continua alle forme di *equilibrio* con altri flussi e molteplici cicli di vita. Ciò vuol dire concepire la città come un organismo basato sul suo metabolismo, la cui manomissione procura la perdita di quell'equilibrio dinamico, mutevole ed evolutivo, che esprime il grado di resilienza della città: la sua capacità di rispondere, di adattarsi, ma anche di produrre cambiamento.

Considerare questo equilibrio come spazio creativo di innovazione, come invenzione di nuovi assetti sulla base di valori condivisi, come nucleo del progetto, tra trasformazione, sviluppo e continuità dei valori ambientali, rappresenta una via innovativa all'urbanistica. Ciò vuol dire pensare e progettare il territorio in termini di abitabilità e di sicurezza, dunque di resilienza, intesa come preconditione di ogni possibile politica di *welfare*: la continuità delle risorse riguarda innanzitutto la città come valore sostantivo e relazionale, e la sua riproduzione – in forme sempre meno espansive e dissipative – sollecita un modo nuovo di concepire il progetto urbanistico contemporaneo.

#### REFERENCES

- Allen, A., Broto, V. C. and Rapoport, E. (2012), "Interdisciplinary Perspectives on Urban Metabolism. A review of the literature", *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 16, No. 6, pp. 851-861.
- Andrews, C. (2002), "Industrial ecology and spatial planning", in Ayres, R.U., Ayres L.W. (Ed.), *A handbook of industrial ecology*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.

listening and construction of enlarged communities. Different forms of involvement can determine new behaviours (and lifestyles) related to energy efficiency, to sustainable mobility, to recycle, etc. through a targeted use of innovative technologies, interpreted not as mere management devices but as tools for communicative and inclusive mediation in a *co-design* logic;

d) experimenting strategies and actions based on circular economy principles aimed at modifying the management of material, waste and eco-system cycles for the urban space project, increasing the habitability and regeneration of marginal, urban and periurban areas.

Metabolism, as a *lens* to look at the transformation of territories and the relationships between built environment and ecological system, and as a *toolkit*

for contemporary design, allows urban planning and its techniques to reformulate values, theoretical and practical frameworks, redefining, experimenting and innovating methodologies in pilot cases, within experimental *co-design* laboratories, defining and *testing* an intervention method, working on technology transfer and dissemination in other European realities.

Acting on metabolism means defining *waste* flows and their impact on territories which, are, partially, residual spaces, spaces of waste. *Wastescape*s (Amenta and Attademo, 2016) are *landscapes* defined with a focus on their ecological dimension, connected with the mosaic of different environments, with the ecosystemic networks, with the consolidated forms and identities that identify a plural notion of landscape.

The urban area, particularly in metropolitan areas, has profoundly changed

the landscape, alternating history and modernity, density and dispersion, natural and rural spaces, giving rise to the production of a low density territory, with strong interferences and trespassings in the system of landscape values: the periurban territory grows in the mix between urban and rural uses (Mininni, 2013) and is the critical product of a metabolism that consumes the integrity of agricultural landscapes. Therefore the metabolism produces waste also in terms of landscape: abusive and dense buildings, spaces without quality, without accessibility, without porosity, without identity. The *periurban* is the result of a critical cross between infrastructural, ecological and environmental networks, but it is also a crowded city, a place of urban and social marginality: it is an appropriate laboratory to know the *spatialization* of metabolism and to assess the territorial

impacts as well as the economic and social ones. It coincides with the periphery of contemporaneity, to be known and interpreted, and is the object of a urban planning no longer distributive or incremental, but to be understood as a patient and complex practice of reconstruction of territories, communities, their identity, their resilience.

Ultimately the resilience of a city is not a sectorial interest, nor a family of practices or a *concluded* methodology for the territory or for some parts of it. Metabolism represents an idea of a project, in its social role, as an action that looks to the future while taking into account present reasons: it is a form of thought that uses innovation of knowledge and selection of materials from reality, re-considering the value of conservation or recovery in forms and meanings different from the original ones, in a perspective of circular economy and with

Amenta, L. and Attademo, A. (2016), "Circular wastescapes. Waste as a resource for peri-urban landscapes planning", *CRIOS Critica Degli Ordinamenti Spaziali*, Vol. 12, pp. 79-88.

Baccini, P. and Oswald, F. (2008), "Designing the urban: Linking physiology and morphology", in Hirsch Hadorn, G., Hoffmann-Riem, H., Biber-Klemm, S., Grossenbacher-Mansuy, W., Joye, D., Pohl, C., Wiesmann, U. and Zemp, E. (Ed.), *Handbook of Transdisciplinary Research*, Springer, Dordrecht.

Berger, A. (2006), *Drosscape, Wasting land in urban America*, Princeton Architectural Press, New York, USA.

Broto, V.C., Allen, A. and Rapoport, E. (2012), "Interdisciplinary Perspectives on Urban Metabolism", *Journal of Industrial Ecology, Special issue Global Impact of Cities*, Vol. 16, No. 6, pp. 851-861.

Carpenter, S.R., Westley, F. and Turner, G. (2005), "Surrogates for resilience of social-ecological systems", *Ecosystems*, Vol. 8, No. 8, pp. 941-944.

Davoudi, S. (2012), "Resilience: A Bridging Concept or a Dead End?", *Planning Theory & Practice*, Vol. 13, No. 2, pp. 299-307.

European Commission (2010a), *Being wise with waste: the EU's approach to waste management*.

European Commission (2010b), *Research and innovation as sources of renewed growth, Innovation Union*.

European Commission (2011). *A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy*.

European Commission (2014). *Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe*.

European Environment Agency (2015). *Waste prevention: where do European countries stand?*

Ellen MacArthur Foundation (2013), *Towards the Circular Economy. Economic and business rationale for an accelerated transition*.

Ferrao, P. and Fernandez, E.J. (2013), *Sustainable Urban Metabolism*, MIT Press, Cambridge, MA, USA.

Gandy, M. (2004), "Rethinking urban metabolism: Water, space and the modern city", *City*, Vol. 8, No. 3, pp. 363-379.

Ganapini, W. (2013), "Il rifiuto come risorsa", *Piano Progetto Città*, 27-28, 42-51.

Ghosn, R. and Jazairy, E.H. (2015), *Geographies of Trash*, Actar, available at <http://design-earth.org/publications/geographies-of-trash/2/> (accessed 18 June 2018).

Girardet, H. (2008), *Cities, people, planet: Urban development and climate change*, John Wiley, Chichester, UK.

Golubiewski, N. (2012), "Is there a metabolism of an urban ecosystem? An ecological critique", *Ambio*, Vol. 41, No. 7, pp. 751-764.

Holmes, T. and Pincetl, S. (2012). *Urban Metabolism Literature Review. Center for Sustainable Urban Systems*, UCLA Institute of the environment.

Ibañez, D. and Katsikis, N. (2014), "Grounding Metabolism Editorial. New Geographies", *Grounding Metabolism*, Vol. 6, pp. 2-10.

IPCC (2014), *Climate Change 2014 Synthesis Report Summary Chapter for Policymakers*.

Kennedy, C. and Hoornweg, D. (2012), "Mainstreaming urban metabolism", *Journal of Industrial Ecology, Special issue - Global Impact of Cities*, Vol. 16, No. 6, pp. 780-782.

Kennedy, C., Pincetl, S. and Bunje, P. (2010), "The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design", *Environmental Pollution*, Vol. 159, pp. 1965-1973.

Kennedy, C., Cuddihy, J. and Engel-Yan, J. (2007), "The changing metabolism of cities", *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 11, No. 2, pp. 43-59.

Latouche, S. (2009). *Farewell to Growth*. Polity Press, Cambridge, UK.

Newman, P. (1999), "Sustainability and cities: Extending the metabolism model", *Landscape and Urban Planning*, Vol. 44, pp. 219-226.

McDonough, W., Braungart, M. (2002), "Cradle to Cradle: Remaking the way we make things", *Chemical and Engineering News*, Vol. 193.

continuous attention to the forms of *equilibrium* with other flows and multiple life cycles. This means conceiving the city as an organism based on its metabolism, whose corruption causes the loss of that dynamic, changeable and evolving equilibrium, which expresses the degree of resilience of the city: its ability to respond, to adapt itself, but also to produce change.

Considering this balance as a creative space of innovation, as the invention of new structures based on shared values, as the core of the project, among transformation, development and continuity of environmental values, represents an innovative path for urban planning. This means thinking and planning the territory in terms of habitability and security, of resilience, intended as a precondition of any possible *welfare* policy: the continuity of resources primarily concerns the city

as a substantive and relational value, and its reproduction - in less expansive and dissipative forms - calls for a new way of conceiving contemporary urban planning.

- Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and human well-being: the assessment series*, Island Press, Washington DC, USA.
- Mininni M. (2013), *Approssimazioni alla città. Urbano, rurale, ecologia*, Donzelli, Roma.
- Palestino F. (2017), "Urban Political Ecology vs teoria e pratica del planning. Come affrontare le tante "terre dei fuochi" italiane", in Russo M. (Ed.), *Abitare Insieme. Il progetto contemporaneo dello spazio condiviso*, Clean Edizioni, Napoli.
- Pataki, D. (2010), *Integrating ecosystem services into the urban metabolism framework*, Public Interest Energy Research (PIER) Program of the California Energy Commission, Sacramento, CA, USA.
- Pincetl, S., Bunje, P. and Holmes, T. (2012), "An expanded urban metabolism method: Toward a systems approach for assessing urban energy processes and causes", *Landscape and Urban Planning*, Vol. 107, No. 3, pp. 193-202.
- Rapoport, E. (2011), *Interdisciplinary perspectives on Urban Metabolism. A review of the literature*, UCL Environmental Institute working paper. Development planning unit, UCL, London, pp. 1-36.
- Ratti, C. and Claudel, M. (2016), *The City of Tomorrow: Sensors, Networks, Hackers, and the Future of Urban Life*, Yale University Press, New Haven, CT, USA.
- Russo, M. (Ed.) (2014), *Urbanistica per una diversa crescita*, Donzelli, Roma.
- Russo, M. (2017), "Circular economies and regenerative for the city. Ecology, resilience and metabolism of the urban waste areas", *Abitare la Terra*, Vol. 42-43, pp. 102-105.
- Russo, M. (2017), "Resilient urban landscapes. Strategie progettuali e cognitive per cambiare il progetto urbanistico contemporaneo", in Gasparrini C., Terracciano A. (Ed.), *Dross City. Metabolismo urbano resilienza e progetto di riciclo dei drosscapes*. LISt Lab, Rovereto.
- Ruzzenenti, M. (2011). *L'autarchia verde. Un involontario laboratorio della Green Economy*, Jaca book, Milano.
- Swyngedouw, E. (2006), "Metabolic urbanization. The making of cyborg cities", in Heynen, N.C., Kaika M. and Swyngedouw, E. (Ed.), *In the Nature of Cities: Urban Political Ecology and the Politics of Urban Metabolism. Questioning cities series*, Routledge, Abingdon, UK.
- UN-Habitat (2010), "Planning sustainable cities UN-Habitat practices and perspectives", available at: <https://unhabitat.org/planning-sustainable-cities-un-habitat-practices-and-perspectives/> (accessed 18 June 2018).
- UNDP (2005), *Human Development Report 2005*, United Nations Development Programme, New York, USA.
- Van Timmeren, A., (2012), "Climate Integrated Design and Closing Cycles. Solutions for a Sustainable 'Urban Metabolism'", in van Bueren, E.M., van Bohemen, H., Itard, L. and Visscher, H. (Ed.) *Sustainable Urban Environments, An Ecosystem Approach*, Springer, Dordrecht, DE.
- Van Timmeren, A. Henriquez, L. and Reynolds, A. (2015). *Ubiquity & the illuminated city*, TUDelft, Delft, NL.
- Wolman, A. (1965), "The metabolism of cities", *Scientific American*, Vol. 213, No. 3, pp. 179-190.

Andrea Sciascia,  
Dipartimento di Architettura, Università di Palermo, Italia

andrea.sciascia@unipa.it

## Introduzione

Due differenti esperienze di ricerca e di didattica hanno posto l'accento sul ruolo che il progetto di architettura può avere nella difesa del paesaggio agrario e di rilevanti aree archeologiche. Tali riflessioni hanno consentito la messa a fuoco di alcuni concetti che mostrano, forse con maggiore precisione, in che modo l'architettura riesca a fare emergere la parte resiliente dei luoghi e a interagire positivamente con la tutela del suolo. Quest'ultimo, per troppi anni, è stato visto – secondo un'ermeneutica errata del Movimento Moderno – come un sinonimo del piano cartesiano e, quindi, come una superficie omogenea ed isotropa, trasponendo in maniera ideologica l'invenzione di René Descartes e con una fiducia incondizionata nel progresso tecnologico (Mitscherlich, 1972). L'analogia tra suolo e piano cartesiano ha imperverato nella seconda parte del XX secolo producendo conseguenze disastrose per il territorio. Nelle espansioni di molte città europee, e italiane in particolar modo, vi è stata pochissima attenzione nel riconoscere quelle peculiarità storico-morfologiche dei tessuti *extra moenia*, differenti ma con stratificazioni altrettanto significative se confrontate a quelle dei nuclei antichi. Inoltre, nel rapporto con i terreni fuori le mura, nessuna cura è stata posta nel considerare le geometrie e i colori dell'agricoltura come un autorevole secondo termine della dialettica città – campagna. Su quest'ultima ha prevalso la prima nella sua forma peggiore, riassumibile nelle congerie volumetriche di molte periferie contemporanee. In questi luoghi, i frammenti delle colture restano prima intrappolati e poi dimenticati negli spazi senza vita compresi fra edilizia e infrastrutture viarie. L'avanzare della città, spesso effetto di un inurbamento feroce, ha portato a demonizzare l'architettura associandola, impropriamente, al cosiddetto *consumo*

*di suolo* e confondendo le sue qualità con i difetti di una massa informe e incontrollata.

## Agricoltura, archeologia e architettura

Le considerazioni introduttive hanno trovato un fertile campo di riflessione in precisi casi di studio. Il primo deriva da un Prin<sup>1</sup> il cui punto di partenza è stato il saggio del 1976 di Giuseppe Samonà, intitolato *La città in estensione* (Samonà, 1976 e 1980; Amistadi, 2014); il secondo è stato affrontato in un laboratorio di laurea dedicato all'interazione tra il Parco archeologico di Agrigento e la città dei Templi nel suo insieme.

Le due esperienze indagano due grandi temi: il rapporto tra le frange urbane e la campagna e l'interazione fra archeologia e architettura, consentendo alcune considerazioni che hanno un certo grado di autonomia rispetto agli esiti acquisiti.

Nei confronti del rapporto città – campagna, resta sorprendentemente in anticipo la strategia messa in campo da Samonà per risolvere, in conformità a principi comuni, l'interazione tra le due parti, rapporto che, dal secondo dopoguerra, aveva progressivamente prodotto la dissoluzione dell'agricoltura. A quarant'anni di distanza, dalla originaria formulazione di quel ragionamento, *La città in estensione* resta un monito contro l'urbanistica deduttiva e una netta opposizione a quei limiti amministrativi incapaci di cogliere le reali complessità del paesaggio agrario. Uno degli antidoti alla miopia burocratica era, negli anni Settanta, l'introduzione del concetto di comprensorio, come soluzione per impedire la frantumazione di realtà uniche appartenenti a centri limitrofi; ampliare lo sguardo portava con sé un nuovo disegno del territorio in cui era prevalente la dimensione orizzontale,

## NON MURI SED MENTES. DESIGNING, TRASGRESSING, AND PROTECTING

### Introduction

Two researches and a teaching experience underlined the role of the architectural project on the protection of the agricultural landscape and of important archaeological areas. These reflections allowed to focus on some concepts showing, perhaps with more precision, how architecture achieves to bring out the resilient part of the places interacting positively with the protection of the soil. During too many years, according to an erroneous hermeneutic of the Modern Movement the soil, has been considered as a synonym of the Cartesian plane and, therefore, as a homogeneous and isotropic surface, transposing in an ideological way René Descartes' invention with an unconditional trust in the technological progress (Mitscherlich, 1972). In the second half of the twentieth century, the analogy between the soil and the

Cartesian plane was spread. It produced disastrous consequences for the territory. In the development of many European cities, and especially in Italy, historical-morphological peculiarities of *extra moenia* fabrics sometimes have not been recognized; these are different from historical parts of the town but equally with significant stratifications. Moreover, in the relationship with the lands outside the walls, the geometries and the colours of the agriculture have not been appreciated enough like an authoritative second term of the dialectic town - countryside. Urban prevailed on rural parts in their worst way: the volumetric congeries of contemporary suburbs. In these places, the fragments of the crops are closed and forgotten in the lifeless spaces between buildings and road infrastructures. Often as the result of a ferocious urbanization, the growth of the city led to the demoniza-

tion of the architecture. It was inappropriately associated with the land use, confusing its qualities with the defects of an unformed and uncontrolled mass.

### Agriculture, archaeology and architecture

The introductory considerations found a fertile field of reflection in some case studies. The first developed in a PRIN<sup>1</sup> whose starting point was the essay by Giuseppe Samonà *The extending town* (Samonà, 1976 and 1980; Amistadi, 2014); the second carried out in a Master Degree Laboratory about the interaction between the Archaeological Park of Agrigento and the City of the Temples as a single system.

These two experiences studied two relevant themes: the relation between urban fringes and countryside, and the interaction between archaeology and architecture, producing considerations

estesa, in agricoltura e in architettura, individuando nei principi regolatori della forma un'origine comune.

A una conclusione simile giunge Franco Purini nel suo saggio *Una sola scrittura* quando afferma: «Se si prendono in esame il tracciato urbano e il sistema dei segni agricoli si può agevolmente constatare l'esistenza in essi di una radice comune, il loro derivare da una medesima logica. In sintesi la città e la campagna sono espressioni di una *scrittura terrestre* – si pensi al libro *Le Langage des géographes* di François de Dainville – basata sul rapporto tra l'erranza e la *stabilità*, una dualità che discende da quella tra centralità e dispersione, a sua volta una traduzione della relazione tra chiuso e aperto. [...] Qualsiasi progetto che riguardi la città e la campagna dovrà allora partire dal riconoscimento della loro matrice comune perché l'intervento su di esse abbia sufficienti potenzialità di risultare necessario e operante. Rintracciare oltre le differenze, la sostanziale unità dei processi formativi riguardanti queste due realtà, sempre *contigue* e a volte difficilmente distinguibili, costituisce quindi la chiave per realizzare una nuova entità insediativa che non sia né la semplice somma della città più la campagna né la loro meccanica mescolanza» (Purini, 2017, pp. 142-143).

Lo sguardo profondo e precursore di Samonà trova conferma e amplificazione nelle proposizioni di Purini se, nella contemporaneità, si è ancora nella condizione di rintracciare quei processi formativi che accomunano città e campagna. Sia nell'ipotesi de *La città in estensione*, sia in quella di *Una sola scrittura terrestre* resta centrale e insostituibile il ruolo del progetto di architettura come strumento in grado di conoscere e mediare due realtà recentemente contrapposte in modo strumentale.

Alla luce delle riflessioni precedenti, si può affrontare il rapporto tra architettura e archeologia anche in quella situazione in cui è

fortemente presente una dimensione rurale come nel Parco archeologico di Agrigento. Quest'ultimo assume un valore paradigmatico per comprendere come alcuni siti archeologici possano svolgere un ruolo decisivo nella dialettica con l'intorno urbano. Si tratta di mettere in discussione quei margini irrisolti fra parti contigue utilizzando, nella forma più sperimentale, il progetto di architettura, ponendo in tensione quei vincoli che impediscono qualsiasi intervento. Si deve agire affinché le qualità dei parchi possano proiettarsi all'esterno in modo centrifugo, tracimando dai confini e l'interno *protetto* sia *modificato* in un luogo di vita quotidiana.

Per spingersi verso questi risultati è necessario oltrepassare, con responsabilità, i limiti delle norme rendendo la *trasgressione* una prassi obbligatoria della ricerca progettuale, come la falsificazione lo è nel procedimento scientifico (Popper, 1972). Se si vuole cambiare punto di vista e ipotizzare una tutela solo apparentemente *ad absurdum*.

D'altra parte se è possibile interpretare un vincolo di un Piano (regolatore generale, particolareggiato, paesaggistico, ecc. ecc.) come l'applicazione di una teoria, allora si deve spingere sul criterio della falsificazione per capire se quella determinata prescrizione – ad esempio di inedificabilità assoluta – si sia rivelata efficace rispetto all'auspicato mantenimento dello *status quo*. Oppure, paradossalmente, se la conservazione intransigente è stata, o rischia di essere, la causa di un degrado imprevisto. Per mettere alla prova vincoli e norme che agiscono nella concretezza dei luoghi, il progetto di architettura rimane lo strumento principale soprattutto se l'orizzonte culturale proposto è un'interazione attiva tra un'area protetta e la città di cui è parte. Facilitare l'osmosi fra due ambiti urbani è una maniera per rispondere alle sollecitazioni – in molte circostanze dei veri traumi – subite dalle parti

also autonomous from those outcomes. Regarding the relation between town and countryside, Samonà's strategy was surprisingly in advance; in accordance with common principles, it explored the interaction between these different parts looking for a solution. Since the Second World War, this relationship progressively produced the dissolution of the agriculture. Forty years later, from Samonà's idea, the *extending town* is a warning against the deductive urban planning; it is a clear opposition to those administrative limits unable of grasping the real complexities of the agricultural landscape. In the Seventies, the introduction of the concept of district (*comprensorio*) was among the antidotes to a bureaucratic myopia: it was a solution to prevent the fragmentation of territories belonging to contiguous administrations; expanding the gaze, a new design of the territory was envis-

aged where the horizontal, *extended*, dimension prevailed, in agriculture and in architecture. He identified a common origin in the regulatory principles of the form.

Franco Purini reached to a similar conclusion in his essay *Una sola scrittura*, when he wrote: «If we examine the urban layout and the system of the agricultural signs, we can easily see the existence in them of a common root, their derivation from a same logic. In short, the city and the countryside are expressions of a *terrestrial writing*—we can refer to the book *Le Langage des géographes* by François de Dainville – based on the relationship between the *wandering* and *stability* coming from the duality between centrality and dispersion, that is a translation of the relationship between closed and open. [...] Every project concerning the city and the countryside will have to start

from the recognition of their common matrix so that the intervention on city and the countryside will be potentially necessary and operative. In order to produce a new settlement entity that is neither the simple sum of city and countryside nor their mechanical mix, the key is, beyond the differences, the substantial unity of the formative processes concerning these two realities, always contiguous and sometimes hardly distinguishable» (Purini, 2017, pp. 142-143).

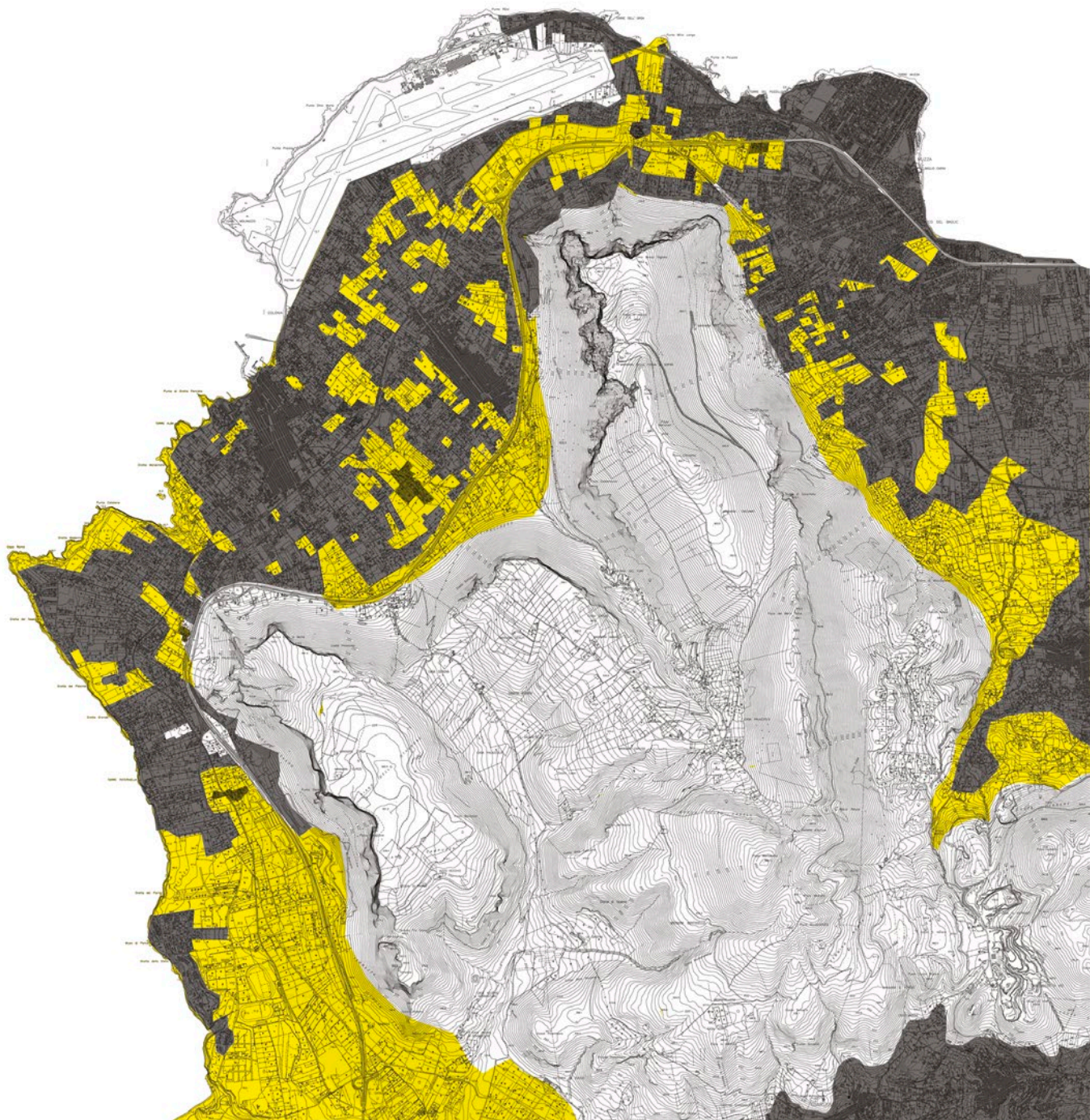
Purini's propositions confirmed and amplified Samonà's profound and precursor gaze, if we can still trace - in the contemporary time - the constitutive processes unifying city and countryside. Both in the hypothesis of the *Extending town* and of the *Una sola scrittura terrestre*, the role of the architectural project was central and irreplaceable, as it was a tool able to know

and mediate two entities recently opposed in an instrumental way.

In the light of these reflections, the relation between architecture and archaeology has been studied also in a situation where the rural dimension was evident like in the Archaeological Park of Agrigento. The case-study has a significant value to understand like some archaeological sites can play a crucial role in the dialectic with the urban surroundings. In an experimental way, the architectural design can call into question the unsolved boundaries, testing the restrictions that deny every modification. The qualities of the parks should project externally, in a centrifugal way, overflowing from the borders of the protected inner area, place of the everyday life.

To get to these results it is necessary to responsibly overcome the limits of the rule, turning the transgression into a





compulsory practice of the project research, like the falsification within the scientific process (Popper, 1972). This, if one wants to change point of view and imagining a safeguard that is only apparently *ad absurdum*.

On the other hand, if it is possible to think a limit of a Plan (a general, particular, landscape plan, etc.) as the application of a theory, then one needs to push on the principle of the falsifi-

cation in order to understand if that precise prescription – e. g. the absolute prohibition of building- has been effective compared to the maintaining of the *status quo*. Or, paradoxically, if the uncompromising conservation has been, or could be, the reason of an unpredicted deterioration. In order to test limits and rules concretely acting in some places, the architectural project is the main instrument; above

all if the cultural horizon is an active relationship between a protected area and the city it is part of. Facilitating the osmosis among urban areas is a way to answer to the requests – sometimes to real shocks – suffered by the urban parts to reveal the resilient capacity of the city. Notably, in the case of very wide archaeological areas, such as in Agrigento, it is unavoidable to develop projects fulfilling the amount of needs

of the Park management, and rethinking the borders of it: it is essential to change the rough margins, that are almost scars, into stitches.

To pursue these kind of goals one needs to go not against but beyond the existing rules, re-conquering the space necessary to the reflection of the architectural project, thinking it with a multi-scale version – overcoming the breaks of the disciplines sectors– in order to

urbane e per svelare la capacità resiliente della città. Più specificamente, nel caso di aree archeologiche molto ampie, come ad Agrigento, è indispensabile sviluppare dei progetti che soddisfino le molte esigenze della gestione del Parco, e ripensino i confini dello stesso dove è essenziale trasformare i tanti margini ruvidi, quasi delle cicatrici, in suture.

Per perseguire questo tipo di obiettivi bisogna andare non contro, ma oltre le norme vigenti, riconquistando lo spazio necessario alla riflessione del progetto di architettura, intendendo questo in una versione interscalare – superando le fratture dei settori scientifico disciplinari – per conoscere, individuare e rimuovere le cause generative di un territorio frantumato. Tale capacità conoscitiva segue l'approccio della modificazione (Gregotti, 1984), esercitato nel rispetto delle preesistenze architettoniche e delle preziose tracce archeologiche, anzi riannodando la relazione vitale fra architettura e archeologia.

Nelle esplorazioni condotte – collaborando con gli Enti locali – è emerso che solo alcune affrettate congetture escludono a priori la presenza di nuove architetture o, più in generale, di una riflessione architettonica nei luoghi della *interdizione*, così definiti da Marcello Panzarella<sup>2</sup>. Infatti, superata la barriera normativa, si avverte, nella realtà dei fatti, un bisogno urgente di architettura, le cui risposte, sicuramente incomplete, restano uno dei modi più validi per ri-generare nuove interazioni fra parti urbane, a oggi, giustapposte, come dei *patchwork* malriusciti. Lavorando sul tema dei confini, del rapporto fra le parti, il progetto ragiona sui concetti di *limen* e *limes* (Sciascia, 2014), cioè di soglia e di limite per identificare: da una parte, una auspicabile e inedita continuità, esclusivamente pedonale, fra spazi contigui e, dall'altra, una indispensabile discontinuità carrabile.

know, identify and remove the causes of a fragmented territory. This capacity of knowledge follows the modification approach (Gregotti, 1984), done respecting the architectural existing elements and the precious archaeological traces, actually knotting the vital relationship between architecture and archaeology.

In the exploration lead near Palermo and Agrigento – cooperating with the municipalities and the Park of the Valley of Temples – it has been evident that just hasty *a priori* exclude the presence of new architectures, or, more in general, of an architectural reflection in the places of the interdiction, so defined by Marcello Panzarella<sup>2</sup>. Indeed, beyond the limit of the rule, one feels the urgent need of architecture, even if its responses, surely incomplete, are one of the most valid ways to re-generate new interactions between urban parts now-

adays juxtaposed, as bad patchworks. Working on the theme of the borders and the relation between different parts, the project opens a reasoning about the concepts of *limen* and *limes* (Sciascia, 2014), that are the threshold and the limit in order to identify on one hand a desirable and unprecedented continuity, exclusively pedestrian, among adjacent spaces and, on the others, an essential car discontinuity.

#### Resilient practices

In the researches carried out, the architectural project allowed to arise the resilient qualities of the places, renewing their original characteristics and, therefore, absorbing and controlling the suffered *impacts*. In order to explain the kinds of actions exerted by architecture, two different metaphors have been used: that of the fire-finder (Corrado, 2014) and that of the *kintsugi* (Sciascia,

#### Pratiche resilienti

Nelle ricerche effettuate il progetto di architettura è stato decisivo per fare emergere le qualità resilienti dei luoghi, riuscendo a rinnovare le caratteristiche originarie degli stessi e quindi ad assorbire e governare gli *urti* subiti. Per spiegare i tipi di azione esercitati sono state utilizzate due diverse metafore: quella del *controfuoco* (Corrado, 2014) e quella del *kintsugi* (Sciascia, 2017, pp. 72-75). Il primo è una pratica contadina che consiste nel dare fuoco, in forma preventiva, alla vegetazione erbacea e arbustiva, prima dell'arrivo di un incendio. Mentre la seconda è una tecnica di restauro giapponese utilizzata per rinsaldare oggetti, soprattutto vasellame, andati in frantumi con una lega fusa di oro o argento. Il restauro rivela la lesione, anzi, ricomponendo i pezzi la rende ancora più palese trasformando gli oggetti, una volta riparati, in “cose” (Heidegger, 1976), più pregiate rispetto alla loro condizione originaria.

La metafora del *controfuoco* esplicita il modo di costruire, attraverso l'architettura, una diversa continuità, presidiando un margine senza il rischio di confondersi con la massa informe dell'espansione urbana, e rendendo evidente come un meditato progetto sia la premessa per salvare i suoli e non per consumarli. Si tratta di sfatare la falsità di un'impostazione farisaica e sposare la logica esattamente opposta, facendo chiarezza tra edilizia e architettura.

Il richiamo alla tecnica del *kintsugi* utilizza l'analogia fra la condizione frantumata della campagna agricola odierna e un grande vaso decorato andato in pezzi, per affermare come l'architettura – immaginata al posto della lega d'oro o d'argento – agendo più per punti che per linee continue, possa produrre una rinnovata unità territoriale. Entrambe le pratiche resilienti sono due modi

2017, pp. 72-75). The first is a rural practice consisting in preventively setting on fire the vegetation, before the fire itself. The second is a Japanese technique of restoration used to re-weld crushed objects, above all vases, by a gold and silver alloy. The restoration reveals the injury and, recomposing the pieces, it makes it even more evident changing the repaired objects into “things” (Heidegger, 1976), more precious than their previous original condition.

The fire-finder metaphor reveals the construction of a different continuity through the architecture, protecting a margin with no risk to confuse it with the non-shape of urban expansion. It shows how a meditated project is the premise to save the soils, not to use them. A false and Pharisaic approach is debunked in order to take the exact opposite logic, making clarity between building and architecture.

*Kintsugi* explains the analogy between the crushed condition of the actual countryside and a big decorated vase gone into pieces, to affirm how the architecture – imagined in place of the gold and silver alloy – can produce a new territorial unity, acting more by points than by continuous lines. These resilient practices underline the important role of the architectural project in activating essential modifications to overcome the lacerations caused by tumultuous expansions. To recover the memory of the places, proposing a new protection concerning the cultural heritage and the society (Faro Convention, 2005, 2013), the research has to overcome some current rules, claiming an experimentation that can anticipate new legislative measures. In other words, the two metaphors shape an overall resilient strategy able to test and regulate the impacts.

per rivelare il ruolo determinante del progetto di architettura nell'attivare quelle *modificazioni* indispensabili per superare le lacerazioni provocate da espansioni tumultuose. Per fare riaffiorare la memoria dei luoghi, proponendo una nuova tutela degli stessi in relazione all'eredità culturale e alla società (Convenzione di Faro, 2005, 2013), la ricerca deve potere superare alcune delle norme attuali, rivendicando un grado di sperimentazione che può anticipare nuovi provvedimenti legislativi. In altri termini, le due metafore danno forma a una complessiva strategia resiliente in grado di controllare e regolare gli impatti.

## Conclusioni

L'insistere sui valori di limite e di soglia – resi espliciti dalle due metafore – racchiude il superamento delle conseguenze fisiche delle prescrizioni normative più restrittive, portando l'architettura e la città ai loro valori esistenziali. La prima compresa fra *Hestia* ed *Hermes* e la seconda fra *civitas* e *urbs*. «Alla base dell'idea che la città stia ferma opera l'assunto che possiamo alla lettera chiamare urbano, nel senso che isola ed assolutizza l'*urbs*, cioè l'incassato, l'elemento edilizio, come unica componente della città, a scapito della *civitas* vale a dire dei suoi abitanti» (Farinelli, 2017, p. 111). Se si fa riemergere il valore della *civitas*, allora «tra una nave e una città non vi è nessuna differenza, trattandosi in ambedue i casi e prima d'altro di una collettività che, riconoscendosi come tale, coopera in vista del proprio benessere riconoscendosi nelle regole della propria convivenza: la forma, la struttura e le proprietà dell'involucro che le contiene sono del tutto secondarie» (Farinelli, 2017, p. 112). Da questa lettura, da cui emerge la *polis*, sono i comportamenti degli uomini a essere il discrimine fra una possibile, felice convivenza o, all'opposto, una coabitazione diffici-

## Conclusions

Insisting with the values of limits and threshold – explained by the two metaphors – means the overcoming of the physical consequences of the strictest law prescriptions, leading architecture and city to their existential values. The first, between *Hestia* and *Hermes* and the second between *civitas* and *urbs*. «At the base of the idea that the city is still, there is the assumption that isolating and making absolute the *urbs*, that is the houses, one can literally call as urban the built element as the only component of the city, at the expense of the *civitas*, e. g. of its inhabitants» (Farinelli, 2017, p. 111). If the value of the *civitas* emerges, then «there is no difference between a ship and a city, because for both it deals with a community that, aware of itself, cooperates looking for its welfare by assuming the rules of its coexistence: the form, the structure and

the properties of the envelope containing it are totally secondary» (Farinelli, 2017, p. 112). By this analysis, the *polis* emerges: so the human behaviours are the factor for a possible happy coexistence or, to the opposite, a hard and full of obstacles cohabitation. According to this interpretation “the form, the structure, and the properties of the envelope” are a direct consequence of the rules of the coexistence finding in the architectural project the occasion to verify of fail, because it reveals the shift from thought and physical world and, as here we tried to show, also the opposite direction: from the physical world to the thought. It deals with an effective tool to understand if the right, coming from the exigency to resist against less than civilized behaviours, passing time can leave space to a community – *civitas* – making the contemporary age far from the oppressions. Above all, a tool

le e irta di ostacoli. Secondo tale interpretazione “la forma, la struttura, e le proprietà dell'involucro” sono una diretta conseguenza delle regole della convivenza che trovano nel progetto di architettura l'occasione di verifica o di fallibilità, perché esso rende visibile il passaggio tra il pensiero e il mondo fisico e, come si è cercato di dimostrare, anche il percorso in direzione opposta: tra il mondo fisico e il pensiero. Si tratta, cioè, di un efficace strumento per comprendere se il diritto, scaturito da un'esigenza di resistenza nei confronti di comportamenti poco *civili*, possa col tempo lasciare spazio a una comunità – *civitas* – che renda la contemporaneità lontana dalle sopraffazioni e soprattutto pensi alla città come Agostino: «*non muri sed mentes*»<sup>3</sup>.

## NOTE

1. Cfr. Prin 2009, dal titolo: *Dalla campagna urbanizzata alla “città in estensione”*: le norme compositive dell'architettura del territorio dei centri minori. Coordinatore scientifico del programma di ricerca nazionale: Prof. Luigi Ramazzotti. Le altre unità di ricerca erano: Roma La Sapienza, Prof. Giuseppe Strappa; Napoli Federico II, Prof. Francesco Rispoli; Palermo, Prof. Andrea Sciascia; Palermo, Prof. Antonino Margagliotta. Gli esiti del Prin, coordinato da Luigi Ramazzotti, sono stati pubblicati nella collana T + A della Gangemi editore di Roma. Quelli dell'Unità di Palermo in Sciascia, A. (Ed.) (2014), *Costruire la seconda natura. La città in estensione fra Isola delle Femmine e Partinico*, Gangemi editore, Roma.

2. Riaffermare le potenzialità del progetto rispetto a luoghi intoccabili riprende un filone di ricerca inaugurato da Marcello Panzarella nella sperimentazione didattica intitolata *Il progetto di architettura nei luoghi dell'interdizione*, svolta nell'ambito dei Corsi intensivi di Composizione architettonica da lui tenuti presso l'IUAV di Venezia nel 2005 e nel 2006 e nei Laboratori di sintesi finale presso il Corso di laurea in Architettura della Facoltà di Architettura di Palermo dal 2006 – 2007 al 2008 – 2009. In questa scia di

to understand if the right can think about the city as Agostino did: «*non muri sed mentes*»<sup>3</sup>.

## NOTES

1. Cfr. Prin 2009, titled: From the urban countryside to the “extending town”: the composition rules of the architecture of the territory and the villages. National Scientific Coordinator: Prof. Luigi Ramazzotti. The other unities of research were: Rome La Sapienza, Prof. Giuseppe Strappa; Naples Federico II, Prof. Francesco Rispoli; Palermo, Prof. Andrea Sciascia; Palermo, Prof. Antonino Margagliotta. The outcomes have been published in the serie T + A, edited by Gangemi, Rome. The result of Unity of Palermo were published in Sciascia, A. (Ed.) (2014), *Costruire la seconda natura. La città in estensione fra Isola delle Femmine e Partinico*, Gangemi, Rome.

2. To affirm the potential of the project towards untouchable places comes from a research by Marcello Panzarella in the didactic experimentation entitled *The project of architecture in the places of interdiction*, within the Intensive Studios of Architectural Composition lead by him at Iuav in Venice, in 2005 and 2006, and in the Final Studio at the Master in Architecture of the Faculty of Architecture of Palermo from 2006-2007 to 2008-2009.

3. Agostino, Ep. CXXXVIII, 16, *Patrologia Latina* XXXVIII; also in Farinelli, F. (2017), p. 117.



ricerca ha lavorato Ivana Elmo. Cfr. Elmo, I. (2011), *Case proibite. Fuga nel terzo paesaggio*, Edizioni di passaggio, Palermo.

3. Agostino, Ep. CXXXVIII, 16, *Patrologia Latina* XXXVIII; anche in Farinelli, F. (2017), p. 117.

#### REFERENCES

Amistadi, L. (2014), *La costruzione della città. Concetti e figure*, Il Poligrafo, Padova, pp. 63-69.

Corrado, G. (2014) "L'incendio boschivo un problema complesso con tanti quesiti da risolvere", *Silvae*, Vol. III, No. 8, p. 176.

Farinelli, F. (2017), "Sulle forme pretopografiche di città: la città estesa", in Falzetti, A. (Ed.), *La città in estensione*, Gangemi editore, Roma, p. 111.

Gregotti, V. (1984), "Modificazione", *Casabella*, No. 498/9, pp. 2-7.

Mitscherlich, A. (1972), *Il feticcio urbano*, Einaudi, Torino.

Heidegger, M. (1976), "La cosa", in Vattimo, G. (Ed.), *Saggi e discorsi*, Mursia, Milano, p. 109.

Popper, K. R. (1972), "La demarcazione fra scienza e metafisica", in Id., *Congetture e confutazioni. Lo sviluppo della conoscenza scientifica*, Il Mulino, Bologna, p. 431.

Purini, F. "Una sola scrittura", in Falzetti, A. (Ed.), *La città in estensione*, Gangemi editore, Roma, p. 139.

Samonà, G. (1976), *La città in estensione*, Stass, Palermo.

Samonà, G. (1980), "Come ricominciare. Il territorio della città in estensione secondo una nuova forma di pianificazione urbanistica", *Parametro*, No. 90, pp. 15-16.

Sciascia, A. (2014), "Tra limes e limen", in Sciascia, A. (Ed.), *Costruire la seconda natura. La città in estensione in Sicilia tra Isola delle Femmine e Partinico*, Gangemi Editore, Roma, pp. 265-273.

Sciascia, A. (2017), "Alteram naturam", in Falzetti, A. (Ed.), *La città in estensione*, Gangemi editore, Roma, pp. 72-75.

Domenico Asprone, Gaetano Manfredi,  
Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università di Napoli Federico II, Italia

d.asprone@unina.it  
gamanfre@unina.it

## La resilienza dei sistemi urbani

Le città rappresentano oggi il fulcro delle trasformazioni umane, sistemi estremamente complessi e sofisticati, ma al contempo vulnerabili. Oggi, infatti, eventi estremi, di origine naturale od antropica, minacciano più che mai le città, laddove elevatissima è l'esposizione della società contemporanea. Il governo delle città e del territorio, ovunque nel mondo, passa attraverso la mitigazione e la gestione dei rischi, agendo attraverso il governo sia dell'ambiente fisico che sociale delle città. La città infatti può essere interpretata come un sistema complesso di relazioni dinamiche tra il suo ambiente fisico costituito dalle infrastrutture, dagli spazi, dalle reti (comunicazione, trasporto, energia) dalla natura esterna, ed il suo ambiente sociale, costituito dalle comunità e dalle relazioni sociali che le governano. La gestione dei rischi e dei disastri è quindi un passaggio obbligato nell'attuale concezione del governo del territorio, che muove proprio dal sistema fisico e dal sistema sociale delle città. Una prima generica definizione di città resiliente è quindi una città costruita sulla rete tra i sistemi fisico e sociale, in grado di subire eventi estremi senza soffrire perdite devastanti, danni e ridotte funzionalità e qualità della vita (Godshalk, 2003). Numerose sono poi in letteratura le definizioni proposte di resilienza applicata ai sistemi urbani e un'ottima revisione delle varie definizioni è presentata da Zhou et al. (2010). La complessità della definizione di città resiliente nasce proprio dalla complessità nella definizione del sistema città e dalla complessità nella definizione della risposta delle città agli eventi estremi. Quale è il vero funzionamento del sistema città? Come si configura l'equilibrio dinamico attorno al quale funziona il sistema città? Cosa deve intendersi per danni limitati e mantenimento della funzionalità a

seguito di eventi estremi per il sistema città? La risposta ottimale del sistema città, ovvero la risposta "resiliente", dipende dalla tipologia di evento estremo subito? Queste sono solo alcune delle domande che fanno esplodere il concetto di resilienza delle città, declinato nella letteratura scientifica, in diverse e multidisciplinari accezioni.

A partire dagli eventi estremi che un sistema urbano può subire, questi possono dividersi in 4 categorie (O'Brien et al., 2006), per ciascuna delle quali diversi possono essere gli approcci per la costruzione di città resilienti: eventi naturali, eventi tecnologici, emergenze umanitarie, eventi indotti cambiamenti climatici, La resilienza dei sistemi urbani nei confronti dei diversi eventi è quindi differente e di conseguenza diverse sono le strategie da mettere in campo per costruire città resilienti, ovvero le tecniche di mitigazione dei rischi, di preparazione allo shock e di ripristino dei danni indotti dall'evento.

Ancora, la complessità del sistema città introduce un'ulteriore distinzione alla definizione della resilienza dei sistemi urbani, in funzione del punto di vista con cui si affronta il problema. Nell'applicazione del concetto di resilienza ai sistemi complessi, quali le città, si distinguono due approcci: la resilienza degli ecosistemi (a) e la resilienza ingegneristica (b). La prima, teorizzata e sviluppata da Holling (1973, 1986), può essere definita come la capacità di un sistema in equilibrio dinamico di subire shock esterni spostandosi in uno stadio differente, ma ancora di equilibrio dinamico. Differentemente la resilienza ingegneristica, sviluppata da Pimm ed altri autori (Pimm, 1984, Bruneau et al. 2003) può essere definita come la capacità di un sistema di assorbire uno shock esterno e ritornare rapidamente allo stadio iniziale. Apparentemente la prima definizione può risultare più

## RESILIENCE TO EXTREME EVENTS AS A REQUIREMENT FOR SUSTAINABILITY OF FUTURE CITIES

### Resilience of urban systems

Cities represent the keystone of any human transformation, extremely complex and vulnerable systems. In fact, today, extreme events, both natural or man-made, threaten cities, more than ever, due to the high exposure of contemporary society in cities. Hence, city government, anywhere in the world, needs to implement risk mitigation and risk management actions, aiming at resilient cities against extreme events.

Contemporary city can be interpreted as a complex system composed by dynamic relationships between its physical environment, i.e. infrastructures, space, networks and lifelines, the natural environment and his social environment, consisting of communities and their internal relationships. Hence, according to a general definition, cities can be considered resilient if are able to cope with extreme events without suf-

fering devastating losses and damages to their physical system and reduced quality of life for the inhabitants (Godshalk, 2003).

Numerous definitions of resilience applied to urban systems are available in literature and an excellent review is presented by Zhou et al. (2010). However, the difficulty of the definition of a resilient city arises from the complexity in defining the urban system and the response of cities to extreme events.

What are the real operations of the urban system? Which are the properties of the dynamic equilibrium at the basis of the urban system operations? What is meant by limited damages and preservation of functionality for the urban system after extreme events? Does the optimal response of the urban system to extreme events, i.e. the "resilient" answer, depend on the type of the extreme event? These are just some of

the questions that make the concept of resilience exploding with different and multidisciplinary meanings, as proposed in literature.

First, the extreme events that an urban system can be subjected to can be divided into 4 categories (O'Brien et al., 2006) and each of them may need different approaches in defining the resilient cities: natural events, technological events, or human-induced events, humanitarian emergencies, events induced by climate changes.

Hence, the resilience of urban systems against different events is different and therefore there are different strategies that can be implemented to build resilient cities, in terms of risk mitigation actions, shock preparedness, and recovery capability from damages.

Furthermore, the complexity of the urban system introduces a further distinction to the definition of resilience,

completa ed adatta ai sistemi urbani; riconoscendo infatti che un sistema complesso in equilibrio dinamico come il sistema città, costituito da sottosistemi fisici e sociali legati da una rete dinamica di relazioni, riesce ad essere in equilibrio, ovvero “funzionare”, in diverse configurazioni, si può concludere che una risposta positiva ad uno shock esterno può anche essere il riconfigurarsi in uno stadio di equilibrio diverso da quello precedente allo shock. Ad ogni modo, la resilienza ingegneristica assume comunque un significato importante e concreto. Si potrebbe infatti obiettare che un sistema complesso e dinamico come la città ritrovi sempre uno stadio di equilibrio dopo uno shock, poiché la capacità delle città di adattarsi ai cambiamenti improvvisi è pressoché infinita. Eppure i nuovi stadi di equilibrio dinamico post-evento potrebbero essere “peggiori” dello stadio di equilibrio precedente; ed allora la resilienza ingegneristica potrebbe cogliere le risposte “negative” agli shock, se applicata ad indicatori di qualità e performance del sistema. La città quindi può essere resiliente anche riconfigurandosi in condizioni di equilibrio diverse da quella precedente allo shock, ripensando il proprio sistema fisico e sociale, ma la città è davvero resiliente se al contempo taluni indicatori di qualità e performance del sistema ritornano ai valori precedenti allo shock.

Un ulteriore approccio al concetto di resilienza delle città conduce alla definizione della resilienza sociale; muovendo proprio dal riconoscere l'essenzialità e la centralità della comunità nel sistema urbano, ovvero la predominanza del sistema sociale all'interno del sistema città, in grado di governare quello fisico, la resilienza sociale viene definita come la capacità della comunità di sostenere shock esterni governando positivamente i cambiamenti indotti sulle infrastrutture, sull'ambiente esterno, sul si-

depending on the point of view from which the problem is dealt. In applying the concept of resilience to complex systems, such as cities, two approaches can be followed: the resilience of ecosystems (a) and engineering resilience (b). In the first, proposed and developed by Holling (1973, 1986), resilience can be defined as the ability of a system in dynamic equilibrium, subject to external shocks, to move to a different dynamic equilibrium stage. On the contrary, engineering resilience, developed by Pimm and other authors (Pimm, 1984; Bruneau et al., 2003) can be defined as the ability of a system to absorb an external shock and quickly return to the initial stage. Apparently the first definition may be more complete and suitable for urban systems; in fact, recognizing that a complex system in dynamic equilibrium (as the urban system, which consists of physical and

social subsystems linked by a dynamic network of relationships) can present different equilibrium stages (i.e. can “work”) in various configurations, it can be concluded that a positive response to a malicious external shock can also be represented by a new equilibrium stage, different than the previous one. Nevertheless, engineering resilience is also extremely meaningful. In fact, one could argue that a complex and dynamic system, as the city, always reach a state of equilibrium after a shock, because the ability of cities to adapt to changes is extremely high. But the new post-event dynamic equilibrium could be “worse” than the previous equilibrium stage; in this case only with an engineering resilience approach a “negative” response can be appreciated, using, in example, quality and performance indicators of the urban system. Hence, it can be concluded that the urban system is resilient

stema economico e sociale (Adger, 1997). La resilienza sociale, ancora secondo Adger, può essere misurata attraverso tre caratteristiche: la resistenza agli shock esterni (a), la capacità di recupero dagli shock esterni (b) e la creatività (c), ovvero la capacità di adattamento alle nuove circostanze. (Adger, 2000). Con un approccio simile Lorenz (2010) teorizza invece che la resilienza sociale risiede nella capacità adattiva (a), ovvero nella capacità di trasformarsi nel breve tempo a seguito degli shock, nella capacità di far fronte agli eventi (b), ovvero nella capacità di preservare e dare continuità al proprio sistema di relazioni a seguito degli shock e nella capacità partecipativa (c), ovvero nella capacità di auto-organizzarsi per far fronte agli shock. Appare quindi evidente come l'approccio alla resilienza sociale ponga al centro del sistema città la comunità, come sistema in grado di governare gli altri elementi fisici, ed in grado quindi di determinare la resilienza del sistema urbano.

In tutti gli approcci fin qui analizzati, comunque, la resilienza è percepita come la capacità del sistema città di avere una risposta “positiva”, se sottoposto ad uno shock esterno, come un evento estremo. La complessità nella definizione risiede nello specificare cosa sia una risposta “positiva”: il ritorno nella configurazione di equilibrio precedente all'evento o anche la riconfigurazione in uno stadio diverso? Ed in un sistema complesso e dinamico come le città, cosa individua uno stadio di equilibrio? Ed ancora, la resilienza va ritrovata sia nel sistema sociale che in quello fisico, o è il solo sistema sociale a dover essere resiliente? O meglio, la resilienza del sistema fisico si condensa nella resilienza della comunità che, rappresentando l'ente decisore, l'unico grado di libertà sul quale si possa agire, deve avere caratteristiche di resilienza?

if, after the shock, it can reach a dynamic equilibrium stage, even different from the previous one, but the urban system is really resilient if, at the same time, certain indicators of quality and performance of the system came back to pre-shock values.

A further approach to the concept of resilience of cities leads to the definition of social resilience, moving from the essentiality and centrality of community in the urban system, i.e. the predominance of the social system, governing the physical system; within this approach social resilience is defined as the ability of communities to deal with external shocks governing positively the changes induced on infrastructures, on the external environment and on the economic and social systems (Adger, 1997). The social resilience, according to Adger, can be measured by three characteristics: re-

sistance to external shocks (a) the ability to recover from external shocks (b) and the creativity (c), that is the ability to adapt to new circumstances. (Adger, 2000;). With a similar approach Lorenz (2010) theorizes instead that the social resilience lies in the adaptive capacity (a), that is the ability to change to withstand the external shocks, the ability to respond to events (b), that is the ability to preserve and give continuity to the system of relations, given the external shocks and participatory skills (c), that is the self-organization ability, aimed at coping with external shocks. Hence, the approach to social resilience puts the community at the centre of the city, capable to govern the other physical elements, and thus able to determine the resilience of the urban system.

In all the approaches so far analyzed, however, resilience is perceived as the ability of the city to have a “positive”

La complessità di tali questioni richiama la complessità del concetto di sostenibilità, laddove, alla stessa maniera, si riconosce la dipendenza dal tempo delle relazioni e delle trasformazioni che si svolgono nel sistema città e la presenza di un sistema complesso di relazioni, con ricadute ed impatti di carattere economico, sociale ed ambientale.

### **Rapporto tra resilienza e sostenibilità**

La valutazione di sostenibilità di una trasformazione urbana va condotta analizzando nel ciclo

di vita, oltre alla fase di realizzazione, utilizzo, manutenzione e dismissione, una ulteriore fase, che incombe probabilisticamente, legata all'evento disastroso, sia naturale che antropico, che può abbattersi durante la vita utile della trasformazione e che possiamo chiamare di *hazardous event occurrence* (HEO). In tale ulteriore fase, devono essere trattati ovviamente sia gli effetti dell'evento in sé, che gli effetti delle operazioni di ripristino post-evento, e, coerentemente con l'approccio alla sostenibilità, vanno valutate le conseguenze sul piano sia economico, che ambientale e sociale, per tutti gli attori coinvolti nel processo.

A nostro avviso il link con la resilienza sta nel riconoscere che un'opzione di intervento edilizio potrà essere più sostenibile di un'altra se sarà progettata minimizzando gli impatti negativi di potenziali eventi disastrosi, sia durante che dopo l'evento, sul piano sociale, ambientale ed economico, per tutti gli attori coinvolti, ovvero se risulterà più resiliente. Elevando la scala a livello di città, ovvero utilizzando come unità funzionale l'intera città, la sostenibilità va valutata analizzandone ancora l'intero ciclo di vita. Una città, o meglio una configurazione della città, ovvero una configurazione del suo sistema fisico e sociale, sarà quindi più

response, when exposed to an external shock, such as an extreme event. The main issue is in the need to specify what is a "positive" response: the return to the previous equilibrium configuration or even a different reconfigured equilibrium stage? And in a complex and dynamic system, as the city, what is an equilibrium stage? Furthermore, is the resilience to be reached both in the social and the physical system, or only the social system must be resilient? Hence, is the physical system resilience condensed in the community resilience; and community, representing the only decision maker for urban management, the only master for city's destiny, is the key for city resilience?

### **Relationship between resilience and sustainability**

The assessment of the sustainability of a urban transformation can be con-

ducted considering within the life cycle, a further phase, in addition to the construction, operation, maintenance and disposal phases, whose impacts are due to extreme events that can occur on the analyzed structure or infrastructure during its life time and that can only be probabilistically treated. This phase can be named hazardous event occurrence (HEO) phase. According to the approach to sustainability, within this phase, all the effects due to the event occurrence will be considered, together with the effects of the post-event recovery operations; obviously, all the effects should be evaluated in terms of economic, environmental and social burden, for all the actors involved in the process. Thus, in our opinion, the link between resilience and sustainability stays in the fact that a structure or an infrastructure will be sustainable if it is designed to minimize the nega-

sostenibile se riuscirà a garantire bassi impatti economici, sociali ed ambientali, per tutta la sua comunità e per la comunità futura, anche durante la fase di HEO; ovvero sarà più sostenibile se sarà più resiliente. La resilienza diventa quindi una delle caratteristiche che contribuiscono alla sostenibilità della città. Ma ripercorrendo le varie definizioni di resilienza, ci si chiede quale di quelle proposte meglio risponde al concetto di resilienza che si è qui sviluppato come incasellato nella complessità della sostenibilità. E qual è quindi l'approccio corretto per definire la resilienza della città? Quello della resilienza ingegneristica, dove si prevede che dopo l'evento estremo la città debba tornare allo stadio precedente, o la resilienza degli ecosistemi, dove si ammette che la città possa ritrovare un equilibrio dinamico in uno stadio differente? A nostro avviso, l'approccio corretto dovrebbe superare entrambe le concezioni. A seguito di un evento estremo infatti, la città subisce comunque delle trasformazioni, che possono essere di piccola entità o di grossa entità e possono condurre ad uno o ad un altro stadio di equilibrio. Così come la sostenibilità non può assumere carattere assoluto ma solo relativo, quindi, alla stessa maniera ha senso valutare se una trasformazione post-evento è più o meno sostenibile di un'altra, indipendentemente sia dagli stadi di equilibrio cui la trasformazione conduce, che possono essere diversi tra loro e dallo stadio di partenza pre-evento, sia dai percorsi seguiti per raggiungere lo stadio di equilibrio. Pertanto, a nostro avviso non è conveniente valutare se e come una città deve essere resiliente, discutendo se con ciò debba intendersi la capacità di tornare allo stadio precedente o raggiungere uno stadio diverso di equilibrio. Ciò che è realmente importante è determinare se il sistema di trasformazioni durante e dopo l'evento è sostenibile, o meglio se risulta più sostenibile di altri opzioni.

tive impacts of potential disasters, both during and after the events, in terms of social, environmental and economical burden, for all the actors involved, that is, its HEO phase is sustainable, or in other words it is resilient.

Raising the scale and looking at the entire city, the approach to sustainability assessment can be defined similarly, introducing the concept of life cycle as a temporal boundary condition for the analysis.

A city, or rather a configuration of the city, or, in other words, a configuration of its physical and social system, will be more sustainable if it can guarantee low economic, social and environmental benefits, for all its communities and for the future community, during the also the HEO phase; hence, it will be more sustainable if it is more resilient.

But looking at the different definitions of resilience summarized in previous

paragraph, it can be argued which of them fits well the concept of resilience here developed and hinged on the complex sustainability framework.

And then what is the correct approach to define the resilience of the city? The engineering resilience, where it is expected that after the extreme event the city should return to the previous stage, or the ecosystem resilience, where it is allowed that the city can find a dynamic equilibrium in a different stage? In our opinion, the correct approach should overcome both conceptions.

In fact, as a result of extreme events, cities undergo anyway a system of transformations, which can be small or large and can affect the physical system, the social system or both, leading to different possible equilibrium stages. Then, in our opinion is not convenient to debate whether resilience means the ability to return to the previous stage or

Riconoscendo inoltre che i sistemi urbani sono interconnessi tra di loro da un sistema fitto di relazioni complesse e dinamiche, si riconosce che la resilienza e quindi la sostenibilità delle città del futuro, vanno perseguite su scala locale, ovvero nel sistema fisico e sociale dei singoli sistemi urbani, ma anche sul piano globale, nel sistema di relazioni che legano e legheranno sempre di più le città del futuro.

#### REFERENCES

- Adger, W.N. (1997), *Sustainability and social resilience in coastal resource use. CSERGE working paper series*, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, University of East Anglia, Norwich and University College London, UK.
- Adger, W.N. (2000), "Social and ecological resilience: are they related?", *Prog. Hum. Geogr.*, Vol. 24, No. 3, pp. 347-364.
- Bruneau, M., Chang, S., Eguchi, R., Lee, G., O'Rourke, T., Reinhorn, A., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W., and von Winterfeldt, D. (2003), "A framework to quantitatively assess and enhance seismic resilience of communities", *Earthq. Spectra*, Vol. 19, No. 733-752.
- Dalziel, E.P. and McManus, S.T. (2004), Resilience, vulnerability, and adaptive capacity: implications for system performance, *International Forum for Engineering Decision Making, (IFED)*, University of Canterbury, Christchurch.
- Godschalk, D. (2003), "Urban hazard mitigation: Creating resilient cities", *Natural Hazards Review*, Vol. 4, 136-143.
- Holling, C.S. (1973), "Resilience and stability of ecological systems", *Annu. Rev. Ecol. Syst.* Vol. 4, pp. 1-23.
- Holling, C.S. (1986), "The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change", in Clark, W.C., Munn, R.E. (Ed.), *Sustainable development of the biosphere*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 292-317.
- Lorenz, D.F. (2010), "The diversity of resilience: contributions from a social science perspective", *Nat. Hazards*, Vol. 67, pp. 7-24.
- O'Brien, G., O'Keefe, P., Rose, J. and Wisner, B. (2006), "Climate change and disaster management", *Disasters*, Vol. 30, No. 1, pp. 64-80.
- Pimm, S.L. (1984), "The complexity and stability of ecosystems", *Nature*, Vol. 307, pp. 321-326.
- Zhou, H.J., Wang, J.A., Wan, J.H., and Jia, H. (2010), "Resilience to natural hazards: a geographic perspective", *Nat. Hazards*, Vol. 53, No. 1, pp. 21-41.

reach a different stage of equilibrium. What is really important is to determine if the transformation system occurring during and after the event is sustainable, regardless the initial pre-event and final post-event equilibrium stages.

Furthermore, since today urban systems are interconnected with each other by a complex system of relationships, it is also stated that resilience and thus the sustainability of contemporary cities, must be pursued besides on a local scale, referring at the physical and social systems, also on the global scale, referring to the system of relations which links now and will link more and more future cities with each other.

Niccolò Casiddu,

Dipartimento Architettura e Design, Università degli Studi di Genova, Italia

casiddu@arch.unige.it

«Il materiale non è la materia: è la sua trasformazione in un prodotto moderno di seconda derivazione. È una materia in stato di perenne trasformazione, capace di mettere in dubbio il principio morale della ‘verità del materiale’. ... *Questo materiale presuppone un’inversione dei rapporti tra massa, peso e struttura. Non è più la sua massa a identificarne le qualità, ma sono le sue possibilità di estensione e di mobilità, meglio se declinate nel principio di resistenza + leggerezza + elasticità*»<sup>1</sup>.

Alla fine degli anni Novanta, Ulrich Beck scriveva a proposito della “società del rischio” richiamando all’importanza della nostra società di essere fluida e preparata all’eventualità, non poi così remota, che accadimenti inattesi possano sconvolgere lo *status quo*. Nel testo di Beck si evidenzia come le scienze umane debbano necessariamente riportare al centro della loro attenzione proprio l’oggetto della loro indagine: l’essere umano.

Il concetto investe evidentemente tutti gli sviluppi scientifici che devono prendere coscienza della condizione attuale in cui «il concetto di rischio capovolge la relazione tra passato e presente, presente e futuro. Il passato perde il proprio potere di determinare il presente. Il suo posto, come causa dell’esperienza e dell’agire presenti, è preso dal futuro, vale a dire da qualcosa di non esistente, costruito e fittizio». Parimenti, gli studi delle scienze umane devono considerare – rispondendo sempre con le parole di Beck (2000, p. 330) – che «i rischi presunti sono lo sprone usato per far sì che la quotidianità vada al galoppo».

La visione che ne otteniamo è che l’ambiente antropizzato è degno di essere analizzato con una nuova prospettiva, e nuove progettualità, le quali consistono di un realismo costruttivo, non di una semplice e matematica presa di coscienza e conseguente

precauzione. È proprio nell’ambiente antropizzato, fatto di edifici con la loro materiale immobilità, di infrastrutture necessarie e ordinatamente sovra-ordinanti rispetto al territorio, costruito insomma in una infinita serie di sistemi e sottosistemi i quali si organizzano continuamente sulla base di scelte, spesso imposte dall’alto, che gli utenti – le persone – sono chiamati alla resilienza proattiva.

### Un design resiliente?

Nella scienza dei materiali, la resilienza è la proprietà del materiale di rispondere a una sollecitazione inattesa, ma la domanda che ne sorge è: sono davvero inattese le possibilità molteplici e i casi ai quali noi tutti nel nostro ambiente costruito siamo sottoposti e chiamati? L’immagine e il pensiero, se osservato dal punto di vista del design, vanno immediatamente agli studi e al pensiero di Donald Norman (1990), che valuta quanto una cattiva progettazione dell’oggetto minuto e quotidiano possa necessariamente influire sul percorso di comprensione, affezione e infine uso continuativo dell’oggetto stesso. In realtà, nella relazione con l’oggetto e con l’artefatto in generale nulla dovrebbe essere inatteso, proprio perché frutto di una progettazione esatta e programmata. Non la capacità d’uso da parte dell’utente, non la percezione dell’oggetto, non infine l’interpretazione dello stesso.

Spiega Donald Norman che «i progettisti finiscono fuori strada per varie ragioni. Per prima cosa, il sistema di valori e di ricompense in vigore nella loro comunità professionale tende a mettere l’estetica al primo posto... Secondo, i progettisti non sono utenti tipici: diventano così esperti nell’uso degli oggetti di loro creazione che non possono credere che altri possano avere dei problemi. Terzo, i progettisti devono soddisfare i loro clienti, e non è detto

## MATERIAL IN DESIGN AND RESILIENCE

*«The material is not the substance: it is its transformation into a modern product by a new source. It is an eternally transforming substance, capable of casting doubts on the moral principle of the “truth of the material”. ... This material entails an inversion of the relationship between volume, weight and structure. It is no more its volume that identifies the qualities but its possibilities of extension and mobility which is better expressed in the principle of resistance + lightness + elasticity»<sup>1</sup>*

In the late nineties, Ulrich Beck wrote about the “risk society” stressing the importance that our society be flexible and prepared for the not so remote eventuality that unexpected events may overwhelm our *status quo*. In Beck’s text, he emphasises the necessity for Human Sciences to focus on the primary object of their study: the human being. The concept clearly concerns all scien-

tific developments that have to be aware of the actual conditions in which, “the risk concept capsizes the relations between past and present, and present and future. The past loses its power to determine the present. Its place, as the cause of present experience and reaction, is taken by the future, in other words by something that is non-existent, constructed and fictitious.” Likewise, Human Science studies have to consider – quoting Beck’s words (2000, 330) – that «the presumed risks are used as spurs to make our daily lives go at full gallop».

The vision on-hand is that the man-made environment deserves to be analysed under a new perspective with new methods of planning which consist of constructive realism, not straightforward scientific awareness and the consequent precautions. It is precisely the anthropic environment, made up of buildings and their mate-

rial immobility, necessary and methodically overabundant infrastructures in respect to the territory, therefore built using an infinite series of systems and subsystems which are continuously organised based on choices, often top-down decisions, which require proactive resiliency of the users - the people.

### Resilient Design?

In the science of material, resilience is the property of the material which responds to unexpected happenings, but the question that arises is: Are these multiple possibilities and cases in which all of us are involved in our built up environment really unexpected? Seen from a design point of view, the images and thoughts immediately summon up the studies and thinking of Donald Norman (1990), who examines how much bad designing of a minute object in daily use can necessarily affect

che i clienti siano anche gli utenti» (Norman, 1990, p. 216). I progettisti insomma richiedono all'utente sempre un atteggiamento resiliente, continuamente, considerando quest'ultimo inopportunamente un fattore fondamentale – davanti a un problema osserveranno e cercheranno di interpretare per giungere alla soluzione – e non un'opportunità che si può verificare come no – rendendo così la vita più semplice a tutti. Da un punto di vista teorico, con qualche riferimento allo sviluppo storico della disciplina, sembra di assistere a fasi di discontinuità attese e – volendo usare una parola inadeguata al momento presente – terrorismo, quasi programmate: di quando in quando, infatti, queste si sono verificate e susseguite nel percorso evolutivo degli oggetti, delle tecnologie per realizzarli, e in ultimo ma non ultimo per importanza, nella relazione che gli utenti costruiscono con l'oggetto e che l'oggetto costruisce con l'ambiente. Dice Francesco Trabucco (2015, p. 89) «la relazione tra gli esseri umani e gli oggetti è tipica di tutte le culture e civiltà, dalle più antiche alle più progredite. La rivoluzione industriale, e il design che ne è figlio, hanno cambiato il modo di produrre e aumentato enormemente la quantità e le tipologie degli oggetti disponibili, democratizzandoli talvolta come prodotti della società pluralista, consumista e sprecona che conosciamo».

Gli oggetti e gli artefatti, fisici o digitali, al pari di immobili infrastrutture ed edifici concorrono concretamente alla composizione dell'ambiente costruito. Con la loro mobile presenza i prodotti del design possono agevolare e rendere maggiormente fruibile, godibile, la vita quotidiana all'interno dell'organismo urbano, oppure possono sottoporre l'utente a un continuo metodico comportamento resiliente: questo soltanto per rispondere a quelle scelte estremamente estetiche o funzionali per i progettisti e incomprensibili o eccessivamente asciutte nel loro modo di presentar-

si per gli utenti. Si pensi a come in molte delle nostre tasche è presente uno *smartphone* che ci consente operazioni complesse prima gestibili solo con un computer. Tuttavia i suddetti *devices* sono dotati di comandi *touch* che richiedono un tocco non quantato, puro: per rispondere al problema si è dovuto ricorrere a guanti che aggirassero l'ostacolo dotandoli di opportune terminazioni materiali, adeguatamente preposte a sopperire alla mancanza di contatto diretto. Questo è un esempio di progettazione resiliente, per venire incontro agli utenti, i quali tuttavia molto più difficilmente si dotano di guanti adeguati, in proporzione agli *smartphones* esistenti. Questo concetto minuto, in relazione a un oggetto dal quale tutti noi difficilmente ci separiamo, vuole introdurre la tematica di come il design, proprio perché può agire anche sull'oggetto minimo e mobile, conformi i comportamenti di tutti noi e pertanto influenzi in maniera indissolubilmente definitiva la nostra giornata. Nella pratica quotidiana l'oggetto industriale sembra essere programmato per l'utente tipo, opportunamente stigmatizzato da studi specifici che ne individuino il target e le capacità. Accade, quando l'utente è lontano dalle caratteristiche attese, che una panchina in uno spazio pubblico non venga utilizzata perché troppo alta o troppo ruvida, un lampione non illumini adeguatamente la via facendo sì che si eviti quel particolare percorso o ancora che un segnale non venga compreso, inducendo nell'errore i più e causando stress e perdita di tempo. Per dimostrare come l'oggetto progettato possa rendere la vita delle persone facile, senza necessariamente richiedere resilienza si ricordino le *panchine Milano*, disegnate da Paolo Rizzatto, per Molteni, in materiali costituenti tradizionali per integrarsi con il tessuto storico della città e allinearsi con la percezione emozionale, allo stesso tempo considerando usi trasversali e molteplici

the mode of comprehension, attachment and, lastly, continuative use of that same object.

Actually, nothing – not the user's ability in using it, nor the perception of the object and, finally, not the interpretation of it – should be unexpected in the relationship with an object, and artefacts in general, precisely because they are the result of a precise and programmed design.

Donald Norman explains that, «Designers end up taking wrong turns for various reasons. First of all, in their professional sector the value and reward system in force tends to give prime importance to aesthetics... Secondly, designers are not typical users: they become so expert at using the object they created that they cannot believe others can have difficulties. Thirdly, designers have to satisfy their clients and it does not follow that their clients are also users» (Norman,

1990, 216). Hence, designers require the users to always have a continuative resilient approach and inappropriately consider this to be a fundamental factor – when faced with a problem they will observe it and try to understand it in order to reach a solution – in this way life is made easier for everybody. It is not even contemplated that it could be otherwise. From a theoretical point of view, also referring to the historical development of the subject, it seems that at present we are in a phase of almost strategic, expected discontinuity and – to use an unsuitable word at this moment in time – terrorism: in fact, every so often these have occurred and taken place in the evolutionary process of objects, of the technology needed to make them and, last but not the least important, in the relations that users create with the object and the object creates with the environment. Francesco Trabucco (2015,

89) says, «The relationship between human beings and objects are typical of every culture and civilisation from the oldest to the most advanced. The industrial revolution and design, which is its offspring, has changed the means of production and vastly increased the quantity and kinds of objects available, sometimes developing them as products of the pluralist, consumer and waste society that we know».

Objects and manufactured goods, both physical and digital, on the same par as infrastructures and buildings, concretely contribute in creating the built-up environment. The mobile presence of design products can facilitate and make daily life more comfortable and enjoyable inside the urban organism or they can subject the user to continuous methodical resilient behaviour: this is all due to those extremely aesthetic or functional de-

isions taken by designers that are presented in an incomprehensible or excessively elliptical way for the users. Just think that many of our pockets hold a *smartphone* which allows us to perform complex transactions that were only possible on a computer before. However, these *devices* are equipped with *touch* controls that respond to bare skin and not a gloved hand. In order to deal with this problem designers had to resort to gloves to work around this obstacle by using appropriate fingertip material suitably placed to compensate the lack of direct touch. This is an example of resilient design to meet users needs yet it is very improbable that all users will get the correct gloves in proportion to the number of existing *smartphones*.

This minute concept in relation to an object that we all loath to part with introduces the theme of how design,

che le caratterizzano d'innovazione. Dice Rizzato: «una panchina solida e comoda dall'immagine forte ma semplice, chiara, proporzionata, tradizionale e al tempo stesso moderna, quasi neutra ma accogliente, in modo da aiutare l'indaffarato milanese (che ha sempre fretta di andare da qualche parte) a fermarsi almeno per un momento. Due robusti sostegni in fusione di ghisa con sezione a T fanno da supporto a sei doghe di legno massiccio sagomato: un materiale naturale che invecchia bene, fresco in estate e caldo in inverno, piacevole al tatto, confortevole alla seduta, morbido all'urto, da sempre presente nella città di Milano»<sup>2</sup>.

L'osservazione del prodotto e le parole del progettista che lo commentano diventano esemplari per spiegare come in questo caso il materiale utilizzato, associato allo sviluppo formale semplice e tuttavia curatissimo dell'oggetto, lo caratterizzino con quella che può definirsi una resilienza estesa. Non è solo il materiale scelto a essere resiliente, tutto il prodotto viene intriso di questa qualità: il legno viene selezionato in ragione della sensazione di comfort tattile e visivo che rimanda, ma anche per la sua capacità di adattarsi al clima del luogo e armonizzarsi nell'ambiente nel quale deve poi essere inserito. Viene preferito perché durevole e piacevolmente confacente a un uso protratto e deciso. Accortezze dedicate alla scelta dei materiali utilizzati nel prodotto d'uso lo rendono meglio rispondente a conformarsi a una molteplicità di risposte che, all'interno degli spazi di pubblica fruizione nel panorama urbano, diventano di importanza nodale. Così, in particolare, negli allestimenti all'interno del costruito, la caratteristica di una materia costituente a conformarsi a un uso 'hard', di un prodotto a cambiare forma e destinazione d'uso in fase di esercizio fa la differenza sul breve come sul lungo periodo. Le sedute da esterno in materiale polimerico sono affascinanti quan-

do sono nuove e lucenti, ma degradano facilmente con l'usura e l'aggressione del tempo, e la loro conformazione difficilmente le rende diversamente interpretabili. In tal senso, la resilienza del materiale si estende a quella del prodotto, diffondendosi, generando spazi che abbiano capacità di adeguamento a una molteplicità di funzioni. La chiave è nei materiali di partenza. Si pensi, per esempio, ai tutti quei materiali di seconda vita poveri, come i *pallets* e i tubi di cartone: proprio la loro natura offre un prodotto perfetto per essere re-inventabile e re-interpretabile, anche con qualche *up-grading* puntuale, tecnologicamente migliorativo.

### Un design materiale

L'attenzione allora è da dedicare all'ampia, sempre più estesa accettazione che le parole *oggetto* e *ambiente* prendono mentre, confermando il pensiero di Beck, l'utente messo al centro perché non mutevole significa e motiva le scelte progettuali, o almeno dovrebbe. Ma cosa lega l'utente, il fruitore, il consumatore all'oggetto?

In questo senso è corretto richiamare un concetto orientale che propone le cose del mondo come fatte di forma, colore e materiale; nel nostro emisfero occidentale e nella disciplina delle cose, il design, si parla invece dell'antinomica coesistenza tra forma e funzione. Dunque, da ciò si potrebbe argomentare che l'utente e il materiale sono percepibili come le componenti più solide, indipendentemente dalle mutevoli variabili cui vanno soggette come i mutamenti del gusto, le suggestioni del tempo e i turbamenti in seno alla disciplina. Come, infatti, evidenziato precedentemente, per quanto quella tra utente/fruitore e materiale costituente un oggetto sia una relazione in evoluzione che cambia nel tempo, al di là della semplice oggettuale scelta progettuale, questa deve

in compliance with our behaviour, influences our day in an inextricably definitive way precisely because it can influence even the smallest, mobile object. In our day-to-day activities industrial objects seem to be programmed for the typical user who is aptly labelled through specific studies which identify the target and his capabilities. So, when users are too different from the expected characteristics it occurs that a bench in a public place is not used because it is too high or too rough, a streetlamp is not strong enough to sufficiently light a certain street resulting in that particular route being avoided or, yet again, a confusing sign misleads the majority of people causing mistakes, stress and time-wasting. An example of how a designed object can make life easier without necessarily requiring resilience is the *Milan bench* designed by Paolo Rizzato, for Molteni. These benches are

made of a suitable traditional material in order to blend in with the historical fabric of the city and simultaneously in line with emotional perception considering its multiple and cross-functional uses which makes it stand out for its innovation. Rizzato states, "A solid and comfortable bench with a powerful but simple image which is well-proportioned, traditional and modern at the same time, almost neutral but welcoming in such a way that helps the busy Milanese (who are always rushing off somewhere) to pause, at least for a short while. Two robust, cast iron T section supports hold six solid wood slats: the material is natural and weathers well, cool in the summer and warm in the winter, pleasant to touch, comfortable to sit on, with supple impact factor and a strong presence in the city of Milan"<sup>2</sup>. The observation of the product and the designer's words commenting on it

become exemplary to explain how the used material, in this case, associated with the simple yet extremely accurate formal development of the object, characterizes it with what can be defined as extended resilience. It is not only the chosen material that is resilient but the whole product is imbued with this quality: the wood is selected due to its capacity of stimulating a sensation of tactile and visual comfort, but also because of its ability to adapt to the climate of the site and harmonise into the environment where it has to be placed. It is preferable because it is durable and well-suited for prolonged and vigorous use. The special care dedicated to the choice of the materials used in this product make it more responsive to adapt to a multiplicity of solutions that become of pivotal importance in the spaces for public use within the urban landscape. Thus, particularly in the in-

ternal settings of the built up environment, the characteristic of a component material to conform to 'hard' usage and a product to change shape and intended use makes a difference in the short as well as in the long term. The outdoor seats in polymeric material are attractive when they are new and shiny, but degrade easily with time and wear, and their appearance hardly makes them regarded differently. In this sense, the resilience of the material extends to that of the product, spreading and generating spaces that have the capacity to adapt to a variety of functions. The key is in the initial materials. For example, think of all those plain, second life materials such as pallets and cardboard tubes: their particular nature allows a perfect product to be re-thinkable and re-interpretabile, even with some technological improvements.



necessariamente considerare contemporaneamente le *performances* prestazionali e il lato sensazionale dell'oggetto, nel senso più letterale del termine. Sull'importanza del materiale che costituisce un oggetto, e sulla sua adeguatezza contemporaneamente allo scopo per il quale viene chiamato e alla sensazione che deve poi suscitare in fase d'esercizio, molto ha espresso Bruno Munari, il quale a proposito della scelta materiale posiziona il problema, nel suo metodo progettuale, immediatamente dopo l'atto creativo, legandolo, a proposito dell'oggetto industriale, indissolubilmente alle tecnologie del tempo presente. L'approccio di Munari vuole essere fattivo e realista, ma è giusto osservare che senza un pensiero rivoluzionario e trasversale non sarebbero esistite la poltrona *Lady* di Zanuso, che sperimenta il *nastro cord* lontano dall'industria automobilistica, suo luogo d'origine, o la stecca *Leg Splint* di Charles e Ray Eames, risolutiva di un problema estremamente pratico a partire da un'intuizione nata in ambiente aeronautico e poi sviluppata per la produzione di arredi.

Un'analisi ulteriore deve far osservare come l'oggetto progettato, di design appunto secondo un'accezione che viene spesso inopportunamente fraintesa, si posiziona, per assurdo, più vicino alla dimensione territoriale di quanto non si pensi. Nell'ambiente costruito il design, forse più che altrove, dà il cuore alle piccole cose, veste gli spazi, connette le funzioni ai momenti della vita. Così, grazie a una corretta o scorretta dotazione d'arredo urbano, una piazza diventa salotto condiviso o piano di semplice attraversamento e, inoltre, se ciò in relazione ai centri storici può essere inteso come una tematica legata all'estetica, al decoro e alla conservazione, applicato ai margini (reali o percepiti) dell'ambiente costruito, motiva a pratiche di buon giudizio piuttosto che a comportamenti di degrado. Afferma Medardo Chiapponi

#### Material design

Then, attention has to focus on the increasingly extensive meaning that is given to the words *object* and *environment* confirming Beck's thoughts that the user be placed at the centre of the matter because he not changeable and motivates or at least should influence design decisions. But what binds the user, the customer, the consumer to the object?

In this sense it is appropriate to remember an oriental concept which presents worldly objects as what they are made of such as shapes, colours and material; instead in our western hemisphere and in the discipline of objects, design, we speak of the antinomial co-existence between shape and functions. Therefore, it follows that you could claim that the user and the material are perceived as the most solid components regardless of the changing variables they are subjected to like changes in tastes, the

implications of time and upheavals in the field of design. In fact, as was previously highlighted regarding the relationship between the user/customer and object material which is evolving and changing with time, apart from the straightforward design decisions for the object, the attainable *performances* and the product's sensational side, in the most literal sense of the word, have to be considered simultaneously.

Bruno Munari has deliberated a great deal on the importance of the material an object is made of and on its suitability for the purpose it has to fulfil along with the impression it has to arouse while in use. Indeed, his method of design in the line of industrial items puts the question of material choice immediately after the creative phase, inextricably linking it to present day technology. Munari's approach is proactive and realistic but it is fair to observe that without revolution-

(1997, p. 102), a proposito della questione ambientale che necessariamente coinvolge allo stesso modo produzione – e pertanto oggetto industriale – e territorio, che è necessario un dibattito, una consultazione che accompagni e condizioni il processo decisionale. Il materiale costituente un oggetto e la tecnologia che necessariamente a questo si lega è indubbiamente correlato e motivato dalla funzione, ma va anche pensato come interfaccia diffusa, che a partire dalla funzione appunto e dalla sua esplicitazione in forme più o meno articolate struttura delle relazioni emozionali e complesse con l'utente. Ancora una volta per tornare all'esempio del nostro *smartphone*, il vetro dello schermo *touch*, per quanto lontano dall'immagine archetipica che di questo materiale possiamo avere, ci rende un'impressione di qualità elevata e ci porta ad avere comportamenti di conservazione dell'oggetto e delle sue proprietà: ci educa alla resilienza attraverso una connessione materiale realizzata attraverso una passiva interfaccia diffusa. Il nostro comportamento non sarebbe lo stesso se lo schermo o la panchina fossero in materiale polimerico, comunemente percepito come di poco valore.

In questo senso, proprio per appagare il concetto a latere della percezione, che solo apparentemente non inficia la *performance* del materiale, i materiali interattivi, reattivi, bio-mimetici appaiono estremamente affascinati, prodighi di promesse per un futuro progettuale nel quale, per esempio, la luce è materia o la materia stessa può cambiare forma fisica. Attraenti da toccare, in grado di stimolare tutti i sensi, accompagnano le progettazioni delle quali diventano interfaccia, compiacendo senza difficoltà richieste progettuali anche molto complesse.

Così, «le nuove modalità di interazione, che scaturiscono dall'essenza della materia intelligente, implicano la ridefinizione del

ary or transversal ideas certain creations would never have existed like the armchair *Lady* by Zanuso, which experiments with *steel cord* outside the automobile industry where it originated, or the splint *Leg Splint* by Charles and Ray Eames, that resolves an extremely practical problem based on an insight taken from aeronautics and then developed for furniture production.

Further analysis should be done on how the designed object, notably design according to the interpretation which is often inappropriately misunderstood, is absurdly placed nearer the territorial dimension than what is generally thought. More than anywhere else, design gets to the heart of the little things in the built up environment, filling the spaces and connecting services to aspects of life. So, thanks to correct or incorrect allocation of street furniture, a square can become a shared lounge or simply an area to

cross. Furthermore, if in relation to the city centre it can be considered in a thematic nature to be linked to aesthetics, decor and conservation applied to the (real or perceived) margins of the built up environment, motivates good judgement rather than conduct leading to deterioration. As affirmed by Medardo Chiapponi (1997, p. 102) regarding environmental issues in which production is inevitably involved in the same way - and consequently industrial items - and territory, a lengthy debate or consultation is required to accompany and affect decisional processes. The material which forms an object and the technology to which it is automatically linked is undoubtedly correlated and motivated by its function but it is also thought of as common interface which starts with the said function and its presentation in more or less articulate structures of emotional and complex relations with

concetto stesso di benessere, con l'obiettivo di elevare la qualità della vita, del comfort e delle relazioni sociali» (Cardillo e Ferrara, 2008). Naturalmente l'applicazione degli *smart-materials* ha dei risvolti economici importanti, i quali tuttavia giustificano il loro costo proprio sulla base di qualità intrinseche ineluttabili.

## Conclusioni

«Il design inteso come pratica del progetto e capacità soggettiva di produrre valore estetico, di senso e talvolta economico nei prodotti industriali, siano essi artefatti materiali o comunicativi, fisici o virtuali, sfugge, nonostante tutto a qualsiasi categorizzazione metodologica sistematica» (Trabucco, 2015, p. 40). Ancora, nel pensiero di Beck qui opportunamente mutuato e applicato allo specifico campo di interesse, si richiama a un processo di consapevolezza sulla resilienza e sulla sua applicazione nel design. In definitiva, nella pratica progettuale dell'*industrial design* non è il materiale costituente *tout court* a essere chiamato alla resilienza ma l'intero processo che ha generato l'oggetto; questo, perché il valore finale possa motivare positivamente la scelta a partire dalla volontà di produrre fino alla motivazione o meno di conservare o piuttosto dismettere l'oggetto alla fine della sua vita 'utile'. La dotazione di un significato denso della materia nell'ambiente urbano costruito è data dalla materia stessa, dai valori intrinseci che questa porta con sé, dalla memoria archetipica alla quale è legata. Diversamente da ciò che oggi accade, la ricerca dell'innovazione estrema, della *performance* perfetta nell'oggetto d'uso anche minimo porta alla sua eccessiva complicazione, e a richiedere costantemente un comportamento resiliente attivo da parte dell'utente consumatore; ciò genera tuttavia in questo processo una sensazione di ricerca ipertrofica e stancante. Sostan-

the user. Once again returning to the example of our smartphone and the glass of the *touch* screen, no matter how far the archetypal image of this material is, we get an impression of high quality which leads us to preserve the object and its properties: it teaches us to be resilient through a material connection conducted through a passive common interface. Our behaviour would not be the same if the screen or the bench were of polymer material, commonly perceived as having little value. In this sense - just to accommodate the lateral concept of perception, which apparently does not affect material performance - interactive, reactive and biomimetic materials appear extremely fascinating and full of promise for a design future in which, for instance, light is matter or the matter itself can change its physical form. Attractive to touch and capable of stimulating all the senses,

they are in line with the design of which they turn out to be an interface, even accomplishing very complex design requirements without any difficulty. Thus, «the new modes of interaction, which spring from the essence of intelligent matter, imply the redefinition of the concept of well-being, with the aim of enhancing life quality, comfort and social relations» (Cardillo and Ferrara, 2008). Basically, the application of smart materials has important economic implications which, however, justify their own cost precisely on the basis of inherent ineluctable qualities.

## Conclusions

«Design, intended as the practice of project design and subjective capacity to manufacture purposeful, sometimes economical, aesthetic and quality industrial products whether they are material or communicative, physical or

virtualmente, la tecnologia deve esserci, ma essere facile, il materiale opportuno e i comportamenti non violentemente indotti, ma opportunamente stimolati, secondo una progettazione che conti di tutte le possibili e molteplici varianti del caso.

## NOTE

1. Cfr. De Giorgi M., "Materiale", in *Domus 1000 La Triennale di Milano*, Editoriale Domus, marzo 2016.
2. Testo reperibile all'indirizzo <https://paolorizzato.it/category/design/sedute/panchina-milano>, ultima consultazione marzo 2018.

## REFERENCES

- Ashby, M. and Johnson, K. (2005), *Materiali e Design. L'Arte e la Scienza della Selezione dei Materiali per il Progetto*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano.
- Beck, U. (2000), *La società del rischio. Verso una seconda modernità*, Carocci, Roma.
- Burkhardt, F. (2011), *Marco Zanuso*, Il Sole 24 Ore, Milano.
- Cardillo, M. and Ferrara, M. (2008), *Materiali intelligenti sensibili interattivi*, Lupetti, Milano.
- Chiapponi, M. (1997), *Ambiente: gestione e strategia. Un contributo alla teoria della progettazione ambientale*, Feltrinelli Editore, Milano.
- De Giorgi, M. (2016), "Materiale", *Domus 1000 La Triennale di Milano*, Editoriale Domus.
- Munari, B. (1996), *Da cosa nasce cosa. Appunti per una metodologia progettuale*, Editori Laterza, Roma-Bari.
- Norman, D. (1990), *La caffettiera del masochista. Psicopatologia degli oggetti quotidiani*, Giunti, Milano.
- Trabucco, F. (2015), *Design*, Bollati Boringhieri, Torino.

virtual artefacts is nevertheless outside every methodological classification system» (Trabucco, 2015, p. 40). Yet again, Beck's thoughts are appropriately borrowed and applied to the specific field of interest, as a process of resilience awareness and its application in design is called for. In short, in the practice of *industrial design* it is not the building material *tout court* that is required to be resilient but the whole process that has generated the object; this is because the final value can serve to positively motivate start-up decisions from the will to produce until the motivation or not to conserve or dispose of it at the end of its "useful" life. The meaningful use of material in the built up urban environment is given by the material itself, by the inherent values it brings with it and from the archetypal memory that it is bound to. Unlike what happens nowadays with the search for

extreme innovation and the perfect *performance* of the object in use when even a minimal function leads to excessive complications and constantly requires the user to be active and resilient. However, this process creates an impression of tiring hypertrophic research. Fundamentally, there must be technology but it should be easy. Materials should be pertinent and behaviours not violently induced but suitably stimulated by a manner of project design which is aware of all possible and multiple relevant variants.

## NOTES

1. Cfr. De Giorgi M., "Materiale", in *Domus 1000 La Triennale di Milano*, Editoriale Domus, March 2016.
2. The full text can be found at <https://paolorizzato.it/category/design/sedute/panchina-milano>, last consultation March 2018.

Maria Teresa Lucarelli<sup>a</sup>, Marina Rigillo<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Dipartimento di Arte, Scienza e Tecnica del Costruire, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Italia

<sup>b</sup>Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II, Italia

mariateresa.lucarelli@unirc.it

marina.rigillo@unina.it

La diffusione del concetto di resilienza nella comunità internazionale ha aperto la strada a molte e differenti interpretazioni del termine, avviando un processo di ibridazione culturale che ha fatto della resilienza un ambito di “confine”, strettamente connesso alla natura dinamica dei processi che legano insieme le dimensioni fisiche, sociali ed economiche della società contemporanea (Tagliagambe 1997; Brand e Jax, 2007). Al di là dei problemi definitivi, utili a specializzare il concetto nei diversi settori scientifici (Brand e Jax, 2007), si riconoscono alcune “invarianti” che ne caratterizzano la collocazione nell’ambito di una nuova epistemologia della complessità: la resilienza è sistemica, inter-scalare e interdisciplinare; è riferita essenzialmente a comportamenti e processi che prevedono l’interazione multifattoriale tra fenomeni e/o sistemi; prevede, la gestione delle informazioni secondo modelli processuali, in grado di prefigurare scenari alternativi di conoscenza e operabilità attraverso cui misurare e valutare la natura e la quantità delle trasformazioni stesse.

In questo quadro, l’introduzione della resilienza tra i temi di ricerca della Tecnologia dell’Architettura si colloca in continuità con il dibattito disciplinare, da sempre posizionato su ambienti “infra e interdisciplinari” e volto ad esplorare le “dimensioni strategiche della conoscenza” (Schiaffonati, 2006, 2011). Fin dal suo costituirsi come insegnamento autonomo, alla fine degli anni Sessanta, e con un anticipo importante rispetto ad altre discipline dell’Architettura, l’Area ha aperto infatti alla molteplicità degli apporti e alla dimensione complessa del progetto così che gli scritti e le opere di Vittoria, Ciribini, Spadolini, Zanuso si inseriscono con autorevolezza nei reparti più avanzati della rifles-

sione critica dell’epoca<sup>1</sup>. Elemento di riconoscibilità della cultura tecnologica al dibattito di quegli anni è la questione del *metodo* come condizione ineludibile del *fare* architettura; un approccio che raccoglie l’esortazione di Maldonado per una moderna utopia della “processualità tecnica come principio di realtà”, utopia necessaria entro cui riportare l’azione (e quindi la speranza) del progetto (Maldonado, 1970)<sup>2</sup>.

La necessità di una praxis progettuale conferisce centralità al governo del processo creativo e costruttivo, collocando la questione del *metodo* in una dimensione multi-disciplinare e multi-obiettivo che risponde al rapido mutare della domanda di qualità sottesa all’intervento stesso. Si delinea, un *file rouge* interno al dibattito dell’Area che ha fatto del discorso sul metodo un tema di riferimento attraverso cui declinare i paradigmi dell’approccio scientifico della disciplina: la visione sistemica e complessa del pensiero progettuale, la natura processuale dell’intervento, l’organizzazione del rapporto informazione/ decisione secondo strutture gerarchiche funzionali ai set di esigenze derivanti dalle caratteristiche dell’ambiente costruito, dai vincoli dei cicli biologici, dalla determinazione di rispondere ed interpretare le aspirazioni più avanzate della società.

In questo *humus* culturale si formano anche i capisaldi sul tema della resilienza. Possiamo, infatti, collocare nella metà degli anni Ottanta le radici di un approccio al progetto che è sistemico e “plurale”, funzionale a declinarne la complessità all’interno delle teorie e delle prassi della disciplina<sup>3</sup>. Attraverso i concetti di *tecnologia debole*, introdotto da Ciribini (1984) e di *tecnologia appropriata*, coniato da Virginia Gangemi (1985) si rompono gli

## RESILIENCE AND TECHNOLOGICAL CULTURE OF DESIGN: THE CENTRALITY OF METHOD

The rising importance of resilience within the international community has opened up new thinkings about the term, initiating a sort of cultural hybridization that makes resilience a “boundary area”, strictly connected to the dynamic relations that link physical and socio-economical dimensions in contemporary society (Tagliagambe, 1997; Brand and Jax, 2007). Beyond the different meanings that explain “resilience” in several disciplines (Brand and Jax, 2007), there are some “invariants” that typify resilience as key topic within the field of the epistemology of complexity. In fact, resilience is systemic, multi-scaling, inter-disciplinary; it is essentially referred to behaviours and processes that envisage multifactorial interaction between hazards and human systems; it implies to manage system according to models and processes, able of prefiguring alternative scenarios

on which to measure and evaluate the nature and quantity of transformations. In order to this, the insertion of resilience in the cultural framework of the Architectural Technology is consistent with the tradition of its disciplinary debate, always positioned in “infra and interdisciplinary” areas and aimed at exploring the “strategic dimensions of knowledge” (Schiaffonati, 2006, 2011). Indeed, at the end of Sixties, since its establishment as autonomous teaching (and with an important anticipation if compared to other disciplines of Architecture), the Area has opened up to the different expertise featuring the architecture process, so that the writings of Vittoria, Ciribini, Spadolini, Zanuso firmly entered in the most advanced departments of the critical reflection of the time<sup>1</sup>.

As part of the technological debate of the past forty years, “method” as sci-

entific topic gained a crucial centrality according to the Maldonado’s exhortation to work to a modern Utopia of “technical process” as a principle of reality; a compulsory utopia within which to bring the action (and therefore the hope) of the project (Maldonado, 1970)<sup>2</sup>.

The requirement for a design praxis enhances the significance to the governance of both creative and constructive process, placing the question of method in a multi-disciplinary and multi-objective dimension aimed at responding to the rapid change in the quality demand underlying the project itself. It outlines a *file rouge* within the cultural debate of the Area, making the topic of “method” a key issue of the disciplinary approach. Indeed, it explains the systemic and complex vision of the design thinking; the procedural nature of operations; the hierarchical struc-

schemi di una cultura tecnica ancora fortemente settoriale, per traghettare la ricerca verso tematiche ispirate alla «dialettica tra il conoscere e l'agire» (Perriccioli, 2013).

È questo un passaggio che potremmo definire “storico” nella misura in cui l'Area fa proprie le ragioni di un pensiero a-deterministico, sviluppando il rapporto interpretazione/ progetto quale principio epistemologico dell'azione progettuale, significativo della specificità dei luoghi e delle regole effettuali attraverso le quali trasformare l'ambiente costruito. Nel postulare, infatti, la coerenza di una dimensione cognitiva del progetto che accompagna e sostiene la decisione, la cultura tecnologica porta all'interno del proprio dibattito scientifico la questione del *metodo* come principio co-evolutivo del processo creativo (Ciribini, 1990).

Si spiega così il successo culturale del concetto di resilienza nella comunità della tecnologia dell'architettura, interessata a definire con sempre maggiore attenzione i confini semantici del termine nell'ambito del progetto tecnologico, lavorando in una logica non auto-referenziale, aperta alla realtà dei cambiamenti che investono la società moderna. Una visione che comprende e declina il concetto di *resilienza* nell'attenzione posta alla relazione locale/globale, al dualismo tra intervento antropico e contesto naturale, alla tecnica come condizione essenziale di conoscenza attraverso su cui governare le trasformazioni dell'ambiente secondo obiettivi temporanei, parziali, significativi del “dove” e del “quando”<sup>4</sup>. Le nozioni di “debolezza” e di “appropriatezza” mediano, quindi, il passaggio della cultura disciplinare verso le istanze del progetto ambientale, configurandosi come risposta metodologica ad un sistema sempre più complesso e integrato, tanto nell'organizzazione (e/o auto-organizzazione) delle sue componenti quanto nella molteplicità degli apporti che ne caratterizzano la conoscenza<sup>5</sup>.

ture of the information/ decision ratio in project organization; the capacity of mediating constraints deriving by both the built environment, the biological cycles, the will of responding to the most advanced aspirations of society. In this cultural humus, the cornerstones of resilience are formed. In fact, we can place in the mid of Eighties the roots of such systemic and “plural” approach, consistent with the need of developing complexity within the theories and practices of the discipline<sup>3</sup>. Thanks to the concepts of *weak technology*, introduced by Ciribini (1984) and that of *appropriate technology*, coined by Virginia Gangemi (1985) – both defining the break-point of a still sectoral discipline – research moves to themes inspired to «dialectic between knowing and the operating» (Perriccioli, 2013). This step is “historical” to the extent that the Area takes over the reasons of

deterministic thought, developing new relationship between interpretation and operation, intended as new core of design action, expressing the project contexts and the rules through which transform the built environment. In postulating the cogency of cognitive dimension of the project thinking in leading and supporting decision, the technological culture develops the question of “method” as co-evolutionary part of the creative process (Ciribini, 1990).

Such background explains the cultural success of the concept of resilience in the community of architecture technology, committed to defining the semantic boundaries of the term with increasing attention. The work is featured by in non-self-referential logic, and open to the reality of changes that affect built environment and modern societies. This vision includes and declines the

Si riscontra, nell'approccio descritto, il permanere di una visione della tecnologia come «dottrina dei processi di trasformazione» (Ciribini, 1984, p. 44), il cui obiettivo è quello di mediare aspetti analitici e processi euristici, facendo del progetto uno strumento necessariamente empirico attraverso cui validare (o falsificare) le ipotesi di ricerca per la produzione dello spazio antropizzato. Coerentemente con tale premessa, l'interesse per la resilienza si orienta verso i nuovi profili teorici dell'azione progettuale e verso i nuovi comportamenti attesi dal per l'efficienza dell'habitat urbano in condizioni di stress.

L'Area si interroga quindi sulle nuove “qualità” degli interventi e sugli obiettivi di innovazione ad essi associata (Angelucci et al., 2013; Baiani e Valitutti, 2013; Losasso, 2016) secondo modalità tese a dare consistenza e senso operativo al suffisso “eco” che caratterizza i nuovi paradigma del progetto tecnologico e ambientale. In particolare, il focus della ricerca disciplinare verte sull'idea di *operational resilience* intesa come capacità di rispondere all'interrogativo: «*resilient of what, to what*» (Carpenter et al., 2001) ed è riconducibile alla definizione di resilienza come «the ability of the system to maintain its identity in the face of internal change and external shocks and disturbances» (Cumming et al., 2005)<sup>6</sup>.

La domanda di resilienza viene pertanto declinata, nell'ambito dell'Area, come un nuovo portato di esigenze *hazard specific* e *site specific*, così da orientare gli interventi verso strategie di adattamento e/o di mitigazione funzionali a ridurre la vulnerabilità del contesto osservato e della pericolosità dei fenomeni attesi. La ricerca disciplinare affronta, soprattutto, gli impatti generati dal climate change sull'ambiente costruito, selezionando nuovi strumenti di conoscenza finalizzati a descriverne il comportamento

concept of resilience within the field of local / global correlation, and in the area of the dualism between human operations and natural context, considering technology as an essential condition of governing the transformations of the environment, according to specific goals (intrinsically partials and temporaries), meaningful of “where” and “when”<sup>4</sup>. The notions of “weakness” and “appropriateness” mediate, therefore, the passage of disciplinary culture towards the instances of the environmental project, configuring itself as methodological responses to systems that are increasingly complex and integrated both for the organization of its components both for the different contributions characterizing its knowledge<sup>5</sup>.

According to this approach, the persistence of the vision of technology as “doctrine of transformation processes”

(Ciribini, 1984, p. 44), is here enhanced as well as its objective of mediating analytical aspects and heuristic processes, making the project itself a necessary empirical tool, through which validate (or falsify) the research hypotheses. Consistent with such premise, the interest in resilience is oriented to re-interpreting the information/decision process in terms of both the new theoretical profiles of the project and the new performances expected by the built environment when under stress conditions.

The Area therefore deepens the new “qualities” of the project and its associated innovation (Angelucci et al., 2013; Baiani and Valitutti, 2013; Losasso, 2016) according to the aim of giving consistency and operative sense to the suffix “eco” that characterizes the new paradigms of the technological and environmental project. Especially, the

in condizioni di stress. Obiettivo specifico delle ricerche – che si articolano in un ambito multi-scalare e tematico – è quello di definire strategie e strumenti per operare in termini pro-attivi nella gestione del rischio, e quindi lavorare per la definizione di alcune componenti chiave del sistema considerate “determinanti” per misurare il grado di vulnerabilità dell’ambiente costruito e la sua capacità di adattamento.

In questa accezione, l’applicazione della resilienza (e segnatamente dei principi del *resilience management*) all’ambiente costruito stressa il ruolo della tecnologia come disciplina deputata al governo dei processi complessi per la decisione e il progetto, oggettivando in termini prestazionali i comportamenti attesi affinché la risposta possa essere valutata sia in valore assoluto, sia nella comparazione di scenari alternativi secondo un modello costi/ benefici, oggettivamente riferito alla tipologia di rischio atteso e alle caratteristiche del contesto<sup>7</sup>.

In questa prospettiva la ricerca si specializza su pratiche progettuali finalizzate a sviluppare condizioni di innovazione (di prodotto e di processo) attraverso cui intervenire per la mitigazione degli impatti secondo i nuovi paradigma dell’*eco-innovation* (in ciò includendo anche quelli dell’*ecological engineering* e delle *eco-technologies*); inoltre, si avvia un importante ripensamento dell’iter decisionale e dei suoi esiti funzionale agli interventi di adattamento dello spazio urbano, lavorando alla individuazione di processi analitici in grado di rendere “misurabili” le prestazioni del sistema *ex ante* ed *ex post*, e valutando, in una logica multi-obiettivo, interventi e misure per la riduzione della vulnerabilità. Nell’affrontare le problematiche della resilienza, l’Area ripensa criticamente i suoi apparati teorici, aggiornando i dispositivi metodologici di supporto al progetto attraverso l’introduzione di

core of disciplinary research focuses on the idea of *operational resilience*, as the ability to respond to the question: «resilient of what, to what» (Carpenter at al., 2001), referring to the definition of resilience as “the ability of the system to maintain its identity in the face of internal change and external shocks and disturbances» (Cumming et al., 2005)<sup>6</sup>. The demand for resilience is therefore declined, by the Technology Area, in terms of new requirements generated by hazard-specific and site-specific condition, thus guiding project adaptation and/or mitigation according to the vulnerability of the context and the potential of the expected phenomena. Disciplinary research deals. Above all, with the impacts generated by climate change on the built environment, by selecting new scientific tools aimed at describing its behaviours under stress conditions. Specific objective of

the research – expressed in a multi-scaling and thematic approach – is to define strategies and tools to operate pro-actively for risk management, and therefore working for the definition of those (key) components of the system considered as “determinants” in order to measure the degree of vulnerability of the built environment and its ability to adapt.

In this sense, the application of the resilience management principles to the built environment stresses the role of technology as a discipline aimed at governing complexity in decision and designing, objectifying the resilient behaviours in terms of expected performances. The project proposal is thus evaluated both in absolute value and in the comparison of alternative scenarios, designed through a mix of pre-determined factors ranged previously according to the type of expected risk

criteri per misurare e comparare le soluzioni individuate. Strumenti misurabili e confrontabili sia quando espressione della struttura logica che guida il processo, sia quando riferiti ai nuovi set di informazioni funzionali alla determinazione e valutazione analitica di scenari potenziali tra loro alternativi<sup>8</sup>.

Grazie alla solidità degli apparati scientifici che ne caratterizzano la cultura disciplinare, la tecnologia dell’architettura affronta quindi il tema della resilienza dell’ambiente costruito con una posizione intellettualmente laica, implementando la capacità di gestire le richieste di multi-scalarità e di intersectorialità, attraverso un lavoro puntuale di gestione dei processi, anche utilizzando in modo appropriato i contenuti di innovazione offerti dalle tecnologie digitali per interpretare/ modellizzare dati di base e indicatori. La progettazione tecnologica si caratterizza così, ancora una volta, come progettazione “ontologica” (Tagliagambe, 1997): intrinsecamente resiliente, nella misura in cui possiede un patrimonio di metodo che consente di rivedere/ rileggere continuamente obiettivi e strumenti della propria tradizione di ricerca, adattandoli alla necessità di livelli esigenti sempre più complessi, idonei a fronteggiare la sfida dei cambiamenti globali; un impegno etico, oltre che scientifico, che permette di «ricondurre le conoscenze tecnologiche alla concezione originaria della *téchne*, che implica simultaneamente conoscenze teoriche e pratiche nella costante consapevolezza degli atti che si compiono» (Losasso, 2014, p. 9).

#### NOTE

1. A testimonianza della modernità del dibattito culturale sviluppatosi nell’area tecnologica, citiamo un estratto del discorso di Eduardo Vittoria al suo

and to the characteristics of the context, including cost/benefit evaluation”. In this perspective the research for climate mitigation enhances design praxis aimed at developing innovation of both product and process, according to the new “eco” paradigm coming from scientific debate (also including those of the ecological engineering and eco-technologies). Further, there is a big effort in rethinking the decision-making process by the purpose making “measurable” the project, evaluating the *ex ante* and *ex post* conditions for making operations and measures consistent with the goals of vulnerability reduction in a multi-objective logic. Addressing the problems of resilience, the discipline of technology reformulates its theoretical apparatus by updating the cognitive instruments to support the project: these are measurable and comparable tools both when

expression of the logical structure that drives the process, both when referring to the new sets of information functional to the determination and analytical evaluation of alternative potential scenarios<sup>8</sup>.

Therefore, it is possible to state that, thanks to the solidity of the scientific apparatus that characterize its disciplinary culture, the architecture technology addresses the issue of the resilience of the built environment with an intellectually secular position, implementing the ability to manage the requests. of multi-scalarity and intersectorality connected to the theme itself, through a timely work on the issues of process management and using appropriately the innovation contents offered also by digital technologies to interpret / model basic data and indicators. Once again, technological design is characterized as “ontological” design

insediarsi come assessore comunale della città di Napoli nel 1975: «In effetti la difesa del suolo, le misure contro l'urbanesimo, la salvaguardia del patrimonio moderno e del paesaggio, rappresentano le nuove dimensioni concrete dell'habitat, urge passare dal vecchio sistema urbano edilizio ad un sistema aperto, basato sulle omogeneità fisico-economiche e morfologiche di singole parti del territorio ad aggregazioni nelle quali l'habitat vegetale e animale, l'insediamento umano e le localizzazioni produttive non siano considerate elementi settoriali, ma parti integranti di una nuova struttura ecologica» (disponibile sul sito: [http://napolitans.corrieredelmezzogiorno.corriere.it/2009/05/14/eduardo\\_vittoria/?refresh\\_ce-cp](http://napolitans.corrieredelmezzogiorno.corriere.it/2009/05/14/eduardo_vittoria/?refresh_ce-cp)).

2. Scrive Maldonado: «L'alternativa all'utopia astratta di modelli ideali non può essere la capitolazione possibilista, ma il superamento di tale falsa alternativa tramite una teoria generale della *praxis progettuale* – o se si preferisce, una *prassiologia della progettazione*» (p. 128), ed ancora: «la coscienza critica, se vuole operare con efficacia nella sfera dell'azione, dovrebbe essere anche coscienza critica della processualità tecnica» (p. 132).

3. In un recente intervento (DiARC dicembre 2017), Virginia Gangemi ha precisato la posizione scientifica dell'Area negli anni Ottanta, che abbandonato ogni dogmatismo sostiene la condizione del progetto come luogo di attività culturale, organizzato su processi cognitivi specifici, combinazione di un pensiero creativo e costruttivo insieme.

4. In un intervento del dicembre 2016 al Convegno "Architettura – Memoria – Contemporaneità" organizzato dall'Università di Palermo, Valerio Di Battista ribadiva la necessità della dimensione antropologica del progetto di architettura, come strumento per dare forma e interpretare il processo di trasformazione dello spazio: il progetto in senso hegeliano, come "episodio" nella storia di un luogo e di una comunità.

5. Scrive Silvano Tagliagambe: «La comparsa di questi nuovi protagonisti (interpretazione e progetto) sottolinea ancora una volta e conferma come il compito che attende un sistema orientato verso la conoscenza del contesto in cui è immerso e opera non sia quello di rappresentare o riflettere una realtà già strutturata e definita in tutte le sue componenti, ma quello di incidere operativamente su un ambiente inteso come sfondo e un campo

(Tagliagambe, 1997). It is intrinsically resilient to the extent that it possesses a wealth of method that allows to continuously review / re-read the objectives and tools of its own research tradition, adapting them to the need of the increasingly complexity of the built environment facing the challenges of global changes: an ethical as well as scientific commitment that allows «riconduire le conoscenze tecnologiche alla concezione originaria della *téchne*, che implica simultaneamente conoscenze teoriche e pratiche nella costante consapevolezza degli atti che si compiono» (Losasso, 2014, p. 9).

#### NOTES

1. As evidence of the modernity of the cultural debate developed within the technological area, we quote the speech by Eduardo Vittoria to his settling as City Councilor of Naples, in

1975: «In fact the defence of soil loss, the measures against urbanism, the safeguarding of modern heritage and of landscape, represent the new concrete dimensions of the habitat. It is urgent to move from the old urban built system to open system – based on the physical-economic and morphological homogeneity of single parts of the territory – to aggregations in which natural habitat, human settlement and productive locations are not considered sectoral elements, but integral parts of a new ecological structure» ([http://napolitans.corrieredelmezzogiorno.corriere.it/2009/05/14/eduardo\\_vittoria/?refresh\\_ce-cp](http://napolitans.corrieredelmezzogiorno.corriere.it/2009/05/14/eduardo_vittoria/?refresh_ce-cp)).

2. Maldonado writes: «L'alternativa all'utopia astratta di modelli ideali non può essere la capitolazione possibilista, ma il superamento di tale falsa alternativa tramite una teoria generale della *praxis progettuale* – o se si preferisce,

d'azione che, almeno in parte, va inteso come un qualcosa da strutturare e ordinare ad opera della sua cognizione e del suo comportamento» (Tagliagambe, 1997, p. 50).

6. Walker definisce la resilienza come «The capacity of a system to experience shocks while retaining essentially the same function, structure, feedbacks, and therefore identity» (2006).

7. Ricordiamo i due principi del resilience management: «to prevent the system from moving to undesired system configuration in the face of external stresses and disturbances [...] and to nurture and preserve the elements that enable the system to renew and re-organize itself following a massive change» (Walker et al., 2002).

8. Scrive Losasso: «Obiettivo delle analisi [del sistema urbano NdR] è individuare le relazioni che intercorrono tra i principi insediativi, processi di realizzazione e formazione dello spazio costruito nella risposta funzionale, socio-produttiva e di identità urbana, tenendo conto della necessità di acquisire molteplici dati quantitativi dello spazio fisico, accanto ad aspetti qualitativi di carattere sintetico e altri aspetti non misurabili» (Losasso, 2016, p. 94).

#### REFERENCES

Brand, F.S. and Jax, K. (2007), "Focusing the meaning (s) of Resilience: Resilience as a Descriptive Concept and Boundary Object", *Ecology and Society*, Vol. 12, No. 1, art. 23.

Ciribini, G. (1984), *Tecnologia e progetto*, Celid, Torino.

Ciribini, G. (1990), *La normativa dell'impatto ambientale*, Alinea, Firenze.

Gangemi, V. (1985), *Architettura e tecnologia appropriata*, Franco Angeli, Milano.

Losasso, M. (2014), "La ricerca tecnologica per l'architettura: fondamenti e avanzamenti disciplinari", in Claudi de Saint Mihiel, A. (Ed.), *Tecnologia e progetto per la ricerca in architettura*, CLEAN Napoli, pp. 7-14.

Losasso, M., (2016), "L'apporto tecnologico ed ambientale per la conoscenza

una *prassiologia della progettazione*» (p. 128), and further: «la coscienza critica, se vuole operare con efficacia nella sfera dell'azione, dovrebbe essere anche coscienza critica della processualità tecnica» (p. 132).

3. In a recent conference (DiARC December 2017), Virginia Gangemi pointed out the no-dogmatic scientific position of the Technology discipline in the Eighties, that supported the condition of the project as a place of cultural activity, organized on specific cognitive processes, combination of a creative thought and constructive together.

4. In an speech held in December 2016 at the Conference "Architecture – Memory – Contemporaneity" organized by the University of Palermo, Valerio Di Battista reiterated the need for the anthropological dimension of the architectural project, as a tool for shaping and interpreting the process of

transformation of space : the Hegelian project, as an "episode" in the history of a place and a community.

5. Silvano Tagliagambe wrote: «La comparsa di questi nuovi protagonisti (interpretazione e progetto) sottolinea ancora una volta e conferma come il compito che attende un sistema orientato verso la conoscenza del contesto in cui è immerso e opera non sia quello di rappresentare o riflettere una realtà già strutturata e definita in tutte le sue componenti, ma quello di incidere operativamente su un ambiente inteso come sfondo e un campo d'azione che, almeno in parte, va inteso come un qualcosa da strutturare e ordinare ad opera della sua cognizione e del suo comportamento» (Tagliagambe, 1997, p. 50)

6. Walker defines the resilience as «The capacity of a system to experience shocks while retaining essentially the

dei distretti urbani”, in D’Ambrosio, V., Leone, M. F., (Ed.) *Progettazione ambientale per l’adattamento al Climate Change. Vol. 1 Modelli innovativi per la produzione di conoscenza*, CLEAN, Napoli, pp. 92-105.

Maldonado, T. (1970), *La speranza progettuale*, Einaudi, Torino.

Perriccioli, M. (2013), “Sul costruito, sul costruibile. La ricerca di possibilità tecnologiche per stabilire diverse relazioni tra uomo e ambiente”, in Ottone, F., Rossi, M., (Ed.), *Teorie e sperimentalismo progettuale per la ricerca in tecnologia dell’architettura*, FUP, Firenze.

Schiaffonati, F. (2006), “Visione olistica della ricerca nell’area della Tecnologia dell’Architettura”, in Esposito M. A. (Ed.) *Tecnologia dell’architettura: creatività e innovazione nella ricerca*, Materiali del seminario Osdotta, Viareggio 14-16 settembre 2005, FUP, Firenze, pp. 125-131.

Schiaffonati, F., Mussinelli, E. and Gambaro, M. (2011), Tecnologie dell’Architettura per la progettazione ambientale, *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 1, pp. 48-53.

Tagliagambe ,S. (1997), *Epistemologia del confine*, Il Saggiatore, Milano.

Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G. S., Janssen, M., Lebel, L., Norberg, J., Peterson, G. D. and Pritchard, R. (2002), “Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach”, *Conservation Ecology*, Vol. 6, No. 1, pp. 14.

Walker, B., Gunderson, L., Kinzig, A., Folke, C., Carpenter, S. and Schultz, L. (2006), A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems, *Ecology and Society*, Vol. 11, Art. 13.

same function, structure, feedbacks, and therefore identity» (2006).

7. The principles of resilience management are the following: «to prevent the system from moving to undesired system configuration in the face of external stresses and disturbances [...] and to nurture and preserve the elements that enable the system to renew and re-organize itself following a massive change» (Walker et al. 2002).

8. Quoting Losasso: «Obiettivo delle analisi [del sistema urbano NdR] è individuare le relazioni che intercorrono tra i principi insediativi, processi di realizzazione e formazione dello spazio costruito nella risposta funzionale, socio-produttiva e di identità urbana, tenendo conto della necessità di acquisire molteplici dati quantitativi dello spazio fisico, accanto ad aspetti qualitativi di carattere sintetico e altri aspetti non misurabili» (Losasso, 2016, p. 94).



Marco Introini

I terrazzamenti per la coltivazione che caratterizzano il territorio delle Langhe sono formate da un'arenaria che viene portata alla luce durante lo scasso dell'aratro nel terreno che dopo essere stata raggruppata ai bordi dei campi, viene utilizzata per costruire i muri di contenimento delle terrazze per la coltivazione a vigneto. Il progetto fotografico nasce come percorso dalla faglia naturale che sembra un muro archeologico con il suo alternarsi di strisce orizzontali di arenaria e di sabbia, per passare attraverso vedute del paesaggio disegnato dai terrazzamenti per arrivare all'architettura più minuta che usa la stessa pietra (Marco Introini, Pietra di Langa, 2003).

## LANGA STONE

The cultivation terraces that characterise the territory of the Langhe are formed by a sandstone that is brought to light during the burial of the plow in the ground that after being grouped at the edges of the fields, is used to build the retaining walls of the terraces for the vineyard cultivation. The photographic project was born as a path from the natural fault that looks like an archaeological wall with its alternation of horizontal strips of sandstone and sand, to go through views of the landscape designed by the terraces to get to the most minute architecture that uses the same stone (Marco Introini, Pietra di Langa, 2003).



01 | Pietra di Langa 01  
*Langa Stone 01*





02 | Pietra di Langa 02  
*Langa Stone 02*



03 | Pietra di Langa 03  
*Langa Stone 03*



04 | Pietra di Langa 04  
*Langa Stone 04*





05 | Pietra di Langa 05  
*Langa Stone 05*



06 | Pietra di Langa 06  
*Langa Stone 06*

Oscar Eugenio Bellini<sup>a</sup>, Alessandra Marini<sup>b</sup>, Chiara Passoni<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

<sup>b</sup>Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate, Università di Bergamo, Italia

oscar.bellini@polimi.it

alessandra.marini@unibg.it

chiara.passoni@unibg.it

**Abstract.** Il concetto di resilienza può essere applicato ai patrimoni edilizi del dopoguerra sempre più esposti a eventi sismici. Oggi si può far fronte a questa minaccia con pratiche preventive basate sull'impiego di esoscheletri adattivi: sistemi protesici che individuano un campo di sperimentazione dall'indubbio valore sociale, ambientale ed economico. Questa tecnica si basa su una progettualità che permette simultaneamente il *seismic upgrade*, il *retrofit* energetico, l'adeguamento impiantistico e il *remodelage* di quei manufatti residenziali vetusti e a elevata vulnerabilità, e obsolescenza strutturale, estetica e funzionale, sui quali la resilienza può attivare mirate politiche di preservazione della vita umana, di sostenibilità ambientale e uso razionale e scarse risorse economiche disponibili.

**Parole chiave:** ambiente costruito, resilienza, ciclo di vita, esoscheletro, progettazione integrata.

## Alla ricerca di un nuovo equilibrio

Il *resilient thinking* sta introducendo nel mondo della ricerca elementi di innovazione concettuale e procedurale, nonché nuovi sviluppi metodologici e operativi. Gli avanzamenti più rilevanti si registrano nei contesti di una «epistemologia di confine» (Tagliagambe, 1997), dove il campo di indagine viene esplorato attraverso una narrazione multidisciplinare, capace di coinvolgere e ibridare saperi troppo spesso autoreferenziali. Ricerche che riguardano anche le modalità d'intervento per aumentare la resilienza dell'ambiente costruito, un «neoeosistema» da assumere come «organismo vivente ad alta complessità [...] in continua trasformazione, prodotto dall'incontro di eventi culturali e naturali e composto da luoghi dotati di identità, storia, carattere, struttura di lungo periodo» (Magnaghi, 2010), dove la resilienza rappresenta «*the ability of a system, community or society exposed to hazards to resist, absorb, accommodate to and recover from the effects of a hazard in*

*the resilient thinking* sta introducendo nel mondo della ricerca elementi di innovazione concettuale e procedurale, nonché nuovi sviluppi metodologici e operativi.

*a timely and efficient manner, including through the preservation and restoration of its essential basic structures and functions»* (UNISDR, 2009).

Per loro natura i contesti urbanizzati hanno una capacità ridotta sia di resistere agli *shock* ambientali, sia di recuperare i danni conseguenti, evidenziando spesso una resilienza bassa, scarsa o addirittura nulla. Quando un sistema ha un livello basso di resilienza perde adattabilità (Folke, 2006) e diminuisce la capacità di subire mutamenti dovuti all'esposizione a *stress* (De Sherbinin et al., 2007). La resilienza in termini di capacità di resistenza ai cambiamenti e all'auto-conservazione funzionale può trasformarsi in opportunità per riorganizzarsi (Folke, 2006): un'occasione per trasferire i risultati della ricerca dal concetto di vulnerabilità e di *risk management* ad azioni destinate alla conservazione del sistema.

Ciò interessa in particolare l'ambiente costruito, dove si rende necessaria la rivisitazione epistemologica del concetto di sostenibilità nella triplice declinazione di salvaguardia ambientale, utilizzo razionale delle risorse e benessere e salute dell'utenza. In questo modo si individua una prospettiva ermeneutica e disciplinare originale, per cui l'«*humanity might finally achieve a lasting equilibrium with our planet [...] and it looks for ways to manage an imbalanced world*» (Zollie, Healy, 2013), spingendo la scienza verso l'idea che la realtà che ci circonda non sia stabile, ma che per poterla mantenere integra si debba ricercare un nuovo equilibrio. La sostenibilità diventa allora inadeguata, in quanto interviene su un orizzonte basato sull'illusione di poter ripristinare un equi-

## Adaptive exoskeleton systems for the resilience of the built environment

**Abstract.** The concept of resilience can be applied to postwar buildings, which are increasingly exposed to seismic events. Today this threat can be dealt with through preventive practices, based on the use of adaptive exoskeletons: prosthetic systems that identify a field of experimentation marked by an undoubted social, environmental and economic value. This technique is based on a design that simultaneously allows *seismic upgrade*, energy *retrofit*, plant-engineering adjustment and the *remodelage* of those structurally, aesthetically and functionally obsolete and highly vulnerable residential buildings, on which resilience can activate targeted policies aimed at the preservation of human life, environmental sustainability and the rational use of the scarce economic resources available.

**Keywords:** built environment, resilience, life cycle, exoskeleton, integrated design.

## Looking for a new balance

*Resilient thinking* is introducing in the world of research elements of conceptual and procedural innovation, as well as new methodological and operational developments. The most significant advances are observed in the contexts of a «border epistemology» (Tagliagambe, 1997), where the field of investigation is explored through a multidisciplinary narrative able to involve and crossbreed a knowledge that too often is self-referential. These studies also regard the methods of intervention to increase the resilience of the built environment, a «new ecosystem» to be considered as «a highly complex living organism [...] in continuous transformation, resulting from the combination of different cultural and natural events and made of places with their own identity, history, character, long-term structure» (Magnaghi, 2010), where resilience is «the

ability of a system, community or society exposed to hazards to resist, absorb, accommodate to and recover from the effects of a hazard in a timely and efficient manner, including through the preservation and restoration of its essential basic structures and functions» (UNISDR, 2009).

By their very nature, highly urbanized contexts have a reduced ability both to resist to environmental shocks, and to recover from the resulting damages, and often present a low or poor resilience, or even no resilience at all. Having this system a low level of resilience, it loses adaptability (Folke, 2006), with a consequent regression of its ability to undergo the changes due to exposure to stress (De Sherbinin et al., 2007). Resilience, therefore, in terms of ability to resist both changes and functional self-preservation, may transform itself into an opportunity to reorganize (Folke,

librio ambientale perfetto, mentre la resilienza disegna un mondo più realistico e scientificamente corretto con cui pianificare azioni in risposta a turbamenti eco-sistemici nell'ottica di raggiungere un equilibrio ambientale (Zollie, Healy, 2013). Assunta come ambito scientifico, la resilienza diventa valore aggiunto delle azioni trasformatrici, riportando al centro del ragionamento la capacità dell'ambiente di reagire alle catastrofi (Lucarelli et al., 2017), definendo la capacità di prepararsi alla vulnerabilità e all'entità del disturbo, che deve essere assorbito prima che il sistema muti il suo stato (Walker et al., 2014).

Se applicata alle condizioni di obsolescenza in cui versa parte del patrimonio costruito, in Europa, negli anni del secondo dopoguerra, la resilienza consente di elaborare una diversa dimensione fenomenologica delle azioni di recupero da mettere in campo. Preordina ogni intervento alla necessità di controllare la fragilità strutturale del sistema, di implementare la gestione pro-attiva dei possibili rischi, di aumentare il livello prestazionale e performante e di garantire il mantenimento/recupero d'efficienza post-crisi. Ciò spinge verso pratiche preventive che riducono la vulnerabilità strutturale dovuta ad azioni sismiche, pianificando operazioni che promuovono un uso accorto e razionale delle risorse, una valorizzazione del manufatto e una salvaguardia della vita umana (Marotta, Zirilli, 2015). Interventi che rappresentano una valida alternativa alla tradizionale "rottamazione/demolizione" e trascendono la prassi dell'"abbandonare ciò che non funziona", affrancandosi dalla "cultura architettonica del nuovo" tipica dalla modernità (De Matteis, 2009). Opportunità che migliorano l'ecosistema della "città generica", eludono la contrapposizione ideologica fra moderno/antico e demolizione/conservazione (Choay, 1996) e inaugurano una "terza via" progettuale fra inter-

vento *ex-novo* e conservazione dell'esistente, che oggi si prefigura nella *Parasite Architecture*, nell'*Infill Architecture*, nel *Hybrid architecture* e nel *Remodelage* (Boeri et al., 2012; Angi, 2016).

Sul piano dei contenuti progettuali, si giunge al superamento delle modalità convenzionali che vedono la sostenibilità legata al solo miglioramento energetico, introducendo interventi anche sugli aspetti di sicurezza e stabilità strutturale connessi ai sempre più frequenti fenomeni sismici (Marini et al., 2016). La sostenibilità di un intervento risiede infatti anche nel considerare l'impatto dei danni o dei crolli causati da un possibile terremoto durante la vita utile dell'edificio che si sta riqualificando (Belleri, Marini, 2016).

Rispetto a questo scenario, e a dispetto di strategie tra loro antitetiche che vanno dalla "rottamazione" (Micelli, 2011) al "rammendo" (Piano, 2014), appare ragionevole introdurre le potenzialità del sistema individuabile e definibile come esoscheletro adattivo (Marini et al., 2017): una modalità che grazie all'impiego di forme di progettazione integrata consente di migliorare la resilienza strutturale del manufatto. Questo dispositivo migliora le caratteristiche prestazionali attraverso una protesi portante e collaborante esterna, la cui funzione non è semplicemente sismoresistente, ma è anche tecnologica, considerato che agevola la realizzazione di soluzioni "a doppia pelle integrata" (*recladding*, *overcladding*, *refitting* ecc.) con cui ottenere una nuova frontiera tra esterno e interno, per migliorare l'efficienza energetica e favorire il *restyling* architettonico (Caverzan et al., 2015) (Fig. 1). L'impiego dell'esoscheletro facilita il ripensamento morfo-tecnologico dell'esistente e permette di attivare politiche di densificazione (Antonini et al., 2011) e di rigenerazione urbana del substrato sociale e funzionale (Di Giulio et al., 2013).

2006), an opportunity to transfer research results from the concept of vulnerability and risk management to activities aimed at preserving the system. This is of particular relevance for the built environment, where we are witnessing an epistemological review of the concept of sustainability itself, in its triple declination of environmental protection, rational use of resources and well-being and health of users. This way, an original hermeneutic and disciplinary perspective can be identified, so that «humanity might finally achieve a lasting equilibrium with our planet [...] and it looks for ways to manage an imbalanced world» (Zollie and Healy, 2013), leading science towards the idea that reality is not stable, but – in order for it to be preserved – a new balance should be found.

Sustainability becomes therefore inadequate, since it operates on a horizon

based on the illusion of being able to restore a perfect environmental balance, while resilience traces a much more realistic and scientifically correct world, one with which to plan actions in response to possible eco-systemic disturbances, in the perspective of achieving an environmental balance within which its basic regulatory characteristics are preserved (Zollie and Healy, 2013). Taken as a scientific context, resilience becomes an added value of the transformative actions, bringing back at the center of the argument the environment's ability to react to disasters (Lucarelli et al., 2017), defining the ability to get ready for the vulnerability and the extent of the disturbance, which must be absorbed before the system can change its state (Walker et al., 2014).

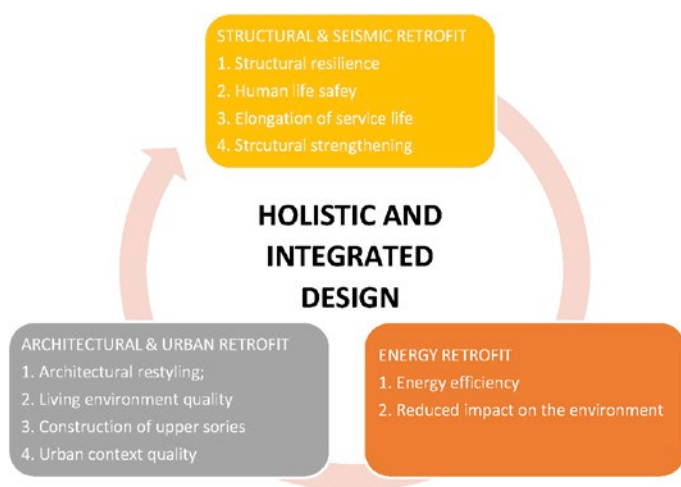
If applied to the obsolescent conditions of the post-WWII European building

stock, resiliency allows to develop a different phenomenological dimension for the recovery actions to be implemented. It subordinates any intervention to the need to check the system's structural fragility, to implement the pro-active management of the possible risks, to increase the performance level and to ensure the maintenance/recovery of a post-crisis efficiency.

This leads towards preventive practices that reduce the structural vulnerability due to seismic actions, planning operations that promote a prudent and rational use of resources, an enhancement of the building and the preservation of human life (Marotta and Zirilli, 2015). These are interventions that provide an alternative to the traditional "scrapping/demolition" and transcend the practice of "abandoning what does not work", freeing themselves from the "architectural culture of the new", typi-

cal of modern times (De Matteis, 2009). These opportunities improve the ecosystem of the "generic city", evade the ideological contrast between modern/antique and demolition/conservation (Choay, 1996) and inaugurate a "third design way", between intervention from scratch and preservation of the existing, which today is prefigured in *Parasite Architecture*, *Infill Architecture*, *Hybrid architecture* and in the *Remodelage* (Boeri et al., 2012; Angi, 2016).

As for the project contents, they go beyond the conventional methods that define sustainability as related just to energy upgrade, by introducing interventions also on the structural safety and stability aspects related – especially in Italy – to the increasingly frequent seismic phenomena (Marini et al., 2016). The sustainability of an intervention is also related to the impacts of damage and collapse due to possible



### Potenzialità operative del sistema a esoscheletro

L'esoscheletro adattivo, quindi in grado di adeguarsi all'ambiente, si ispira alla struttura esterna di alcuni invertebrati, come un dispositivo che interviene sull'elemento ammalorato ripristinandone e implementandone le caratteristiche. Il suo perfezionamento si deve alle biotecnologie mediche, quale supporto protesico per la riabilitazione post-traumatica e ausilio alla deambulazione di persone con disabilità. Applicato agli edifici, si traduce in un'espansione volumetrica indipendente, definita da una struttura su fondazioni autonome, da giustapporre ai fronti, dove può ospitare nuovi spazi e fare da supporto a un nuovo involucro personalizzabile e a nuovi eventuali sopralzi dell'edificio. I livelli su cui interviene sono: strutturale, come sistema per il consolidamento statico e sismico; energetico, quale dispositivo di riduzione dei consumi e dell'impatto ambientale e di aumento del *comfort* abitativo; tipologico, in termini

L'esoscheletro adattivo, quindi in grado di adeguarsi all'ambiente, si ispira alla struttura esterna di

earthquakes during the life cycle of the retrofitted building (Belleri and Marini, 2016). Against this scenario, and despite antithetical strategies, ranging from "scrapping" (Micelli, 2011) to "mending" (Piano, 2014), it seems reasonable to introduce the potential of the identifiable system, defined as adaptive exoskeleton (Marini et al., 2017): a method that – thanks to the use of integrated design forms – allows to implement the structural resilience. This device improves the performance, through an external supporting and cooperating prosthesis, which is not simply earthquake-resistant, but also technological, considering that it facilitates the realization of "double integrated skin solutions" (*recladding, overladding, refitting* etc.) with which to obtain a new frontier between exterior and interior, in order to improve energy efficiency and promote

the architectural restyling of the building (Caverzan et al., 2015), (Fig. 1). The use of the exoskeleton facilitates the morpho-techno-typological rethinking of the existent structure and allows the activation of urban densification policies (Antonini et al., 2011) and urban regeneration of the social and functional substrate (Di Giulio et al., 2013).

**The operational potential of the exoskeleton system**

The adaptive exoskeleton is inspired by the external structure of some invertebrates, as a device that intervenes on the deteriorated element, restoring and implementing its characteristics. Its improvement is due to medical biotechnology, as prosthetic support for post-traumatic rehabilitation and walking aid for people with disabilities. Applied to buildings, it translates into an independent volumetric expansion,

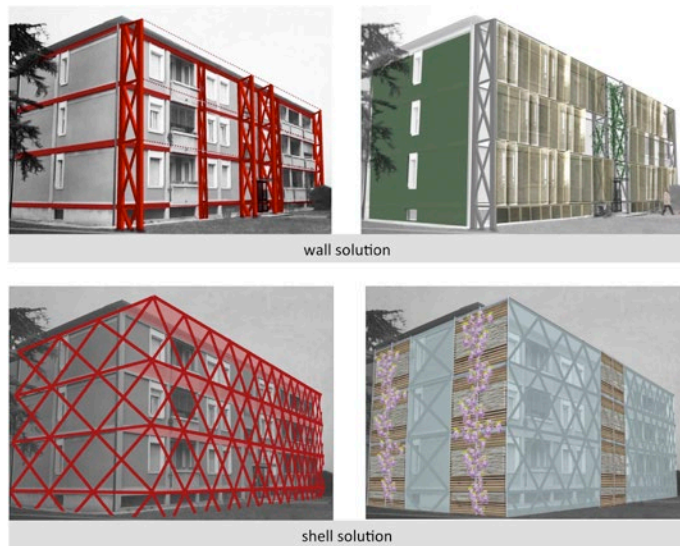
di occasione per riorganizzare e ridisegnare i tagli degli alloggi; funzionale, come opportunità per inserire nuovi connettivi verticali e orizzontali; architettonico, per il ripensamento tecnologico delle interfacce fra interno e esterno. Ciò presuppone un'analisi di fattibilità dell'intervento non di pura convenienza economica, ma anche di natura ecologica per tener conto dei "costi" ambientali derivanti da eventuale demolizione e ricostruzione (Boeri et al., 2012). In termini di eco-efficienza energetica, gli esoscheletri sono da preferire al "cantiere radicale", che demolisce per ricostruire, in quanto minimizzano fin dalle fasi iniziali della progettazione l'uso di materie prime e riducono i rifiuti di cantiere. Le principali tecniche di rinforzo antisismico sono riassumibili nell'approccio locale, che consiste nel consolidamento della struttura con un rinforzo puntuale dei nodi del telaio, delle travi e dei pilastri (mediante placcaggio e incamiciatura) e nell'approccio globale, in cui il manufatto viene rinforzato tramite l'affiancamento di elementi sismoresistenti. Tale approccio globale può tradursi nell'aggiunta di un esoscheletro, che lavora dall'esterno in forma di doppio involucro, e può essere concepito con soluzioni tra loro alternative: l'adozione di controventi integrati all'interno dell'esoscheletro (soluzione a pareti) o, in modo innovativo, tramite una progettazione del nuovo involucro come sistema scatolare sismo-resistente (soluzione a guscio) (Fig. 2). La scelta della soluzione strutturale dipende dalla rigidità iniziale dell'edificio e può essere concepita come sovra-resistente o dissipativa. La soluzione scatolare permette di contenere le sollecitazioni negli elementi, riducendo quindi lo spessore della nuova pelle, e di impiegare elementi studiati ad-hoc per rispondere al duplice obiettivo di migliorare l'efficienza energetica e la sicurezza dell'edificio. Le soluzioni a pareti contemplano ad

defined by a structure of autonomous foundations, to be juxtaposed to the fronts, where it can accommodate new spaces and act as a support to a new customizable covering and to possible additional floors. The intervention levels are: structural, as a system for static and seismic strengthening; energy, as a device used to reduce consumption and the environmental impact and to increase the living comfort; typological, in terms of opportunity to reorganize and redesign the housing sizes; functional, as an opportunity for the inclusion of new horizontal and vertical connections; and architectural, for the technological rethinking of the interface between inside and outside. This requires a feasibility analysis of the intervention, not only for an economic, but also for an ecological convenience, in order to take into account, the environmental "costs" resulting from

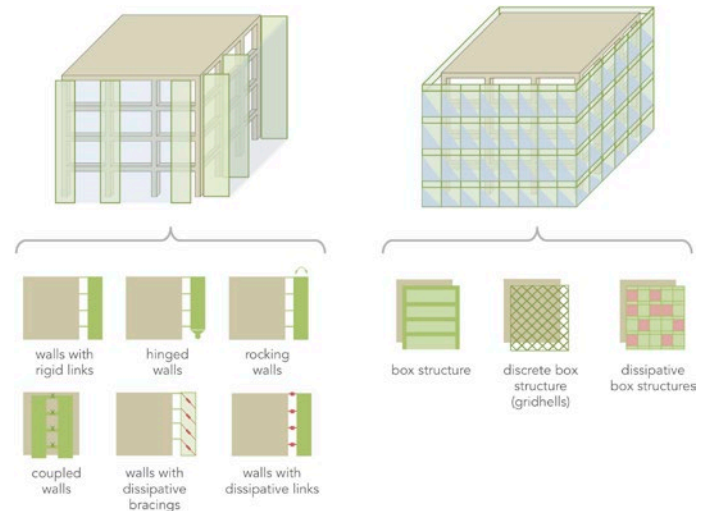
any demolition and reconstruction (Boeri et al., 2012). In terms of energy eco-efficiency, exoskeletons are to be preferred to the "radical construction site" – which demolishes in order to reconstruct – since they minimize, from the initial stages of the design, the use of raw materials and reduce yard waste. The main techniques for the aseismic reinforcement are summarized in the local approach, which consists in the consolidation of the structure with a punctual strengthening of the frame nodes, beams and pillars (by means of jacketing and wrapping) and in the global approach, in which the building is retrofitted through the addition of earthquake-resistant elements. As for the latter, an exoskeleton structure may be added to the building, which works from the outside in the form of a double skin. This can be designed in two alternative ways: integrating additional



02 | Esempio di due modalità per il retrofit di edificio mediante esoscheletro adattativo: soluzione a parete e a guscio  
 Example of two possible retrofits of the existing building by an adaptive exoskeleton: wall and shell solutions



03 | Possibili soluzioni di rinforzo strutturale: soluzione a parete e a guscio  
 Possible structural retrofit solutions: wall and shell solutions.



esempio l'uso di setti di controvento con collegamenti rigidi o dissipativi, controventi dissipativi, pareti incernierate alla base, pareti *rocking* o pareti sismiche adattive. Il guscio comporta la realizzazione di una nuova pelle, un diaframma in cui la struttura della facciata diventa elemento sismoresistente (es. *upgrade di gridshell e curtain wall* o rivestimento con pannelli resistenti) (Fig. 3) (Marini et al., 2016).

Tali tecniche, integrandosi e sovrapponendosi su base olistica, producono ricadute e benefici a vari livelli (Fig. 4): favoriscono l'*up-cycling* della struttura dell'edificio; migliorano la resistenza e la resilienza sismica; riducono l'impatto ambientale associato al rischio sismico; incrementano il valore immobiliare; proteggono sul lungo termine l'investimento economico; riducono il costo della ristrutturazione in seguito all'aumento della resilien-

bracing walls within the exoskeleton (walls solution) or by designing the exoskeleton itself as an earthquake-resistant box-shaped system (shell solution) (Fig. 2). The choice of the structural solution depends on the initial stiffness of the building and may be conceived as over-resistant or dissipative. The box-shaped solution allows the reduction of the stresses in the elements, by reducing the thickness of the additional skin, and the adoption of ad-hoc elements with the double objective of improving energy efficiency and safety.

The walls solutions include, among others, the use of braces or walls with rigid or dissipative connections, walls hinged at the base, rocking walls, adaptive seismic walls, dissipative braces. The shell solution involves the creation of a new skin, a diaphragm in which the entire façade structure becomes an

earthquake-resistant element (eg. upgrade of gridshell and curtain wall or coating with resistant panels) (Fig. 3) (Marini et al., 2016).

These techniques, integrating and overlapping on a holistic basis, produce effects and benefits at various levels (Fig. 4): they promote the up-cycling of the building structure; improve seismic resistance and resilience; reduce the environmental impact associated with the seismic risk; increase real estate value; protect the long-term economic investment, which could be compromised by the damage caused by earthquakes; reduce the cost of restructuring due to increased resilience; ensure the coexistence in a single construction site of the architectural, structural and energy renovation; cancel the costs for the relocation of the residents during work, by intervening from the outside; allow the addition or expansion of the hous-

ing (rooftop, addition, etc.), thanks to new indoor and outdoor surfaces, the sale of which can partially compensate the renovation costs; promote urban densification policies, through volumetric expansions, by reducing the consumption of land; allow the morpho-techno-typological redefinition of the building, that can be redesigned in its vertical and horizontal connecting elements; promote urban regeneration; create more pleasant, sustainable and resilient environments (Marini et al., 2017).

To increase the environmental value of the renovation, it is necessary to reconsider the operational approaches within the "life cycle thinking", aiming at maximizing performance and minimizing the impacts and environmental costs of the building life cycle (Fig. 5). In order to obtain this, the involvement of the required skills is

necessary since the very first steps of the project, through multidisciplinary goals. In addition to protecting the static aspects and the monitoring of the borderline states of the system (adopting a "Performance-based design"), the structural design – in a life cycle design perspective – governs the choice of materials – eco-efficient and recyclable – and technologies – prefabricated, dry, repairable and adaptable – according to principles of minimization of the environmental and economic impacts (life cycle assessment and life cycle costs), implementing the concepts of sustainability and resilience of the system.

**The adaptive exoskeleton: a new challenge for a resilient technological design**  
 Compared to the resilience of the building assets exposed to seismic risks, the exoskeleton promotes a new

Per aumentare le valenze ambientali della ristrutturazione è utile riconsiderare le tecniche e gli approcci operativi in base al *life cycle thinking*, puntando alla massimizzazione delle prestazioni

**The adaptive exoskeleton: a new challenge for a resilient technological design**

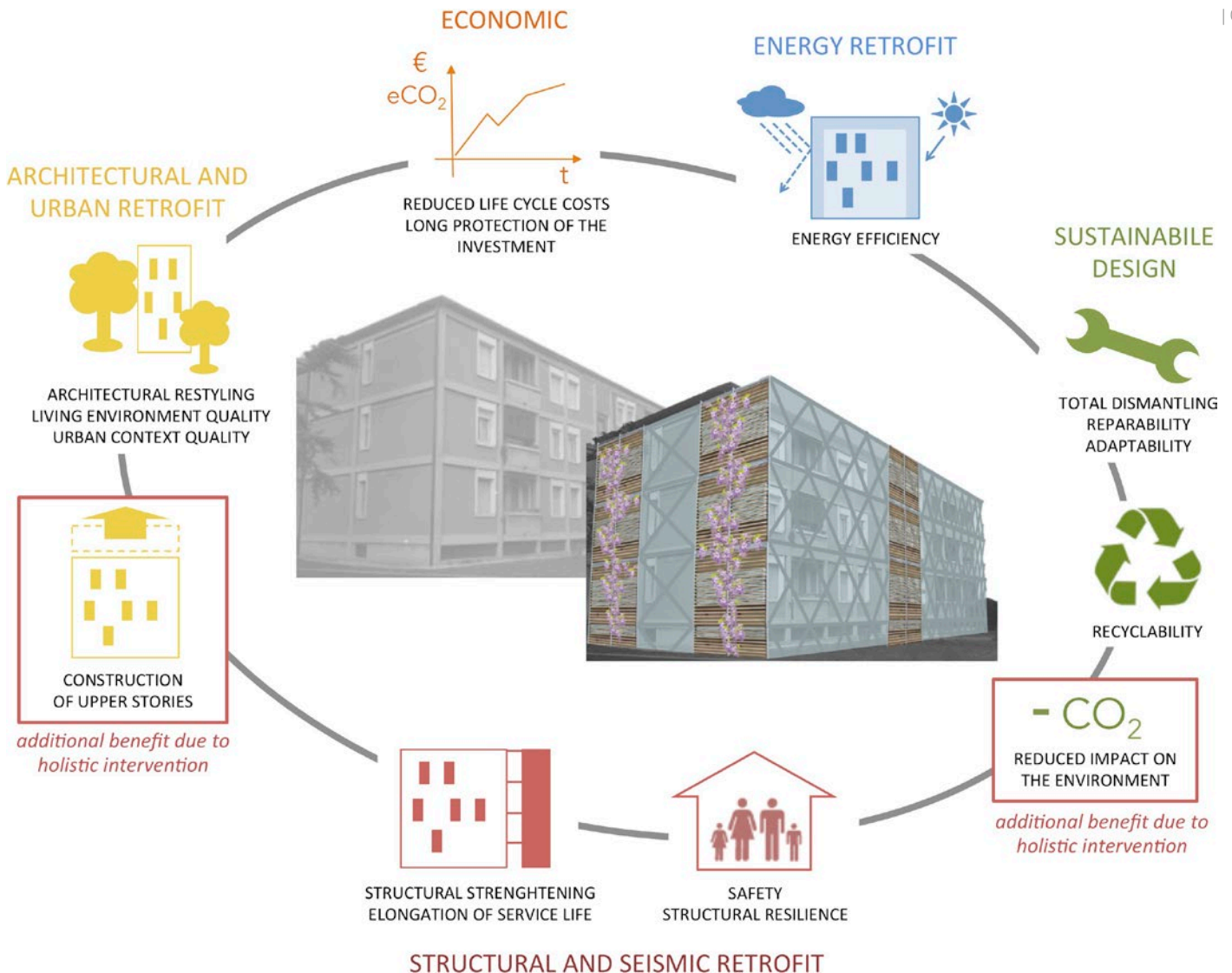
Compared to the resilience of the building assets exposed to seismic risks, the exoskeleton promotes a new

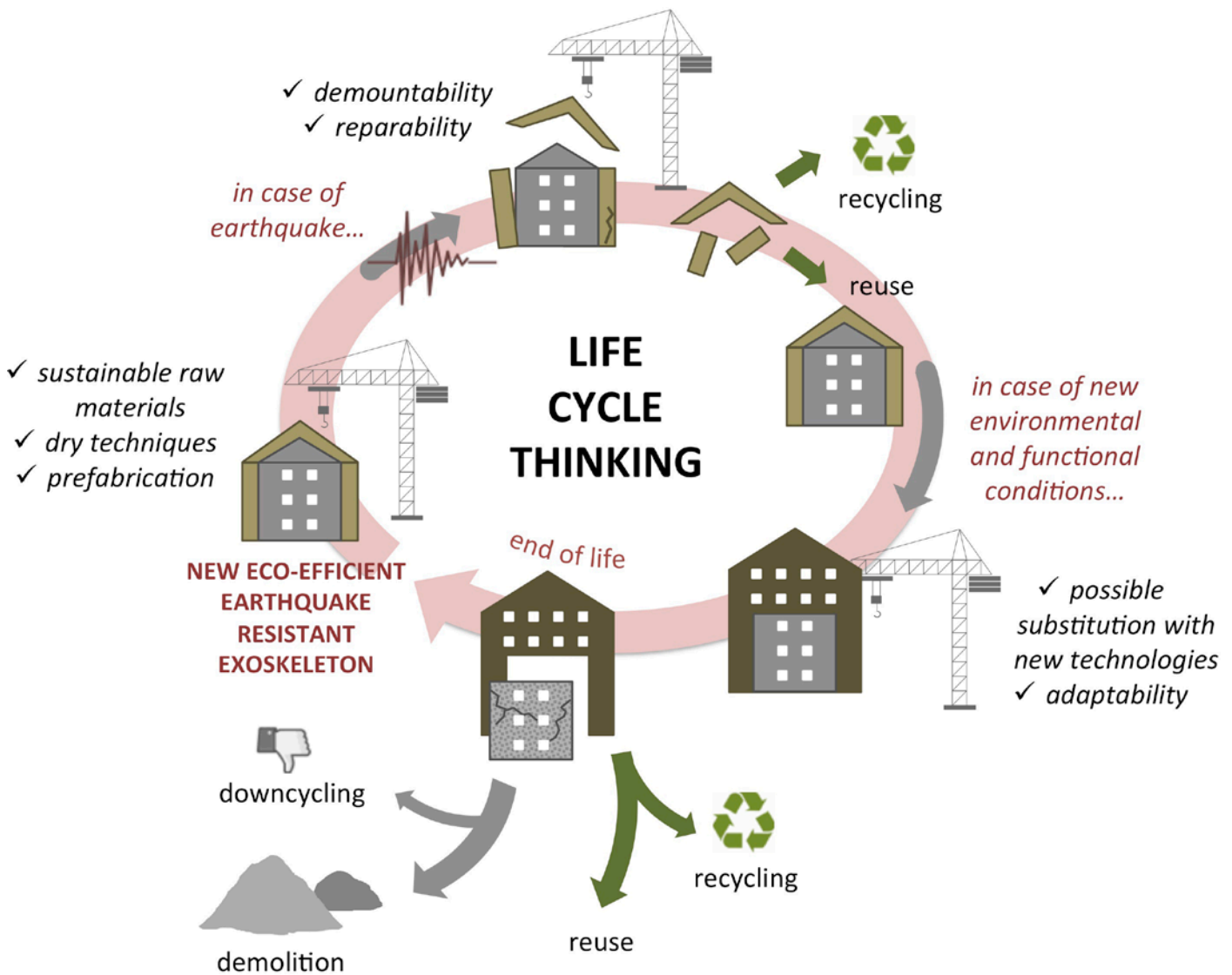
e minimizzazione degli impatti e dei costi ambientali del ciclo di vita dell'edificio (Fig. 5). Per ottenere ciò è necessario il coinvolgimento delle competenze necessarie sin dalle prime fasi di progetto, attraverso obiettivi multidisciplinari. La progettazione strutturale, in un'ottica *life cycle design*, oltre a salvaguardare gli aspetti statici e di controllo degli stati limite del sistema (garantiti mediante *Performance based-design*), guida la scelta dei materiali, eco-compatibili e riciclabili, e delle tecnologie, prefabbricate, a secco, facilmente smontabili, riparabili e adattabili, secondo principi di minimizzazione delle ricadute ambientali ed economiche (*life cycle assessment* e *life cycle costs*), implementando i concetti di sostenibilità e resilienza del sistema.

**L'esoscheletro adattivo  
 nuova sfida per una  
 progettazione tecnologica  
 resiliente**

*adaptive reuse* di un manufatto risulta possibile solamente a partire da interventi finalizzati a dare risposte adeguate per azzerare la vulnerabilità strutturale dovuta ad azioni sismiche. Intervendo sulla *firmitas*, l'esoscheletro promuove in modo sistematico lo *structural & seismic retrofit*, a cui fa seguire l'*energy retrofit* e l'*architectural & urban retrofit*, secondo una sequenza processuale che porta non solo al miglioramento delle *performance* del

Rispetto alla resilienza dei patrimoni edilizi esposti a rischi sismici, l'esoscheletro promuove una nuova cultura di processo e di progetto, in quanto l'effettivo





process and project culture, since the actual adaptive reuse of a product is possible only starting from interventions aimed at giving answers suitable to cancel the structural vulnerability due to seismic actions. Intervening on the *firmitas*, the exoskeleton promotes in a systematic way the structural & seismic retrofit, which is followed by the energy retrofit and the architectural & urban retrofit, according to a procedural sequence which leads not only to the implementation of the performance of the built element, but also to the possible participative involvement of the user, after the implementation of adequate sociological skills, which are essential to ensure an urban and social regeneration (Di Giulio, 2013). Among the skills to use alongside the engineering sciences, there are those pertaining to the methodological-design rudiments of Architectural

Technology, by virtue of the ability of the latter to consider the project as a research and the research as a project (Losasso, 2011, 2014). The application of this system allows, even date, an in-progress research and experimentation activity, within a definitional framework not completely formalized, which is measured with a designing skill able to interact simultaneously with multiple technological units of the building organism: structure, vertical and horizontal closures, external and internal partitions etc. (Fig. 6). Considering that «architectural technology is the realization of architecture through the application of building science, forming the constructive link between the abstract and the physical [...] it is a way of thinking and a way of acting» (Emmit, 2013), resilience becomes the context in which the design idea and its realization connect

with the formal and structural notion, by reason of a technological mastery, which becomes a critical methodological and operational precondition. This leads to the opening of disciplinary discretizations with which to deal with the complexity of the reconfiguration processes of the existing structure and to direct and coordinate, in a dynamic and inter-systemic way, the transformations of the built environment from the building to the landscape scale (Angelucci et al., 2015). Searching for balances that enhance the capability for resilience, adaptation and mitigation with respect to the environmental issues. Resilience requires an advance in terms of content, meaning and the processes related to project developments, whereby the socio-ecological aspect requires, for example, a methodological and disciplinary realignment in the

relationship between living space and construction technology. This requires new methodological openings and the redefinition of the theoretical-applicative systemic foundations of the design of the existing structure, as a radical and systemic process of technological and environmental transformation, in which man, nature, buildings and society interact. “Responsiveness”, “Adaptability” and “Transformability” become design process paradigms for an approach, which identifies different necessities and needs, promoting an exigential performance and inter-scalar dimension, of ecological, environmental, but also organizational-procedural and technological-spatial nature (Angelucci et al., 2013). New interventions should follow a logic that subordinates the transformation of the existing structure to the assessment of the environmen-



06 | Il "Sistema esoscheletro" è composto da un insieme di elementi tecnici che appartengono a diverse unità tecnologiche: struttura, chiusure verticali esterne, chiusure orizzontali e sistema di progettazione impianti (Guidolin, 2016)

*The "exoskeleton system" is composed by a set of technical elements that belong to different technological units: the structure, external vertical closures, horizontal closures and plant design system (Guidolin, 2016)*

costruito, ma al possibile coinvolgimento partecipativo dell'utenza, previa messa in campo di appropriate competenze sociologiche, indispensabili per garantire una rigenerazione urbana e sociale (Di Giulio, 2013).

Tra le abilità da affiancare alle scienze ingegneristiche, ci sono quelle che attonano ai fondamenti metodologico-progettuali della Tecnologia dell'architettura, in virtù della capacità di intendere il progetto come ricerca e la ricerca come progetto (Losasso, 2011, 2014). L'applicazione di questo sistema permane tutt'oggi un'attività di ricerca e sperimentazione *in progress*, all'interno di un quadro definitorio non completamente formalizzato, che si misura con una progettualità che interagisce simultaneamente con più unità tecnologiche dell'organismo edilizio: struttura, chiusure verticali e orizzontali, partizioni esterne e interne ecc. (Fig. 6).

Considerato che l'*«architectural technology is the realization of architecture through the application of building science, forming the constructive link between the abstract and the physical [...] it is a way of thinking and a way of acting»* (Emmit, 2013), la resilienza diventa l'ambito nel quale idea progettuale e realizzazione si rinsaldano con la concezione formale e strutturale, in ragione di una padronanza tecnologica che diventa preconditione metodologico-operativa fondamentale.

Ciò porta all'apertura di discretizzazioni disciplinari con cui affrontare la complessità dei processi di riconfigurazione dell'esistente, indirizzare e coordinare in modo dinamico e intersistemico le trasformazioni del costruito, dalla scala del manufatto a quella paesaggistica (Angelucci et al., 2015), ricercando equilibri che esaltino la capacità di resilienza, adattamento e mitigazione rispetto alle criticità ambientali.

La resilienza richiede un avanzamento nei contenuti, significati e processi legati agli sviluppi progettuali, in cui la declinazione socio-ecologica richiede un riallineamento metodologico e disciplinare nei rapporti fra spazio abitativo e tecnologie costruttive. Ciò richiede nuove aperture metodologiche e la ridefinizione dei fondamenti sistemici teorico-applicativi del progetto, quale processo di trasformazione tecnologico-ambientale radicale e sistemico, nel quale interagiscono uomo, natura, manufatti e società. *Responsiveness*, *Adaptability* e *Transformability* diventano paradigmi processuali e progettuali per un approccio con cui indentificare una differente classe di necessità e bisogni, promuovendo una dimensione esigenziale, prestazionale e interscalare, non solo di natura ecologica e ambientale, ma anche organizzativo-procedurale e tecnologico-spaziale (Angelucci et al. 2013). I nuovi interventi dovrebbero così seguire una logica che subordina la trasformazione dell'esistente alla verifica di requisiti di *Responsiveness* ambientale, cioè l'adattamento dinamico dell'ambiente costruito per sostenere nel tempo le trasformazioni antropiche e naturali, e che rispetti il criterio di compatibilità con le risorse ecologiche, energetiche, sociali ed economiche disponibili. Alla *Responsiveness* va aggiunta l'*Adaptability* del sistema organizzativo-procedurale, quale insieme delle condizioni di intervento coordinato, integrato e interscalare, per la valorizzazione delle variazioni di adattamento al cambiamento e di accettazione delle innovazioni da parte degli attori (utenti, progettisti ecc.) attivi nei processi di trasformazione dell'ambiente costruito. A ciò si uniscono i requisiti di *Transformability* tecnologico-spaziali, ovvero del rispetto delle condizioni di rispondenza dinamica di spazi e soluzioni tecniche alla variabilità delle richieste prestazionali sottese alla riqualificazione, per garantire adeguati livelli di



| 06

correlazione con i fattori topologici, antropologici e tecnologici dell'ambiente costruito.

## Conclusioni

L'inderogabile necessità di promuovere il rinnovamento e la riqualificazione sostenibile del costruito sta indirizzando la ricerca e in parte la didattica (Fig. 7), verso soluzioni performanti ed efficaci, che non contempiono la demolizione *tout court* dei manufatti, ma ne promuovono la valorizzazione. Oggi è possibile intervenire sull'esistente con strategie innovative, che avvalendosi di approcci integrati danno risposte versatili e polivalenti ai problemi di obsolescenza, vulnerabilità e resilienza, impiegando tecniche che vanno oltre gli interventi "episodici e puntuali" e allungano il ciclo di vita utile del costruito.

Il *seismic upgrade* con sistema a esoscheletro è una soluzione che innova il *maquillage* architettonico, per sostenere uno sviluppo equo e sostenibile basato sulla prevenzione e il *risk management* connesso a eventi sismici imprevisi. Una modalità per tenere nella giusta considerazione gli ormai imprescindibili aspetti di sicurezza strutturale e integrità fisica dell'utenza. Lo *structural & seismic retrofit* con esoscheletro, applicato dall'esterno, mette in sicurezza il manufatto, introduce uno sviluppo sostenibile, si integra con l'*energy retrofit*, per migliorare il dato ambientale e concludersi con l'*architectural & urban retrofit*. Una strategia che consente ampliamenti volumetrici, mitigazioni del *deficit* strutturale, implementazione del *comfort* ambientale, riorganizzazione dei sistemi distributivi, allungamento del ciclo di vita, controllo dei tempi di cantiere, introduzione di principi di industrializzazione edilizia, possibilità di mantenere *in loco* gli occupanti, implementazione dell'eco-efficienza, riduzione dell'im-

tal "Responsiveness" requirements, as a dynamic adaptation of the built environment to support, over time, the anthropic and natural changes, and respects the compatibility criteria with the available ecological, energy, social and economic resources. Organizational-procedural "Adaptability" should be added to Responsiveness, as a set of conditions for a coordinated, integrated and inter-scalar intervention, for the enhancement of the variations in the adaptation to change and acceptance of innovations by different actors (users, designers, etc.) of the transformation of the built environment. This is integrated by the technological-spatial "Transformability" requirements, as a set of conditions for a dynamic responsiveness of spaces and technical solutions to the variability of the performance requirements required by the requalification, in order to ensure adequate

levels of correlation with the topological, anthropological and technological factors of the built environment.

## Conclusions

The imperative need to promote the renewal and the sustainable requalification of the built environment is directing scientific research and partly the didactics (Fig. 7), towards solutions as much efficient and effective as possible, which do not provide for the outright demolition of the building but promote, at all levels, its enhancement. Today it is possible to intervene on the existing structure with innovative strategies which, making use of integrated design approaches, give versatile and multipurpose answers to the issues of resilience, using techniques that go beyond the "episodic and timely" interventions and extend the useful life cycle of the built environment.

patto ambientale della ristrutturazione e soddisfacimento degli obiettivi di adattabilità, manutenibilità, riparabilità, smontabilità e riciclabilità.

Un approccio sistemico che, partendo dal dato strutturale, incrementa il livello di resilienza del manufatto, attivando approcci multidisciplinari, transdisciplinari e multiscalari, per cui l'obsolescenza diventa opzione per far convergere, con pari dignità, attori dalle competenze individuate, sovrapponibili e integrabili. Una processualità nella quale la Progettazione tecnologica assume carattere strategico, a partire da una rinnovata ipotesi interpretativa prestazionale-esigenziale, che porta al superamento dell'intervento sul costruito come risposta specifica e temporalmente circoscritta a problemi localizzati. Ciò in un quadro in cui si attivano azioni programmatiche, decisionali, trasformative e gestionali, con interdipendenze che coinvolgono dimensione individuale e collettiva e fanno convivere strategie di mantenimento, rigenerazione e adattamento degli oggetti, delle risorse e degli individui.

Per promuovere un patrimonio edilizio "ecologicamente resiliente", diventa basilare l'assunzione di un nuovo schema teorico e pratico, progettuale e processuale, critico e operativo, che - secondo l'ecologista Stanley Holling, pioniere della resilienza (Holling, 1973) - dà risposte adeguate a eventi caotici, non lineari, al di là dei parametri stretti della "resilienza ingegnerizzata", ma al medesimo tempo definisce un sistema "antifragile", in grado di imparare e trarre beneficio dal disordine, ricercando un nuovo equilibrio (Taleb, 2013).

The seismic upgrade with an exoskeleton system is a solution that innovates the architectural make-up, to support an equitable and sustainable development based on the prevention and the risk management connected to unexpected seismic events. A way to take into due consideration the now unavoidable aspects of structural safety and physical integrity of the users. The structural and seismic retrofit with exoskeleton secures the building, introduces an equitable and sustainable development, based on prevention and risk management related to unexpected earthquakes, integrates with the energy retrofit, to improve environmental sustainability, and ends with the architectural and urban retrofit. A strategy that simultaneously allows for volumetric expansions, mitigation of structural deficits, implementation of the environmental comfort, reorganization of

the distribution systems, extension of the life cycle of the building, control of the construction site times, introduction of the principles of construction industrialization, possibility of maintaining the occupants on site, implementation of eco-efficiency, reduction of the environmental impact of restructuring and meeting of the objectives of adaptability, maintainability, reparability, disassembly and recyclability.

A systemic approach that, starting from the structural data, implements the resilience level of the building, activating multidisciplinary, trans-disciplinary and multi-scalar approaches, whereby obsolescence becomes an option on which to converge, with equal dignity, actors with identified, overlapping and integrated expertise. A process in which the Technological Design assumes a strategic character, starting from a renewed performance-exigen-



cial interpretation hypothesis, which leads to the overcoming of the intervention on the built environment as a specific response, temporally circumscribed to localized problems. This in a framework in which programmatic, decisional, transformative and managerial actions are activated, with interdependencies that involve an individual and collective dimension and bring together strategies for the maintenance, regeneration and adaptation of objects, resources and individuals. In order to promote an “ecologically resilient” housing, the adoption of a new theoretical and practical, critical and operational, layout for design and process which – according to ecologist Stanley Holling, pioneer of resilience (Holling, 1973) – gives adequate responses to chaotic, non-linear events, beyond the narrow parameters of “engineered resilience”, but at the same

time defines an “anti-fragile” system, able to learn and benefit from the disorder, seeking a new equilibrium (Taleb, 2013).

## REFERENCES

- Angelucci, F., Di Sivo, M. and Ladiana, D. (2013), "Responsiveness, Adaptability, Transformability: the new quality requirements of the built environment", *Techne*, No. 5, pp.53-59.
- Angelucci, F., Braz, R. Afonso, R., Di Sivo M. and Ladiana, D. (2015), *The Technological Design of Resilient Landscape. Il progetto tecnologico del paesaggio resiliente*, FrancoAngeli, Milano.
- Angi, B. (Eds.) (2016), *Eutopia urbana/Eutopia Urbanscape*, LetteraVenti-due, Siracusa.
- Antonini, E., Gaspari, J. and Olivieri, G. (2011), "Densifying to upgrading: strategies for improving the social housing built stock in Italy", *Techne*, No. 4, pp. 306-314.
- Belleri, A. and Marini, A. (2016), "Does seismic risk affect the environmental impact of existing buildings?", *Energy and Buildings*, Vol. 110, No. 1, pp. 149-158.
- Boeri, A. and Longo, D. (2012), "From the Redevelopment of High-density Suburban Areas to Sustainable Cities", *Architectoni.ca*, Vol. 2, pp. 118-130.
- Choay, F. (1996), "De la démolition", in Foster, B. (Ed.), *Métamorphoses parisiennes*, Mardaga, Paris, FR.
- Caverzan, A., Lamperti Tornaghi, M. and Negro, P. (2016), "Taxonomy of the redevelopment methods for non-listed architecture: from façade refurbishment to the exoskeleton system", *JRC, Conference and workshop Reports, Proceedings of Safesust Workshop*, Ispra, November, pp. 26-27.
- De Matteis, F. (2009), *Architettura in trasformazione*, FrancoAngeli, Milano
- De Sherbinin, A., Schiller, A. and Pulsipher, A. (2007), "The vulnerability of global cities to climate hazards", *Environment Urbanization*, Vol. 19, No. 1, pp. 39-64.
- Di Giulio, R. (2013), *Paesaggi periferici. Strategie di rigenerazione urbana*, Quodlibet Studio, Città e Paesaggio, Macerata.
- Emmitt, S. (2013), *Architectural Technology: research and practice*, Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Folke, C. (2006), "Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses", *Global Environment Change*, Vol. 16, No. 3, pp. 253-267.
- Guidoli F. (2016), "Taxonomy of the redevelopment methods for non-listed architecture: from façade refurbishment to the exoskeleton system", in Alesio Caverzan A., Lamperti Tornaghi M. and Paolo Negro P. (eds), *A roadmap for the improvement of earthquake resistance and eco-efficiency of existing buildings and cities*, Proceedings of SAFESUST Workshop Joint Research Centre, Ispra November 26-27, 2015, pp.97-102.
- Holling, C.S. (1973), "Resilience and stability of ecological systems" *Annual Review of Ecology and Systematics*, No. 4, pp. 1-23.
- Losasso, M. (2011), "Il progetto come prodotto di ricerca scientifica", *Techne*, No. 2, pp. 78-85.
- Losasso, M. (2014), "La ricerca tecnologica per l'architettura: fondamenti e avanzamenti disciplinari", in Claudi de Saint Mihiel, A. (Ed.), *Tecnologia e progetto per la ricerca in Architettura*, Clean, Napoli, pp. 7-14.
- Lucarelli, M.T., D'Ambrosio, V. and Milardi, M. (2017), *Resilienza e adattamento dell'ambiente costruito. Architettura, Città e Territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano, pp. 186-201.
- Magnaghi, R. (2010), *Il progetto locale*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Marini, A., Passoni, C., Belleri, A., Feroldi, F., Preti, M., Metelli, G., Riva, P., Giuriani, E. and Plizzari, G. (2017), "Combining seismic retrofit with energy refurbishment for the sustainable renovation of RC buildings: a proof of concept", *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, pp. 1-20.
- Marini, A., Passoni, C., Belleri, A., Feroldi, F., Preti, M., Riva, P. and Plizzari, G.A. (2016), "Need for coupling energy refurbishment with structural strengthening interventions", in Angi, B. (Ed.), *Eutopia Urbanscape. The combined redevelopment of social housing*, pp. 83-115.
- Marotta, N. and Zirilli, O. (2015), *Disastri e Catastrofi. Rischio, esposizione, vulnerabilità e resilienza*, FrancoAngeli, Milano.
- Micelli, E. (2011), *La gestione dei piani urbanistici*, Marsilio, Venezia.
- Piano, R. (2014), *Il rammendo delle periferie*, Il sole24ore.
- Tagliagambe, S. (1997), *Epistemologia del confine*, Il Saggiatore, Milano.
- Taleb, N.N. (2013), *Antifragile. Prosperare nel disordine*, Il saggiatore, Milano.
- UNISDR (2009), "Terminology on Disaster Risk Reduction", available at: <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/7817> (accessed 19 December 2017).
- Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S. and Kilzig, A. (2004), "Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems", *Ecology and Society*, Vol. 2, No. 9, available at: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5> (accessed 20 December 2017).
- Zollie, A. and Healy, A.M. (2013), *Resilience: Why Things Bounce Back*, Simon & Schuster, New York, USA.

Emilia Corradi, Andrea Gritti,

Dipartimento di Architettura e Studi Urbani, Politecnico di Milano, Italia

emilia.corradi@polimi.it

andrea.gritti@polimi.it

**Abstract.** Nelle regioni italiane ciclicamente colpite da catastrofi e da crisi dei processi insediativi, i terremoti degli ultimi 50 anni hanno messo in evidenza l'elevata vulnerabilità e l'estesa esposizione al rischio del patrimonio architettonico e urbano. Di norma, i danni più ingenti si sono registrati in presenza di interventi incoerenti rispetto alle componenti tecnologiche, tipologiche e morfologiche del tessuto edilizio nei centri minori. È quindi lecito chiedere alle culture del progetto d'architettura un contributo per migliorare la resilienza delle comunità insediate nei territori più fragili. Per essere efficace e tempestivo questo impegno dovrà seguire il metodo indicato da antecedenti e precursori, piuttosto che subire la tentazione di ricominciare da zero.

**Parole chiave:** terremoti, resilienza, patrimonio, mappe, codici di pratica.

## Rischio, resilienza, progetto

Nel dibattito contemporaneo, dominato da riflessioni sulla ricorrenza delle catastrofi e le conseguenze del cambiamento climatico, le "culture del progetto architettonico" (Perriccioli, 2016) devono misurarsi costantemente con i concetti di rischio e resilienza.

Il rischio è una funzione che misura la relazione, nello spazio e nel tempo, tra tre fattori concomitanti: la pericolosità, la vulnerabilità, l'esposizione. In sintesi è «la probabilità che si verifichi un evento indesiderato» (Morini, 2014).

Le catastrofi sono naturalmente tra gli eventi maggiormente indesiderati e l'aumento delle probabilità di una loro manifestazione innalza i livelli di rischio.

La definizione evoca l'esistenza di una comunità vulnerabile, esposta a pericoli. L'estensione del concetto di comunità varia rispetto alla natura del rischio: può ricomprendere l'intera umanità, ovunque essa sia insediata, ora o nel futuro; può riferirsi a gruppi che abitano luoghi specificamente minacciati.

La duttilità di questa definizione è servita ad ipotizzare il ruolo di società, tecnologie, ideologie e retoriche del rischio (Beck, 2000;

Ewald, 1991; Morini, 2014). Così, nella scienza e nella cultura contemporanea, il rischio è considerato allo stesso tempo un calcolo, un bene, un capitale, una tecnica di governo, un obiettivo scientificamente conoscibile, un costruito sociale, un problema, una minaccia, una fonte di insicurezza, un piacere, un brivido, un'occasione di guadagno. In questo senso la "società del rischio" altro non sarebbe che la manifestazione del «nostro mondo tardo moderno che sfugge ad ogni controllo» e il concetto di rischio «il mezzo con il quale controlliamo e colonizziamo il futuro» (Garland, 2014).

Nel dominio degli studi e delle ricerche dedicate agli *habitat* umani, rischio e resilienza sono strettamente collegati.

Transitata attraverso varie discipline – ingegneria dei materiali, informatica, psicologia, scienza cognitive – la resilienza è, in una prospettiva ecologica, la «velocità con cui una comunità ritorna al suo stato iniziale, dopo essere stata sottoposta a una perturbazione».

I tempi di recupero dipendono dalle capacità dell'ecosistema danneggiato di assorbire i traumi e ri-organizzare funzioni, strutture e identità (Gunderson et al., 2009).

Nella loro manifestazione più intensa le perturbazioni e i traumi che ricorrono nelle definizioni di resilienza sono eventi catastrofici; mentre gli interventi che favoriscono il ritorno allo stato di equilibrio o la riorganizzazione sono tattiche e strategie adattive. Quando si manifesta una catastrofe, rischio e resilienza dipendono dalla coincidenza nello stesso luogo del tempo storico, che misura l'evoluzione delle comunità umane, e del tempo geologico, che misura l'evoluzione del pianeta.

Se l'architettura rappresenta l'insieme delle «modifiche e alterazioni introdotte sulla superficie terrestre in vista delle necessità

The heritage of resilient communities. Maps and codes in Italy's earthquake zones

**Abstract.** In Italian regions regularly affected by disasters and crises in the settlement process, half a century of earthquakes have underscored the acute vulnerability and extended risk exposure of the country's architectural and urban heritage. On the whole, the greatest damage is found where interventions are incompatible with the technological, typological and morphological components of built fabric in smaller settlements. It is therefore reasonable to ask architecture and arts to commit to improving the resilience of communities settled in the most fragile territories. To be effective and timely this commitment should recover methods used by predecessors and forerunners, rather than be tempted to start from scratch.

**Keywords:** earthquakes, resilience, heritage, maps, codes of practice.

## Risk, resilience, design

In contemporary debate, dominated by considerations on recurring disasters and the consequences of climate change, architecture and arts are required to deal with risk and resilience concepts on a regular basis (Perriccioli, 2016).

Risk is a function that measures the space-time relationship shared by three concomitant factors: danger, vulnerability and exposure. In short, «the probability that an undesired event will occur» (Morini, 2014).

Disasters are naturally highly undesirable events and increased probability of their occurrence raises risk levels.

The definition evokes the existence of a vulnerable community, exposed to danger. The extent of the concept of community varies with respect to the type of risk: it can encompass all humanity, wherever it has settled, is set-

tled or will settle in the future; it can refer to groups resident in specifically vulnerable sites.

The flexibility of this definition was useful in theorizing the role of society, technologies, risk ideologies and rhetoric (Beck, 2000; Ewald, 1991; Morini, 2014). Thus, in contemporary science and culture, risk is simultaneously considered a calculation, an asset, capital, a technique for government, a scientifically knowable objective, a social construct, a problem, a threat, a source of insecurity, a pleasure, a thrill, and a source of income. In this sense, «risk society' is our late modern world spinning out of control» and the concept of risk is currently «the means whereby we colonize and control the future» (Garland, 2003).

Risk and resilience are closely linked in the realm of studies and research dedicated to human habitats.



umane» (Morris, 1880), le culture del progetto sono chiamate a svolgere un ruolo essenziale sia nella mitigazione del rischio, sia nel miglioramento della resilienza, soprattutto dove sono più elevate le minacce di catastrofe, più fragili i territori colpiti, più vulnerabili le comunità insediate.

In Italia le implicazioni del rapporto tra rischio, resilienza e progetto sembrano indeterminate, sia nella teoria che nella pratica. Almeno così appare osservando l'assenza di testi guida sull'argomento, o gli indugi, i ritardi, le approssimazioni con cui sono state affrontate e si affrontano le emergenze indotte dalle più gravi catastrofi (Guidoboni, Valensise, 2014). Eppure intorno a questi temi si sono esercitate culture del progetto che contano su nobili tradizioni di ricerca.

### Le comunità resilienti

La psicologia dei disastri identifica con il termine “costrutto di resilienza” le azioni messe in atto da individui e comunità per superare gli effetti ambientali e sociali delle catastrofi (Guidoboni, Valensise, 2013). In Italia questa disciplina, apparsa sul campo durante il terremoto in Irpinia del 1980, è diventata pienamente operativa dopo il sisma umbro-marchigiano del 1997 e da allora riveste un ruolo fondamentale nelle fasi di emergenza e ricostruzione grazie a un approccio integrato e multidisciplinare. Un esempio in questa direzione è costituito dall'elaborazione di mappe in grado di riprodurre «in modo figurato e chiaro la struttura costituita dai legami di relazione e prossimità tra individui» prima, durante e dopo una catastrofe. Queste mappe, insieme a quelle canoniche - geologiche, geografiche, stradali, urbanistiche - sono indispensabili per descrivere il passato e il presente delle comunità colpite da una catastrofe e per garantire efficaci inter-

Resilience made its way into several disciplines like materials engineering, computer science, psychology, and cognitive science, but in an ecological perspective it is the «speed with which a community returns to its initial state, after perturbation» (Gunderson et al., 2009).

Recovery times depend on the ability of the damaged ecosystem to absorb traumas and reorganize functions, structures and identities.

Catastrophic events are the most intense types of perturbations and traumas found in definitions of resilience. Interventions that encourage return to equilibrium or reorganization are adaptive tactics and strategies.

When a disaster strikes, risk and resilience will be shaped by the encounter in the same location of a period in the history, which measures the evolution of human communities, with the geological era of planetary evolution.

If «Architecture means to change and adapt the surface of the earth to human needs» (Morris, 1880), then architecture and arts are required to play an essential role in both risk mitigation and resilience improvement, above all where there is a greater risk of catastrophe, where affected territories are more fragile, and where settled communities are more vulnerable.

In Italy, the implications of the relationship linking risk, resilience and design appear undefined, both in theory and in practice. Or that is the impression that takes root upon discovering the absence of manuals on the subject, and the typical setbacks, delays, and guesstimates when dealing – past and present – with the emergencies that arise as a result of the most serious catastrophes (Guidoboni, Valensise, 2014). Yet these themes have engaged some of the most noble research traditions in architecture and arts.

venti dedicati al loro futuro (Guidoboni, Valensise, 2014). In verità questo tipo di mappe sono un retaggio delle comunità resilienti e in Italia hanno una storia antica.

Tra il 1338 e il 1339 Ambrogio Lorenzetti realizza, nel Palazzo Pubblico di Siena, un ciclo di affreschi che intitola: “Allegoria ed effetti del buono e del cattivo governo in città e nel contado” (Castelnuovo, 1995). Pittore colto e attento sperimentatore (Bartoli, 1998), Lorenzetti compone, sul registro superiore di tre pareti della Sala del Consiglio della Pace, una sequenza di mappe. La rappresentazione dell'opposizione tra l'ordine e il disordine, che possono derivare dalla corretta applicazione delle politiche repubblicane e dalle distorsioni della tirannia, è nella prospettiva del Lorenzetti il pretesto per «continuare e sviluppare la tradizione senese della pittura topografica [...] come strumento di conoscenza e dei tempi e dei luoghi» (Castelnuovo, 1995). Alla pari di altre opere di Duccio di Buoninsegna e di Simone Martini, gli affreschi del Palazzo Pubblico non sono “vedute” fedeli, ma “visioni” ideali (Castelnuovo, 1995), che riproducono le speculazioni, le critiche e le invenzioni proprie dell'elaborazione di mappe (Corner, 1999).

Nella città del “Cattivo Governo” sono evidenti i cumuli di macerie; gli edifici crollati; le torri capitozzate; i tetti e le cornici manomesse; le pareti sbrecciate; gli intonachi distaccati. In lontananza, nello spazio del contado sono rappresentate le rovine di villaggi abbandonati o le devastazioni degli incendi. Malgrado la presenza di uomini in armi, l'affresco non rappresenta un territorio in guerra, ma piuttosto lo scenario di una catastrofe, i cui “effetti” affliggono ancora la comunità colpita. Sulle altre pareti, con maggior ampiezza, la città e il contado non sembrano soltanto beneficiare dei tempi di pace, ma appaiono come i luoghi

### Resilient communities

Disaster psychology identifies the term “construct of resilience” with actions put in place by individuals and communities to overcome the environmental and social effects of disasters (Guidoboni and Valensise, 2013). In Italy, this discipline appeared in the field during the 1980 Irpinia earthquake and became fully operational after the 1997 earthquake that struck the Umbria and Marche regions. Since then, and thanks to an integrated and multidisciplinary approach, it has played a role in the innovation of emergency and reconstruction stages. One example of the resilience construct can be seen in the drafting of maps that «illustrate clearly the structure constituted by the bonds of relationship and proximity among individuals» before, during and after a catastrophe. These, together with standard geological, geographical,

road, and urban planning maps, are indispensable for describing the past and present of communities affected by a catastrophe, and for guaranteeing effective actions dedicated to their future (Guidoboni and Valensise, 2014).

In reality, this kind of map is a legacy of community resilience and has deep historical roots in Italy.

In 1338-9, Ambrogio Lorenzetti painted a cycle of frescoes in Siena's Palazzo Pubblico, called *Allegory and Effects of Good and Bad Government* (Castelnuovo, 1995). This cultured artist was a precise experimenter (Bartoli, 1998) who composed a sequence of maps on the upper register of three walls of the Sala dei Nove council chamber. In Lorenzetti's view, representation of the conflict between order and disorder, which may be the results of correct application of republican policies or a tyrant's distortions, is the pretext for «continuing

*Allegory and Effects of Good and Bad Government, a fresco cycle in Siena's Palazzo Pubblico, painted by Ambrogio Lorenzetti in 1338-9. Top, a detail of the fresco. Bottom, analysis of the architectural elements showing physical damage. Source: Castelnuevo, 1995. Image processed by L. Mazzoni*



and developing the Siennese tradition of topographical painting [...] as an instrument of knowledge and of times and places» (Castelnuevo, 1995). Like artworks by Duccio di Buoninsegna and Simone Martini, the Palazzo Pubblico frescoes are not realistic “views” but idealized “visions” (Castelnuevo, 1995), which reproduce the speculations, criticisms and inventions typical of map drafting (Corner, 1999). The foreground of *Allegory and Effects* depicts an urban scenario of obvious heaps of rubble, derelict buildings, truncated towers, wrecked roofs and cornices; crumbling walls and flaking render in the foreground; in the distance, out in the countryside, Lorenzetti depicts the ruins of abandoned villages, the ravages of fire. Despite the presence of men-at-arms, the fresco is not a depiction of a theatre of war, but rather the scene of a catastrophe, whose

“effects” still afflict the community involved. The other walls show a wider picture of city and countryside, which not only appear to be reaping the benefits of peace but are also places where the community is dedicated to safeguarding its built heritage and social relations (Emery, 2008). In this sense, Lorenzetti’s frescoes are a tribute to the teachings of Giotto, who had not only changed the «way of conceiving and depicting space and volume», but also introduced «a new civil painting, a discourse, reasoning, rhetoric by images» (Castelnuevo, 1995). The *Stories of St Francis*, a pictorial cycle in the lower part of the aisle of Assisi’s Upper Basilica, are certainly a testimony of this kind of artistic invention. Here the stories narrated by Bonaventura di Bagnoregio in his *Legenda Maior* became illustrations from 1296 onwards (Basile, 1996).

In particular, *Prayer Before the Crucifix of St Damian*, shows the young Francis listening to the request uttered by the Crucifix: «repair my church, for it is being destroyed completely». Here Giotto made exceptional use of the technical and figurative repertoire of one of his arts: architecture (Gioseffi, 1963). In the fresco the church appears as a structure observed “from within”, not dissimilar to surveys of minor architectural heritage produced much later in Sicily (Giuffrè, 1993; Giuffrè and Carocci 1997), Friuli, Umbria and Marche (Doglioni et al., 1994; Doglioni and Mazzotti, 2007). Giotto uses the metaphor of destruction to disassemble the church into typological elements and technological components. Paradoxically, this highlights the solidity of the parts and their intrinsic ability to withstand damaging

effects. The building has not collapsed entirely; no rubble on the ground; columns perfectly vertical; walls and apse half-dome can be compensated; roof trusses and framework are still sturdy, well connected to corner structures. In this way, Giotto’s “public painting” tells the community of believers how the obstinate architectural solidity of the humble church of San Damiano symbolizes a possible rebirth, even at a time of disaster and destruction. If the frescoes in the Sala della Pace demonstrate the virtues of prevention, *The Prayer Before the Crucifix of St Damian* pays homage to the courage, humility and coherence of the reconstruction. If the former are a map, the latter is a code.

**Codes of practice: prevention and reconstruction**  
The term “code” is polysemic: it defines a text, a collection of norms, a logical-

nei quali la comunità si dedica alla cura del patrimonio costruito (Emery, 2008) e delle relazioni sociali. In questo senso gli affreschi di Lorenzetti sono un omaggio alla lezione di Giotto, che non solo aveva cambiato il «modo di concepire e di figurare lo spazio e il volume», ma aveva introdotto «una nuova pittura civile, un discorso, un ragionamento, una retorica per immagini» (Castelnuovo, 1995).

Di questo genere di invenzione artistica sono certamente testimonianza le “Storie di San Francesco”, il ciclo pittorico che compare nella parte inferiore dell’unica navata della Basilica Superiore di Assisi, dove, a partire dal 1296, si traducono in immagini le storie narrate da Bonaventura di Bagnoregio nella “Legenda Maior” (Basile, 1996).

In particolare la “Preghiera in San Damiano” ritrae il giovane Francesco che ascolta la richiesta del Crocifisso: «ripara la mia chiesa, che tutta si distrugge».

Qui Giotto ricorrere con eccezionale eloquenza figurativa al repertorio di un’arte che praticava: l’architettura (Giuseffi, 1963). Nell’affresco la chiesa appare, infatti, come una struttura osservata “dal di dentro”, in modo analogo ai rilievi del patrimonio architettonico minore, realizzati molto tempo dopo in Sicilia (Giuffré, 1993; Giuffré, Carocci 1997), in Friuli, in Umbria e nelle Marche (Doglioni et al., 1994; Doglioni, Mazzotti, 2007).

Giotto usa la metafora della distruzione, per scomporre la chiesa in elementi tipologici e in componenti tecnologiche che, paradossalmente, mettono in evidenza la saldezza delle parti e la loro intrinseca capacità di reggere gli effetti rovinosi. L’edificio non è completamente crollato; a terra non vi sono macerie; le colonne sono perfettamente verticali; i muri e la semicupola dell’abside possono essere risarciti; le capriate e le orditure del tetto sono

operative tool; it arrives accompanied by adjectives, which specify its quality: immense, civic, genetic, deontological. The term has assumed great importance in fields of knowledge that occupy avant-garde, theoretical and experimental positions. In semiotics, information theory, and in biology the code means the transmission of information related to the structure and functioning of complex systems.

Erwin Schrödinger explored the breadth of the concept, starting from the question «what is life?» The methods of quantum physics applied to the study of living molecules make it possible to affirm that «chromosomal structures are at the same time [...] law-code and executive power, or, to use another simile, they are the architect’s plan and builder’s craft». For Schrödinger, therefore, the bonds of necessity that tie design codes to construction tech-

niques are similar to those that ensure the preservation of life (Schrödinger, 1944).

In architecture, the link between “safety” and “conservation” is at the heart of research coordinated by Antonino Giuffré and Caterina Carocci, dedicated to Ortigia (Giuffré, 1993) and Palermo (Giuffré and Carocci, 1999), identified as “codes of practice for anti-seismic actions in historical centres”.

The field of application of this research is architectural heritage exposed to seismic risk and construction using mainly masonry techniques. The survey methodology adopted is based on the integration of technological, typological and morphological skills, and all the perspectives of architecture.

Compared to other conservation planning methods offered, codes of practice return concurrently with analysis of the seismic history of the territories being

ancora robuste, ben connesse alle strutture angolari. In questo modo la “pittura civile” di Giotto comunica alla comunità dei fedeli come l’ostinata saldezza architettonica dell’umile chiesa di San Damiano sia il simbolo di una possibile rinascita, persino nel momento della rovina e della catastrofe.

Se gli affreschi della Sala della Pace sono un manifesto alle virtù della prevenzione, la preghiera di San Damiano lo è al coraggio, all’umiltà e alla coerenza della ricostruzione.

Se i primi sono una mappa, la seconda è un codice.

### **I codici di pratica tra prevenzione e ricostruzione**

Codice è un termine polisemico: definisce un testo, una raccolta di norme, uno strumento logico-operativo; si accompagna ad aggettivi, che ne specificano la qualità: atlantico, civile, genetico, deontologico. Il termine ha assunto una grande importanza in campi del sapere che occupano posizioni di avanguardia, teorica e sperimentale. Nella semiotica, nella teoria dell’informazione, nella biologia il codice fa riferimento alla trasmissione di informazioni relative alla struttura e al funzionamento di sistemi complessi.

Erwin Schrödinger ha esplorato l’ampiezza del concetto, a partire dalla domanda «che cos’è la vita?». I metodi della fisica quantistica applicati allo studio delle molecole viventi consentono infatti di sostenere che «le strutture cromosomiche sono, contemporaneamente [...] codice di leggi e potere esecutivo, o, per usare un’altra metafora, sono il progetto dell’architetto e insieme abili costruttori». Per Schrödinger, dunque, i legami di necessità che legano i codici progettuali alle tecniche costruttive sono affini a quelli che assicurano la conservazione della vita (Schrödinger, 1944).

observed, technological assessment of the damage left by previous earthquakes, and the actions put in place for repair.

Assuming that «decreasing seismic risk in historical centres is a restoration issue», codes of practice ask “what to keep” and «how to preserve safely», without excluding restrictions of use or changes in the original structures (Giuffré, 1993).

The codes of practice drafted by Giuffré and Carocci acknowledge that Italian and European historical centres share a type of technology based on “popular” technique, neither modern for “cultured”, whose local variations are like dialects of the same language and depend on extant local resources.

Local stone, in particular, conditions construction of supporting structures and hence seismic safety (Giuffré, 1993). A “narrow paradigm” of typological variants is thus applied to entire regions and is expressed only when dealing with «the stone used and how to connect it»: in horizontal structures, in roofing, in wall toothing in different construction phases.

logical variants is thus applied to entire regions and is expressed only when dealing with «the stone used and how to connect it»: in horizontal structures, in roofing, in wall toothing in different construction phases.

Anti-seismic restoration can thus be viewed as a special form of contextualism: «a guide for interventions on historic buildings» are hence applicable «to a defined geographical area» (Giuffré, 1993).

While the scope may be limited, the method is universal and focuses on five complementary activities: the seismic history of the site; study of building types; analysis of construction techniques and their mechanical characteristics; evaluation of the seismic vulnerability of buildings; classification of intervention techniques.

In this sense, codes of practice represent an evolution of conservation plan-



Prayer Before the Crucifix of St Damian, Giotto, Assisi (1290-95). Left, the fresco. Right, overview of the architectural elements of the church "in ruins". Source: Basile, 1996. Image processed by L. Mazzoni

In architettura, il legame tra "sicurezza" e "conservazione" è al centro delle ricerche coordinate da Antonino Giuffré e Caterina Carocci, dedicate ad Ortigia (Giuffré, 1993) e a Palermo (Giuffré, Carocci, 1999) e identificate come «codici di pratica per gli interventi antisismici nei centri storici».

Il campo di applicazione di queste ricerche è il patrimonio architettonico esposto al rischio sismico e costruito prevalentemente con tecniche murarie. La metodologia di indagine adottata si basa sull'integrazione di competenze tecnologiche, tipologiche e morfologiche a tutte le scale dell'architettura.

Rispetto ad altre espressioni della cultura del progetto di conservazione, i "codici di pratica" ricorrono simultaneamente all'analisi della storia sismica dei territori e alla comparazione tecnologica dei danni di precedenti terremoti e degli interventi dedicati alla loro riparazione.

Premettendo che «la mitigazione del rischio sismico dei centri storici è un problema di restauro», i "codici di pratica" si interrogano su "cosa conservare" e "come conservare con sicurezza", non escludendo limitazioni d'uso o trasformazioni delle strutture originali (Giuffré, 1993).

Nella versione di Giuffré e Carocci, i "codici di pratica" riconoscono nei centri storici italiani ed europei la presenza di una "tecnologia comune", basata su una tecnica "popolare", né "colta"

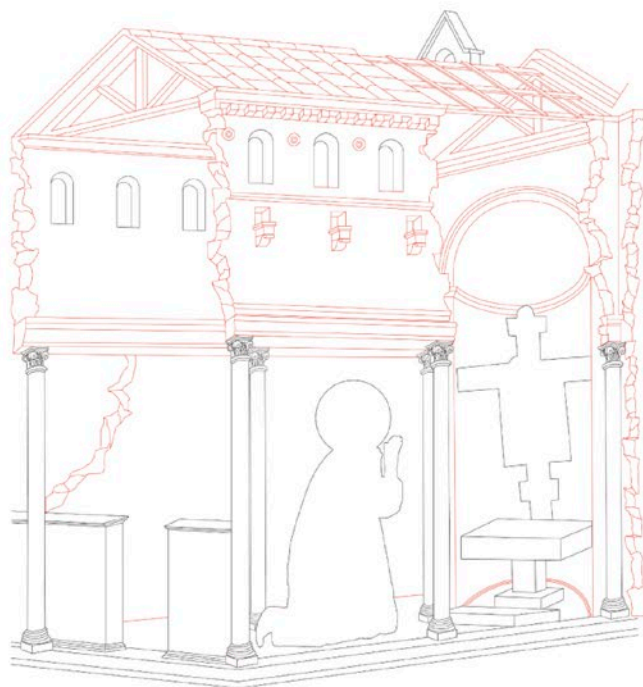
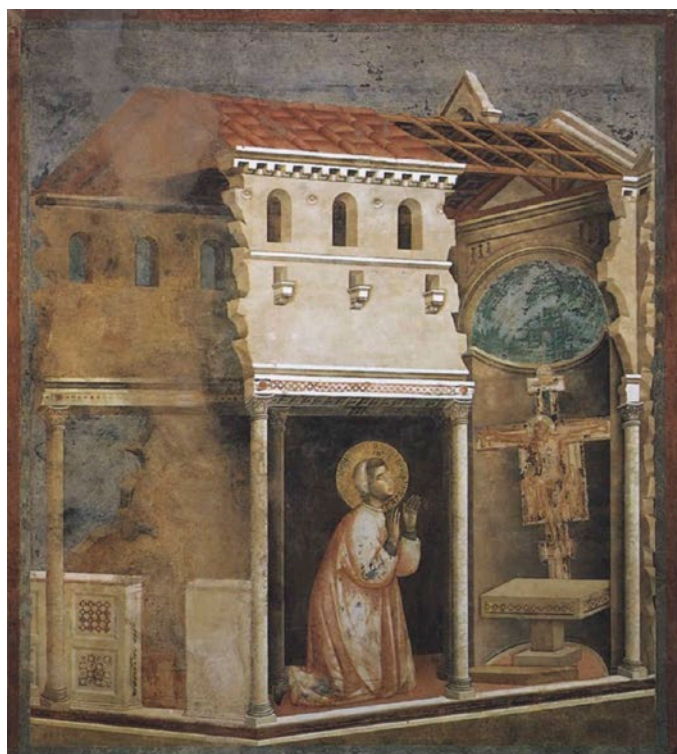
né moderna, le cui "varianti locali" sono come i "dialetti della stessa lingua", ovvero dipendenti da preesistenze e risorse.

La pietra locale, in particolare, condiziona la costruzione delle strutture portanti e, di conseguenza, la sicurezza sismica (Giuffré, 1993). Un "ristretto paradigma" di varianti tipologiche si applica, perciò, a intere regioni e si declina solo in relazione «alla pietra usata e al modo di connetterla»: nelle strutture orizzontali, nelle coperture, nelle ammorsature tra muri di diverse fasi costruttive.

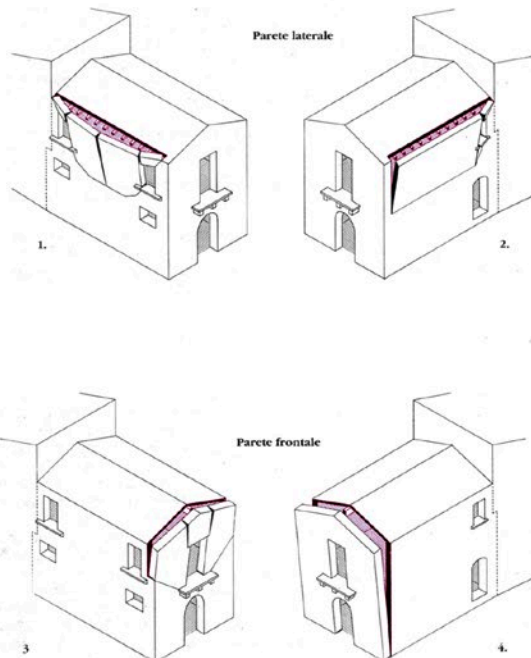
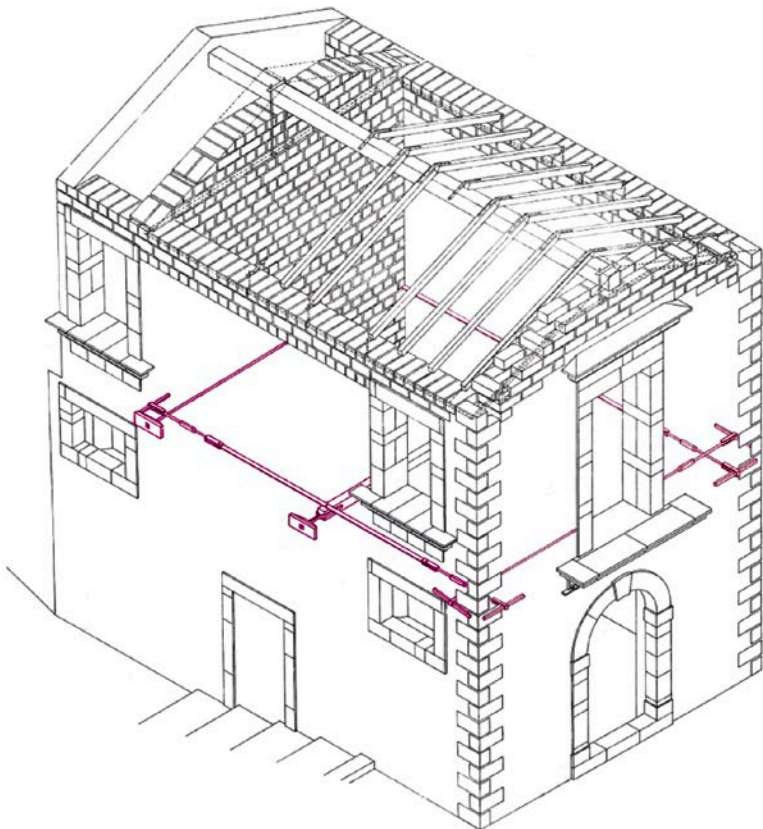
Il restauro antisismico pertanto può essere inteso come una speciale forma di contestualismo e una «guida per gli interventi sugli edifici storici» potrà applicarsi solo «a un'area geografica definita» (Giuffré, 1993).

Ma se il campo di applicazione è limitato, il metodo è universale e verte su 5 attività complementari: la storia sismica del sito; lo studio delle tipologie edilizie; l'analisi delle tecniche costruttive e delle loro caratteristiche meccaniche; la valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici; la classificazione delle tecniche di intervento.

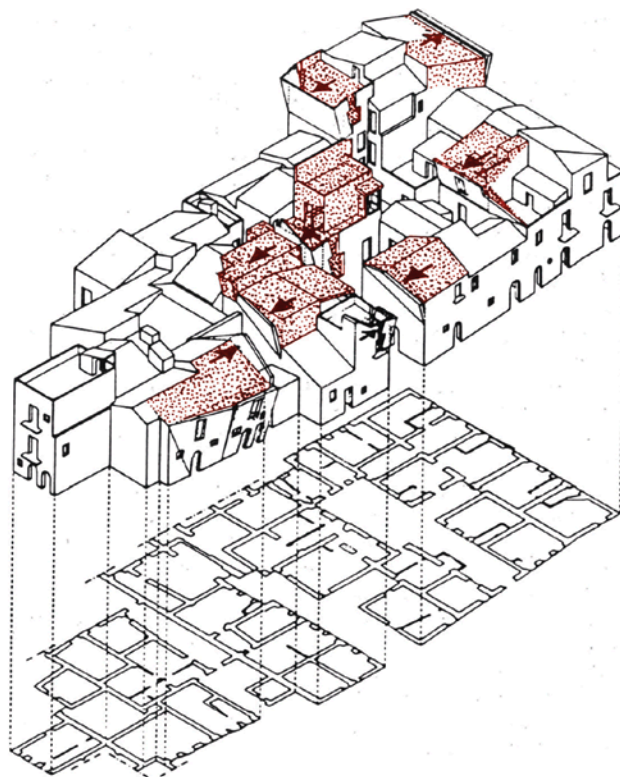
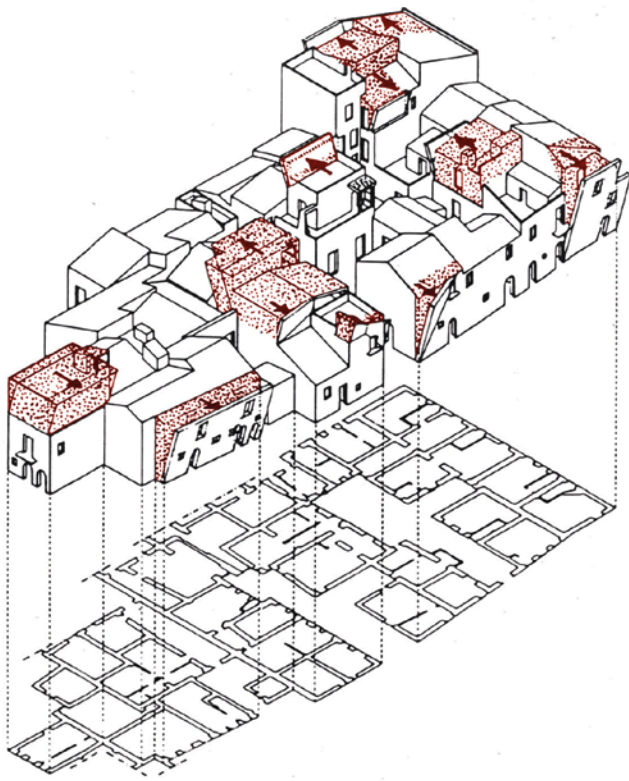
In questo senso i "codici di pratica" rappresentano un'evoluzione delle culture del progetto di conservazione, in grado di attingere a fonti che fino ad allora erano state presidiate dalla composizione architettonica: l'"operante storia urbana" di Saverio Muratori



03 | Ortigia, Quartiere Graziella. A sinistra, sintesi delle analisi tipologiche e tecnologiche effettuate su un campione del costruito e ricognizione degli elementi dedicati al miglioramento sismico. A destra, diagrammi relativi ai meccanismi di ribaltamento e collasso. Fonte: Giuffrè, 1993. Elaborazione L. Mazzonei  
 Ortigia, Graziella quarter. Left, overview of typological and technological analysis carried out on a sample of built fabric and reconnaissance of elements dedicated to seismic improvement. Right, diagrams of tilting and collapse. Source: Giuffrè, 1993. Image processed by L. Mazzonei



| 03



| 04

04 | Ortigia, Quartiere Graziella. Analisi dei possibili scenari di dissesto dovuti a sollecitazione sismica in un aggregato edilizio. Fonte: Giuffrè, 1993. Elaborazione L. Mazzonei  
 Ortigia, Graziella quarter. Exploded axonometric view possible instability scenarios caused by seismic stress in a set of buildings. Source: Giuffrè, 1993. Image processed by L. Mazzonei

e le “letture dell’edilizia di base” di Gianfranco Caniggia (Muratori, 1960; Caniggia, 1979).

I “codici di pratica”, infatti, cercano di saldare i contributi della ricerca storico-archeologica, della scienza e della tecnica delle costruzioni, in relazione alle variabili di resistenza e durata, rilette secondo nuovi parametri come il “carico critico”, preferito alla “forza di progetto” nelle applicazioni sull’architettura storica minore. Dal momento che «la perfezione della posa delle pietre» è infrequente nell’edilizia storica, i “codici di pratica” osservano come «la struttura dei solai, il modo di ammassare al muro i travi di legno, la costituzione delle volte, i dettagli delle scale, la struttura dei tetti» siano “rigorosamente tipologizzati” e forniscano un “dato sociologico” sulla tecnica originale e un «giudizio sulla sua efficienza sismica nel controllare l’equilibrio dei muri ed evitare il collasso per ribaltamento fuori dal piano» o per «rottura del piano» (Giuffré, 1993). Nella prospettiva di un rinnovato dialogo con la cultura materiale, le soluzioni tecnologiche del restauro antisismico (le intelaiature lignee, le chiavi metalliche e in generale le opere che impediscono i cinematismi delle strutture) sono al contempo sperimentali e tradizionali, filologicamente corrette e meccanicamente efficaci.

Il fine ultimo è «evitare danni per i terremoti più frequenti e vittime per le massime intensità», mediante «una sana politica di prevenzione», coerente con il «lessico costruttivo che si intende conservare» (Giuffré, 1993).

Concepiti nella prospettiva della prevenzione, i “codici di pratica” trovano nelle situazioni post-catastrofe, il loro naturale contesto operativo, come testimoniano gli studi, le ricerche e i progetti dedicati alle chiese friulane danneggiate dal sisma del 1976 (Doglioni et al., 1994). In questa occasione il gruppo coordinato

ning culture, able to draw upon sources that until that moment have been masked by the architectural composition, what Saverio Muratori defined as “active urban history” and Gianfranco Caniggia saw as the “reading of basic construction” (Muratori, 1960; Caniggia, 1979).

Indeed, codes of practice try to weld the contributions of historical-archaeological research to those of science and of construction techniques, in relation to variables like resistance and duration, reviewed according to new parameters like the “critical load”, preferred to “design strength”, when applied to minor historical architecture.

Since “perfectly laid stones” are infrequent in historical construction, the codes of practice observe how «the structure of floors, the method of tothing wooden beams to a wall, the building of vaults, stair details, roof

structure» are “rigorously typologized”, providing a “sociological datum” on the original technique and an «opinion on its seismic efficiency in controlling wall balance and avoiding the collapse of masonry walls» due to their «falling out from the floor» or «breakage of the floor» (Giuffré, 1993).

In the perspective of a renewed interchange with material culture, technological solutions for anti-seismic restoration (wooden frames, wall-tie plates, works to prevent kinematic reactions) are both experimental and traditional, philologically correct and mechanically efficient.

The ultimate aim is to «avoid damage caused by increasingly frequent earthquakes and victims due to increased intensity» through «a sound prevention policy», consistent with the «construction tradition we intend to preserve» (Giuffré, 1993).

da Francesco Doglioni elabora una metodologia, complementare rispetto a quella di Giuffré, cui va riconosciuto il merito di aver caratterizzato la letteratura dei “restauro antisismico” per almeno 20 anni. Le ragioni di questo successo si devono principalmente a tre motivi: aver ricompreso nella casistica dei codici di pratica anche edifici isolati e di carattere monumentale; aver privilegiato la fase “anamnestica” nella valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici; aver restituito alla dimensione progettuale un ruolo euristico nella conoscenza della fabbrica e dei suoi comportamenti di fronte alla severità della catastrofe.

### Per un’operante storia sismica del territorio italiano

La “fenomenologia” dei “codici di pratica”, ha contribuito a rinnovare lo studio del patrimonio architettonico dell’edilizia storica, favorito la sperimentazione progettuale e alimentato la costituzione di una “memoria esperta” dei contesti urbani cui è possibile riferirsi nell’opera di prevenzione del rischio sismico (Doglioni, 2000).

Metodologicamente i “codici di pratica” coniugano la sequenza delle fasi costruttive alla serie storica delle alterazioni del suolo su cui poggiano i manufatti. Le interazioni morfologiche, tipologiche e tecnologiche conseguenti a un evento sismico, appaiono quindi connesse secondo principi di reciproca dipendenza che richiedono un’attenta valutazione dei requisiti di forza e di debolezza delle strutture cui applicare la riduzione dei fattori di rischio.

In questa prospettiva anche la microzonazione sismica dei centri storici può essere ricondotta ad una sequenza causa-effetto: i danni documentati da cronache storiche possono essere posti in

Conceived as aids to prevention, the natural operating context of codes of practice will be a post-disaster situation, as seen in the studies, research and projects dedicated to the Friuli region churches damaged by the 1976 earthquake (Doglioni et al., 1994).

On that occasion, the group coordinated by Francesco Doglioni developed a methodology (complementary to Giuffré’s) worthy of note as it has characterized “anti-seismic restoration” literature for at least twenty years.

There are three main reasons for its success: inclusion of codes of practice in case histories even for isolated but monumental buildings; its preference for an “anamnesic” phase when evaluating the seismic vulnerability of buildings; reinstatement of the design dimension to its heuristic role in studying the building and its behaviour depending on the severity of the catastrophe.

### Active seismic history of Italian territory

The “phenomenology” of codes of practice has contributed to renewing the architectural heritage of historic buildings, fostering design experimentation and encouraging the establishment of an “expert memory” of urban contexts useful for seismic risk prevention actions (Doglioni, 2000).

Methodologically, codes of practice try to knit together the construction stages and the alterations of the ground on which they stand. Morphological, typological and technological building interaction after a seismic event appears connected by principles of reciprocal dependence, which require a careful evaluation of strength and weakness demands in the structures requiring risk factor reduction.

In this perspective, seismic microzonation of old centres can also be traced



05 | Ortigia, Quartiere Graziella. A sinistra, sintesi del sistema morfologico degli spazi aperti. A destra, mappa delle ostruzioni previste in un'area del quartiere in caso di crolli provocati da azioni sismiche. Fonte: Giuffrè, 1993. Elaborazione G. Torretta, L. Senziani  
 Ortigia, Graziella quarter. Left, overview of the morphological system of the open spaces. Right, map of obstructions envisaged in an area of this quarter in the event of collapse caused by seismic activity. Source: Giuffrè. Image processed by G. Torretta, L. Senziani

relazione con le modificazioni delle strutture insediative, delle articolazioni tipologiche, delle tecniche costruttive indotte dalle catastrofi (Guidoboni, Valensise, 2013).

Così la “memoria del danno” consente di descrivere in senso dia-cronico le «singole caratteristiche culturali dell'area, per meglio tener conto delle tipologie presenti, dei materiali e dei modi costruttivi» (Doglioni, 2000).

Già nella seconda metà del XVI secolo, Pirro Ligorio aveva intuito che le “historie de' terremoti” confermano l'irriducibilità delle catastrofi a regole predeterminate e negano la possibilità di individuare precursori (Guidoboni, 2015). Per Ligorio il patrimonio costruito è doppiamente vulnerabile: subisce l'azione costante dei carichi verticali e deve contrastare la “forza d'ariete”, che agisce periodicamente in orizzontale in occasione di un terremoto. Per opporsi a questa vulnerabilità si devono studiare le azioni sismiche e il campo in cui si manifestano. Con questo obiettivo il Centro Euro-mediterraneo di Documentazione degli Eventi Estremi e Disastri ha contribuito all'istituzione del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (Boschi, 1997).

Nella sua versione digitale il CFTI consente la comparazione interattiva di mappe, dati e informazioni sulla storia sismica del Paese lungo un ciclo storico di circa 2500 anni (dal 461 a.C agli anni '90 del XX secolo.). L'archivio accumula conoscenze, indispensabili a delineare la storia geofisica dell'Italia e, di conseguenza,

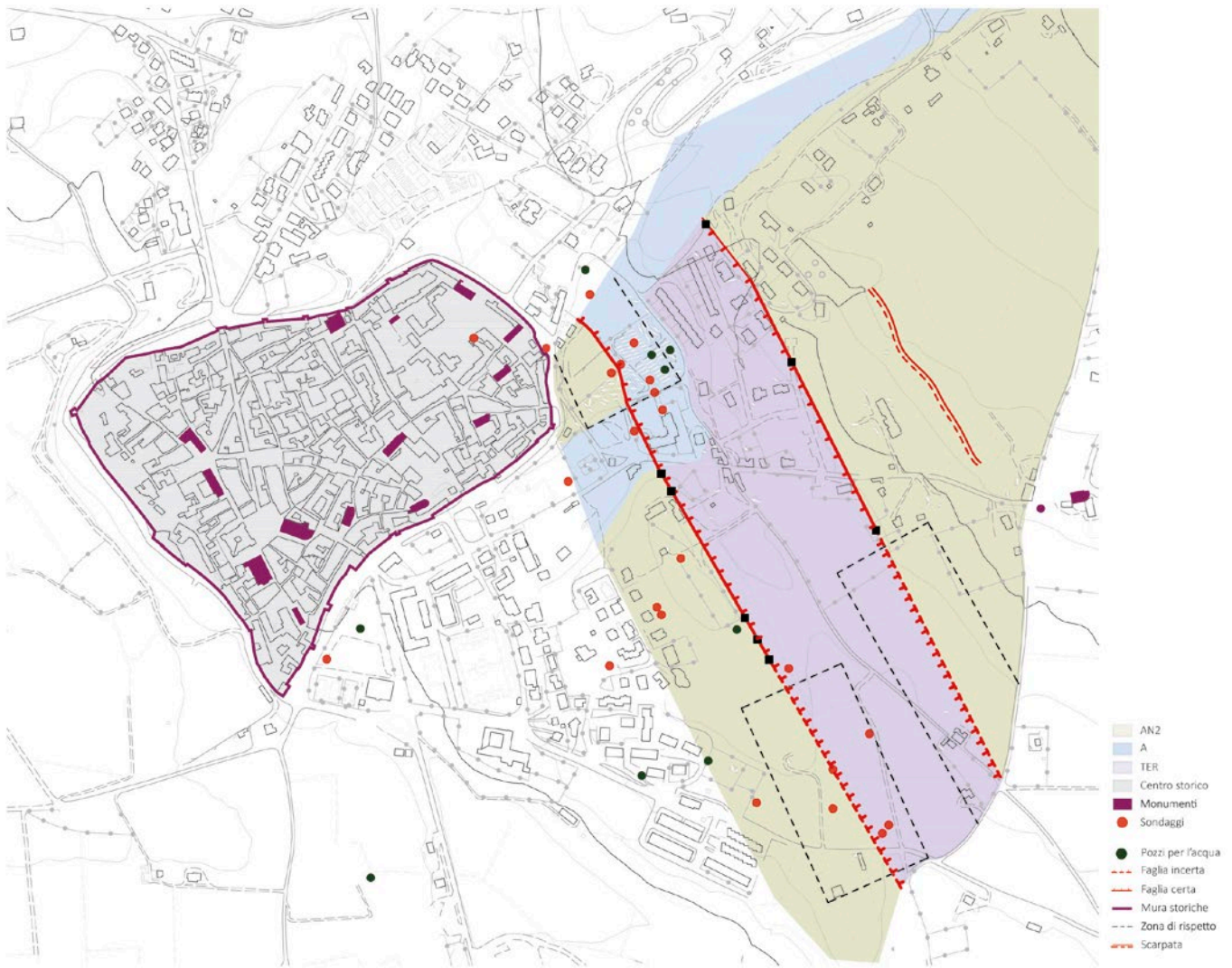
a migliorare le opere di prevenzione, i protocolli d'emergenza, i programmi di ricostruzione in territori intrinsecamente fragili. Gli archivi della storica sismica e i “codici di pratica” dell'edilizia storica devono essere considerati parti essenziali di un patrimonio di conoscenze immateriali altrettanto inestimabile di quello, materiale, che si vuole salvaguardare.

Eppure dopo ogni evento sismico, queste conoscenze rimangono inoperative e il loro potenziale inespresso, malgrado sia evidente che la messa in sicurezza del territorio italiano debba partire dalla possibilità di consultare e aggiornare queste fonti, soprattutto dove fragilità e debolezze sono amplificate da fenomeni di abbandono, spopolamento e dismissione.

Le difficili condizioni dei territori minori e dell'entroterra, dove persino la manutenzione è un'operazione dall'esito incerto, sono ben documentate nel “Primo Rapporto ANCE/CRESME”, dedicato alla relazione tra insediamenti e rischio nel territorio italiano (Bellicini, 2012). Nell'analisi delle serie storiche 1944-1990 e 2001-2010 emerge la debolezza di un quadro di riferimento caratterizzato da contraddizioni normative e limitate possibilità di investimento, sia pubblico che privato.

Fortunatamente le tecnologie digitali permettono di conoscere in profondità il patrimonio architettonico e urbano del Paese. Aiutano nel riconoscimento progettuale delle dinamiche di persistenza e di variabilità di configurazioni – morfologiche, tipolo-





back to a cause-effect sequence, and damages chronicled through history may be perceived in connection to changes in settlement structures, various typologies, and construction techniques caused by disasters (Guidoboni and Valensise, 2013). Thus, the “memory of damage” allows for the diachronic description of the «area’s individual cultural characteristics and better considers the types, the materials and construction methods etc. present» (Doglioni, 2000). As early as the latter half of the sixteenth century, Pirro Ligorio had understood that “histories of earthquakes” confirm it is impossible to subject catastrophes to predetermined rules and refute the possibility of identifying antecedents (Guidoboni, 2015). For Ligorio, the built fabric has a dual vulnerability: the accumulation of damage, derived from constant action

of vertical loads, and that referred to the horizontal “ram force” coming into play periodically in an earthquake. To offset this vulnerability, we must study seismic actions and also the field where they occur. With this goal, the Euro-Mediterranean Centre for Extreme Events and Disasters contributed to drafting the Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (CFTI, Centro EEDIS, 2011, see [www.eventiestremiedisastri.it/glossario/terremoti-2/](http://www.eventiestremiedisastri.it/glossario/terremoti-2/)) (Boschi, 1997). The digital version of the CFTI allows the interactive comparison of maps, data and information in Italy’s seismic history throughout a cycle of about 2,500 years (from 461 BC to the 1990s). The archive gathers data indispensable for drafting an outline of the country’s geophysical history. The objective is to improve prevention works, emergency protocols, and reconstruction planning in territories

that are intrinsically fragile. Archives of earthquake history and codes of practice for historical buildings must be considered an essential part of intangible wisdom heritage, as invaluable as the material heritage to be safeguarded. Nonetheless, this knowledge is not consulted after every seismic event and its potential is mute although it is quite clear that any process of securing Italian territory must start with the opportunity of consulting these sources especially where fragility and weakness are amplified by continuing situations of desertion, depopulation and divestment. The difficult conditions of inland and minor territories – where even maintenance is an operation of uncertain outcome – are well documented in the first report drawn up by ANCE (Italian association of construction companies) in partnership with CRESME (Italian

economic, sociological and market research centre), dedicated to the risk factor existing for Italian settlements (Bellicini, 2012). The analysis of the historical series in consideration – 1944–90 and 2001–2010 – brings to light the profound complexity of a frame of reference characterized by contradictory standards and limited investment possibilities, both in the public and private sector. Fortunately, digital technologies allow an in-depth investigation of Italy’s entire architectural and urban heritage and are an aid to design identification of the dynamics of persistence and of variability in the morphological, typological, and technological stratified configurations that must offer answers for specific vulnerability and risk exposure conditions. Italy’s architectural and urban planning culture could exploit the cycles of crisis



07 | Mappa del rischio sismico e dell'accelerazione sismica nel territorio italiano. Sulla mappa è sovrapposte informazioni relative alla distribuzione del patrimonio edilizio italiano costruito prima del 1971. Fonte: Bellicini, 2012. Elaborazione G.Torretta, L. Senziani  
 Map of seismic risk and seismic acceleration in Italy. The map shows superimposed information relative to distribution of Italian building heritage prior to 1971. Source: Bellicini, 2012. Image processed by G. Torretta, L. Senziani

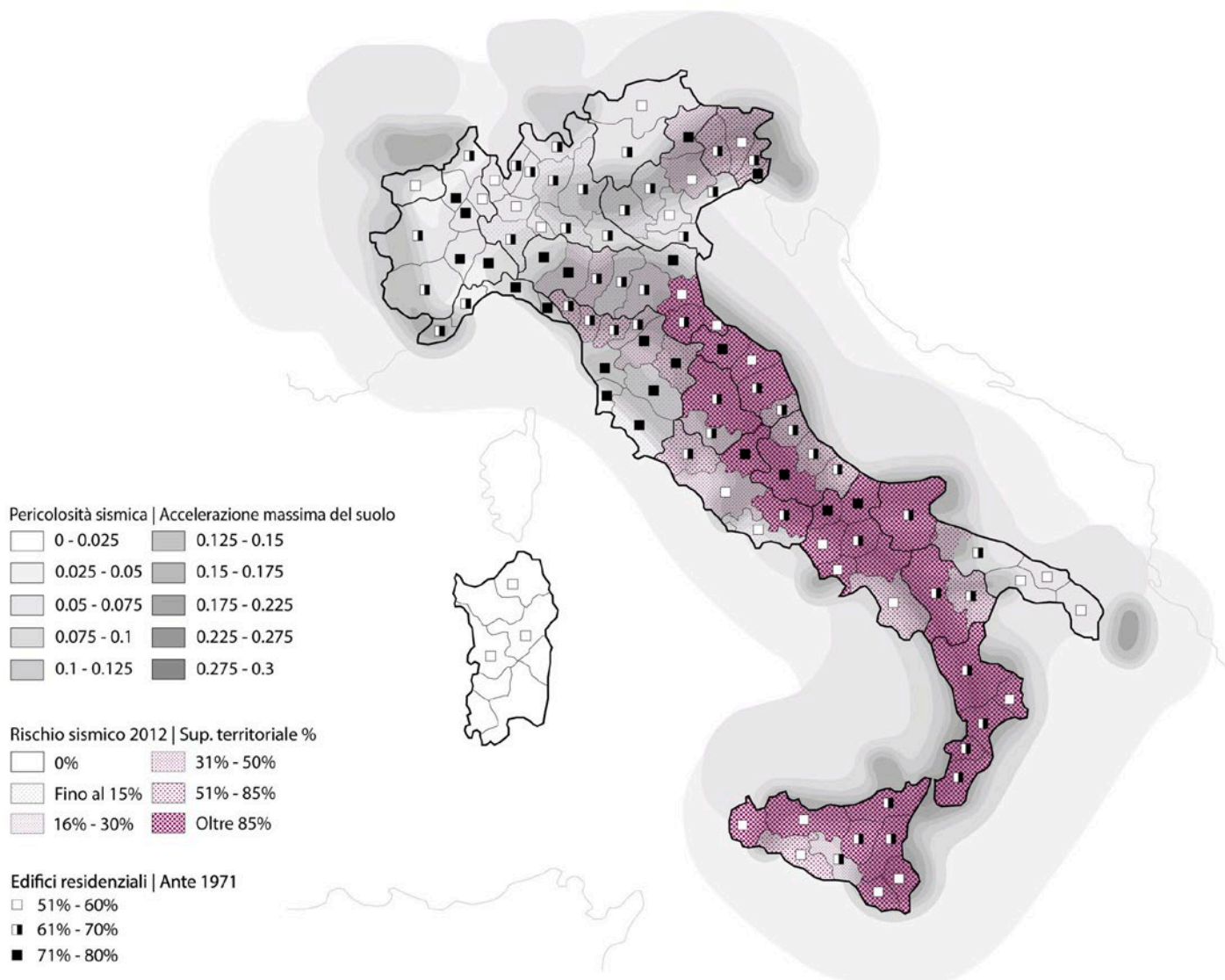
giche, tecnologiche – stratificate che devono rispondere a precise condizioni di vulnerabilità ed esposizione al rischio. La cultura italiana del progetto architettonico e urbano potrebbe dunque trarre vantaggio dalle crisi cui è ciclicamente costretta dalla ricorrenza delle catastrofi sul suo territorio (Esposito, 2017). All'orizzonte si potrebbe profilare una stagione di studi e ricerche, per certi versi analoga a quella che agli inizi degli anni '60 ha determinato l'egemonia culturale di architetti e urbanisti impegnati a tracciare i contorni di "un'operante storia urbana" (Muratori, 1960) o a rivelare la "forma del territorio" (Edilizia Moderna, 1966).

In fondo metodi, strumenti e tecniche degli studi urbani e della progettazione architettonica multiscalare sono oggi ancora affini alle sperimentazioni, per molti aspetti interrotte o incomplete, avviate 50 anni fa. Sono necessari solo alcuni cambiamenti di accento.

La "storia urbana", per essere ancora "operante", dovrà diventare anche "storia sismica".

E la conoscenza della "forma del territorio" dovrà essere considerata l'indispensabile premessa per averne "cura" (Emery, 2008).

| 07



## REFERENCES

- Basile, G. (1996), *Giotto. Le Storie Francescane*, Electa, Milano.
- Beck, U. (2000), *La società del rischio. Verso una seconda modernità*, Carocci, Roma.
- Caniggia, G.F. and Maffei, G.L. (1979), *Lettura dell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia.
- Bellicini, L. (Ed.) (2012), "I Rapporto ANCE/CRESME. Lo stato del territorio italiano 2012. Inseidamento e rischio sismico e idrogeologico", available at: [http://www.camera.it/temiap/temi16/CRESME\\_rischiosismico.pdf](http://www.camera.it/temiap/temi16/CRESME_rischiosismico.pdf) (accessed Settember 2017).
- Boschi, E., Guidoboni, E., Ferrari, G., Valensise, G. and Gasperini, P. (1997), *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990*, ING/SGA, Bologna.
- Castelnuovo, E. (Ed.) (1995), *Ambrogio Lorenzetti, Il Buon Governo*, Electa, Milano.
- Corner, J. (1999), "The Agency of Mapping: Speculation, Critique and Invention", in Cosgrove, D. (Ed), *Mappings*, Reaktion Books, London, UK, pp. 213-252.
- Cherubini, A., Doglioni, F. and Mazzotti, P. (Eds.) (2000), *Codice di pratica (linee Guida) per gli interventi di miglioramento sismico nel restauro del patrimonio architettonico*, Regione Marche editore, Ancona.
- Doglioni, F., Moretti, A. and Petrini, V. (Eds.) (1994), *Le chiese e il terremoto. Dalla vulnerabilità constatata nel terremoto del Friuli al miglioramento antisismico nel restauro, verso una politica di prevenzione*, Edizioni LINT, Trieste.
- Esposito, S., Russo, M., Sargolini, M., Sartori, L. and Virgili, V. (Eds.) (2017), *Building Back Better: idee e percorsi per la costruzione di comunità resilienti*, Carocci Editore, Roma.
- Emery, N. (2008), *Progettare, costruire, curare. Per una deontologia dell'architettura*, Casagrande, Bellinzona.
- Ewald, F. (1991), "Insurance and Risk", in Burchell, G., Gordon, C., Miller, P. (Eds.), *The Foucault Effect*, University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Garland, D. (2003), "The Rise of Risk", in Ericson, R. (Ed.), *Risk and Morality*, University of Toronto Press, Toronto, pp. 48-86.
- Gioseffi, D. (1963), *Giotto architetto*, Edizioni di Comunità, Milano.
- Giuffrè, A., (Ed.) (1993), *Sicurezza e conservazione dei centri storici, Il caso Ortigia*, Editori Laterza, Bari.
- Giuffrè, A. and Carocci C. (1999), *Codice di pratica per la sicurezza e la conservazione del centro storico di Palermo*, Laterza, Bari.
- Gregotti, V. et al. (1966), "La forma del territorio", *Edilizia Moderna*, No. 87-88, Società del Linoleum, Milano.
- Guidoboni, E., Mulargia, F. and Teti, V. (Eds.) (2015), *Prevedibile/Imprevedibile. Eventi estremi nel prossimo futuro*, Rubbettino editore, Soveria Mannelli.
- Guidoboni, E. and Valensise, G. (Eds.) (2013), *L'Italia dei disastri. Dati e riflessioni sull'impatto degli eventi naturali. 1861-2013*, Bononia University Press, Bologna.
- Gunderson, L.H., Allen, C.R. and Holling, C.S. (Eds.) (2009), *Foundations of ecological resilience*, Island Press, Washington.
- Morini, S. (2014), *Il rischio. Da Pascal a Fukushima*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Morris, W. (1880), "The Prospects of Architecture in Civilisation", London Institution, March 10, 1880, in De Fusco, R., (2003), *L'idea di architettura: storia della critica da Viollet-Le-Duc a Persico*, Franco Angeli, Milano, pag. 136.
- Muratori, S. (1960), *Studi per un'operante storia urbana di Venezia*, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.
- Perriccioli, M. (Ed.) (2016), *Pensiero tecnico e cultura del progetto. Riflessioni sulla ricerca tecnologica in architettura*, Franco Angeli, Milano.
- Schrödinger, E. (1944), *What Is Life? the Physical Aspect of the Living Cell - Mind and Matter*, Cambridge University Press, Cambridge trad. it. a cura di Mario Ageno, Schrödinger, E. (1995), *Che cos'è la vita? La cellula vivente dal punto di vista fisico*, Adelphi, Milano.

it suffers following recurrent disasters across the country (Esposito, 2017).

We might consider a scenario of a period of studies and research, in some ways similar to that of the early 1960s, which brought with them the cultural hegemony of architects and urban planners committed to outlining the boundaries of "an active urban history" (Muratori, 1960), or to revealing the "shape of the Territory" (*Edilizia Moderna*, 1966). Basically, multiscale architectural and urban design and study methods, tools and techniques still reveal remarkable affinities with experimentation that began fifty years ago but which, in many cases, was interrupted or never completed. We simply need to shift focus in a number of situations.

In order to become "active", "urban history" needs to become "seismic history" too.

And knowing the "shape of the territory" must be considered an indispensable premise for its "care" (Emery, 2008).

\* traduzione di Angela Arnone.

# Scenario's evaluation by design. Un approccio "per scenari" al tema della resilienza

SAGGI E PUNTI  
DI VISTA/  
ESSAYS AND  
VIEWPOINT

Roberto Di Giulio, Luca Emanuelli, Gianni Lobosco,  
Dipartimento di Architettura, Università Degli Studi di Ferrara, Italia

dgr@unife.it  
mnlcu@unife.it  
lbsggn@unife.it

**Abstract.** Il contributo descrive opportunità e vantaggi legati all'utilizzo dell'approccio "per scenari" nella progettazione di sistemi antropici resilienti. Una metodologia di intervento che ha l'obiettivo di supportare, fin dalle prime fasi del processo decisionale, le scelte strategiche che riguardano opere ed ambiti complessi per durata, dimensione ed interazioni con l'ambiente. Un modello che, nell'attuale situazione di estrema incertezza sia economica che ambientale, può rappresentare un protocollo di collaborazione tra decisori, progettisti ed esperti di diverse discipline soprattutto nello sviluppo di sistemi infrastrutturali su vasta scala che comportano tempistiche estese e necessitano di un alto grado di adattabilità programmata.

**Parole chiave:** scenario thinking, processi decisionali, temporalità, architettura del paesaggio, ambiente.

## Premessa

La progettazione di sistemi antropici resilienti richiede di ragionare in termini prospettici considerando le tematiche che contribuiscono a caratterizzare uno o – come cercheremo di dimostrare in questo articolo – più futuri di riferimento su cui basare le scelte programmatiche che interessano principalmente opere ed ambiti complessi.

Molte delle pratiche anche solo di mantenimento e gestione degli ecosistemi che ci circondano implicano la costante programmazione d'interventi infrastrutturali che incidono in maniera decisiva sull'ambiente costruito, la forma del paesaggio, la sua complessiva adattabilità ai mutevoli fenomeni antropico-ambientali. I soggetti deputati alla gestione delle grandi trasformazioni del territorio o che investono in opere infrastrutturali, come ad esempio le reti idriche o energetiche, impostano ormai le proprie scelte strategiche su dettagliate proiezioni a medio-lungo termine riguardanti l'evoluzione della domanda, dei consumi e la quantificazione del rischio rispetto potenziali elementi di criticità sociale, economica, ambientale, ecc. Questo insieme di de-

Scenario's evaluation by design.  
A "scenarios approach" to resilience

**Abstract.** This contribution describes opportunities and advantages related to the use of the "scenarios" approach in the design of resilient anthropic systems. A methodology that aims to support, from the early stages of the decision-making process, strategical choices concerning complex works and areas by duration, size and interactions with the environment. A model that, given the current situation of extreme economic and environmental uncertainty, could represent an effective collaboration protocol between decision makers, designers and experts of various disciplines, especially in the development of large-scale infrastructure systems and human settlements that involve extended planning and implementation timings, requiring a high degree of programmed adaptability.

**Keywords:** scenario thinking, decision-making processes, timing, landscape architecture, environment.

scrizioni, per lo più quantitative, indirizza la programmazione e gli investimenti, costruendo uno scenario di riferimento spesso troppo deterministico ed astratto per valutarne le reali implicazioni sul territorio, l'ambiente costruito, il paesaggio. Tali implicazioni sono quasi sempre oggetto di considerazioni successive, relegate ad una fase del processo decisionale in cui non resta che misurare e mitigare l'impatto di un'operazione già sostanzialmente delineata.

Questo *modus operandi* – parzialmente rivisto dalle recenti direttive Europee e nazionali che introducono ad esempio nel codice degli appalti l'obbligo di VIA in sede preliminare – indebolisce, a nostro parere, tanto il potenziale di resilienza di un'opera, quanto il suo grado d'interazione virtuosa con l'ambiente ed il paesaggio. Al fine di favorire queste dinamiche, pensiamo sia fondamentale che il campo delle discipline architettoniche, soprattutto nel contesto italiano, recuperi un ruolo attivo nell'indirizzare tali processi; per farlo è necessario agire *in primis* sul piano culturale, quindi a livello di comunicazione e collaborazione con chi governa le grandi trasformazioni sul territorio.

Per quanto riguarda l'atteggiamento culturale e l'idea di paesaggio all'interno dei quali si inquadrano le trasformazioni indotte dall'uomo sull'ambiente occorre superare il senso di colpa insito in una terminologia che attraverso concetti quali "mitigazione", "riparazione" e "compensazione" associa all'opera un danno inevitabile, da risarcire. Un atteggiamento retrospettivo, a nostro avviso incompatibile con l'idea stessa di resilienza che per sua natura impone un'interpretazione dinamica e processuale della realtà per definire strategie di adattamento. L'attitudine a considerare ogni modificazione antropica come un'azione endogena rispetto ad un paesaggio o un ambiente cristallizzati fa sì che la

## Introduction

The design of resilient anthropic systems requires a perspective approach, considering the issues contributing to characterize one or – as demonstrated by this article – more future scenarios of reference, on which to ground programmatic choices especially of complex works and environments.

Many of the activities of maintenance and management of the ecosystems surrounding us imply the constant scheduling of infrastructural interventions, strongly affecting the built environment, the shape of landscape, and its overall adaptability to the variable anthropic-environmental phenomena. By now, the subjects in charge of the management of great territorial transformations, or the ones investing into infrastructural works as, for instance, water supply networks and energy grids, are accustomed to setting their

strategic choices on detailed medium/long term projections. Such forecasts usually ground on the evolution of demand, consumptions, and risk quantification with respect to potential elements of social, economic, environmental criticality. The totality of these pieces of information, mostly quantitative, drives both programming and investments, building a background scenario which is often too deterministic, and even more often too theoretical to evaluate the actual implications on the territory, the built environment, the landscape. Most of the times, such implications are subject to subsequent considerations: relegated to a phase of the the decision-making process in which all one can do is measuring and mitigating the impact of an already pre-determined intervention.

In our opinion, this *modus operandi* – partially revised by the most recent

progettualità si concentri appunto sul nutrire il senso di colpa, invece che sul liberarsene proiettando le scelte verso scenari futuri.

In termini più concreti, pensiamo che la programmazione di un'infrastruttura debba essere vista come un'occasione di evoluzione del paesaggio e della sua capacità di rispondere ad eventi e condizioni mutevoli. Questa posizione si fonda sul semplice presupposto, supportato da una vasta letteratura sul tema (Bélangier, 2012; Strang, 1996), che vada perseguita un'identità tra infrastruttura e paesaggio; una corrispondenza tra evoluzione dei bisogni, delle esigenze dell'uomo (dove evoluzione non vuol dire necessariamente crescita) e l'evoluzione dell'ambiente in cui vive. La programmazione delle infrastrutture (da quelle di approvvigionamento a quelle di difesa) avviene sulla base di necessità funzionali precise; la soddisfazione di queste necessità non può essere ridotta ad un fatto puramente tecnico, un manufatto calato in un dato contesto; deve accompagnarsi alla visione più articolata di un nuovo paesaggio, ad un processo di manipolazione dell'ambiente cosciente e dichiarato.

Se in generale questa diversa mentalità può creare condizioni favorevoli allo sviluppo di strategie più resilienti nella gestione e programmazione dell'ambiente costruito, nello specifico, è opportuno da parte degli architetti mettere a punto nuovi dispositivi in grado avviare un confronto coi decisori per indirizzarne le scelte fin dalle primissime fasi del processo strategico – al pari di altri specialisti e discipline.

Come già accennato, le logiche che indirizzano lo sviluppo di infrastrutture sono spesso basate su previsioni e modelli quantitativi. Il carattere rassicurante del “dato numerico”, sebbene utile a “dimensionare” materialmente l'opera (in termini di carico

della domanda, intensità d'uso, ecc.), non è sempre sufficiente a descriverne complessità degli scenari e nuove relazioni che possono innescarsi. Per di più, la crescente attenzione al tema resilienza – nelle sue varie declinazioni –, richiamando implicitamente le nozioni di “indeterminatezza” ed “adattamento”, pone un'ulteriore questione circa il grado di accuratezza ed attendibilità delle previsioni che informano tali processi decisionali.

Alla luce dell'attuale situazione di estrema incertezza sia economica che ambientale, si impone la necessità di integrare tali modelli con approcci più qualitativi capaci di operare una sintesi interdisciplinare, fornire un quadro d'insieme.

In questa prospettiva, il presente contributo intende sottolineare opportunità e vantaggi legati all'utilizzo di un approccio “per scenari alternativi” nella meta-progettazione dei paesaggi infrastrutturali, presentandone metodologia e capacità di supportare, fin dalle prime fasi, le scelte strategiche che riguardano opere ed ambiti complessi per durata, dimensione ed interazioni con l'ambiente.

A tal fine, saranno delineate le caratteristiche del modello *SEbD* (*Scenarios' Evaluation by Design*) a partire dai presupposti teorici legati alle tecniche di *scenario thinking*, su cui si basa, per poi analizzarne metodo e possibile efficacia in relazione ad un'applicazione in corso con il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

### **Scenario thinking e modello SEbD**

Il modello *SEbD* (*Scenarios' Evaluation by Design*) è una tecnica che si rivolge a soggetti che operano su un territorio specifico e programmano investimenti infrastrutturali connessi alla modificazione del paesaggio e

European Union and national directives, for example introducing a compulsory VIA (*Environmental Impact Assessment*) in the preliminary phases – weakens both the resilience potential of a work and its degree of virtuous interaction with the environment and the landscape.

In order to foster such dynamics, we believe it is fundamental that the Architecture disciplines, especially within the Italian context, recover an active role in addressing and driving these processes. In order to do so, it is necessary to act primarily on the cultural level, and therefore on the communication and collaboration level with the authorities developing and managing major territorial transformations.

Regarding the cultural attitude and the idea of landscape within which the transformations induced by man on the environment are framed, there is a need

to overcome the intrinsic sense of guilt in a terminology that through concepts such as “mitigation”, “reparation” and “compensation” associates the work with an inevitable damage, which needs to be compensated. A retrospective attitude that, in our opinion, is incompatible with the idea of resilience which by its own nature imposes a dynamic and procedural interpretation of reality, in order to define adaptation strategies. The aptitude to consider any anthropic modification as an endogenous action with respect to an idealized/crystallized landscape or environment implies that design focuses on nurturing that above-cited sense of guilt, rather than on getting rid of it by projecting the planning choices on future scenarios.

More pragmatically, we believe that the planning of an infrastructure must be seen as an opportunity for landscape evolution, as for its ability to respond

to changing events and conditions. Such opinion grounds on the simple assumption – yet supported by a broad scientific literature on the subject (Bélangier, 2012; Strang, 1996) – that an identity between infrastructure and landscape must be pursued; a correspondence between the evolution of needs, people's demands (where evolution does not necessarily mean growth), and the development of the environment in which we live. Scheduling, planning and designing infrastructures (from supplying to defense ones) take place on the basis of precise functional necessities. The satisfaction of such necessities cannot be reduced to a merely technicality, an artifact placed in a given context; it must accompany the more articulated vision of a new landscape, a conscious and declared process of manipulation of the environment.

If generally, a similar mentality can create favorable conditions for the development of more resilient strategies in the management and planning of transformation works of the built environment, more specifically it is convenient for the architects to develop new devices able to start a discussion with the decision makers, in order to direct their choices from the very early stages of the strategic process, like it already happens with other specialists and disciplines.

As already mentioned, the logics guiding infrastructure planning are often grounded on forecasts and quantitative models. The reassuring character of the numerical data, although useful for physically “dimensioning” the work (in terms of demand load, intensity of use, etc.), is not always sufficient to describe the complexity of the scenarios and new relationships that can be trig-

dell'ambiente. Ha come principale obiettivo la valutazione *ex ante* degli indirizzi strategici fissati dall'organo operativo e si propone di influenzarne le scelte a medio-lungo termine alla luce di considerazioni qualitative e quantitative circa le ricadute sul paesaggio. Si basa sulla costruzione rigorosa e l'analisi comparativa di scenari esplorativi meta-progettuali; dalla loro comparazione è infatti possibile operare una sintesi; identificare le priorità ed analizzare il grado di reversibilità di alcune decisioni; effettuare una valutazione preventiva dei principali impatti che alcune scelte (funzionali, dimensionali, tecnologiche, ecc.) sono in grado di generare sul contesto per definire strategie più adattabili ai possibili futuri.

Il modello si propone come un protocollo di collaborazione tra decisori, progettisti ed esperti di diverse discipline; il suo campo d'applicazione riguarda soprattutto lo sviluppo di sistemi su vasta scala che comportano tempistiche estese e pertanto necessitano di un alto grado di resilienza all'indeterminatezza dei processi antropico-ambientali.

Storicamente, è proprio nel settore dello sviluppo di infrastrutture che la complessità delle variabili in gioco ha richiesto di sviluppare nuovi processi decisionali in grado di strutturarsi sull'indeterminatezza. Il momento nodale di questa presa di consapevolezza è stata la crisi energetica del 1973 durante la quale emerse la fragilità dei sistemi matematici di previsione economica sulla base dei quali venivano elaborate le strategie di gran parte dei colossi petroliferi mondiali. Il successo dell'approccio messo a punto, poco prima e durante la crisi, da Pierre Wack per la Royal Dutch/Shell ha decretato l'affermarsi di un modello differente denominato '*Scenario planning*' che si è successivamente imposto nei settori delle scienze economiche e sociali come un

gered. Moreover, the growing attention to the resilience issue, in its various declinations, by implicitly recalling the notions of 'indeterminacy' and 'adaptation', raises a further question as to the degree of forecasts' accuracy and reliability informing these decision-making processes.

In light of the current situation of extreme economic and environmental uncertainty, the need to integrate such models with more qualitative approaches capable of operating an interdisciplinary synthesis while providing an overall picture is becoming increasingly important.

In this perspective, the present contribution intends to highlight opportunities and advantages connected to the use of an "alternative scenarios" approach in the meta-design of infrastructural landscapes, presenting its methodology and ability to support,

from the early stages of the decision-making process, the strategic choices concerning complex works and areas, for duration, dimension, and interactions with the environment.

To this purpose, during the following paragraphs the characteristics of the SEbD model (*Scenarios' Evaluation by Design*) will be outlined, starting from the theoretical assumptions related to the scenario thinking techniques on which it grounds, then analyzing its method and possible effectiveness in relation to a currently ongoing application with the Western Romagna Reclamation Consortium.

#### **Scenario thinking and SebD model**

The SEbD model (*Scenarios' Evaluation by Design*) is a technique addressing actors and authorities operating in a specific territory in planning infrastructural investments related to

reference for the strategic thought under the name of *scenario thinking*.

In un suo famoso articolo, Wack (1985) ripercorre il processo che lo ha portato alla definizione del modello a partire da una tecnica inizialmente codificata in campo militare (Amer et al., 2013) dal Dipartimento della Difesa USA durante gli anni '50 (Kahn and Wiener, 1967; Joseph, 2000). Nell'analisi delle motivazioni che lo hanno spinto verso questa direzione, egli fa riferimento ad alcuni studi che dimostravano già in quegli anni (McNees, Ries, 1983) come l'attendibilità delle previsioni statistiche circa i trend economici diminuisse esponenzialmente con l'aumentare dell'orizzonte temporale di riferimento.

A quasi cinquant'anni di distanza e nonostante i progressi tecnologici nel campo dei modelli matematici predittivi, l'influenza dello *scenario thinking* si è allagata ad altre discipline informando i processi decisionali legati a politiche urbane e territoriali (Jetter, 2003; Burt, van der Heijden, 2003; Varum, Melo, 2010). Le rapide ed intense trasformazioni degli assetti ecologici, sociali ed economici che devono essere fronteggiati nella *governance* di territori complessi restano tuttora difficilmente mappabili. Le stesse previsioni sul cambiamento climatico nei documenti ufficiali degli organi governativi sovranazionali mettono esplicitamente in guardia sulla validità dei dati a medio-lungo termine (Wuebbles et al., 2017: 26).

Per queste ragioni lo *scenario thinking* sta affermandosi come uno strumento in grado di supportare l'elaborazione di strategie più resilienti rispetto ad un futuro apparentemente sempre più incerto ed imprevedibile. L'approccio "per scenari", sviluppando in parallelo narrative multiple e percorsi alternativi di sviluppo, permette di anticipare e rivelare le ricadute talvolta inaspettate

landscape and environment modifications. Its main objective is the *ex-ante* evaluation of the strategic goals set by the operating stakeholder, and it means to influence the medium/long-term choices, in the light of qualitative and quantitative considerations regarding the impacts on landscape. The model is based on a rigorous construction and a comparative analysis of meta-design exploration scenarios: from their comparison it is indeed possible to make a synthesis; to identify priorities and analyze the degree of reversibility of some decisions; and to perform a preventive assessment of the main impacts – positive and negative – that some choices (functional, dimensional, technological, etc.) are able to generate on the context, in order to define more adaptable strategies to possible futures.

The model proposes a collaboration protocol between decision makers,

designers and experts from different disciplines; its field of application especially concerns the development of large-scale systems that involve extended timings, and therefore require a high degree of resilience programmed to the indeterminacy of the anthropic-environmental processes.

Historically, it is precisely in the field of infrastructure development that the complexity of the involved variables has required the development of new decision-making processes, capable of better structuring the indeterminacy of the future. The nodal moment of this awareness was the energy crisis of 1973, during which the fragility of the mathematical systems of economic forecast used by most of the world's oil giants emerged. The success of the new approach developed by Pierre Wack for Royal Dutch/Shell proclaimed the establishment

dei complessi fenomeni sociali, politici, economici ed ambientali che caratterizzano la contemporaneità.

La possibilità di comprendere fattori che sfuggono ad analisi statistiche lineari e puramente quantitative ha nutrito il crescente interesse nei confronti di questo metodo da parte di istituzioni e organi di governo. In USA, ad esempio, il National Environmental Protection Act (US EPA, 2015) prescrive lo sviluppo e l'analisi di scenari alternativi nell'ambito dell'approvazione di progetti complessi. Similmente, in Europa, con la revisione della Direttiva EIA (European Commission, 2015) sono stati introdotti alcuni strumenti volti alla comparazione di scenari alternativi di progetto al momento della loro valutazione di impatto.

Ai fini della definizione del modello *SEbD*, si è fatto riferimento alla letteratura scientifica che, nelle diverse discipline (Schwab, Cerutti & Von Reibnitz, 2003; van der Heijden, 1996), propone varie tecniche di generazione ed utilizzo degli scenari. Nel nostro caso sono stati individuati 5 concetti chiave che caratterizzano la costruzione degli scenari, come momento preminentemente progettuale.

- **Molteplicità:** gli scenari comportano sempre più di una singola visione di futuro, questo è il loro obiettivo esplicito. Un'unica visione sarebbe invece una previsione. - **Complessità:** gli scenari interessano ambiti complessi, situazioni ad alto livello di incertezza nelle quali sono in gioco forze difficilmente quantificabili in prospettiva, ma comunque qualitativamente descrivibili (valori sociali, tecnologie, regolamentazioni, cambiamento climatico, ecc).
- **Oggettività:** gli scenari devono descrivere ciò che potrebbe succedere e non ciò che vorremmo accadesse. Devono essere intrinsecamente coerenti e plausibili. La vera sfida sta nell'allargare la visione sul futuro mantenendo credibilità.

of a different model called *Scenario Planning*, subsequently imposed in the sectors of economic and social sciences as a reference for strategic thinking and programming under the name of *scenario thinking*.

In his article "Scenarios: Uncharted Waters Ahead", Wack (1985) traces the process that led him to the definition of the model, starting from a technique initially codified in the military field (Amer et al., 2013) by the US Department of Defense during the 1950s (Kahn and Wiener, 1967; Joseph, 2000). When analyzing the motivations that have pushed him towards such direction, the author refers to some studies that already showed in those years (McNees and Ries, 1983) how the reliability of the statistical forecasts about the economic trends decreased exponentially with the increase of the reference time.

Almost fifty years later, and despite technological advances in predictive mathematical models, the influence of *scenario thinking* extended to other disciplines by informing decision-making processes related to urban and territorial policies (Jetter, 2003; Burt and van der Heijden, 2003, Varum and Melo, 2010). The rapid and intense transformations of the ecological, social and economic structures that must be faced by the governance of complex territories are still difficult to map and manage. The very predictions on climate change found in the official documents of supranational governmental bodies explicitly warn against the validity of medium-long term data (Wuebbles et al., 2017: 26).

For these reasons, *scenario thinking* is progressively establishing itself as an instrument capable of supporting the development of more resilient strate-

- **Apertura:** gli scenari sono racconti "a bassa definizione", non eccessivamente specifici né conclusi; devono poter essere continuamente aggiornati e precisati.
- **Rilevanza:** gli scenari devono rispecchiare il contesto, focalizzarsi sulle principali forze che ne determineranno il cambiamento e sui motivi di incertezza più rilevanti ai fini delle decisioni strategiche da adottare nell'ambito di pertinenza.

Queste linee guida chiariscono come il modello non sia finalizzato ad individuare lo scenario migliore, ma bensì a far emergere i fattori che possono influenzare la resilienza di scelte strategiche da attuare su un orizzonte temporale a medio-lungo termine. Per raggiungere tale obiettivo, il modello si compone di una serie di step successivi – esposti di seguito – da intendersi come dispositivi di dialogo e confronto con il soggetto o i soggetti decisori. In conclusione, presenteremo i risultati dell'applicazione del modello al caso operativo del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale (CRBO), ripercorrendo e discutendo brevemente i passaggi qui descritti (Fig. 1).

1. **Definizione dell'ambito :** specificare l'oggetto generale e lo scopo degli scenari da costruire indagando il contesto territoriale di riferimento in cui opera il promotore. Esaminare le trasformazioni che ha subito l'ambito di indagine nel passato ed identificare i principali trend che incidono sulle scelte strategiche del promotore. Descrivere chiaramente lo stato di fatto in modo da individuare un punto di partenza comune a tutti gli scenari da costruire.

2. **Forze primarie e fattori di incertezza:** identificare gli elementi primari, le forze in gioco sul territorio che senza alcun dubbio determineranno la trasformazione del contesto nel prossimo fu-

gies compared to a future that is apparently increasingly uncertain and unpredictable. The scenario approach, concurrently developing multiple narratives and alternative development paths, allows to anticipate and reveal the sometimes unexpected relapses of the complex social, political, economic and environmental phenomena that characterize contemporaneity.

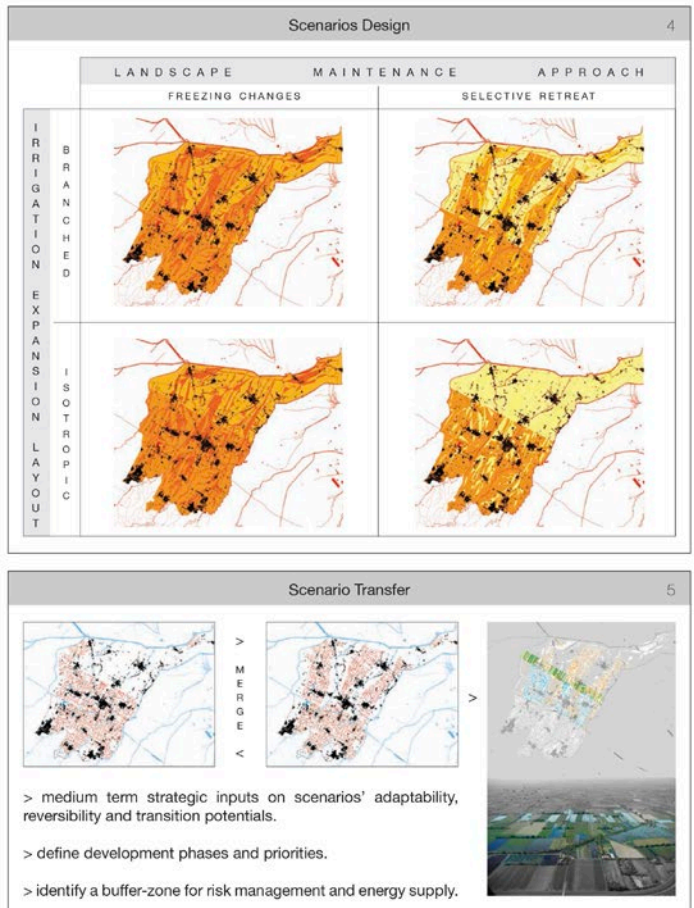
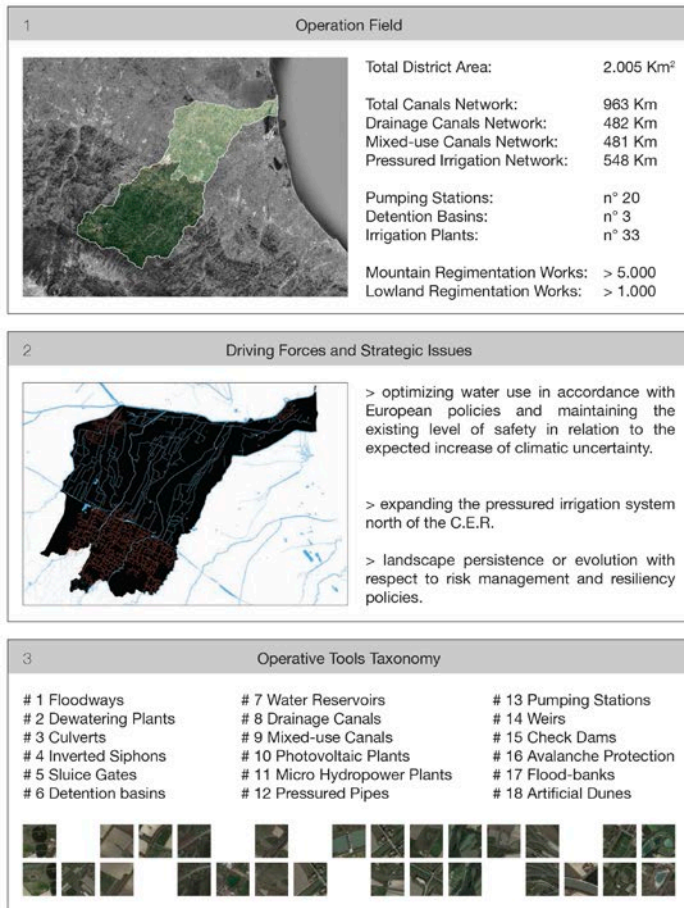
The possibility of understanding factors that escape more linear and purely quantitative statistical analysis has nourished the growing interest by institutions and governing bodies in this method. In the United States, for example, the *National Environmental Protection Act* (US EPA, 2015) prescribes the development and the analysis of alternative scenarios when approving complex projects. Similarly, in Europe, with the revision of the *EIA Directive* (European Commission, 2015), some

tools have been introduced to compare alternative project scenarios at the time of their impact assessment.

For the purposes of defining the *SEbD* model, reference was made to the scientific literature which, in the various disciplines (Schwab, Cerutti & Von Reibnitz, 2003; van der Heijden, 1996), proposes several techniques for generating and using scenarios. In our case, we have identified five key concepts that characterize the construction of scenarios, as a predominantly planning moment.

- **Multiplicity:** scenarios always involve more than a single vision of the future, and this is their explicit goal. A single vision would instead be a forecast.
- **Complexity:** scenarios act on complex areas, situations with a high level of uncertainty in which single





forces are difficult to quantify in perspective, but still qualitatively describable (social values, technologies, regulations, climate change, etc.).

- Objectivity: scenarios must describe what could happen, and not what we would like to happen. They must be intrinsically coherent and plausible. The real challenge lies in widening the vision on the future while maintaining credibility.
- Opening: scenarios are “low definition” stories, not overly specific or concluded; they must be able to be continuously updated and specified.
- Relevance: scenarios must reflect the context, focus on the main forces that will determine the change and on the reasons of uncertainty that are most relevant for the strategic decisions to be taken within the pertinent area.

These guidelines clarify how the model is not aimed at identifying the best scenario, but rather at highlighting the factors that can influence the resilience of strategic choices to be implemented over a medium/long time period. To achieve such objective, the model consists of a series of successive steps – as shown below – to be understood as devices for dialogue and comparison with the involved actors or decision-makers. In conclusion, we will present the results of the application of the model to the case-study of the Western Romagna Reclamation Consortium (CRBO), retracing and briefly discussing the steps that follow (Fig. 1).

1. Definition of the area of interest: specify subject and scope of the model implementation by investigating the territorial framework in which the developer operates. Examining past

changes to identify ongoing trends and forces affecting its mission. For the present situation, develop a clear understanding that will serve as the common departure point for each of the scenarios.

2. Driving forces and strategic issues: Identify predetermined elements that are virtually certain to occur and that will be driving forces. Besides, consult the developer about the strategic issues it has to face and for which the prospective landscape scenarios are needed. Identify the two main critical key-factors of uncertainty which will operate the landscape transformation according to the strategic issues. The two key-factors can be defined as a field of variables.

3. Operative tools taxonomy: since critical key-factors and main driving forces impacting on the future landscape have been identified, investigate the physi-

cal operative tools that actually can be directly used, exploited and managed by the developer to face strategic issues. 4. Scenarios design: the first operation consists in processing the two uncertainty key-factors which are still fields of variables, in order to identify for each of them the two most consistent alternatives which could lead to distinctly different futures in terms of landscape transformations. In this way, we obtain 4 “alternatives” whose interactions will be analyzed in the logical framework of the scenarios resulting from their intertwining (in practical terms, develop a 2x2 matrix of scenarios using the two uncertainty key-factors and their possible alternatives). The second step consists in building a narrative for each scenario, starting from the current situation and setting a certain timing. To do this, it is necessary to refer to the previously analyzed

turo. Allo stesso tempo, attivare un confronto con il promotore circa le questioni strategiche in merito alle quali dovrà effettuare delle scelte. Da questa operazione, estrarre i due fattori chiave di criticità o incertezza coi quali la strategia dovrà confrontarsi. I fattori chiave possono essere definiti come un campo di variabili.

3. Tassonomia degli strumenti operativi: a questo punto è necessario capire quali sono gli strumenti concreti d'intervento e di trasformazione fisica con i quali il promotore può perseguire i propri obiettivi strategici sul territorio. L'obiettivo è definire una relazione chiara tra obiettivi e mezzi identificando possibili debolezze anche rispetto ai fattori di incertezza.

4. Progettazione degli scenari: in questa fase vengono costruiti gli scenari esplorativi di modificazione del paesaggio attraverso due passaggi. Il primo richiede di selezionare per ognuno dei due campi di variabili, due indirizzi alternativi credibili che possono incidere significativamente ed in direzione opposta sulla modificazione futura del paesaggio. Le quattro alternative così ottenute vengono utilizzate per comporre altrettanti scenari ottenuti dalla loro combinazione in una matrice 2x2. Il secondo passaggio consiste nel costruire una narrativa per ogni scenario a partire dalla situazione attuale determinando un certo orizzonte temporale. Per far questo occorre riferirsi agli strumenti operativi precedentemente analizzati e descriverne l'evoluzione – quantitativa e qualitativa – in funzione dello scenario in esame. A questo punto sarà possibile comparare i quattro scenari e visualizzare in che termini un territorio ed il suo paesaggio saranno modificati dall'interazione di diverse forze, analizzare i rischi e le opportunità associate a differenti scelte strategiche ed indirizzi di *governance*.

5. Trasferimento degli scenari: la fase conclusiva del processo consiste nel tradurre le indicazioni che provengono dall'analisi

operating tools and describe the evolution – both quantitative and qualitative – according to the scenario under examination. At this point, it will be possible to compare the four scenarios and visualize how a territory and its landscape will be modified by the interaction of different forces, analyzing the risks and opportunities associated with different strategic choices and governance guidelines.

5. Scenario transfer: the final phase of the process consists in translating the indications coming from the comparative analysis of the individual scenarios into possible planning actions and programmatic choices to be developed in the short term. The alternative scenarios, considered the same level, make it possible to identify by means of a prior evaluation the most resilient design alternatives, by examining, for example, reversibility, adaptability or

the possibility of occurring in succession. The resulting synthesis allows us to represent in a more direct and better communicable way (to stakeholders, institutions, governing bodies and public opinion) the consequences and assumptions of some actions on the territory that are often opposed to *a priori*, also due to the lack of adequate tools to visualize the future landscape frameworks that may derive from it.

#### First results

The implementation work of the SEbD is still being tested, with the collaboration of various companies and institutions. Among these, the work carried out in collaboration with the Western Romagna Reclamation Consortium (CBRO) specifies some methodological assumptions so far presented in general terms.

1. Here, the area of intervention for the

comparativa dei singoli scenari in possibili azioni progettuali e scelte programmatiche da sviluppare a breve termine. Gli scenari alternativi, messi sullo stesso piano, consentono di individuare attraverso una valutazione preventiva le alternative progettuali più resilienti studiandone ad esempio la reversibilità, l'adattabilità o la possibilità di verificarsi in successione.

La sintesi che ne deriva consente di rappresentare in modo più diretto e meglio comunicabile verso l'esterno (*stakeholders*, istituzioni, organi di governo, opinione pubblica) le conseguenze e i presupposti di alcune azioni sul territorio che spesso vengono osteggiate aprioristicamente anche per la mancanza di strumenti adeguati a visualizzare i futuri assetti del paesaggio che ne possono derivare.

#### Primi risultati

Il lavoro di implementazione del SEbD è tuttora in fase di sperimentazione con diverse società ed istituzioni. Tra queste, il lavoro svolto in collaborazione con il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale (CBRO) precisa alcuni assunti metodologici finora esposti in termini generali.

1. Qui, l'ambito di intervento per la costruzione degli scenari è una parte del territorio romagnolo a nord del CER (Canale Emiliano-Romagnolo), gestito dal Consorzio secondo le logiche della bonifica integrata che assolve alle funzioni di contrasto al rischio idrogeologico ed irrigazione dei campi coltivati attraverso una rete capillare di canali a cielo aperto. A questa infrastruttura si è aggiunto negli ultimi anni un complesso sistema di tubazioni in pressione che serve l'ambito collinare di pertinenza del CRBO.

2. In accordo con le prescrizioni delle politiche europee, il Consorzio si trova a dover programmare progetti ed investimenti in

construction of possible scenarios is a part of the Romagna territory to the north of the CER (Emiliano-Romagnolo Canal), managed by the Consortium according to the logic of integrated reclamation, fulfilling the functions of contrasting hydrogeological risk and irrigating cultivated fields through a capillary network of open-air canals. To this infrastructure a complex system of pressure pipes has been added in recent years to serve the hilly area belonging to the CRBO.

2. In accordance with the requirements of European policies, the Consortium has to plan projects and investments that can optimize the use of water resources for irrigation by expanding the pressure network in the plains with consequent deterioration (ecological and functional) of the system of channels that, from that moment, will only work for drainage. At the same time,

it must increase the safety standards connected to the management of hydrogeological risk in relation to the projections on climate change that predict an increase in extreme rainfall events alternated with long periods of drought, resulting in the need to manage larger volumes of water through expansion and rolling works. From these primary forces at stake on the territory – hardly compatible, above all from an economic point of view – two main factors of criticality (fields of variable) have been deduced with a certain impact on the landscape: the first one, concerns the layout of the development of the pressure system; the second one concerning the degree of persistence or evolution of certain landscape characteristics.

3. In order to understand the tools available to the Consortium in pursuing the pre-established strategic objec-



The 4 scenarios developed according to a 2x2 matrix in which each of the two key-factor's alternatives get intertwined with the others, G. Lobosco

grado di ottimizzare l'uso della risorsa acqua per l'irrigazione ampliando la rete a pressione nell'ambito di pianura con conseguente deterioramento (ecologico e funzionale) del sistema di canali che da quel momento funzioneranno solo per lo scolo. Allo stesso tempo deve aumentare gli standard di sicurezza legati alla gestione del rischio idrogeologico in relazione alle proiezioni relative al cambiamento climatico che preconizzano un aumento degli eventi piovosi estremi alternati a lunghi periodi di siccità con conseguente necessità di gestire volumi d'acqua maggiori tramite casse d'espansione ed opere di laminazione. Da queste forze primarie in gioco sul territorio – difficilmente compatibili, soprattutto dal punto di vista dei costi – sono stati desunti due fattori principali di criticità (campi di variabili) di sicuro impatto sull'assetto del paesaggio: il primo riguarda il layout di sviluppo del sistema a pressione; il secondo riguarda il grado di persistenza o evoluzione di certe caratteristiche del paesaggio.

3. Per comprendere gli strumenti a disposizione del Consorzio nel perseguire gli obiettivi strategici fissati è stata costruita una tas-

sonomia dei dispositivi tecnici ed ambientali impiegati allo stato attuale misurandone il grado operatività, costi di esercizio, consumo energetico, efficienza. Obiettivo è prepararsi ad una sorta di pre-dimensionamento: capire se e come, a seconda degli scenari alternativi che si andranno a costruire, queste infrastrutture saranno sufficienti a supportare ulteriori stress, dovranno essere implementati oppure non saranno più utili agli scopi del consorzio.

4. La costruzione dei 4 scenari alternativi è stata condotta sulla base dei fattori di criticità fissati precedentemente selezionando per ognuno 2 indirizzi opposti (Fig. 2). Per ogni scenario così ottenuto, su un'orizzonte temporale di 30 anni, è stato sviluppato un meta-progetto atto a descrivere le modificazioni del paesaggio e degli assetti ambientali ad esso correlati. Sono state valutate di volta in volta gli impatti sul sistema esistente di infrastrutture desunte dalla tassonomia e comparato il loro grado di resilienza alle diverse condizioni prospettate.

5. Il trasferimento dei diversi scenari ha consentito di individuare una serie di azioni strategiche da mettere in campo a medio



Scenario 1 /

*Branched Expansion + Freezing Changes*

The scenario intertwines the branched expansion of the pressure irrigation network with a freezing approach facing the resulting environmental and landscape evolutions.



Scenario 3 /

*Branched Expansion + Selective Retreat*

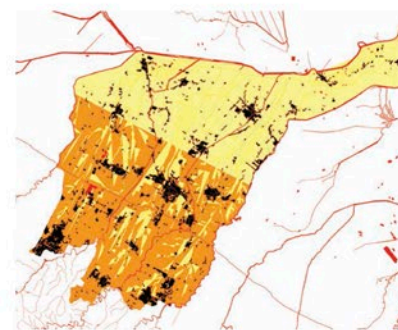
The scenario intertwines the branched expansion of the pressure irrigation network with a selective retreat approach applied to the resulting most endangered and less profitable areas.



Scenario 2 /

*Isotropic Expansion + Freezing Changes*

The scenario intertwines the isotropic expansion of the pressure irrigation network with a freezing approach facing the resulting environmental and landscape evolutions.



Scenario 4 /

*Isotropic Expansion + Selective Retreat*

The scenario intertwines the isotropic expansion of the pressure irrigation network with a selective retreat approach applied to the resulting most endangered and less profitable areas.

03 | Un'immagine di sintesi, derivante dalla fase di "Trasferimento degli scenari", che rappresenta la creazione di un nuovo paesaggio resiliente in un orizzonte temporale a medio termine, G. Lobosco

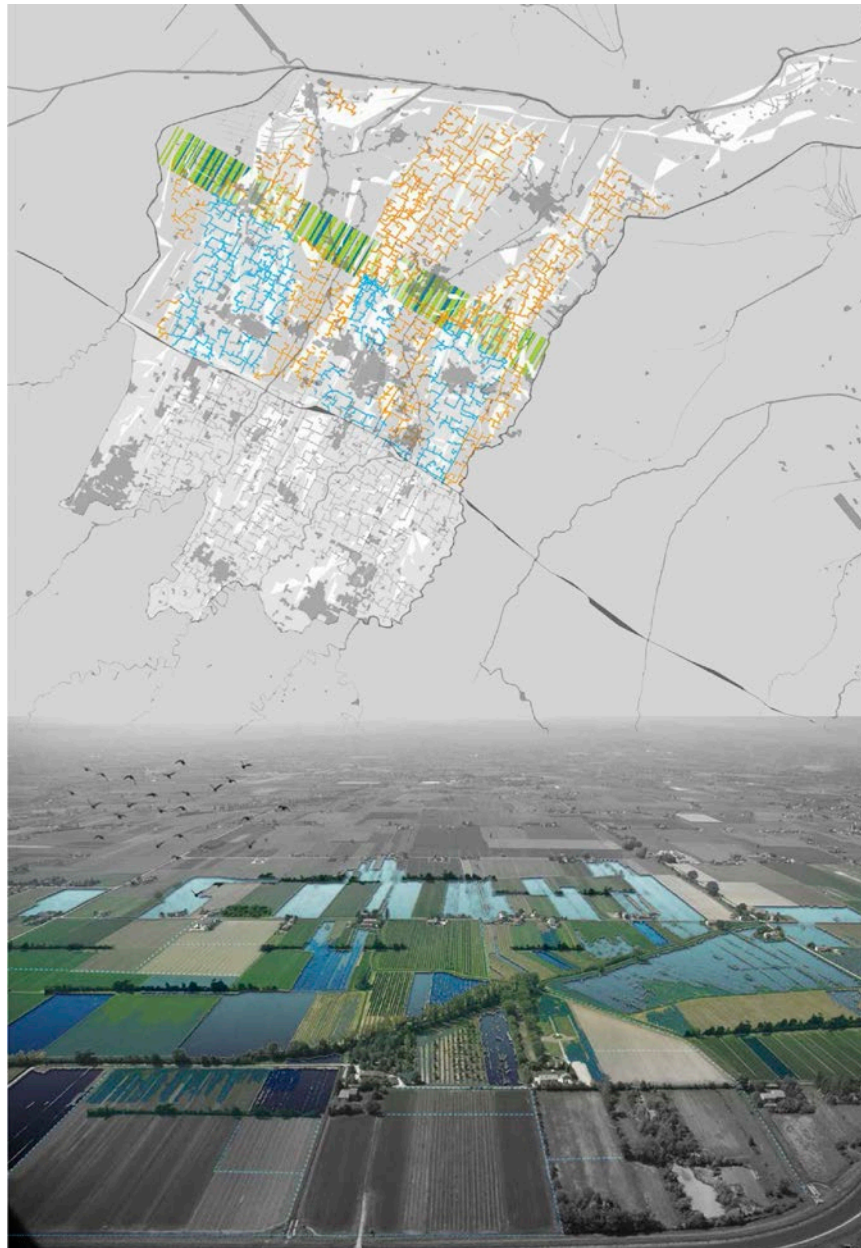
The image synthesizes the "Scenario Transfer" to the CBRO representing medium-terms resilience actions, G. Lobosco

termine in una fascia precisa del territorio gestito dal consorzio. Si è ipotizzata la creazione di un nuovo paesaggio, una *buffer-zone* votata sia alla gestione del rischio idrogeologico che alla produzione di energia da fonti rinnovabili (solare, biomasse, ecc.) in grado di sopperire progressivamente alle richieste del futuro sistema di irrigazione meccanico a pressione (Fig. 3). Un'area che, potendo essere interessata per prima da questo sistema, vedrebbe

un'immediata conversione delle coltivazioni dalle attuali cereali-cole a colture più idro-esigenti come la vite. Colture, allo stesso tempo, adatte a sperimentare sistemi di micro-laminazione delle acque su vasta scala in grado di compensare il deficit attuale di casse d'espansione sul territorio.

I primi risultati della collaborazione con il CRBO hanno consentito di testare la validità operativa del modello *SeBD* come piat-

03 |



taforma di confronto strategico soprattutto in termini di dialogo tra i molteplici organi deputati alla *governance* del territorio.

Il Consorzio, attraverso gli scenari prodotti ed in particolare la rappresentazione visiva degli impatti sul paesaggio, può avvalersi di uno strumento ulteriore di comunicazione delle problematiche correlate alla sua missione istituzionale in sede regionale e nazionale. Può avvalersi dei risultati di questo lavoro per influenzare alcune politiche di gestione del territorio: ad esempio, mirando al riconoscimento del valore eco-sistemico di alcuni servizi che offre; puntando all'introduzione di incentivi per le aziende agricole disposte a testare la micro-laminazione; dimostrando come l'integrazione dei concetti di risparmio idrico e resilienza ambientale sono perseguibili solo a patto di accettare l'evoluzione continua del paesaggio verso nuove forme.

Anche alla luce di questi ulteriori *feedback*, il modello *SEbD* sarà ulteriormente affinato ed implementato in altri contesti per valutarne l'efficacia e migliorarne le caratteristiche.

## REFERENCES

Amer, M., Daim, T.U. and Jetter, A. (2013), "A review of scenario planning", *Futures*, Vol. 46, pp. 23-40.

Bélanger, P. (2012), "Landscape Infrastructure: Urbanism Beyond Engineering", in Pollalis, S.N., Schodek, D., Georgoulas, A. (Eds.), *Infrastructure Sustainability & Design*, Routledge, London, UK, pp. 276-315.

Burt, G. and Van der Heijden, K. (2003), "First steps: towards purposeful activities in scenario thinking and future studies", *Futures*, Vol. 35, pp. 1011-1026.

European Commission (2015), "Environmental Impact Assessment – EIA – Environment", available at: <http://ec.europa.eu/environment/eia/eialegal-context.htm> (accessed 4 May 2015).

tives, a taxonomy of the currently in use technical and environmental devices has been constructed, measuring their degree of operation, operating costs, energy consumption, and efficiency. The objective is to prepare for a sort of pre-sizing: to understand if and how – depending on the alternative scenarios that will be built – these infrastructures will be sufficient to support further stress, will have to be implemented, or will no longer be useful for the Consortium's purposes.

4. The construction of the 4 alternative scenarios has been carried out on the basis of the critical factors previously established by selecting – for each – 2 opposite developments (Fig. 2). For each scenario obtained in this way, over a period of 30 years, a meta-project has been developed to describe the landscape changes and the environmental arrangements related to it. The impacts

on the existing infrastructure system derived from the taxonomy were assessed step-by-step, and their degree of resilience compared to the different envisaged conditions.

5. The transfer of the various scenarios has made it possible to identify a series of strategic actions to be implemented in the medium term in a specific area of the territory managed by the Consortium. The creation of a new landscape has been hypothesized, a buffer zone dedicated to both the management of hydro-geological risk and the production of energy from renewable sources (solar, biomass, etc.) capable of gradually meet the demands of the coming mechanical and pressure irrigation system (Fig. 3). An area that, being the first to be affected by this system, would see an immediate conversion of plantations from current cereals to more water-demanding ones, such as grape-

Jetter, A.J.M. (2003), "Educating the Guess: Strategies, Concepts, and Tools for the Fuzzy Front End of Product Development", in Portland International Center for Management of Engineering and Technology (Ed.), *Proceedings of the PICMET '03, Technology Management for Reshaping the World*, Portland, OR, July 24, 2003, IEEE, pp. 261-273.

Joseph, C.F. (2000), "Scenario Planning", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 65, pp. 115-123.

Kahn, H. and Wiener, A.J. (1967), *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*, The Macmillan, New York, NY.

McNees, S.K. and Ries, J. (1983), "The track record of macroeconomic forecasts", *New England Economic Review*, Vol. 18, No. 5, pp. 25-42.

Schwab, P., Cerutti, F. and Von Reibnitz, U.H. (2003), "Using scenarios to shape the future of agricultural research", *Foresight*, Vol. 5, pp. 55-61.

Strang, G.L. (1996), "Infrastructure as Landscape", *Places*, Vol. 10, No. 3, pp. 8-15.

US EPA (2015), "National Environmental Policy Act (NEPA)", available at: <http://www.epa.gov/compliance/nepa/index.html> (accessed 5 May 2015).

Van der Heijden, K. (1996), *Scenarios: The Art of Strategic Conversation*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK.

Varum, C. A. and Melo, C. (2010), "Directions in scenario planning literature. A review of the past decades", *Futures*, Vol. 42, pp. 355-369.

Wuebbles, D.J., Fahey, D.W., Hibbard, K.A., DeAngelo, B., Doherty, S., Hayhoe, K., Horton, R., Kossin, J.P., Taylor, P.C., Waple, A.M. and Weaver, C.P. (2017), *Executive Summary of the Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment*, Vol. 1, U.S. Global Change Research Program, Washington, DC.

Wack, P. (1985), "Scenarios: Uncharted Waters Ahead", *Harvard Business Review*, September-October 1985, pp. 73-89.

vines. Plantations that are, at the same time, suitable for experimenting with large scale micro-drainage systems able to compensate for the current deficit of expansion tanks in the area.

The early results of the collaboration with the CRBO have enabled the testing of the operational validity of the SeBD model as a platform for strategic comparison, above all in terms of dialogue between the multiple authorities responsible for territorial governance.

The Consortium, through the scenarios produced and the visual representation of the impacts on the landscape, can make use of an additional tool for communicating the problems related to its institutional mission at regional and national level. It can use the results of this work to influence land management policies: for instance, aiming at the recognition of the eco-systemic val-

ue of some services it offers; pointing to the introduction of incentives for farms willing to test micro-drainage; demonstrating how the integration of the concepts of water saving and environmental resilience can only be pursued if we accept the continuous evolution of landscape towards new forms.

Also, in light of these additional feedbacks, the SEbD model will be further refined and implemented in other contexts to evaluate its effectiveness and improve its characteristics.

Daniele Fanzini, Irina Rotaru,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle costruzioni e Ambiente costruito, Politecnico di Milano, Italia

daniele.fanzini@polimi.it

ynarina@yahoo.co.uk

**Abstract.** Le ricerche di Adger (2000), Martini (2015) e Malcevski et al. (2017) suggeriscono che esiste una relazione indissolubile tra società, territorio ed economia, tre fattori che si influenzano reciprocamente nella creazione di un particolare ecosistema. La connessione tra questi tre elementi alimenta i processi dell'ambiente costruito, predisponendo il suo ciclo di vita a diversi tipi di resilienza. Attraverso l'analisi di alcuni casi di studio, il contributo intende illustrare diverse forme di resilienza sociale riferibili all'ambiente costruito confortate dall'approccio anticipatorio. Le soluzioni proposte saranno descritte anche in riferimento alle particolarità dei modelli processuali adottati e, successivamente, associate alla specificità del progetto tecnologico.

**Parole chiave:** anticipazione progettuale, progetto tecnologico, social resilience approach, space-feeling-action, systemic design.

## Contesto: resilienza, anticipazione, partecipazione e social ecology

### Definizione di resilienza

La parola resilienza, derivante dal latino classico *resilire*, fu usata per la prima volta in fisica per descrivere la capacità di un materiale di assorbire energia quando è deformato elasticamente e di rilasciarla una volta scaricato (Campbell, 2008). Successivamente è stato adottato anche dalla medicina e dalla psicologia per rappresentare la capacità dell'individuo di far fronte allo stress e alle avversità. Negli ultimi anni, anche a seguito dell'accelerazione dei cambiamenti ambientali, economici e sociali, il termine ha arricchito le proprie connotazioni di significato venendo progressivamente adottato da quasi tutte le discipline.

Nel campo degli studi urbani il concetto di resilienza è generalmente riferito al termine *flexibility*, a significare la capacità di una città e della sua comunità di riprendersi da cambiamenti improvvisi e strutturali. Alberti et al. (2003) definiscono il concetto di resilienza urbana «*the ability of cities to tolerate alteration*

*before reorganising around a new set of structures and processes*». La strategia internazionale delle Nazioni Unite per la riduzione dei disastri (UNISDR, 2009) interpreta la resilienza come «*ability of a system, community or society exposed to hazards to resist, absorb, accommodate to and recover from the effects of a hazard in a timely and efficient manner, including through the preservation and restoration of its essential basic structures and functions*». Un concetto simile è adottato dal Community and Regional Resilience Institute (CARRI)<sup>1</sup>, che definisce la resilienza «*capacity to anticipate risk, limit impact, and bounce back rapidly through survival, adaptability, evolution, and growth in the face of turbulent change*». Secondo questo gruppo di ricerca una comunità resiliente è in grado sia di aiutare, prevenire o minimizzare la perdita o il danno alla vita, alla proprietà e all'ambiente, sia di restituire rapidamente ai cittadini il lavoro, riaprire le imprese e ripristinare i servizi essenziali alla piena e rapida ripresa economica.

### Resilienza ed ecologia urbana

Quasi vent'anni orsono Adger (2000) evidenziava il nesso tra i concetti di resilienza sociale ed ecologica esplorandone i potenziali legami. Più recentemente Martini (2015) ha riferito la resilienza sociale a quella economica nell'intento di studiarne i possibili effetti sui processi di crescita della società e trarne indicazioni utili per la resilienza dei territori. Malcevski et al. (2017) individuano nell'ecosistema uno dei principali concetti chiave che alimenta il rapporto tra economia e territorio al quale è possibile riferire il concetto di resilienza dell'ambiente costruito. Generalmente usiamo le parole *ecosistema* ed *ecologia* in rapporto allo studio dei sistemi naturali, ma se trasponiamo tale concetto all'ambiente costruito troviamo nuove

## Project anticipation as a tool for built environment social resilience

**Abstract.** The researches of Adger (2000), Martini (2015) and Malcevski et al. (2017) suggest that there is an indissoluble relationship between society, territory and economy, factors which have reciprocal influence on each other in the creation of a specific ecosystem. The connection between these three elements feeds the built environment processes, predisposing its life cycle to various types of resilience. By analysing certain case studies, this paper aims to illustrate various forms of social resilience comforted by the anticipatory approach. The solutions proposed are presented together with details of the process models adopted and subsequently linked to different project and management methodologies which can be connected to the specifics of the technological project.

**Keywords:** project anticipation, technological project, social resilience approach, space-feeling-action, systemic design.

### Context: resilience, anticipation, participation and social ecology

#### Definition of resilience

The word *resilience*, which derives from the Latin '*resilire*' (rebound), was used for the first time in physics to describe the capacity of a given material to absorb energy when it is deformed elastically and to release that energy upon unloading (Campbell, 2008). It has since been adopted in the fields of medicine and psychology to represent the ability of an individual to deal with stress and adversity. In recent years, due also to the acceleration of environmental, economic and social change, its meaning has been progressively expanded and the term has now been adopted by almost all disciplines.

In the field of urban studies the concept of resilience is generally used in reference to the term *flexibility*, meaning the ability of a city and of its citizens

to recover from sudden and structural changes. Alberti et al. (2003) define the concept of urban resilience as: «*the ability of cities to tolerate alteration before reorganising around a new set of structures and processes*». The United Nations international strategy for disaster reduction (UNISDR, 2009) understands resilience to mean the: «*ability of a system, community or society exposed to hazards to resist, absorb, accommodate to and recover from the effects of a hazard in a timely and efficient manner, including through the preservation and restoration of its essential basic structures and functions*». A similar concept has been adopted by the Community and Regional Resilience Institute (CARRI)<sup>1</sup>, which defines resilience as the: «*capacity to anticipate risk, limit impact, and bounce back rapidly through survival, adaptability, evolution and growth in the face of tur-*

forme di ecologia che si generano dall'interazione tra la rete locale dei soggetti con il proprio territorio, come per esempio l'ecologia dell'ambiente creativo, l'ecologia del valore, l'ecologia dell'innovazione. Questi ultimi informano la progettazione e la costruzione del nostro ambiente di vita, coinvolgendo il territorio come mediatore di senso pratico e cognitivo delle azioni e delle strategie degli attori locali.

De Matteis (2006) definisce Sistema Locale Territoriale (SLoT) la rete di soggetti che, in funzione dei loro rapporti, e delle specificità del *milieu* locale, si comportano come soggetti collettivi che esprimono intenzionalità progettuali verso un possibile futuro. Un chiaro esempio di questo stretto legame tra cittadini e territorio è espresso da Gollmitzer and Murray (2008) che attribuiscono all'ambiente urbano un proprio ruolo creativo, tale da permettere ad alcune organizzazioni di co-evolvere insieme ad esso. In questo rapporto co-evolutivo si gioca gran parte della reattività che la resilienza, un po' come la temperatura nei processi termodinamici, rappresenta.

Il ruolo dell'ambiente urbano nel contrastare i cambiamenti climatici è stato recentemente sottolineato anche da Losasso et al. (2017), i quali affermano: «le città sono sia parte del problema sia della soluzione [...]. In esse i soggetti locali ed il territorio possono promuovere la riduzione delle emissioni e della vulnerabilità del territorio, nonché la cooperazione regionale e internazionale per la transizione verso un sistema economico sostenibile [e più resiliente ndr.]».

Se è quindi chiaro il ruolo dei soggetti locali e del contesto - nel nostro caso l'ambiente costruito - nel favorire i processi sociali in grado di attivare la capacità di resistere e/o di adattarsi al cambiamento, non è altrettanto evidente quali siano le implicazioni ope-

bulent change». According to this body of research a resilient community is able to prevent or minimize the loss or damage to life, property and the environment, to quickly help get citizens back to work, reopen businesses and restore essential services in order to achieve full and rapid economic recovery.

#### Resilience and urban ecology

Almost twenty years ago, Adger (2000) highlighted the link between the concepts of social and ecological resilience, exploring the potential ties. More recently Martini (2015) has connected social and economic resilience with the aim of studying the possible effects on the processes of societal growth and draws useful pointers for the resilience of territories. Malcevski et al. (2017) identify the ecosystem as one of the principal key concepts which feeds the relationship between economy

and territory and which may connect with the concept of built environment resilience. The words ecosystem and ecology are generally associated with the study of natural systems, but if this concept is transposed to the built environment, new forms of ecology are discovered which are generated by the interaction between an individual's local network and the territory, for example, the concepts of a creative ecology, value ecology or innovation ecology. These characterize the planning and construction of our living environment, including the territory as a practical and cognitive mediator of the local players' actions and strategies. De Matteis (2006) defines the Local Territorial System (SLoT) as the network of individuals who, in accordance with their relationships and the specifics of the local milieu, behave as a collective and express project aims towards a

possible future. O meglio, come sottolinea lo stesso Losasso et al. (2017), «è ancora ampio il divario tra la retorica del tema del cambio di paradigma e la capacità di offrire risposte sistemiche che vadano oltre il caso di progetti pilota». Secondo Losasso et al. (2017) risultano in particolare ancora poco organizzate:

1. la definizione di obiettivi di medio e lungo termine;
2. la promozione di pianificazione e sviluppo di iniziative di livello di comunità locale;
3. l'elaborazione di strumenti di prefigurazione dei risultati perseguibili.

**Anticipazione e resilienza** L'anticipazione progettuale rappresenta una forma di resilienza (Mussinelli e Tartaglia 2016), che attraverso il coinvolgimento e la partecipazione dei cittadini rende governabile l'ingovernabile, ossia l'evenienza (Fanzini and Rotaru, 2015). Conway (2008, as cited in Boyd et al., 2015) sostiene che la costruzione della resilienza inizia con l'anticipazione. In questo senso l'anticipazione progettuale rappresenta un potente strumento nelle mani della collettività in grado di rispondere alle esigenze enunciate da Losasso.

Con il termine anticipazione si intende un campo di studio sui futuri ben distinto dai tradizionali approcci previsionali di tipo forecast<sup>2</sup> e foresight<sup>3</sup>. Considerata uno strumento per governare il cambiamento (Godet, 1997), l'anticipazione punta all'azione per utilizzare consapevolmente il futuro nel presente (Miller, 2013). Lo strumento è la produzione di vision, ossia la rappresentazione di possibili orizzonti di senso per la collettività e delle relative strategie per avvicinarlo (Secchi, 2003 as cited in Mascarucci, 2004).

If the role of local individuals and the context are therefore clear - in our case, that of the built environment - the operational implications involved in supporting social processes able to activate the capacity to resist and/or adapt to change are not equally as evident. Or rather, as emphasised again by Losasso et al (2017): «the gap between the rhetoric of the subject of paradigm change and the ability to offer systemic responses which go beyond the pilot project stage is still wide». According to Losasso et al (2017) the following are still quite disorganised:

1. the definition of medium and long term objectives;
2. the promotion of plans and the development of initiatives at local community level;
3. the development of tools for prefiguring attainable results.



Poli definisce “Discipline of anticipation” (DOA) una scienza autonoma, con propri modelli e criteri di responsabilità, nonché proprie caratterizzazioni disciplinari. Per quanto riguarda le teorie che la compongono, la discussione è ancora in fase iniziale e tale da lasciare spazio alla più ampia esplorazione scientifica. Si distinguono però due questioni fondamentali: la futures literacy (capacità di decifrare e classificare i processi di creazione della conoscenza preventiva) e il riferimento ai metodi della complessità che condiziona l’uso del futuro nei processi di ottimizzazione della contingenza (Poli, 2013).

L’anticipazione è stata adottata in vari campi del sapere, ma in nessuno di essi si è mai proceduto alla raccolta sistematica dei risultati. Un primo tentativo si è avuto nel 2015 con la prima conferenza internazionale sulla “Project anticipation”, nell’ambito della quale, a partire dal concetto di simbiosi dinamica espresso da Girard (2014), è stato proposto il concetto di «space-feeling-action» (Fanzini et al., 2018) per rappresentare lo stretto rapporto tra la configurazione dello spazio e comportamenti umani che lo stesso Girard interpretava come la “vera sostenibilità”. In questo senso l’anticipazione si realizza nel momento in cui il futuro preferibile descritto dalle politiche perimetra la cornice di senso che, alla scala meso, canalizza strategicamente il cambiamento spontaneo e continuo della scala micro (novelty). L’innovazione, opportunamente incanalata, permette di riportare al presente il futuro desiderato dando forma concreta all’anticipazione.

Nello stesso anno della conferenza sulla Project anticipation Boyd et al. (2015) attribuivano alla pratica anticipatoria l’importante compito di sostenere gli individui nell’affrontare le sfide locali e globali. Ne emerge un interessante concetto di “*anticipatory governance*” basato su coinvolgimento, partecipazione e

#### Anticipation and resilience

Project anticipation represents a form of resilience (Mussinelli and Tartaglia, 2016) which, with the involvement and participation of citizens, renders the unmanageable manageable, that is to say, the control of eventualities (Fanzini and Rotaru, 2015). Conway (2008, as cited in Boyd et al., 2015) maintains that building resilience starts with anticipation. In this sense, project anticipation is a powerful tool in the hands of a community capable of responding to the demands set out by Losasso.

The term anticipation refers to a field of futures study which is very different from the traditional approaches such as forecasting<sup>2</sup> and foresight<sup>3</sup>. Seen as a tool to manage change (Godet, 1997), anticipation points to the action of consciously using the future in the present (Poli, 2011). The tool is the production of a vision, or rather the visualisation of

possible horizons for the community and the strategies required to achieve them (Secchi, 2003 in Mascarucci, 2004).

Poli defines the ‘Discipline of anticipation’ (DOA) as an autonomous science, with its own models and criteria of responsibility, as well as disciplinary characteristics. As far as the theories of which it is composed are concerned, the argument is still at an initial phase, enough to allow space for wider scientific exploration. There are, however, two distinct fundamental points: futures literacy (the ability to decipher and classify the creative processes of a preventive awareness) and reference within the methods to the complexity which conditions the use of the future in the optimisation of contingency (Poli, 2013).

Anticipation has been adopted in various fields of study but a systematic col-

lection of the results has never been done. An initial attempt was made in 2015 with the first international ‘Project anticipation’ conference, during which, beginning with the dynamic symbiosis idea expressed by Girard (2014), the concept of «space-feeling-action» was proposed (Fanzini et al., 2018). This concept illustrates the close relationship between the configuration of a space and human behaviour which Girard interprets as ‘true sustainability’. In this sense, anticipation is created at the moment when the preferred future described by policies, outlines the senses framework which, at the city scale, strategically orients spontaneous and continuous change happening at the micro scale (novelty). Appropriately channelled innovation allows the desired future to be brought to the present, giving a concrete shape to anticipation.

#### Built Environment and Social Resilience

Sfruttando l’analogia tra sistemi sociali ed ecologici, Lorenz (2010) individua tre componenti fondamentali della social resilience approach, che attraverso il concetto di ecosistema di Malcevski et al. (2017) richiamato in premessa possono estendersi all’ambiente costruito:

1. capacità adattiva intesa quale capacità di un sistema sociale di stabilire nuove relazioni strutturali che aiutino a garantirne la persistenza in caso di cambiamenti ampi e strutturali;
2. capacità di coping quale metodo per affrontare il fallimento in termini di significato delle aspettative d’azione, dando vita a nuove connessioni tra sistema e ambiente;
3. capacità partecipativa o di auto-organizzazione nell’affrontare situazioni mutevoli.

L’analisi di alcuni casi studio può far emergere il modo in cui le tre categorie possono riferirsi all’ambiente costruito, anche per quanto riguarda la natura delle pratiche anticipatorie utilizzate.

#### Capacità adattiva

Un’esperienza molto particolare associabile a questa prima capacità resiliente è quella praticata dagli abitanti del villaggio di Mamaia in Romania, un insediamento sulle rive del Mar Nero, che nei primi anni ‘60 si trasformò in una sorta di rifugio per intellettuali e famiglie benestanti desiderose di pace e tranquil-

The same year of the Project Anticipation conference, Boyd et al. (2015) attributed to anticipatory practices the important task of sustaining individuals when tackling local and global challenges. An interesting ‘anticipatory governance’ concept emerges, based on involvement, participation and adjustment to change, which the author interprets as the mechanism for building resilience using anticipatory systems theory. That is a governance which includes all the administration processes of a given territory and which is achieved through «nested and networked governance structures» (Boyd et al., 2015).

#### Built Environment and Social Resilience

Exploiting the analogy between social and ecological systems, Lorenz (2010) identifies three fundamental compo-

lità. L'insediamento, caratterizzato da una griglia relativamente regolare, con case prive di particolare valore architettonico, ma ben curate nel loro rapporto con l'ambiente (Ghenciulescu, 2007), fu completamente abbattuto dal dittatore Ceausescu. Con la caduta del comunismo gli abitanti originari decisero di tornare e ricostruire l'insediamento nelle sue forme originarie. Usando i resti delle fondazioni degli edifici abbattuti, e sfruttando la memoria storica dei cittadini, l'intervento di ricostruzione fu effettivamente realizzato, anche se con esiti formali alquanto discutibili.

Trattandosi di una iniziativa in parte spontanea risulta difficile ricondurre questo esempio ad una ben definita metodologia anticipatoria al di là della sua componente motivazionale fortemente orientata al futuro. Nel campo dei beni culturali questa spinta emotiva è piuttosto diffusa: i nuovi modelli di governance culturale sotti da recenti provvedimenti (tra cui la Convenzione di Faro) mirano infatti a favorire il formarsi di intenzioni collettive capaci di suscitare l'adesione attiva dei cittadini. Oltre all'esercizio previsionale per definire obiettivi e priorità in rapporto ai margini di azione e di manovra, questi nuovi modelli richiedono la capacità di attivare le energie latenti della popolazione, che costituiscono il viatico per perseguire la sostenibilità della tutela del patrimonio.

### Capacità di coping

Un esempio associabile a questo tipo di capacità è rappresentato dal progetto di Star Strategies & Architecture per il sito di ZAC Gare Ardoines a Vitry-sur Seine, nell'Île-de-France. In questo caso la domanda principale era quella di riuscire a gestire l'intervento governando «*an uncontrollable collection of forces and*

nents of the social resilience approach which, through the ecosystem concept of Malcevski et al. (2017) referred to in the introduction, can provide the built environment with:

1. Adaptive capacity, i.e. the ability of a social system to establish new structural relationships which help to guarantee continuance in the case of significant and structural change;
2. Coping mechanisms such as a method to tackle failure in terms of the meaning of expectations from actions, giving life to new connections between system and environment;
3. Participatory capacity or self-governance when facing uncertain situations (Folke et al., 2003 as cited in Lorenz 2010).

The analysis of certain case studies may see the emergence of a way in which the three categories may be connected to the built environment, with regard

also to the nature of the anticipatory practices employed.

#### Adaptive capacity

A very unusual experience which may be associated to this first capacity for resilience is that of the inhabitants of the Mamaia village in Romania, a settlement on the banks of the Black Sea which, in the early 60s, was transformed into a sort of refuge for intellectuals and wealthy families in search of peace and tranquillity. The settlement, which was laid out on a relatively regular grid with houses of no particular architectural value but which were well in keeping with the surroundings (Ghenciulescu, 2007), was completely demolished by the dictator Ceausescu. With the fall of communism the original inhabitants decided to return and rebuild the settlement in its previous form. Using the remains of the foundations of

*imposed changes in a pragmatic and flexible way without compromising the quality of the urban plan»<sup>4</sup>.*

Rifiutando l'opzione tabula rasa, gli architetti hanno adottato un principio d'azione basato sul riutilizzo e la reinterpretazione del tessuto esistente. Questa scelta ha reso l'intervento di ristrutturazione più sostenibile e praticabile, sia perchè è stato preservato il carattere originario dell'insediamento, sia perchè il cantiere si è sviluppato con un minore impatto.

Fedeli agli stessi principi, i progettisti hanno inoltre deciso di affrontare l'esposizione dell'area a particolari rischi di inondazione e di inquinamento, definendo soluzioni che potessero in qualche modo controllarne le conseguenze. Tutte le funzioni del piano terra sono state quindi ricollocate al di sopra del più alto livello di inondazione mai registratosi, mentre i piani inferiori, oltre ad accogliere i parcheggi, fungono da cassa di espansione per smaltire l'eccesso di acqua piovana. L'inserimento di tecnologie verdi ha migliorato la qualità ambientale degli spazi, ma anche la loro accessibilità, permettendo di superare i limiti dovuti alla presenza della ferrovia.

Dal punto di vista metodologico, il vero potenziale di questa esperienza risiede nell'approccio sistemico adottato. Una sorta di «*clever combination*» che, come specificano gli stessi progettisti, si attua «*creating a strong link between the different parts of the city, dealing with site adversities (flooding and pollution) by organizing green transition zones, harmonizing old and new and combining living and working, consumption and production*» (Star strategies & architecture). In questo senso la dimensione anticipatoria è rintracciabile nella capacità di prevedere e controllare le conseguenze di possibili accadimenti futuri attraverso un approccio progettuale creativo e lungimirante.

the demolished buildings and with the help of what the citizens could recollect, the reconstruction programme was successfully accomplished, though the results are somewhat questionable. When dealing with a partly spontaneous enterprise it is difficult to identify a well-defined anticipatory methodology, apart from the motivational component strongly directed towards the future. In the field of cultural heritage this emotional impulse is increasingly widespread: indeed the new cultural governance models upheld by recent measures (one example being the Faro Agreement) aim to support the formation of collective enterprises capable of motivating the active involvement of citizens. As well as the use of forecasting to define objectives and priorities in relation to the margins of action and manoeuvre, these new models require the capacity to activate the latent energy

of populations which defines the provisions necessary to pursue the sustainability of heritage protection.

#### Coping capacity

An example which can be associated with this type of capability is represented by the Star Strategies & Architecture project for the ZAC Gare Ardoines a Vitry-sur Seine site in Île-de-France. In this case the principal requirement was to be able to manage the operation while governing «an uncontrollable collection of forces and imposed changes in a pragmatic and flexible way without compromising the quality of the urban plan»<sup>4</sup>.

Rejecting the *tabula rasa* option, the architects adopted an action plan based on the reuse and reinterpretation of the existing material. This choice made the restructuring operation more sustainable and practicable, both because the



### Capacità partecipativa

Un chiaro caso di questa terza e ultima capacità resiliente è rintracciabile in alcuni interventi architettonici pensati per coinvolgere gli abitanti nella loro trasformazione evolutiva. Gli esempi in questione riguardano le mezze case progettate da Alejandro Aravena, la piattaforma digitale sviluppata dalla start-up francese HABX che permette al futuro abitante di modellare il suo alloggio e l'appartamento riconfigurabile proposto da Star strategies & architecture nell'ambito della competizione Grand Paris. Questo terzo esempio ha portato all'adozione di nuove forme di collaborazione tra pubblico e privato e alla evoluzione delle relative strumentazioni amministrative. Attraverso i programmi di alloggi partecipativi, per esempio, si sta promuovendo la ricerca in campo tipologico posizionando gli utenti al centro della produzione e della gestione del loro ambiente di vita (Bacqué et Vermeersch, 2007).

I progetti di edilizia abitativa partecipata sono incoraggiati dalle amministrazioni locali per rafforzare la coesione sociale e lo sviluppo urbano sostenibile e inclusivo. A Friburgo-Brisgau e Tübinga, per esempio, l'edilizia partecipativa ha supportato la trasformazione di ex siti militari in ecoquartieri esemplari (Bresson & Tummers, 2014). Il carattere anticipatorio di queste esperienze emerge dalla natura coordinata e collaborativa delle pratiche progettuali, la cui dimensione processuale alimenta gli stessi bisogni delle soluzioni progettuali che propone (Celi, 2015).

original character of the settlement was preserved and because the construction site was developed while affecting less the surroundings.

Maintaining these principles the planners also decided to tackle the vulnerability of the area to the specific risks of flooding and pollution, defining solutions which could in some way control the consequences. All ground level services were therefore relocated to above the highest flood levels ever recorded while the lower levels, as well as accommodating the car parks, also serve as an area for draining excess rain water. The inclusion of green technologies improved the quality of the surrounding spaces as well as their accessibility, allowing to overcome the limits imposed by the presence of the railway.

From the point of view of methodology, the real potential of this experience resides in the adoption of a systematic

approach. A sort of 'clever combination' which, as the planners themselves point out, creates a «strong link between the different parts of the city, dealing with site adversities (flooding and pollution) by organizing green transition zones, harmonizing old and new and combining living and working, consumption and production» (Star Strategies & Architecture). In this sense the anticipatory dimension can be clearly traced in the ability to forecast and control the consequences of possible future events through creativity and foresight.

#### Participatory capacity

A clear example of this third and final capacity for resilience can be seen in certain architectural interventions designed to involve the inhabitants in their evolutionary transformation. The examples in question are the half-houses designed by Alejandro Aravena,

### Conclusioni: dalle capacità resilienti a nuove categorie di resilienza riferite all'ambiente costruito

quelli più strutturati ed evoluti di ZAC Gare Ardoines a Vitry-sur Seine e Reinventing cities (Fig. 1). Attraverso la particolarità del modello processuale adottato permettono inoltre di stabilire connessioni con lo specifico disciplinare della Tecnologia dell'Architettura e con le questioni evidenziate da Losasso.

La prima declinazione, riferita alla capacità adattiva di Lorenz (2010) e rappresentata dal caso studio di Mamaia, fa leva sulle energie latenti di un determinato territorio per attivare la risposta a particolari situazioni di degrado o turbamento. La caratterizzazione di tali processi è assimilabile a certe esperienze di pianificazione spontanea descritte in letteratura, che in virtù degli obiettivi di transizione (adattamento) abbandonano la logica del disegno urbano onnicomprensivo per adottare pratiche incrementali basate sul principio della diversità, e dell'autorganizzazione (Cozzolino, 2015). Il caso studio analizzato, se da una parte dimostra la forza dirompente di tali processi, dall'altra ne mette in evidenza i limiti: l'adozione di un approccio anticipatorio mediato da quelle componenti di razionalità, economicità e funzionalità, che Schiaffonati (2017) definisce "ragioni del progetto", avrebbe probabilmente permesso il raggiungimento di risultati migliori sia sul piano formale che sostanziale.

La seconda declinazione, riferita alla capacità di coping e rappresentata dal progetto ZAC Gare Ardoines a Vitry-sur Seine, interpreta le avversità in senso autopoietico come stimoli e input per lo sviluppo di nuovi progetti. Questa seconda categoria tende

I casi studio analizzati illustrano diversi livelli di integrazione degli approcci anticipatori ai temi della resilienza, da quelli spontanei del villaggio di Mamaia, a

the digital platform developed by the French start-up HABX which allows the future inhabitants to shape their accommodation and the reconfigurable apartment proposed by Star Strategies & Architecture during the Grand Paris competition. This third example led to the adoption of new types of collaboration between the public and private sectors and the evolution of related administrative practices. Through the programmes of participatory accommodation, for example, research in the field is promoted, placing the users at the centre of the production and management of their living environment (Bacqué and Vermeersch, 2007).

Participatory housing projects are encouraged by local governments in order to strengthen social cohesion and sustainable and inclusive urban development. In Freiburg im Breisgau and Tübingen, for example, participatory

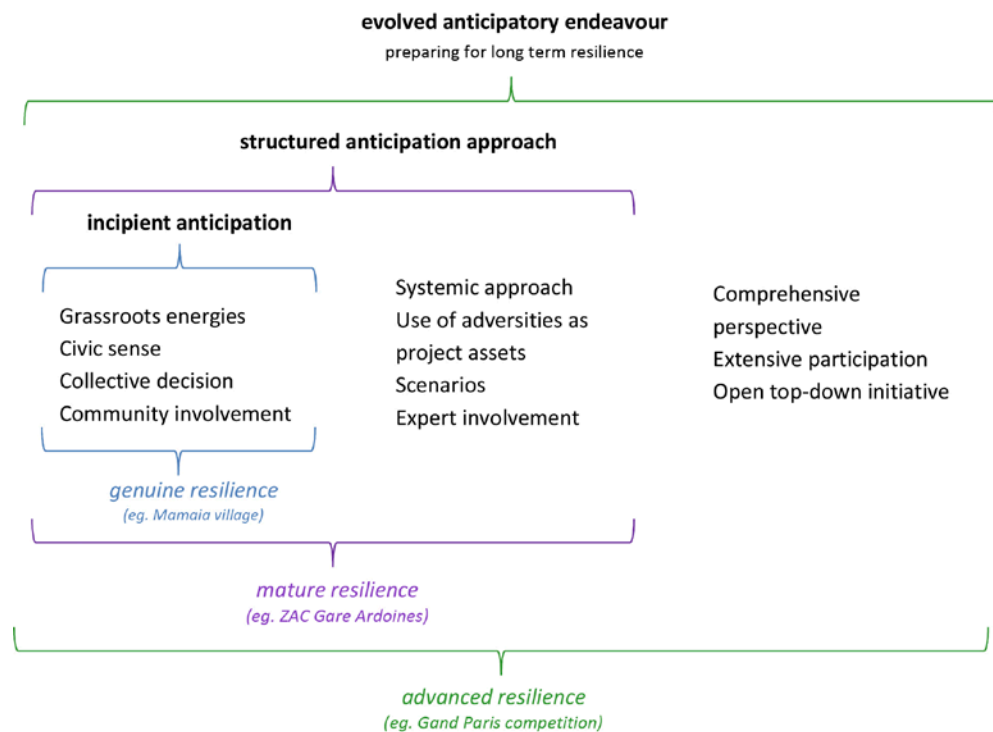
housing has resulted in the transformation of two ex-military sites into exemplary 'eco-neighbourhoods' (Bresson & Tummers, 2014). The anticipatory quality of these experiences emerges from the coordinated and collaborative nature of the planning policies, the procedural dimensions of which feed the same needs as the design solutions which are proposed (Celi, 2015).

#### Conclusions: from resilience capacity to new categories of resilience in the built environment

The case studies analysed illustrate the different levels of integration of anticipatory approaches into the themes of resilience, from the spontaneous kind in Mamaia village to the more structured and evolved examples of ZAC Gare Ardoines a Vitry-sur Seine and respectively the Reinventing Cities programme. The specifications of

01 | Il posizionamento delle varie esperienze a seconda del livello dell'approccio di anticipazione e del successivo grado di resilienza raggiunto o suscettibile di essere raggiunto

*The positioning of the various experiences depending on the level of the anticipatory approach and the subsequent degree of resilience attained or susceptible to be attained*



a valorizzare gli approcci anticipatori appartenenti al filone lungimiranza (Poli, 2013) rintracciabili in certe metodologie progettuali, come per esempio il design sistemico (Bistagnino, 2009). Anticipazione progettuale<sup>5</sup> e pensiero sistemico permettono di coniugare gli obiettivi di cambiamento alla prefigurazione dei risultati, dando via a forme di resilienza più efficaci nel preservare le caratteristiche del sistema.

La terza declinazione, riferita alla capacità partecipativa e rappresentata dalle realizzazioni di Alejandro Aravena e Star strategies & architecture, pone al centro i temi del coinvolgimento e della partecipazione come elementi qualificanti la funzione anticipatoria del progetto. In questo senso questa terza declinazione del concetto di resilienza supera in senso evolutivo la logica

del semplice mantenimento dello status quo per perseguire quel principio di “Benessere inclusivo” che rappresenta uno dei dieci assi fondamentali del Manifesto della green economy per l'architettura e la città del futuro promosso dalla Tecnologia dell'Architettura (Tucci, 2017).

I tre casi studio mostrano inoltre come l'adozione di approcci anticipatori nella configurazione e gestione dell'ambiente costruito consentano l'integrazione di dinamiche collettive e civiche nei processi decisionali di pianificazione urbana preparando il terreno all'innovazione.

the procedural model adopted also allow connections to be established with the specific discipline of Architectural Technology and the issues highlighted by Losasso.

The first variation, referring to the adaptive capacity of Lorenz (2010), is represented by the Mamaia case study which gains leverage from the latent energy of a certain territory and initiates a response to particular situations of degradation or turbulence. The description of these processes is comparable to certain spontaneous planning experiences described in studies which, in virtue of transition objectives (adapting), abandon the logic of the comprehensive urban plan and adopt incremental practices based on the principles of diversity and self-governance (Cozzolino, 2015). On the one hand the case study analysed demonstrates the disruptive force of these

processes, but on the other it highlights the limits: the adoption of an anticipatory approach mediated by those components of rationality, economy and functionality that are defined by Schiaffonati (2017) as 'project reasoning' would probably have meant that better results could be achieved on both the formal and substantive level.

The second group, coping mechanisms, can be seen in the ZAC Gare Ardoines a Vitry-sur Seine project which interprets adversity in an autopoietic way as a stimulus and input for the development of new projects. This second category tends to evaluate anticipatory approaches belonging to the forecasting line (Poli, 2013) as traceable in certain project methodologies like, for example, systemic design (Bistagnino, 2009). Project anticipation<sup>5</sup> and systemic thinking allow the targets for change to be combined with results prefiguring,

giving rise to forms of resilience which are more effective in the preservation of system features.

The third category, referring to participatory capacity, which can be seen in the achievements of Alejandro Aravena and Star Strategies & Architecture, places the themes of involvement and participation at the centre of the qualifying elements for the role of anticipation in the project. In this sense, this third division of the resilience concept surpasses, in an evolutionary way, the logic of simply maintaining the status quo in order to pursue the 'inclusive wellbeing' principle which is one of the ten fundamental pillars of the green economy manifesto for architecture and the city of the future promoted by Architectural Technology (Tucci, 2017).

Moreover, the analysis of these case studies shows that the adoption of an-

anticipatory approaches in the configuration and management of the built environment allows the integration of collective and civic dynamics in the urban planning decision-making processes, preparing the ground for innovation.

NOTES

1. <http://www.resilientus.org/about-us/definition-of-community-resilience.html>.
2. Forecast – past oriented predictive activity practiced through data analysis and the extrapolation of time series.
3. Foresight - explorative predictive activity practiced through scenery building and the development of strategies for action.
4. <http://st-ar.nl/zac-gare-ardoines-vitry-sur-seine-region-ile-de-france/>.
5. In this sense, the word project is intended as pre-reality, prediction and invention of possible futures.

## NOTE

1. <http://www.resilientus.org/about-us/definition-of-community-resilience.html>.
2. Forecast - attività previsiva di tipo past oriented praticata attraverso l'analisi di dati e l'estrapolazione di serie temporali.
3. Foresight - attività previsiva di tipo esplorativo praticata attraverso la scenaristica e l'elaborazione di strategie d'azione.
4. <http://st-ar.nl/zac-gare-ardoines-vitry-sur-seine-region-ile-de-france/>.
5. In questo senso la parola progetto è da intendersi come pre-realtà, previsione e invenzione di possibili futuri.

## REFERENCES

- Adger, W.N. (2000), "Social and ecological resilience: are they related?", *Progress in Urban Geography*, Vol. 24, No. 3, pp. 347-364.
- Alberti, M., Marzluff, J., Shulenberg, E., Bradley, G., Ryan, C. and Zumbrennen, C. (2003), "Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems", *BioScience*, Vol. 53, No. 12, pp. 1169-1179.
- Bacqué, M.H. and Vermeersch, S. (2007), *Changer la vie? Les classes moyennes et l'héritage*, Les Éditions de l'Atelier, Paris, FR.
- Bistagnino, L. (2009), *Design sistemico. Progettare la sostenibilità produttiva e ambientale*, Slow Food Editore, Bra (CN).
- Boyd, E., Nykvist, B., Borgström, S. and Stacewicz, I.A. (2015), "Anticipatory governance for social-ecological resilience", *Ambio* 44, Suppl 1, pp. S149-61.
- Bresson, S. and Tummers, L. (2014), "L'habitat participatif en Europe. Vers des politiques alternatives de développement urbain?", *Métropoles* [En ligne], Vol. 15, Available at: <http://metropoles.revues.org/4960> (accessed 20 november 2017).
- Campbell, F.C. (2008), "Elements of Metallurgy and Engineering Alloys", *ASM International*, p. 206.
- Celi, M. (2015), "Preliminary studies on advanced design", in Celi, M. (editor), *Advanced design cultures. Long term perspective and continuous innovation*, Springer.
- Conway, G. (2008), "The science of climate change in Africa: Impacts and adaptation", available at: <http://www.elsenburg.com/trd/globalwarm/downloads/science.pdf> (accessed 20 April, 2014).
- De Matteis, G. and Governa, F. (2006), "Il territorio nello sviluppo locale. Il contributo del modello SLoT", in De Matteis, G., Governa, F. (Eds.), *Territorialità, sviluppo locale, sostenibilità: il modello SLoT*, Franco Angeli, Milano.
- Cozzolino, S. (2015), "Il caso di Almere e la nuova sfida dell'urbanistica olandese", in Marzo, M., Fabian, L. (eds.), *La ricerca che cambia. Atti del primo convegno nazionale dei dottorati italiani di architettura*, LetteraVentidue Edizioni, Milano.
- Fanzini, D. and Rotaru, I. (2015), "Processi inclusivi e project anticipation per la rigenerazione delle città e dei territori", *Journal of Technology for Architecture and Environment*, Firenze University Press.
- Fanzini, D., Rotaru, I. and Bergamini, I. (2018), "Anticipation in Built Environment Design", in Poli, R. (Ed.), *Handbook of Anticipation*, Springer.
- Ghenciulescu, S. (2007) "Mamaia Sat. Revival and (re)destruction of a village at the Black Sea", *Arhitectura magazine*, Vol. 58.
- Girard, L.F., De Rosa, F. and Nocca, F. (2014), "Verso il piano strategico di una città storica: Viterbo", *BDC*, Vol. 14, No. 1, pp. 11-38.
- Godet, M. (1997), *Manuel de prospective stratégique. Une indiscipline intellectuelle*, Vol. 1, Dunod, Paris, FR.
- Gollmitzer, M. and Murray, C. (2008), *From economy to ecology: A policy framework for creative labour*, Ottawa, ON: Canadian Conference of the Arts, available at: <http://ccarts.ca/wp-content/uploads/2009/01/CREATIVEECONOMYentiredocument.pdf> (accessed 20 november 2017).
- Lorenz, D.F. (2010), "The diversity of resilience: contributions from a social science perspective", *Natural Hazards*, Vol. 67, pp. 7-24.
- Losasso, M., Davoli, P., Leone M. and Lorenzoni A. (2017), "Ambiente costruito e mitigazione climatica", in Antonini, E., Tucci, F. (Eds.), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Martini, B. (2015), "Resilienza economica e resilienza sociale. Esiste una relazione?", *Eyesreg, Giornale di Scienze Regionali*, Vol. 5, No. 1.
- Mascarucci, R. (2004) (Ed.), *Vision*, Meltemi, Roma.
- Miller, R., Poli, R. and Rossel, P. (2013), "The Discipline of Anticipation: Exploring Key Issues, UNESCO Foresight", *Bellagio Document 4: Working Paper 1*, version 09, May 2013.
- Mussinelli, E. and Tartaglia, A. (2016), "Environmental quality: design strategies and tools for anticipation", in Fanzini, D. (Ed.), *Project anticipation, when design shape futures in architecture and urban design*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), pp. 59-70.
- Malcevski, S., Mussinelli, E., Tartaglia, A. and Andreucci, M.B. (2017), "Tutela dell'ambiente e suolo agricolo, valorizzazione del capitale idrico e delle infrastrutture verdi", in Antonini, E., Tucci, F. (Eds.), *Architettura, città e territorio verso la green economy*, Edizioni ambiente, Milano, pp. 81-96.
- Poli, R. (2013), "L'anticipazione ed i suoi molti aspetti", in Arnali, S., Poli, R. (Eds.), *La previsione sociale*, Carocci Editore, Roma, pp. 37-52.
- Secchi, B. (2003), Progetti, visioni, scenari, *Planum The Journal of urbanism*, Vol. 2.
- Schiaffonati, F. (2017), "Per una centralità della figura dell'architetto", *Eco Web Town*, Vol. II, No. 16, pp. 17-23.
- Tucci, F. (2017), "Quale ruolo per la Tecnologia dell'architettura? Alcune riflessioni", in Perriccioli, M. (Ed.), *Pensiero tecnico e cultura del progetto: riflessioni sulla ricerca tecnologica in architettura*, Franco Angeli, Milano, pp. 105-112.
- United Nations, *UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction*, (2009), available at: [http://www.unisdr.org/preventionweb/files/7817\\_UNISDRTerminologyEnglish.pdf](http://www.unisdr.org/preventionweb/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf) (accessed 27 January 2018).

Emre Kishali<sup>a</sup>, Elisabetta Rosina<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Departimento dell'Architecture, Kocaeli University, Turchia

<sup>b</sup>Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

emre.kishali@kocaeli.edu.tr

elisabetta.rosina@polimi.it

**Abstract.** L'area di Fener - Balat è rappresentativa della vita sociale Ottomana del XIX secolo, in particolare delle tecniche costruttive e della vita di Istanbul. Nel XX secolo l'approccio conservativo influenzò l'area e i recenti provvedimenti per prevenire i disastri hanno impattato l'architettura storica. Si è considerato il criterio di resilienza urbana in questa zona, cominciando dal programma di riabilitazione. L'esito dell'analisi è che diversi portatori di interesse sono intervenuti non rispettosi del costruito storico, come riscontrato da indagini dirette nel contesto della resilienza, dopo l'attuazione della riabilitazione.

**Parole chiave:** Fener - Balat, conservazione, resilienza urbana, sostenibilità, monitoraggio.

## Introduzione

La realtà stratificata di Istanbul include diversi agglomerati storici e culturali che si rilevano attraverso la lettura della tessitura della città. Fener - Balat è una delle aree storiche che meglio rappresentano la vita sociale Ottomana del XIX secolo, le tecniche costruttive e il tessuto urbano. Con il principale scopo di favorire l'occidentalizzazione, in seguito alla carta di Tanzimat, lo schema urbano iniziò a cambiare per prevenire gli incendi, mediante la regolarizzazione delle strade e l'obbligo di costruire murature resistenti al fuoco. Contemporaneamente, le attività industriali modificarono il tessuto urbano; dopo gli anni '50 vennero a mancare la ricorrente manutenzione degli stabili e la salubrità dell'ambiente (Çelik, 1993).

Nei secoli XX e XXI, molti piani regolatori ebbero effetto sulla conservazione dell'area: il piano di Henry Proust (1938-1950), il progetto di ristrutturazione dell'area del Corno d'Oro (1984-1989), il programma di riabilitazione di Fener - Balat (2003-2007) e i recenti piani di trasformazione per il rinnovamento della città. L'articolo analizza il programma di riabilitazione di

Conservation issues in Fener - Balat region in the context of resilience

**Abstract.** Fener - Balat represents the 19th century Ottoman social way of life with particular construction techniques and urban life in Istanbul. In the 20th century, conservation approaches influenced the area and the recently there has been intervention in disaster prevention concerning architectural heritage. In this paper, a brief history and values have been elucidated. Urban resilience was intended in the historical area starting with a rehabilitation programme; however, various stakeholders display inconsistent scenarios on the historical built environment. As a methodology, the paper analyses major urban interventions influencing the area; in addition, monitoring after the Rehabilitation Programme via direct investigation on the neighbourhoods was discussed in the context of resilience.

**Keywords:** Fener - Balat, conservation, urban resilience, sustainability, monitoring.

Fener - Balat e i risultati dopo il 2008 rispetto ai seguenti criteri di resilienza: mantenere e sviluppare le diversità (a livello sociale, economico e culturale), valorizzare la conoscenza esperienziale (Colucci, 2012), diffondere la memoria e la consapevolezza di aver superato precedenti transizioni e quindi la valorizzazione del patrimonio culturale della comunità locale, sia materiale sia immateriale.

L'accertamento della resilienza costruttiva e dei sistemi sostenibili nell'ambiente sociale si basa su diversi principi: mantenere la diversità e la ridondanza, gestire la connettività, gestire variabili lente e programmare i feed back, prevedere sistemi adattativi complessi incoraggiando l'apprendimento, allargando la partecipazione e promuovendo sistemi di governo policentrici (Biggs et al., 2015). Questi principi costituiscono anche criteri di giudizio per valutare se l'area è stata conservata efficacemente. Il monitoraggio durato condotto tra il 2008 e il 2017 rivela che sono in atto tentativi di gentrificazione, quali la trasformazione del tessuto sociale, intense attività di vendita e di affitto, ristrutturazioni e ricostruzioni orientate alla speculazione economica.

L'articolo espone alcuni spunti dell'accesso dibattito degli ultimi nove anni sul livello di conservazione delle abitazioni di Fener - Balat raggiunto con il programma e i cambiamenti del tessuto sociale. Inoltre, il testo discute l'efficacia dell'intervento e rimarca come l'attuale legislazione ponga alcune sfide per la conservazione. Infatti, diversi interventi hanno influenzato la memoria dei distretti. I nuovi abitanti e i fruitori sono i principali protagonisti della ridefinizione della memoria mediante le pratiche attuali macro-legislative, usi e necessità globali. Nell'area storica, la resilienza urbana è stata considerata a partire dal program-

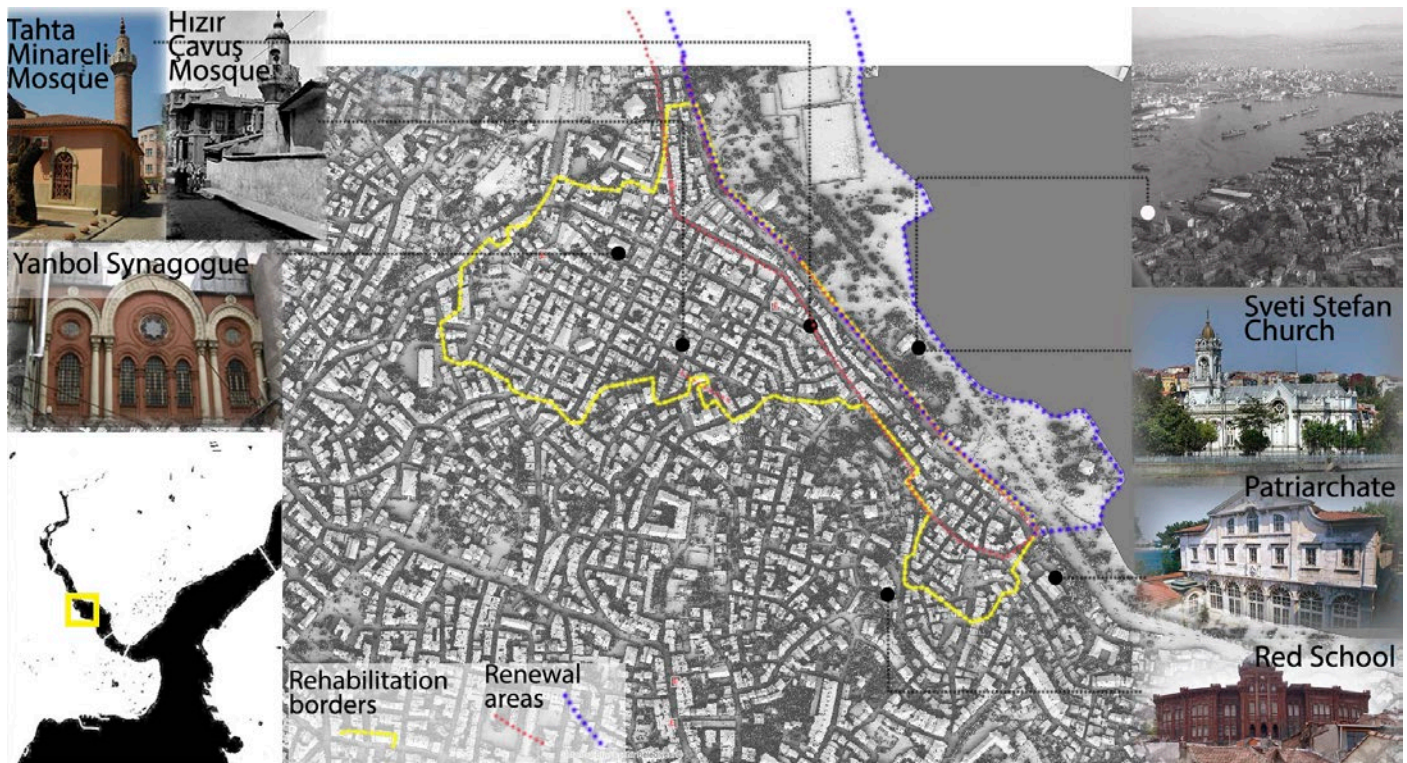
## Introduction

Multi-layered Istanbul includes various cultural and historical conglomerations perceived through architectural tissue. Fener - Balat is one of those historical areas representing 19th century Ottoman social life with particular construction techniques and urban fabric. Within the scope of westernization, after Tanzimat Charter, the urban pattern started to change to prevent fires via the regularization of streets and building compulsory fire resisting masonry walls. On the other hand, industrial activities influenced the social fabric and the area turned into a non-maintained, non-healthy environment after the 1950s (Çelik, 1993).

In the 20th and 21st centuries, many plans influenced the conservation of the area: Henry Proust Plan (1938-1950), Golden Horn Rearrangement Project (1984-1989), Fener - Balat Re-

habilitation Programme (2003-2007) and the recent urban transformation plans via renewal acts. The paper analyses the programme and its realization after 2008, and includes the resilience criteria of: keeping and developing diversities (at social, economic, cultural level), the valorization of the experiential knowledge (Colucci, 2012), the action for diffusing the memory and awareness of the positive overcoming of past transition, therefore the valorization of the community cultural heritage, both the material (historic districts, functions, etc.) and the immaterial.

The assessment of building resilience and sustainable systems in a social environment is based on several principles: maintaining diversity and redundancy, managing connectivity, managing slow variables and feedbacks, fostering complex adaptive systems thinking,



ma di riabilitazione; l'esito dell'analisi è che diversi portatori di interesse che hanno partecipato al programma sono intervenuti non conformemente al costruito storico, mediante ricostruzione, progetti di trasformazione urbana, abbandono, interventi inappropriati o restauri che non hanno tenuto in considerazione i valori sociali dell'area. L'obiettivo principale della ricerca è la definizione dei peculiari valori del patrimonio culturale di Fener - Balat, il confronto delle attività per la conservazione a partire dal 2008 e il monitoraggio delle trasformazioni dell'area dopo la realizzazione del programma.

encouraging learning, broadening participation, and promoting polycentric governance systems (Biggs et al., 2015). The aforesaid principles are also the follow-up of conservation critiques focusing on the area. Short-term monitoring between 2008 and 2017 reveals that gentrification attempts are present as transformation of social tissue, intense estate activities via sales or letting and restoration and reconstruction activate economic value. In the last 9 years, a discussion arose on the conservation level of dwellings in Fener - Balat, within the scope of changing social tissue. Within the expected results of the rehabilitation programme come challenges due to legislation and the effectiveness of the interventions. Specifically, various interventions have been affecting the memory of districts. New inhabitants and users are the major actors to re-

define the memory via contemporary macro legislative practices, uses and global needs. Urban resilience has been intended in the historical area starting with the rehabilitation programme; however, various stakeholders display inconsistent scenarios on the historical built environment. This is evident in the activity of reconstruction, urban transformation projects, neglect, improper physical interventions or restoration acts without considering the social values of the area. The main objective of the research is to define peculiar values of cultural heritage in Fener - Balat, to compare conservation activities starting from 2008 and to monitor the transformation after the programme.

#### A View of Fener - Balat in the Context of Resilience

In the context of dynamic environment, the expression and comprehension of

#### Fener - Balat nella prospettiva della resilienza

importanza metodologica significativa per le scelte da operare su cosa conservare, tenendo in considerazione i numerosi interessi in gioco, come già definito da De la Torre del Getty Conservation Institute quindici/sedici anni fa (De la Torre, 2002) Nei paragrafi successivi si menzionano i valori e i punti critici dell'area e si valuta la presenza di resilienza nel passato.

values, display significant methodology importance about what to conserve, how to conserve the cultural properties, where to set priorities within various interests, as the Getty Conservation Institute (De la Torre, 2002) established 15 years ago. In this respect, the values were mentioned due to their articulation with urban fabric and its resilience: in fact, critical points in the history of neighbourhoods were analysed to assess the presence of resilience.

#### The Values of Fener - Balat

The current urban fabric of Fener - Balat dated back to 1880 when a fire devastated the area. Before the 19<sup>th</sup> century, fishery and port management were the major activities of the site (Akin, 2016). Regulations about urban planning and construction activities between 1848 and 1882 indicated masonry residential buildings spread around the capital

Nel contesto di un ambiente dinamico, l'espressione e comprensione dei valori mostra una importanza metodologica significativa per le scelte da operare su cosa conservare, tenendo in considerazione i numerosi interessi in gioco, come già definito da De la Torre del Getty Conservation Institute quindici/sedici anni fa (De la Torre, 2002) Nei paragrafi successivi si menzionano i valori e i punti critici dell'area e si valuta la presenza di resilienza nel passato. city and also in Fener - Balat (Çelik, 1993). In Fener - Balat, the window frames and openings, oriels, iron ties, construction techniques (connection between floor arches and timber floor, floors and load bearing masonry) are the most significant features of the building stocks. The ornaments, decoration of façades, jetties of housings and row housing techniques are still in the site (Fig. 2 and 3) and they are unique 19<sup>th</sup> century Ottoman typology in the urban footprint.

Intangible values embodied in monuments and places give spiritual identity for the cultural groups (Burra Charter). Religious, spiritual and inspirational are closely related when cultural values are considered, despite all religious values not being spiritual for different cultural groups (Worthing and Bond, 2016). Considering that the religious buildings belong to various cultural



02 | Resti delle mura cittadine di Costantinopoli al 2017, archivio personale, foto di Emre Kishali

*Remains of the city wall from Constantinople in 2017, personal archive, photo by Emre Kishali*

03 | Case a schiera del XIX secolo e struttura urbana, archivio personale, foto di Emre Kishali

*19th century row housings and urban pattern, personal archive, photo by Emre Kishali*

## I valori di Fener - Balat

Fener - Balat fu riedificato dopo l'incendio del 1880 che devastò l'area. Prima del XIX secolo le principali attività furono la pesca e la gestione del porto (Akın, 2016). Tra il 1848 e il 1882 entrarono in vigore i piani regolatori e nella capitale si diffuse la costruzione in muratura piena per gli edifici residenziali, incluso a Fener - Balat (Çelik, 1993); le caratteristiche tipologiche riguardavano le aperture, i serramenti, verande, l'uso di catene e tiranti metallici, la connessione tra solai a voltini e impalcati in legno, tra solaio e muratura portante. Le decorazioni delle facciate, le tecniche costruttive degli aggetti e delle case a schiera sono tuttora presenti (Fig. 2 e 3) e rimangono tipologie Ottomane del XIX secolo uniche nella struttura urbana della città. I valori intangibili di cui sono intessuti monumenti e luoghi contribuiscono a dare una identità spirituale ai gruppi culturali (Burra Charter). Si possono considerare i valori culturali, quelli religiosi, spirituali e ispirazionali strettamente correlati (Worthing and Bond, 2016). A Fener - Balat gli edifici religiosi appartengono a diversi gruppi culturali, pertanto la ricchezza spirituale e i suoi effetti sulla produzione architettonica mostrano l'unicità delle diversità multiculturali che vivevano nell'area. Dopo l'insediamento del Patriarcato Greco in Hagios Georgios a Fener, il Patriarcato ecumenico di Costantinopoli ha continuato a rimanere il riferimento dei cristiani ortodossi fino ad oggi. La chiesa Bulgara di Sveti Stefan (1898), con la sua struttura in acciaio e la copertura in lastre di ferro, è un'altra architettura religiosa di valore nella parte costiera di Fener. Balat è stata principalmente un quartiere ebraico e furono costruite diverse sinagoghe. Ad oggi, solo due sono attive: le sinagoghe di Balat Ahrida e Balat Yanbol. Infine, le moschee di Tahta Minareli (Timber Minaret) (1458), Hz. Cabir (XV secolo),

groups in Fener - Balat, spiritual richness and its reflection on architectural production display the uniqueness of multicultural diversity in the area.

After the establishment of the seat of the Greek Patriarchy in the Hagios Georgios Church, the Ecumenical Patriarchate of Constantinople is still in Fener serving Orthodox Christians. Sveti Stefan Bulgarian Church (1898), with a steel structure and an iron sheet roof is another religious architectural value on the coastal part of Fener. Balat was mainly a Jewish quarter and various synagogues were constructed. Today, there are only two active sanctuaries in the area: Balat Ahrida and Balat Yanbol Synagogues. Finally, Tahta Minareli (Timber Minaret) Mosque (1458), Hz. Cabir Mosque (15th century), Ferruh Kethüda Mosque (1562), Hızır Çavuş Mosque (burnt down in 1854, rebuilt with reinforced concrete)

are the worship places for Muslims. It is obvious that various religious groups were lodged in Fener - Balat regions, the religious values of each cultural group were shaped in the architectural form which is still noticeable.

On the other hand, the inhabitants of the neighbourhood started to change in the 19<sup>th</sup> century. Some prominent families of Fener moved to the villages along the Bosphorus and to the bourgeois neighbourhoods. In the meantime, fishing and port management activities started to decrease. Following the earthquake in 1894 and a series of fires, rich Balat inhabitants moved to Galata. In the 20<sup>th</sup> century, the most influential migration occurred after the establishment of the state of Israel; one fourth of the Balat population left the neighbourhood. As a result, the region became an important destination for new immigrants because of good job



Ferruh Kethüda (1562), Hızır Çavuş sono i luoghi di culto musulmani. È evidente che i diversi gruppi religiosi abitanti in Fener - Balat hanno modellato le forme dell'architettura con il valore religioso di ogni gruppo culturale e rimangono esempi di architetture religiose tuttora notevoli.

Nel XIX secolo, la provenienza degli abitanti ha iniziato a cambiare: alcune importanti famiglie di Fener si spostarono lungo il Bosforo e nei quartieri borghesi di Istanbul. Contemporaneamente, la pesca e le attività connesse alla gestione del porto iniziarono a scemare. A seguito del terremoto del 1894 e una serie di incendi, gli abitanti più abbienti di Balat si spostarono a Ga-

prospects and low rents. In the 1990s the lower income immigrants from Anatolia started to settle down in Balat. With these newcomers, the neighbourhood witnessed a significant transformation in its social structure. The same occurred to Fener, mainly Greek inhabitants left at that time. After this, new inhabitants, who came from Anatolia, started to settle in the area in large numbers. The area maintained the principles in terms of diversity, establishing social connectivity and adaptive systems via combinations of various social and cultural groups until the 1950s but afterwards diversity and connectivity disappeared (Akın, 2016).

### Critical points on conservation in 20<sup>th</sup> century

In the 20<sup>th</sup> century, two important urban refurbishments influenced the conservation and continuity of archi-

tectural tissue of Fener - Balat. In 1937 Henri Prost submitted a masterplan that included functional zones, enhancing the themes of urban beautification and strong transportation networks (Akpınar, 2010; Bilsel 2011). In Istanbul the plan stated the conservation of monuments and urban properties (monuments, Bosphorus, Golden Horn etc.), the widening of existing roads, development and beautification of old buildings, design/maintenance of green areas in sun radiated urban neighbourhoods, identification of functional zones in accordance with the economic and hygienic scopes for city-dwellers (Akın, 1994). The plan impacted the region in terms of development of new industrial activities along the coast of Golden Horn. Warehouses, industrial facilities and storage spaces residing on the coastal road, that was the connection of district with sea,

lata. Nel XX secolo, dopo la formazione dello stato di Israele ci fu la più numerosa migrazione di ebrei: un quarto della popolazione di Balat lasciò l'area. Il risultato fu che la zona divenne una meta per nuovi immigranti, per le buone prospettive di lavoro e gli affitti economici. Negli anni '90 numerosi immigranti con basso reddito iniziarono a trasferirsi a Balat dall'Anatolia. Con i nuovi venuti, la struttura sociale subì un significativo cambiamento. Lo stesso accadde a Fener, dove furono principalmente i residenti greci a lasciare il quartiere, sostituiti da numerosi immigranti provenienti dall'Anatolia. Fino agli anni '50 l'area mantenne le diversità, si instaurarono sistemi di connettività sociale e di adattamento mediante la combinazione di gruppi sociali e culturali diversi, ma successivamente le diversità e la connettività scomparve (Akın, 2016).

### **Problematiche della conservazione di Fener - Balat nel XX secolo**

Nel XX secolo, due importanti ristrutturazioni urbane ebbero effetti sulla conservazione e sulla continuità del tessuto architettonico di Fener Balat. Il piano regolatore di Henri Prost (approvato nel 1937) prevedeva uno zoning funzionale di Istanbul che mirava a sviluppare la rete dei trasporti e a migliorare le condizioni di vita degli abitanti (Akpınar, 2010; Bilsel, 2011). Il piano enfatizzava la conservazione del costruito storico monumentale e delle parti pubbliche (il Bosforo, il Corno d'Oro, i monumenti, ecc.), l'allargamento delle strade esistenti, la sistemazione (anche estetica) degli edifici meno recenti, il progetto e la progettazione di aree verdi con una struttura radiocentrica, l'identificazione della destinazione d'uso delle diverse zone secondo il piano di sviluppo economico ed igienico della città (Akın, 1994). Il piano

were cut off, sea activities were transformed and the air pollution issue raised (Bilsel 2011; Turgut and Sismanyazici, 2011). While the plan did not change the urban fabric; nevertheless, the decision of transforming the Golden Horn into an industrial zone resulted in active commerce, water-air pollution and the increase of migrants. In the late 20<sup>th</sup> century, the Golden Horn Coastal Rearrangement Project started after the assessment that industrialization, environmental pollution and insufficient living conditions were dominating city life. The removal of industries was the main scope; in 1980s, it led to the clean-up of the coastal areas of the Golden Horn (Dinler, 2013). As a result, commercial activities in the area started to decline due to the transformation in the shores of the Golden Horn. These developments impacted on commercial buildings of Fener -

Balat districts; they were closed and people employed in commerce left the area.

### **Attempts for resilience: Fener - Balat Rehabilitation Programme**

The Rehabilitation of Fener and Balat Programme (2003-2008) was the first project of rehabilitation of the inner cities in Turkey. It was funded by the European Commission and implemented the partnership with Fatih Municipality, the beneficiary. The project was seen as promoting social restoration as well as a project to improve urban resilience, including building rehabilitation, assisting in improving the conditions and creating workable solutions for housing in the inner cities. The project included several phases of differing contents. (Altınsay and Ünlü, 2003). In the first phase, 80 buildings were chosen for the rehabilitation, with a par-

ebbe forti impatti sulla regione, come lo sviluppo di nuove attività industriali lungo la costa del Corno d'Oro e si realizzarono magazzini, costruzioni industriali e depositi lungo la strada costiera. Le costruzioni comportarono l'eliminazione della strada lungo la costa, che costituiva la principale connessione del quartiere con il mare. Le vecchie attività vennero trasformate e l'inquinamento raggiunse livelli elevati (Bilsel 2011; Turgut and Sismanyazici, 2011). Il Piano non modificò il tessuto urbano; tuttavia la decisione di trasformare il Corno d'Oro in una zona industriale ebbe il risultato di incrementare anche le attività commerciali e aumentò il numero di migranti. Negli anni '80 fu approvato il progetto di ristrutturazione della zona costiera del Corno d'Oro, in base alla valutazione che l'industrializzazione, l'inquinamento, le condizioni di vita non soddisfacenti erano predominanti nella città. Il trasferimento delle industrie fu il principale scopo del piano proposto, che portò alla pulizia delle aree costiere del Corno d'Oro (Dinler, 2013). Uno dei risultati fu il declino delle attività commerciali. Questi sviluppi ebbero effetto anche sugli edifici commerciali dei quartieri di Fener-Balat; molti negozi chiusero e chi ci lavorava si trasferì.

### **Tentativi di resilienza: il programma di riabilitazione di Fener Balat**

Il programma di riabilitazione di Fener - Balat (2003-2008) fu il primo dei progetti di riabilitazione per le città dell'interno della Turchia. Fu sovvenzionato dalla Commissione Europea e fu implementata la partecipazione del comune di Fatih (il comune di Fener-Balat, parte del comune metropolitano di Istanbul), il beneficiario. Il programma prevedeva la promozione della riabilitazione sociale dell'area e il mi-

ticular concern for their location. Only 26 property owners authorized the restoration and signed the agreement. Therefore, external repairs and restoration of their houses were realized in the first phase. The second phase pertained to 74 buildings including houses, shops in Balat Market and buildings that became social centres. The third phase included the restoration of 21 residential buildings. At the end, 121 buildings were restored and strengthened against seismic risk. Moreover, the project relies on social rehabilitation with the functions of nursery, education and a center for mothers and children (Akın, 2016).

The primary goals of Fener - Balat Rehabilitation Programme has been the participative conservation and the development of the area via sustainable urban rehabilitation, by improving the local authority's technical capacity and

awareness of conservation. The publication of the results generated impacts of the Rehabilitation Programme on other historical areas (Fatih Municipality, 2017). In 2003, the Turkish Commission Representative of the European Union defined the expected results of the project as follows

- restoration of around 200 historical buildings;
- establishment of a social centre;
- establishment of a waste management strategy of solid waste;
- improvement of Balat Market;
- revitalisation of Fener and Balat Districts with improvements of the economic and social life of the inhabitants of Fener and Balat.

The important aspect of the programme is to keep the residents inside the building during the restoration works and 5 years after the accomplishment of the interventions (Altınsay



gioramento della resilienza urbana, includendo quello delle condizioni degli edifici e doveva porsi come riferimento per creare soluzioni praticabili per le città del centro della Turchia. Il progetto includeva diverse fasi con contenuti differenti (Altınsay and Ünlü, 2003). Nella prima fase furono scelti 80 edifici, prestando particolare attenzione alla loro ubicazione. Solo 26 proprietari autorizzarono il restauro e firmarono l'accordo. Nella seconda fase, l'intervento riguardò 74 edifici, incluse abitazioni, negozi nel Mercato di Balat e gli edifici che erano stati scelti per diventare centri sociali. Nella terza fase furono restaurati 21 edifici residenziali. In totale gli interventi si estesero a 121 edifici, che vennero restaurati e adeguati sismicamente. Inoltre, per raggiungere l'obiettivo di riabilitazione sociale, il progetto si basava anche sulla realizzazione di un asilo nido e un centro di istruzione per madri e bambini (Akin, 2016). Lo scopo principale del programma è stata la conservazione partecipata e lo sviluppo dell'area mediante la riabilitazione sostenibile, ottenuta con il miglioramento della consapevolezza e conoscenze di conservazione dei tecnici comunali locali. La diffusione dei risultati ha generato altri programmi di riabilitazione su altre aree storiche (Fatih Municipality, 2017). Nel 2003, la Commissione UE Turca aveva definito i risultati attesi del progetto come segue:

- restauro di circa 200 edifici storici;
- fondazione di un centro sociale;
- creazione di una strategia di gestione dei rifiuti solidi;
- implementazione del mercato di Balat;
- rivitalizzazione dei distretti di Fener e Balat con il miglioramento della vita economica e sociale degli abitanti di Fener e Balat.

L'aspetto importante del programma è il mantenere i residenti

and Ünlü, 2003; Aysev Deneç, 2014). In this way, broadening participation, and promoting polycentric governance systems had the aim of providing feedback and handling the prospective challenges.

#### **Monitoring after Fener - Balat programme: challenges**

The Law No. 5366 passed in June 2005 (Preservation by Renovation and Utilisation by Revitalisation of Deteriorated Immovable Historical and Cultural Properties) has the aim of maintaining and conserving by renewing the sites within the boundaries of urban conservation areas, as neglect is the major threat for the conservation of area. Moreover, the Act on Disaster Prevention (no. 6306) passed in 2012, aims at the cities that are in the first degree, such as an earthquake region. With the issuing of Law (No. 5366) and later Law

(No.6306), Fatih Municipality started some urban transformation projects of the region by Ayvansaray Urban Renewal Project. The objective of the projects was the urban renewal of 909 lots with 370 buildings and the interventions on the coastline of Ayvansaray, including the few lots rehabilitated under Fener - Balat Programme.

The City Council of Fatih Municipality approved the preliminary renewal projects in 2009, and critiques on these were discussed in various research papers (Aysev Deneç, 2014; Dinler, 2013; Turgut and Sismanyazici, 2011). In March 2014, İstanbul First Administrative Court cancelled 1/5000 scaled Conservation Master Plan of Fener - Balat Ayvansaray Urban Renewal Project. The final decision of the court was to favour the neighbourhood association and declared that Fener - Balat was no longer a renewal area. However, the

all'interno degli edifici durante il restauro e per cinque anni dopo il termine degli interventi (Altınsay and Ünlü, 2003; Aysev Deneç, 2014). In questo modo, ampliando la partecipazione, la promozione di sistemi di governance policentrici ha avuto lo scopo di generare riscontri e gestire le sfide dovute ai cambiamenti di prospettiva.

#### **Il monitoraggio dopo il programma di riabilitazione Fener - Balat: le sfide**

La legge No. 5366/2005 (Preservation by Renovation and Utilisation by Revitalisation of Deteriorated Immovable Historical and Cultural Properties) ha lo scopo di mantenere e conservare le aree storiche della città grazie al loro rinnovamento entro i limiti degli interventi ammissibili, poiché l'abbandono è la minaccia principale per la loro conservazione. Inoltre, il decreto Disaster Prevention (no. 6306) del 2012 mira alla protezione delle città soggette ad elevato rischio sismico della regione. Con l'emanazione delle leggi No. 5366 e No.6306, il Comune di Fatih ha iniziato alcuni progetti per la trasformazione urbana della regione, tra cui il progetto di rinnovamento urbano di Ayvansaray. I progetti individuano 909 lotti con 370 edifici, gli interventi sono localizzati sulla costa di Ayvansaray e includono pochi lotti riabilitati nel programma di Fener - Balat. La giunta comunale di Fatih ha approvato i progetti preliminary nel 2009: diverse ricerche espongono le critiche sopraggiunte (Aysev Deneç, 2014; Dinler, 2013; Turgut and Sismanyazici, 2011). Nel 2014, la prima corte di diritto amministrativo di İstanbul ha rifiutato il progetto del masterplan, in scala 1/5000, sulla conservazione di Fener - Balat e rinnovamento urbano di Ayvansaray. La decisione finale della corte è stata di avvantaggiare l'associazione del quartiere e di dichiarare che

Mayor of Fatih Municipality applied for its cancellation, thus the decision was reversed on 2 April 2015. A concept plan with slight changes was approved by İstanbul 1st Cultural and Natural Heritage Regional Preservation Board of Renewal Areas. Through this development, the governance system became unplanned and undefined for conservation and resilience, because of the lack of the participation of communities.

#### **Discussion and Conclusion**

Considering the historical layers of Fener - Balat, the rehabilitation programme was a successful attempt in the conservation of an historical area in the matter of establishing urban resilience prioritizing social, cultural, economic and environmental values, according to the current definition of economic values of cultural heritage<sup>1</sup>.

Direct investigation reveals that the international conservation acts and rehabilitated buildings give the feeling of real architectural and urban value. The programme grew as participative conservation through the inclusion of Fatih Municipality, local architects, EU initiatives, non-governmental organisations, ICOMOS, users, inhabitants, international technical experts etc. This unique and cross-disciplinary programme in Turkey is an initiative of the methodology that should be maintained in future intervention. However, some critical points in terms of renewing methodology and adjusting the economic value of heritage, without considering other values, were observed as the main tools of planning instead of establishing resilient neighbourhoods. The post-programme experiences display that the pressure on cultural heritage was intensified



Fener - Balat non è più un'area soggetta a rinnovamento. Il sindaco del comune di Fatih ha fatto ricorso contro la sentenza, che è stata cambiata il 2 aprile 2015. Un nuovo masterplan con poche variazioni è stato approvato dal Primo Comitato per la Conservazione del Patrimonio Culturale. Con questo sviluppo delle vicende giudiziarie, il sistema di governance si è trasformato in una indefinita e non pianificata gestione della conservazione e resilienza a causa della mancanza di partecipazione delle comunità.

**Discussione e conclusione** Considerando la stratificazione storica di Fener - Balat, il programma di riabilitazione ha avuto successo come tentativo di conservare l'area storica e ha permesso di accertare la presenza di resilienza urbana stabilendo le priorità sociali, i valori culturali, economici ed ambientali secondo la definizione dei valori economici del patrimonio culturale accettata a livello europeo<sup>1</sup>. Indagini dirette rivelano che la conservazione e la riabilitazione degli edifici hanno restituito la sensazione di un particolare valore dell'architettura e della città. Il programma ha accresciuto la partecipazione alle attività di conservazione grazie all'inclusione dei tecnici comunali di Fatih, i professionisti locali, le iniziative promosse da UE, le organizzazioni non governative, la partecipazione di esperti nazionali e internazionali, dei fruitori e abitanti. Questo programma, unico in Turchia, è una metodologia innovativa che dovrebbe essere applicata nei futuri interventi. Tuttavia, si osservano alcune criticità nel metodo di rinnovamento degli edifici e nel ruolo attribuito al valore economico del patrimonio storico, senza tenerne in considerazione altri quali l'utilizzo dei principali strumenti di pianificazione invece di sostenere la resilienza dei quartieri. Le esperienze successive mostrano

che la pressione sul patrimonio culturale si è intensificata con nuove costruzioni e ristrutturazioni. Il monitoraggio successivo al 2008 mostra tentativi di gentrificazione in atto: mantenere i residenti per cinque anni non è sufficiente ad assicurare la sostenibilità sociale negli edifici riabilitati. Una intensa attività di affitto o vendita (post programma) ha causato la sostituzione degli abitanti e dell'uso, oltre all'incremento del valore economico. Nonostante il coinvolgimento dei vecchi residenti nel programma, l'aumento del valore di mercato degli immobili e i recenti tentativi di rinnovamento hanno condotto al decremento del senso di appartenenza e della fruizione dinamica. Il nuovo assetto fisico di Fener - Balat sta per costituire una nuova memoria urbana con differenti fruitori e progetti. Gli edifici monumentali di culto dei Greci ortodossi, degli Armeni, della comunità ebraica sono ancora lì, e creano un ambiente diversificato e multiculturale ma il programma non ha previsto interventi per la loro conservazione. Infine, la continuità delle esperienze tecniche, scientifiche e sociali generata non è stata diffusa adeguatamente. Nonostante siano stati molti i ricercatori e scienziati che hanno lavorato sulla conservazione dell'area, la conoscenza completa degli interventi non è stata pubblicata e resa nota. All'inizio del XXI secolo i quartieri erano quasi resilienti; al contrario ora un nuovo tessuto sociale ha sostituito i vecchi residenti, effettuando ristrutturazioni non pianificate (Fig 4). Degradamento e anomalie sono aumentati

by building stock and the restoration activities. Therefore, return on investment and the real estate market indicate the demand for heritage without concerning educational, social and cultural issues. Monitoring after 2008 reveals that gentrification attempts can be observed: keeping the same residents for 5 years is not enough for the social sustainability of the rehabilitated buildings. Intense estate activities via sales, letting or other (not under the programme) enable the change of inhabitants, use and economic value. Despite the involvement of the old residents in the programme, increasing stock market values and new renewal attempts led to decrease in the sense of belonging and dynamic user profiles. The worship and monumental buildings of orthodox Greek, Armenian and Jewish community still

stand there which create diversity and a multi-cultural environment. On the contrary, their conservation plans were not included in the programme. Finally, the continuity of technical, scientific and social experience deduced from the programme was not adequately communicated. Despite the various researchers and scientists working on the conservation of the area, the holistic knowledge of the intervention was not published and acknowledged. Consequently, the new physical pattern of Fener - Balat encounters the threat of having a brand new urban memory with different users and afore said projects. In the 21<sup>st</sup> century, the region was seen as a resilient neighbourhood; on the contrary, at present, new social tissue via gentrification, changes the occupants and results in unplanned restorations (Fig 4).

Degradation and building pathology anomalies have increased in both rehabilitated and vacant buildings. Buildings without restoration remained in poor condition and indicate that the maintenance plan is not sufficient. Some buildings having historic and architectural value did not go under repair; therefore, damage could be critical and in some cases dangerous for the buildings themselves and the surrounding ones. Moreover, new policies for managing the area, after the internationally funded programme, represent controversial acts with regard to the resilience and participative conservation. Some monitored cases are considered to be serving as non-governmental organizations; some are planned to remain residential, nevertheless, they are waiting for new owners via sale or letting (Fig. 7).

At national scale, Law 5366 encompasses the area with urban renewal proposals along the coastline including urban lots in order to provide a safer and healthier urban neighbourhood. However, the existing historical, urban and social tissue are constantly ignored; the planned intervention is against the rehabilitation programme and international conservation philosophy. Therefore, resilience strategies need to be organised in the area without prioritizing only economic value for urban resilience with conservation acts. On the other hand, the link between gentrification and resilience can be evaluated as a method of rethinking urban planning to reduce the distinctive borders between social classes. The peculiarity of the gentrification process and resilience attempts by projects, communities or entrepreneurs in Fener - Balat would provide the opportunities

05 | Edifici vuoti nel 2017, archivio personale, foto di Parviz Kurbanov  
*Vacant buildings in 2017, personal archive, photo by Parviz Kurbanov*

06 | Interventi di restauro in corso nel 2016, non rispettosi dell'autenticità degli edifici, archivio personale, foto di Emre Kishali  
*Current restoration interventions on buildings in 2016, without respecting the authenticity of the buildings, personal archive, photos by Emre Kishali*

07 | Edifici riabilitati in vendita e in affitto nel 2017, archivio personale, foto di Emre Kishali  
*Rehabilitated buildings on sale and for rent in 2017, personal archive, photos by Emre Kishali*

08 | Interventi non conservativi, archivio personale, foto di Emre Kishali  
*Non-scientific restoration attempts, personal archive, photo by Emre Kishali*

sia negli edifici già oggetto di intervento sia in quelli vuoti. Gli edifici che su cui non si è ancora intervenuti rimangono in condizioni non soddisfacenti e pertanto si ritiene che il piano di manutenzione non sia abbastanza efficace. Alcuni edifici di valore storico e architettonico non sono stati restaurati perciò il degrado rimane critico e in alcuni casi pericoloso per gli edifici stessi e per quelli attorno. Inoltre, nuove politiche di gestione dell'area, dopo che il programma ha ricevuto finanziamenti internazionali, sono indicative di interventi controversi rispetto alla resilienza e alla conservazione partecipativa. Alcuni dei casi monitorati, destinati all'utilizzo da parte di organizzazioni non governative o alla residenza, sono ancora in attesa di essere venduti o affittati (Fig. 7).

A scala nazionale, la legge No. 5366 prevede il rinnovo dell'area costiera, inclusi i lotti urbani, per avere quartieri più sicuri e salutarci, ma a spese del tessuto urbano esistente, storico e sociale. L'intervento previsto è ancora il programma di riabilitazione che segue gli orientamenti internazionali, mentre le strategie di resilienza necessitano di essere organizzate con interventi di conservazione puntuali, senza seguire solo i valori economici della resilienza urbana: una riflessione sulla relazione tra gentrificazione e resilienza può far ripensare la pianificazione urbana, per ridurre le separazioni tra le classi sociali. Invece, le comunità e gli imprenditori di Fener - Balat potrebbero fornire le opportunità di sviluppo di quartieri sostenibili. I caffè, le gallerie di arte, gli studi di artisti, le piccole società di servizi recentemente aperti, gli eventi sociali, le riunioni di intellettuali, gli incontri con gruppi di analisti, esperti, artisti e pensatori anticonformisti, le attività

for sustainable neighbourhood development. Recently established cafes, art galleries, ateliers as small businesses, free thinkers, art events, social community activities with inhabitants, think tanks, intellectual gatherings by artists and the impact of controlled tourism could form social and economic resilience without relocating and excluding any social class. Regional attractiveness and competition would provide opportunity for investors, artists, tourists, entrepreneurs and stakeholders to create sustainable economic development with creativity, identity, continuity and sense of place in the area.

this taxonomy, return on investment; real estate market and gross value added are independent potential areas of economic value for cultural heritage. Place branding and the labour market are linked to social value and housing stock management is associated with environmental value. Furthermore, some parameters of economic value are interwoven with more than one value. Economic aspects of regional attractiveness are shaped with both cultural and environmental values; those of regional competitiveness are influenced by environmental and social values (CHCFE Consortium, 2015).

#### NOTES

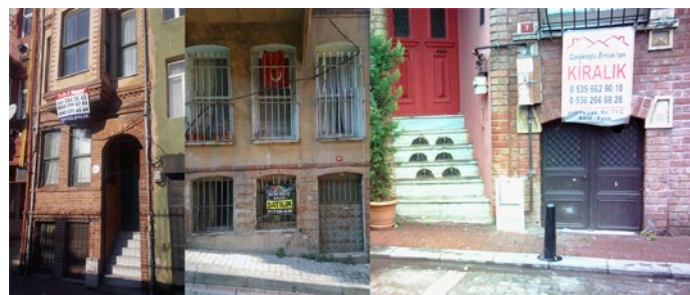
1. One of the most recent EU projects, Cultural Heritage Counts for Europe, defines economic values with respect to their relation with cultural, environmental and social value. According to



| 05



| 06



| 07



| 08



di comunità sociali effettuate con gli abitanti potrebbero generare resilienza sociale ed economica con un impatto turistico controllato, senza dislocare ed escludere nessuna classe sociale. L'attrattività regionale e la competitività fornirebbe opportunità per gli investitori, artisti, turisti, imprenditori e portatori di interesse per creare uno sviluppo economico sostenibile con creatività, identità, continuità nella percezione del sito proprio dell'area.

#### NOTE

1. Uno dei più recenti progetti UE, Cultural Heritage Counts for Europe, definisce i valori economici in relazione ai valori culturali, ambientali e sociali. Secondo questa tassonomia il ritorno degli investimenti, il mercato delle proprietà immobiliari e il valore aggiunto sono dei potenziali valori economici per il patrimonio culturale per le aree indipendenti. Il branding del luogo e il mercato del lavoro sono legati al valore sociale e la gestione del patrimonio immobiliare è associata al valore ambientale. Gli aspetti economici dell'attrattività e competitività regionale dipendono dai valori culturali e quelli ambientali (CHCFE Consortium, 2015).

#### REFERENCES

- Akın, N. (1994), "Balat", *Encyclopedia of Istanbul from Past to Present 2*, Kültür Bakanlığı ve Tarih Vakfı, İstanbul, TK, pp. 10-12.
- Akın, N. (2016), "Haliçte Bir Rehabilitasyon Alanı: Balat", in Ahunbay, Z., Akın, N. and Şahin, Ç. (Eds.), *Neoliberal Kent Politikaları ve Fener - Balat, Ayvansaray*, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, TK, pp. 17-42.
- Akpınar, I. (2010), "İstanbul'u (Yeniden) İnşa Etmek: 1937 Henri Prost Planı. 2000'den kesitler II: Cumhuriyet'in Mekanları/Zamanları/İnsanları", in Altan, E. and Imamoğlu B. (Eds.), *Doktora Araştırmaları Sempozyumu Kitabı*, ODTU yayınevi, Ankara, TK.
- Altınsay, B. and Ünlü, A.E. (2003) "Fener ve Balat Semtleri Rehabilitasyon Programı", *Mimarist*, Vol. 10, pp. 80-87.
- Ayşer Deneç, E. (2014), "The Re-Production of the Historical Center of İstanbul in 2000s: A Critical Account on Two Projects in Fener - Balat", *METU Journal of Faculty of Architecture* Vol. 31, No. 2, pp. 162-188, DOI: 10.4305/METU.JFA.2014.2.9.
- Biggs, R., Schlüter, M. and Schoon, M.L. (2015). *Principles for building resilience: Sustaining ecosystem services in social-ecological systems*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Bilsel, C. (2011), "Les Transformations d'Istanbul": Henri Prost's planning of Istanbul (1936-1951)", *ITU A|Z*, Vol. 8, pp. 100-116.
- CHCFE Consortium (2015), "Cultural Heritage Counts for Europe", available at: <http://www.encatc.org/culturalheritagecountsforeurope> (accessed 22 January 2017).
- Colucci A. (2012), *Le città resilienti: approcci e strategie*, Jean Monnet Centre of Pavia, Università degli Studi di Pavia, Pavia.
- Çelik, Z. (1993), *The Remaking of Istanbul, Portrait of an Ottoman Capital in the Nineteenth Century*, University of California Press, Berkeley, USA.
- De la Torre, M., (2002), "Assessing the Values of Cultural Heritage: Research Report", available at: [http://hdl.handle.net/10020/gci\\_pubs/values\\_cultural\\_heritage](http://hdl.handle.net/10020/gci_pubs/values_cultural_heritage) (accessed 22 April 2017).
- Dinler, M. (2013), *Impact Assessment of Major Urban Interventions on the Cultural Heritage of Fener and Balat Districts*, MA thesis, Middle East Technical University.
- European Commission Representation to Turkey, (2003), EU Funded Programmes in Turkey 2003-2004, available at: <http://www.euromedtransport.org/Fr/image.php?id=1513> (accessed 3 January 2017).
- Fatih Municipality, available at: <http://www.fatih.bel.tr/icerik/1156/fener-balat-semtlerinin-rehabilitasyon-projesi/> (accessed 2 January 2017).
- Resilience Alliance, available at: <https://www.resalliance.org/resilience> (accessed 21 January 2018).
- Turgut, H. and Sismanyazici, B. (2011), "Social and Spatial Re-Structuring in Inner-City Residential Areas: The Case of Fener-Balat", in R. Lawrence, H. Turgut, P. Kellett (Eds.), *Requalifying The Built Environment: Challenges And Responses*, Hogrefe and Huber, Göttingen, DE.
- Worthing, D. and Bond, S. (2008), *Managing Built Heritage: The Role of Cultural Values and Significance*, John Wiley & Sons, NJ, USA.

Elena Mussinelli<sup>a</sup>, Andrea Tartaglia<sup>a</sup>, Luca Bisogni<sup>b</sup>, Sergio Malcevschi<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

<sup>b</sup>Associazione Analisti Ambientali, Italia

<sup>c</sup>Coordinamento delle Associazioni Tecnicoscientifiche per l'Ambiente ed il Paesaggio, Italia

elena.mussinelli@polimi.it

andrea.tartaglia@polimi.it

lucabiso@tin.it

sergio.malcevschi@gmail.com

**Abstract.** Nel 2015 la Commissione Europea ha pubblicato il rapporto *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities* nel quale sono messe a sistema le diverse opportunità di studio e innovazione legate a nuove prassi progettuali, realizzative e di gestione che vedono nell'utilizzo della componente naturale uno strumento di supporto di processi di riqualificazione urbana in un'ottica di resilienza e per lo sviluppo della *green economy*. Il saggio indaga criticamente i nuovi contenuti tecnici del progetto architettonico e urbano indotti dall'utilizzo delle NBS, con l'obiettivo di riscontrarne le effettive ricadute alle diverse scale rispetto alla possibilità di generare/rigenerare servizi ecosistemici e processi circolari di carattere economico.

**Parole chiave:** nature-based solutions, progetto tecnologico ambientale, economia circolare.

## Il ruolo strategico delle NBS nelle politiche europee

*Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities.* Si tratta di un documento che ha messo a sistema, anche nell'ottica del finanziamento della ricerca europea<sup>1</sup>, le diverse opportunità di studio e innovazione legate a nuove prassi progettuali, realizzative e di gestione che vedono nell'utilizzo della componente naturale uno strumento importante a supporto di processi di riqualificazione urbana in un'ottica di resilienza e per lo sviluppo della *green economy*. In particolare, le Nature-Based Solutions (NBS)<sup>2</sup> vengono individuate come strumento utile a perseguire obiettivi quali l'incremento della sostenibilità dei sistemi urbani, il recupero degli ecosistemi degradati, l'attuazione di interventi adattivi e di mitigazione rispetto al *climate change* e il miglioramento della gestione del ri-

Nel 2015 la Commissione Europea ha pubblicato il rapporto finale di un gruppo di lavoro di esperti sul tema *Towards an EU*

## The role of Nature-Based Solutions in architectural and urban design

**Abstract.** In 2015 the European Commission published the report *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities*. The document standardised the many research and innovation opportunities linked to the new designing, realisation and management procedures which utilise the natural component as an important tool to support urban regeneration processes capable of building resilience and developing a green economy. This essay analyses critically the new technical elements of architectural and urban design that make use of nature-based solutions. The aim is to examine their actual capability to generate/regenerate ecosystem services and circular economy processes at various levels.

**Keywords:** nature-based solutions, technological environmental design, circular economy.

schio e della resilienza (European Commission, 2015)<sup>3</sup>. Utilizzare le NBS significa dare una valenza operativa e applicativa alle diverse strategie e politiche che individuano nel "capitale naturale" e nei servizi ecosistemici gli elementi fondativi dei nuovi modelli urbani<sup>4</sup>. Anche il recente documento *Verso l'attuazione del Manifesto della Green Economy per l'architettura e l'urbanistica* predisposto dal Gruppo di lavoro *Policy dell'Architettura per la Green Economy nelle Città* degli Stati Generali della Green Economy 2017 affida alle NBS un ruolo centrale per sviluppare nuovi modelli di azione in grado di coniugare le esigenze ambientali con quelle sociali ed economiche. Infatti, attraverso l'uso delle NBS, sia in modo puntuale che sistemico e sistematico, è possibile contribuire «a strategie intersettoriali e multiscalari che assumano le risorse e le componenti ambientali e paesaggistiche quali leve dello sviluppo socio-economico, e il potenziamento degli strumenti di *governance* del capitale naturale quale motore di una efficace ricomposizione delle relazioni tra attività economiche e ambiente, anche entro filiere produttive innovative» (Antonini e Tucci, 2017).

Singolarmente le NBS sono soluzioni tecniche – alternative a quelle tradizionali – che usano, si ispirano o imitano elementi naturali per rispondere a un'esigenza di carattere prettamente funzionale. Tali soluzioni si caratterizzano inoltre per la possibilità di essere aggregate in sistemi multifunzionali in grado di generare significativi valori aggiunti superiori alla semplice sommatoria delle parti.

## The strategic role of nature-based solutions in European policies

In 2015 the European Commission published the final report of the Horizon 2020 Expert Group titled *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities*. The document standardised, also in the perspective to finance European research<sup>1</sup>, the many research and innovation opportunities linked to the new design, realisation and management procedures which utilise the natural component as an important tool to support urban regeneration process escapable of building resilience and developing a green economy. In particular, nature-based solutions (NBS)<sup>2</sup> are considered a useful tool to enhance sustainable urbanisation, to restore degraded ecosystems, to develop climate change adaptation and mitigation, and to improve risk management

and resilience (European Commission, 2015)<sup>3</sup>. To utilise NBS means to give an operational and enforcing value to the various strategies and policies which view "natural capital" and ecosystem services as founding elements of new urban models<sup>4</sup>. Also the recent document *Toward the implementation of the Manifesto of Green Economy for architecture and urban planning* produced by the Work Group *Architecture Policies for a Green Economy in Cities* of the General States of the Green Economy 2017 assigns a key role to NBS in developing new action models capable of combining environmental needs with social and economic needs. In fact, utilising NBS accurately, systemically and systematically allows to develop «intersectoral and multilevel strategies that view environmental and landscape resources and components as levers of social-economic development. Moreover, these

### Dalle NBS alle Green/blue Infrastructure: servizi ecosistemici e ricadute socio-economiche

Le NBS si basano sulla sostituzione o integrazione di funzioni fornite dai sistemi ecologici che sarebbero altrimenti offerte attraverso l'impiego di risorse non

rinnovabili. L'approccio NBS è connesso a idee come Natural Systems Agriculture, Natural Solutions, Ecosystem-Based Approaches, Green Infrastructures (GI) e Ecological Engineering (Eggermont e altri, 2015). In particolare le GI<sup>5</sup> sono un'applicazione evoluta delle NBS, che trascende l'attenzione alla sola mitigazione per proporre una riflessione teorica e applicata sul come ottenere proattivamente servizi ecosistemici potenziando i vantaggi condivisi derivanti da interazioni socio-ecologiche positive; per tale motivo sono state riconosciute come uno strumento efficace per aumentare la resilienza territoriale ed urbana (European Environment Agency, 2011).

La chiave per creare sinergie e aumentare i benefici generati dalle GI è pianificarne l'impiego e predisporre un ambiente normativo adeguato alla loro utilizzazione, favorendo la trasversalità degli usi e delle funzioni. Facendo riferimento a quanto scritto da Naumann (2011) nonché da Hansen e Pauleit (2014), è possibile elencare alcune caratteristiche essenziali delle GI:

- massa critica: un singolo albero può essere un componente di una GI solo se è parte di un habitat più grande, un corridoio o una rete che serve una funzione più ampia;
- integrazione: il verde urbano deve essere progettato come una infrastruttura integrata con altre infrastrutture urbane in termini di relazioni fisiche e funzionali (ad esempio nel costruito con le infrastrutture di trasporto e i sistemi di gestione delle acque);

strategies consider the strengthening of natural capital governance tools as a driving force for an effective reorganisation of the relationship between economic activities and environment, also within innovative productive chains» (Antonini and Tucci, 2017).

Individually, NBS are technical solutions – alternative to the traditional ones – inspired by, supported by or copied from natural elements with the aim to satisfy a purely functional need. In addition, these solutions are characterised by the possibility to be aggregated in multifunctional systems that produce a significant added value compared to the simple sum of the single parts.

#### From nature-based solutions to green/blue infrastructure: ecosystem services and social-economic effects

NBS consist in substituting or integrating functions generally offered by non-

renewable resources with those provided by ecological systems. The approach of NBS is linked to ideas such as Natural Systems Agriculture, Natural Solutions, Ecosystem-Based Approaches, Green Infrastructure (GI) and Ecological Engineering (Eggermont et al., 2015). In particular, the GI<sup>5</sup> approach implements nature-based solutions, transcending mere mitigation to propose a both theoretical and practical reflection on how to obtain ecosystem services proactively, strengthening shared advantages deriving from positive socio-ecological interactions; for this reason, GI has been acknowledged as an effective tool to increase territorial and urban resilience (European Environment Agency, 2011).

The key to creating synergies and increasing the benefits produced by GI is to plan the latter's use and prepare a relevant regulatory framework, foster-

- multifunzionalità: le GI combinano funzioni ecologiche, sociali ed economiche, abiotiche, biotiche e culturali degli spazi verdi;
- sostituibilità con le infrastrutture grigie: il termine “infrastruttura” implica che la GI sia un bene che richiede investimenti e manutenzione per fornire servizi alla società. Essa può e deve sostituire alcune delle funzioni che altrimenti sarebbero svolte da infrastrutture artificiali o “infrastrutture grigie”;
- connettività: le GI comprendono collegamenti fisici e funzionali tra spazi verdi a diverse scale e da diverse prospettive;
- multiscalarità: le GI possono essere utilizzate per interventi a diverse scale, dai singoli lotti, alla comunità, alla regione e allo stato, operando in modo sinergico tra le differenti scale;
- multi-oggetto: le GI comprendono tutti i tipi di spazio (urbano) verdi e blu; ad esempio aree naturali e seminaturali, corpi d'acqua, spazi pubblici e privati come parchi e giardini.

Esistono inoltre elementi di *governance* che devono essere considerati, quali un approccio strategico che ricerca i benefici a lungo termine, ma rimanga flessibile ai cambiamenti nel tempo. Le GI sono elementi antropici identificati e circoscritti frutto di un agire che le protegge, le ripristina, le migliora o le mantiene. L'attuazione delle infrastrutture verdi deve essere supportata anche da una pianificazione e gestione comunicativa e socialmente inclusiva, basata sulla conoscenza di molteplici discipline quali l'ecologia paesistica, la pianificazione urbana e regionale, la progettazione ambientale e del paesaggio, e deve essere sviluppata in collaborazione tra le diverse autorità locali e gli *stakeholder*.

ing the transversality of its uses and functions. As highlighted by Naumann (2011) and by Hansen and Pauleit (2014), the GI approach is based on the following characteristics:

- critical mass: a single tree can be a component of a GI only if it is part of a larger infrastructure, a corridor or a network providing a broader function;
- integration: urban green areas need to be planned as infrastructure integrated with any other urban infrastructure, on the basis of a physical and functional relationship (for example, the built-up integrated with transport infrastructure and water management systems);
- multifunctionality: GI combines the ecological, social, economic, abiotic, biotic, and cultural functions of green spaces;
- possibility to replace grey infra-

structure: the actual term “infrastructure” implies that a GI is a commodity that requires investments and maintenance in order to provide the society with services. It can and must substitute functions that otherwise would be provided by an artificial infrastructure or “grey infrastructure”;

- connectivity: GI includes physical and functional connections between green spaces, at different levels and from different perspectives;
- multilevel: GI can be utilised for interventions at different levels, ranging from single lots, to the community, the region and the State, operating synergistically among the various levels;
- multi-object: GI includes all types of green and blue (urban) spaces; for example, natural and semi-natural spaces, water bodies, public and

## Le sperimentazioni alla scala territoriale metropolitana

Progetti e piani di GI sono ormai diffusi nel panorama internazionale e cominciano a trovare applicazione, sebbene a differenti livelli, anche in Italia. Tuttavia si deve segnalare un ritardo sia nella programmazione delle infrastrutture verdi che nella predisposizione di apparati normativi e regolamentari che dovrebbero invece favorirne l'introduzione nelle prassi correnti di piano e progetto.

In Italia i settori ove l'impiego delle infrastrutture verdi ha avuto un discreto successo sono quelli della gestione delle acque usate e quello idraulico (fitodepurazione, drenaggio urbano sostenibile, interventi idraulici). Le infrastrutture verdi sono associate al sistema della depurazione per realizzare ecosistemi filtro<sup>6</sup>; *wetland* a flusso superficiale che migliorano la qualità dei reflui frapponendo un ulteriore sistema di sicurezza rispetto ai malfunzionamenti degli impianti e migliorandone la compatibilità con l'ambiente.

Queste opere hanno altresì dimostrato la loro valenza di supporto anche rispetto alla biodiversità locale. Esempi interessanti riguardo alla sicurezza idraulica e al drenaggio urbano sostenibile sono stati proposti attraverso lo strumento del contratto di fiume<sup>7</sup>. Un ulteriore strumento utilizzabile a supporto della ricostruzione ecologica è il Programma di ricostruzione ecologica bilanciata (PREB) che, ad esempio, è stato adottato nell'area metropolitana di Milano con obiettivo di compensazione in occasione di Expo 2015, dove un processo analitico-valutativo ha supportato la definizione degli interventi e dei relativi esiti<sup>8</sup>.

Con il Piano Locale di adattamento ai cambiamenti climatici (BLUE AP) la città di Bologna ha sperimentato misure pilota efficaci e concrete per preparare l'amministrazione e i cittadini a

fronteggiare in modo più efficace ondate di calore, siccità, *flash flooding*, alluvioni (adattamento reattivo) e altre conseguenze dei mutamenti climatici, riducendo al tempo stesso le vulnerabilità esistenti del territorio (adattamento preventivo). In particolare, tra le azioni previste, vi è l'impiego di GI per limitare l'incremento delle temperature in area urbana con il *greening* urbano e per migliorare la risorsa idrologica della città attraverso l'impiego di sistemi di drenaggio urbano sostenibile<sup>9</sup>.

Un altro modello – sperimentato a partire dal 1994 nella città di Berlino e poi applicato da numerose città europee e nord americane con il preciso scopo di migliorare il livello di resilienza e sostenibilità nell'attuazione dei progetti di trasformazione urbana – è quello rappresentato dai “green factor”: una famiglia di numerosi coefficienti urbanistici a carattere ambientale la cui applicazione serve a garantire il reperimento in ambiti di nuova edificazione o riqualificazione di un quantitativo minimo di superfici, secondo la distribuzione più efficace, in grado di migliorare il microclima urbano e la salubrità dell'aria, di sviluppare le funzioni ambientali dei suoli e la gestione sostenibile delle risorse idriche di creare e valorizzare spazi vitali per la fauna e la flora urbane, di migliorare la qualità dell'ambiente di vita urbano<sup>10</sup>. In Italia approcci simili sono stati applicati nei comuni di Bolzano e Bologna attraverso il R.I.E. (indice di Riduzione dell'Impatto Edilizio).

## Le sperimentazioni alla scala urbana: qualità dello spazio pubblico e dell'architettura

Come già evidenziato, l'adozione sistemica di NBS può consentire di integrare entro una visione organica il progetto di trasformazione e gestione delle componenti ambientali, paesaggistiche e socioeconomiche in

private spaces such as parks and gardens.

Moreover, it is also necessary to consider governance aspects, such as a strategic approach capable of obtaining long-term benefits while remaining flexible to changes over time. A GI consists of identified and circumscribed anthropic elements which are the result of actions that protect, restore, improve or preserve said infrastructure. The implementation of the GI approach also implies the need to plan and manage a socially inclusive communication, based on the knowledge of many disciplines, such as landscape ecology, urban and regional planning, environmental and landscape design. Finally, it needs to be developed within a collaboration between the various local authorities and stakeholders.

## Experimentations at territorial and metropolitan level

GI projects and plans are by now widespread in the international panorama. They are also beginning to find application, although at different levels, in Italy. However, it is necessary to highlight that Italy is behind both in planning GI and in preparing relevant regulatory frameworks, which instead should foster the introduction of GI in the current planning and project procedures. The sectors in Italy which have experienced a discrete success in the use of GI are the wastewater treatment and the hydraulic ones (constructed wetlands, sustainable urban drainage, hydraulic interventions). In fact, GI is associated with the wastewater treatment system in the realisation of filter ecosystems<sup>6</sup>; indeed, surface flow constructed wetlands improve the quality of sewage by interposing a further safety system

as to the malfunctioning of plants and improving their compatibility with the environment.

These works have proven their supportive value also with reference to local biodiversity. Interesting examples of hydraulic safety and sustainable urban drainage are provided by the River Contract<sup>7</sup>. Another tool that can be used to support ecological reconstruction is the Balanced Ecological Restoration Programme (BERP) which, for example, was adopted with a compensation aim during Expo 2015 in the metropolitan area of Milan. In said case, an analytical-assessment process allowed to define interventions and relevant outcomes<sup>8</sup>.

With the Local Plan for Adaptation to Climate Change (BLUE AP) the city of Bologna has experienced effective and practical pilot projects aimed at preparing the administration and citi-

zens to face with greater effectiveness heat waves, drought, flash flooding, floods (reactive adaptation) and other consequences of climate change, while reducing the territory's vulnerabilities (preventive adaptation). In particular, among the planned actions, GI is utilised to limit the rise of temperature in the urban area through urban *greening*. It is also utilised to improve the city's hydrologic resource through sustainable urban drainage systems<sup>9</sup>. Another model – experienced starting from 1994 in the city of Berlin and then applied by many European and North American cities with the precise aim to improve the level of resilience and sustainability in the implementation of urban transformation projects – is represented by the use of “green factors”. These factors are a family of many town planning environmental coefficients whose implementation guarantees the



una prospettiva di incremento della resilienza urbana. In tal modo è possibile superare, da un lato, i limiti di approcci che operano nella sola prospettiva delle “politiche” (con azioni orientate prevalentemente alla dimensione sociale) e, dall’altro, modelli di marketing finalizzati a prefigurare architetture “iconiche”, dove l’impiego intensivo delle componenti naturali finisce con lo svolgere un ruolo unicamente comunicativo (la “casa ecologica”, il grattacielo “verde”, il quartiere “sostenibile” fatto di villette unifamiliari, ecc.). Le sperimentazioni alla scala architettonica, per quanto concerne sia l’edificio che gli spazi aperti, evidenziano invece come la componente verde possa realmente permettere di raggiungere nuovi livelli di *performance* difficilmente ottenibili con soluzioni e tecniche tradizionali. Il loro utilizzo può essere declinato in molteplici contesti che richiedono l’attivazione di processi di rigenerazione. Oltre ai così detti *brownfield*, si possono applicare per qualificare gli spazi pubblici, le aree residuali in contesti densamente urbanizzati, i fronti ciechi degli edifici, le opere edilizie e infrastrutturali incompiute e/o abbandonate, fino naturalmente al miglioramento prestazionale del patrimonio esistente. L’uso degli elementi verdi come materiale per la costruzione di spazi pubblici e architetture al pari della pietra, dell’acciaio, del laterizio e del vetro è consolidato nella pratica architettonica sia nel passato che nella contemporaneità<sup>11</sup>. In Italia, lo sviluppo della progettazione ambientale ha favorito la diffusione tra i progettisti di una cultura della sostenibilità e del corretto utilizzo delle risorse, in una logica di salvaguardia degli ecosistemi e dell’ambiente. Tuttavia l’attuale modello di intervento che si riferisce alle NBS supera gli approcci tradizionali basati su un uso sostenibile delle risorse e sull’equilibrio degli ecosistemi, per proporre soluzioni proattive che puntano al ripristino e alla rige-

identification, in case of new constructions or regenerations, of a minimum amount of surfaces, according to the most effective distribution, which are able: to improve urban microclimate and the healthiness of the air, to develop environmental functions of the soil and a sustainable management of water resources, to create and enhance vital spaces for the urban fauna and flora, to improve the quality of the urban life environment<sup>10</sup>. In Italy, similar approaches have been implemented in Bolzano and Bologna through the Building Impact Reduction Index.

#### Experimentations at urban level: the quality of public space and architecture

As highlighted, the systemic adoption of NBS allows to integrate, with an organic perspective, transformation and management projects addressed

to environmental, landscape and socioeconomic components with the aim to increase urban resilience. On the one hand, this permits to overcome the limits of approaches that operate in the sole perspective of “policies” (with actions mainly directed to the social dimension); on the other hand, it allows to overcome marketing models aimed at prefiguring “iconic” architectures, where the intensive use of natural components ends up playing a merely communicative role (the “ecological house,” the “green” skyscraper, the “sustainable” neighbourhood made up of detached houses, etc.). Experimentations at architectural level, with reference to both buildings and open spaces, highlight the ability of the green component to actually enable the reaching of new levels of performance difficult to obtain with traditional solutions and techniques. NBS can be used in numer-

nerazione degli equilibri ambientali in un’ottica di resilienza. In questo modo, attraverso la multifunzionalità delle tecniche adottate, gli spazi aperti e i sistemi edificati non solo forniscono delle risposte prestazionali riferite alle esigenze fruttive e d’uso degli utenti, ma riescono ad interagire positivamente rispetto a fenomeni ambientali e sociali alla micro e alla macro scala quali: la gestione delle acque e i rischi idrogeologici; il controllo delle sostanze inquinanti nell’aria; il risparmio energetico e il confort microclimatico; l’incentivazione della salute pubblica e del benessere sociale; protezione della biodiversità; miglioramento della adattabilità al *climate change*. In tal senso, con particolare riferimento agli spazi pubblici, risultano particolarmente interessanti esperienze come quelle sviluppate in Emilia Romagna attraverso l’iniziativa REBUS (*REnovation of public Buildings and Urban Spaces*)<sup>12</sup> o quelle che hanno interessato i Municipi 4 e 5 di Milano con l’azione dell’associazione Urban Curator TAT<sup>13</sup>; iniziative nelle quali, anche attraverso importanti azioni di partecipazione e coinvolgimento delle comunità locali finalizzate a diffondere la cultura della resilienza, sono state sviluppate proposte di potenziamento della qualità degli spazi pubblici attraverso le NBS, anche con l’obiettivo di misurarne le ricadute in termini ambientali ed economici.

Altro elemento peculiare delle NBS è che, per loro stessa natura, non possono che essere *place based*. Infatti la durabilità nel tempo dell’intervento non può che derivare dall’identificazione del corretto equilibrio tra esigenze di carattere prestazionale e funzionale e caratteristiche meteo-climatiche e ambientali del sito di intervento. L’appropriatezza diventa ancor di più elemento imprescindibile di qualità delle proposte progettuali che adottano le NBS spingendo verso una ancor maggiore integrazione

ous contexts requiring regeneration processes. Apart from the so-called brownfields, they can be used to qualify public spaces, residual areas in densely urbanised contexts, blind façades of buildings, unfinished and/or abandoned constructions and infrastructure, up to improving the performance of the existing patrimony. The use of green elements as building material to construct public spaces and architectures just as stone, steel, brick and glass is an architectural practice already consolidated in the past, as in the present day<sup>11</sup>. In Italy, the development of environmental planning has fostered the diffusion of a culture of sustainability and correct use of resources, in a logic aimed at safeguarding ecosystems and the environment. However, the current intervention model referring to NBS surpasses the traditional approaches based on a sustainable use of resources

and on balancing ecosystems, proposing proactive solutions for restoring and regenerating environmental balances in a view of resilience. Therefore, owing to the multi-functionality of the techniques adopted, open spaces and built systems provide users with performing answers to their fruttive and use needs. They also interact positively with environmental and social phenomena at micro and macro level with reference to: water management and hydro-geological risks; the control of polluting substances in the air; energy saving and microclimate comfort; incentivisation of public health and social wellbeing; protection of biodiversity; improved adaptability to climate change. In this sense, with particular reference to public spaces, interesting experiences are those found in Emilia Romagna through the REBUS initiative (*REnovation of public Buildings and*

nelle proposte delle tematiche ambientali, culturali, sociali ad anche economiche. Non si tratta di attivare quella che semplicemente viene definita come “rinaturalizzazione” degli ambiti urbani, ma di rigenerare i tessuti urbani con logiche che ne migliorino le *performance* nel ciclo di vita, anche attraverso l’uso di tecniche che si fondano sull’uso consapevole e progettato di elementi naturali. Soluzioni quali la piantumazione di alberi, la realizzazione di aiuole e superfici filtranti, bacini di fitodepurazione, tetti verdi, facciate verdi, ecc., se gestite all’interno di una visione progettuale consapevole, non solo permettono di intervenire sugli spazi pubblici urbani e sugli edifici con benefici di carattere ambientale e funzionale, ma possono anche comportare miglioramenti di carattere gestionale e risparmi economici diretti e indiretti.

### Modelli di valutazione e controllo della resilienza nei processi di trasformazione urbana

Centrale diventa il ruolo dei processi analitico-valutativi per verificare il raggiungimento degli obiettivi di miglioramento ecologico e di aumento della resilienza

mediante NBS. Per quanto riguarda gli strumenti di valutazione e controllo del valore ecologico possiamo distinguere due categorie principali (Malcevschi e Bisogni, in corso di pubblicazione):

- indici a valenza ambientale ampia: rendono conto sia del valore direttamente associabile alla componente naturalistica-ecosistemica, sia di un valore ambientale più ampio comprendente anche altre funzionalità (permeabilità idraulica, bonifica-risanamento di suoli inquinati, mobilità dolce locale); tra i molti strumenti di questo tipo possono essere richiamati i già citati “*green factor*”;

Urban Spaces)<sup>12</sup> or in Municipalities 4 and 5 of Milan through the action of the association Urban Curator TAT<sup>13</sup>; these initiatives - also owing to the important participation and involvement of the local communities in disseminating the culture of resilience - have developed proposals for strengthening the quality of public spaces through nature-based solutions, also with the aim to assess their environmental and economic effects.

Another peculiar aspect of NBS is that, for their own nature, they are place-based. In fact, the durability over time of interventions depends on identifying the correct balance between performance/functional needs and whether-climate/environmental characteristics of the site of intervention. Suitability has ever more become the unavoidable quality element of project proposals adopting nature-based solu-

tions, spurring toward an even greater integration of environmental, cultural, social and even economic themes in the various proposals. This is not a matter of activating what is defined simplistically “re-naturing” urban areas; it involves regenerating urban fabrics with logics that can improve their life cycle performances, also by utilising techniques based on the aware and planned use of natural elements. If solutions such as tree planting, the realisation of flowerbeds and filtering surfaces, constructed wetlands basins, green roofs, green façades, etc., are managed on the basis of an aware planning vision, not only is it possible to intervene in urban public spaces and on buildings with environmental and functional benefits, but there can also be managerial improvements as well as direct and indirect savings.

- indici a valenza naturalistico-ecosistemica specifica: rendono conto in modo diretto del valore della biodiversità e delle funzionalità ecologiche delle unità ambientali coinvolte; tra i molti indici di questo tipo può essere ricordato il metodo STRAIN (STudio interdisciplinare sui RApporti tra protezione della natura ed INfrastrutture); indici di questo tipo forniscono indicazioni più strettamente *nature based* e richiedono competenze di tipo più specialistico rispetto ai precedenti.

Tuttavia la semplice applicazione di un metodo di calcolo non è sufficiente a garantire *performance* adeguate di resilienza se non inquadrata in un più ampio processo decisionale che risponda alle nuove esigenze. Ad esempio superando le discontinuità tra confini amministrativi e ambiti ambientali quali la funzionalità delle reti ecologiche di area vasta richiede il superamento della frammentazione dei comuni. Inoltre le tempistiche necessarie alla maturazione delle nuove funzionalità naturalistico-ecosistemiche possono richiedere anni o addirittura decenni (ad esempio nel caso di nuovi boschi di pregio). È quindi necessaria una *governance* complessiva che veda coinvolti molteplici soggetti amministrativi (enti territoriali, agenzie tecniche, organizzazioni non governative, soggetti privati) con ruoli complementari, per tradurre gli obiettivi generali di resilienza eco-territoriale in azioni concrete e immateriali.

### La gestione dei valori ambientali, culturali ed economici nel progetto

Un corretto uso delle NBS si basa sull’identificazione dei molteplici valori, non solo ambientali ma anche culturali ed

economici, che orientano e supportano l’attivazione dei processi rigenerativi, assumendo i caratteri identitari del contesto quale

### Assessment and control models of resilience in urban transformation processes

The role of analytical-assessment processes is central for verifying the achievement of goals aimed at ecological improvement and greater resilience through nature-based solutions. As regards the tools for assessing and controlling the ecological value, it is possible to distinguish two main categories (Malcevschi Bisogni, in course of publication):

- indexes with a wide environmental value: these indexes take into consideration both the value directly associable to the naturalistic-ecosystem component, and the wider environmental value which includes also other functionalities (water permeability, drainage-reclamation of polluted soils, local soft mobility); among the many tools of this kind

there are the aforementioned “*green factors*”;

- indexes with a specific naturalistic-ecosystem value: these indexes keep into consideration directly the value of biodiversity and of the ecological functionalities related to the environmental units involved; among the many, it is worth mentioning the STRAIN method (interdisciplinary STudy on the ReLationship between nature protection and INfrastructure); these types of indexes provide indications more strictly nature-based and require more specialist competences compared to the previous ones.

However, if said method is not set in a wider decisional process that meets the new needs, it is not sufficient to simply implement an assessment method in order to guarantee adequate resilience performances. An example is given by

prima risorsa per rispondere al modificarsi dei quadri esigenziali. Il progetto, quindi, deve prima di tutto ritrovare il suo carattere di necessità proprio nelle specificità del luogo e in una più consapevole relazione con le componenti naturali e artificiali, materiali e immateriali che lo caratterizzano<sup>14</sup>. Inoltre deve assumere come scenario di riferimento un contesto dinamico, in mutazione in quanto definito non solo da elementi fisici ma, soprattutto, culturali e socioeconomici. Le NBS, in quanto ontologicamente fondate sull'uso di elementi vivi, in progressiva trasformazione e con capacità di adattamento alle mutevoli condizioni al contorno, rappresentano una soluzione coerente in grado di relazionarsi correttamente e in modo adattivo a tale complessità di scenario. Il tempo, legato al ciclo di vita naturale delle componenti/essenze, diventa quindi una componente intrinseca al progetto stesso, come variabile da gestire nel governo di processi in continua trasformazione. Queste tecniche obbligano quindi il progettista a confrontarsi con un divenire che riporta il progetto tecnologico ambientale alla sua originaria natura predittiva e anticipativa. Tale approccio è sicuramente supportato dai nuovi modelli e strumenti di valutazione e controllo della resilienza che possono essere applicati non solo ex-post, ma soprattutto ex-ante, così da diventare importanti strumenti a supporto della progettazione. La valutazione in chiave di resilienza delle alternative e delle scelte possibili si offre quindi non solo come un momento del processo di progetto ma, come avrebbe dovuto essere la VAS rispetto al solo tema ambientale nei piani e programmi, quale strumento continuativamente integrato nelle diverse fasi del processo.

the ability to overcome discontinuities between administrative boundaries and environmental scopes of action. In this case, the functionality of the ecological networks of vast areas requires to overcome the fragmentation of municipalities. Moreover, the time necessary to develop new naturalistic-ecosystem functionalities may require years or even decades (for example, in case of new good quality woods). Therefore, in order to translate the general goals of eco-territorial resilience into practical and intangible actions, it is necessary to develop an overall governance capable of involving multiple administrative subjects (territorial bodies, technical agencies, non-governmental organisations, private subjects) with complementary roles.

#### **Management of the environmental, cultural and economic values of the project**

A correct use of NBS starts from identifying various values, thus not only environmental but also cultural and economic ones. These values guide and support the activation of regenerative processes, assuming the features of the context, which is the first resource for satisfying the new needs. Therefore, the project has to find its usefulness first of all in the specificities of a place and in a more aware relationship with the natural, artificial, tangible and intangible components that characterise it<sup>14</sup>. Moreover, the scenario of reference must be a dynamic context, that is a context that changes because defined not only by physical elements, but also and especially by cultural and socio-economic ones. NBS – being ontologically founded on the use of living ele-

#### NOTE

1. Tra le cinque linee di attività indicate all'interno della Societal Challenge di Horizon 2020 denominata *Climate Action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials* vi è: *Nature-Based Solutions - Providing viable solutions of natural ecosystems*.

2. Nel citato rapporto del 2015 le NBS sono così definite: «*Nature-based solutions aim to help societies address a variety of environmental, social and economic challenges in sustainable ways. They are actions inspired by, supported by or copied from nature; both using and enhancing existing solutions to challenges, as well as exploring more novel solutions, for example, mimicking how non-human organisms and communities cope with environmental extremes. Nature-based solutions use the features and complex system processes of nature, such as its ability to store carbon and regulate water flows, in order to achieve desired outcomes, such as reduced disaster risk and an environment that improves human well-being and socially inclusive green growth*» (European Commission, 2015: 24).

3. Rispetto ai quattro obiettivi prioritari perseguibili, il gruppo di lavoro di esperti ha identificato sette azioni di ricerca e innovazione basate sull'applicazione delle NBS: 1 – rigenerazione urbana; 2 – migliorare il benessere nei contesti urbani; 3 – aumentare la resilienza dei sistemi costieri; 4 – gestione dei bacini idrografici e ripristino degli ecosistemi; 5 – aumento della sostenibilità nell'uso dei materiali e dell'energia; 6 – valorizzare il “valore assicurativo” degli ecosistemi; 7 – aumentare la cattura del carbonio nell'aria.

4. Ad esempio: programma Green Cities lanciato nel 2010 dall'Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD); goal 11 (sustainable cities and communities), 13 (climate actions), 15 (life on land) che fanno parte dei 17 Sustainable Development Goals della Nazioni Unite; Piano di Azione per la biodiversità promulgato nel 2006 dall'Unione Europea che nel 2011 ha poi adottato la Strategia per la biodiversità fino al 2020.

5. Le GI sono definite dalla Commissione Europea come «*a strategically planned network of natural and semi-natural areas with other environmental features designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services*

ments, thus in progressive transformation and with the ability to adapt to the changeable conditions of the surroundings – represent a consistent solution that relates to said complex scenario in a correct and adaptive manner. Therefore, time, as element linked to the natural life cycle of the components/essenze, becomes an intrinsic component to the actual project, a variable to be managed while governing processes in continuous transformation. These techniques oblige planners to deal with a continuous becoming that takes the environmental technological project back to its original predictive and anticipatory nature. This approach is supported by new models and tools for assessing and controlling resilience which can be applied not only ex-post, but especially ex-ante, such to become important in supporting the planning phase. Hence, assessing resilience as to

possible alternatives and choices is not only a moment of the planning process, but also – as the Strategic Environmental Assessment (SEA) should have been with reference only to the environmental theme in plans and programmes – a tool continuously integrated in the various phases of the process.

#### NOTES

1. One of the five lines of action indicated in the Societal Challenge of Horizon 2020 called *Climate Action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials* is: *Nature-Based Solutions - Providing viable solutions of natural ecosystems*.

2. In the mentioned report of year 2015, the nature-based solutions are defined as follows: «*Nature-based solutions aim to help societies address a variety of environmental, social and economic challenges in sustainable ways. They*

such as water purification, air quality, space for recreation and climate mitigation and adaptation. This network of green (land) and blue (water) spaces can improve environmental conditions and therefore citizens' health and quality of life. It also supports a green economy, creates job opportunities and enhances biodiversity» (available at: [http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm)).

6. Ad esempio: Comuni di Bobbio e Perino in val Trebbia; Comuni di Sozzago e Terdobbiate nella pianura novarese; Comune di Morimondo (MI) nel Parco del Ticino.

7. Il Contratto di Fiume è uno strumento nato per conseguire gli obiettivi della Direttiva sulle Acque (2000/60/CE) e di quella sugli Alluvioni (2007/60/CE) favorendo la costruzione di comunità fluviali resilienti. Il Lombardia si segnalano: Contratto di Fiume Seveso; Contratto di Fiume Olona-Bozzente-Lura; Contratto di Fiume Lambro Settentrionale.

8. Per un approfondimento si veda Rossi A. (2015), *The Ecological Reconstruction Programme of Expo 2015*, in "Making the Case. Business and Ecosystem Services as Tool for Change", Report of Global Compact Network Italy Foundation, pp. 65-69.

9. Per un approfondimento si veda la pubblicazione del 2015 *Piano di Adattamento Città di Bologna. Strategia di adattamento locale*, del Comune di Bologna (available at: <http://www.blueap.eu/site/wp-content/uploads/2015/06/PianoBlueApfinale03062015.pdf>).

10. Fra le esperienze di applicazione possono essere ricordate: Berlino - B.A.F.,"biotope area factor" Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt.; Parigi - C.B.S. (Coefficient de Biotope par Surface), plan local d'urbanisme (PLU); Malmö - GAF (Green Area Factor); Southampton - GSF (Green Space Factor). Southampton City Council; Seattle -Seattle Green Factor. Department of Planning & Development.

11. Ci si riferisce ad esempio ai progetti di Emiliano Ambasz e di Jean Nouvel con Patrick Blanc in cui si supera la dicotomia naturale/artificiale trasformando il verde in una pelle architettonica con valenza spaziale e costruttiva.

12. I contenuti dell'iniziativa REBUS sono ampiamente resocontati nella pa-

gina web <http://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/rebus-r-laboratorio-sulla-rigenerazione-urbana-e-i-cambiamenti-climatici>.

13. Tale iniziativa è resocontata nella pubblicazione *Proposte e progetti per il sud Milano. Il ruolo dei municipi* di Urban Curator TAT, edito dal Municipio 4 di Milano (2017).

14. Tali temi sono stati oggetto di molteplici contributi all'interno del settore della tecnologia dell'architettura ad esempio da parte di Fabrizio Schiaffonati in *Progetto e decisione* del 1983 e in *Calamida Lucchini Schiaffonati. Architetture* del 2014.

are actions inspired by, supported by or copied from nature; both using and enhancing existing solutions to challenges, as well as exploring more novel solutions, for example, mimicking how non-human organisms and communities cope with environmental extremes. Nature-based solutions use the features and complex system processes of nature, such as its ability to store carbon and regulate water flows, in order to achieve desired outcomes, such as reduced disaster risk and an environment that improves human well-being and socially inclusive green growth» (European Commission, 2015: 24).

3. With reference to the four priority goals to be pursued, the expert group identified seven research and innovation actions based on the implementation of nature-based solutions: 1 - to regenerate urban contexts; 2 - to improve wellbeing in urban contexts; 3 -

to increase the resilience of coastal systems; 4 - to manage catchment basins and restore ecosystems; 5 - to increase sustainability in using materials and energy; 6 - to enhance the "insurance value" of ecosystems; 7 - to increase the sequestration of carbon in the air

4. For instance: the Green Cities programme launched in 2010 by the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD); goals number 11 (sustainable cities and communities), 13 (climate actions), 15 (life on land) which fall within the 17 Sustainable Development Goals of the United Nations; the Action Plan for biodiversity promulgated in 2006 by the European Union which, in 2011, adopted the Strategy for biodiversity until 2020.

5. Green infrastructure is defined by the European Commission as «a strategically planned network of natural and semi-natural areas with other environ-

mental features designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services such as water purification, air quality, space for recreation and climate mitigation and adaptation. This network of green (land) and blue (water) spaces can improve environmental conditions and therefore citizens' health and quality of life. It also supports a green economy, creates job opportunities and enhances biodiversity» (available at: [http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm)).

6. For example: the Municipalities of Bobbio and Perino in Val Trebbia; the Municipalities of Sozzago and Terdobbiate in the plain of Novara; the Municipality of Morimondo (Milan) in the Park of Ticino.

7. The River Contract is a tool created to achieve the goals set out by the Directive on Waters (2000/60/EC) and on Floods (2007/60/EC) fostering the con-

struction of resilient fluvial communities. It is worth noting in Lombardia: River Contract Seveso; River Contract Olona-Bozzente-Lura; River Contract Lambro Settentrionale.

8. For an in-depth analysis see Rossi (2015), *The Ecological Reconstruction Programme of Expo 2015*, in "Making the Case. Business and Ecosystem Services as Tool for Change," Report of Global Compact Network Italy Foundation, pp. 65-69.

9. For an in-depth analysis see the publication of 2015 *Piano di Adattamento Città di Bologna. Strategia di adattamento locale*, of the Municipality of Bologna (available at: <http://www.blueap.eu/site/wp-content/uploads/2015/06/PianoBlueApfinale03062015.pdf>).

10. Among the implementation experiences it is worth mentioning: Berlin - B.A.F. (biotope area factor) Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und

## REFERENCES

AA.VV. (2013), "Environment emergency", *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, No. 5.

Antonini, E. and Tucci, F. (Eds.) (2017), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy. La costruzione di un manifesto della Green economy per l'architettura e la città del futuro*, Edizioni Ambiente, Milano.

Eggermont, H. et al. (2015), "Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe", *GAIA*, 24/4 (2015), pp. 243-248.

European Environment Agency (2015), *Exploring Nature-Based Solutions: the role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather and climate change related natural hazards*, Publications Office of the European Union.

European Environment Agency (2011), *Green Infrastructure and territorial cohesion*, Publications Office of the European Union.

European Commission (2015), *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities*, Publications Office of the European Union.

Naumann, S., McKenna, D., Timok, M., P. and Matt, R. (2011), *Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report to the European Commission*, DG Environment, Ecologic institute and GHK Consulting.

Umwelt; Pars - C.B.S. (Coefficient de Biotope par Surface). Plan local d'urbanisme (PLU); Malmö - GAF (Green Area Factor); Southampton - GSF (Green Space Factor). Southampton City Council; Seattle - Seattle Green Factor. Department of Planning & Development.

11. For example, the projects realised by Emiliano Ambasz and Jean Nouvel with Patrick Blanc in which the natural/artificial dichotomy is overcome by transforming the green in an architectural skin with a spatial and constructive value.

12. The contents of the REBUS initiative are widely reported on the webpage <http://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/rebus-r-laboratorio-sulla-rigenerazione-urbana-e-i-cambiamenti-climatici>.

13. This initiative is reported in the publication *Proposte e progetti per il sud*

*Milano. Il ruolo dei municipi di Urban* Curator TAT, published by Municipality 4 of Milan (2017).

14. These themes have been object of many contributions in the sector of the architectural technology, for example by Fabrizio Schiaffonati in *Progetto e decisione* of 1983 and in *Calamida Lucchini Schiaffonati. Architetti* of 2014.

Giancarlo Paganin<sup>a</sup>, Cinzia Talamo<sup>b</sup>, Nazly Atta<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Dipartimento di Architettura e Studi Urbani, Politecnico di Milano, Italia

<sup>b</sup>Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

giancarlo.paganin@polimi.it

cinzia.talamo@polimi.it

nazly.atta@polimi.it

**Abstract.** Il concetto di resilienza riferito all'ambiente costruito, alle scale della città e del territorio, vede oggi una molteplicità di declinazioni e applicazioni: rispetto a queste scale il paper tratta il ruolo centrale dell'informazione per le analisi di fragilità e vulnerabilità e per lo sviluppo di strategie di resilienza. Assumendo una visione gerarchica della conoscenza e considerando le attuali evoluzioni delle tecnologie dell'informazione, l'obiettivo è di delineare modalità e applicazioni innovative di knowledge management orientate a promuovere forme di resilienza dei sistemi sociali, fisici e infrastrutturali. In questa direzione vengono anche indagate le implicazioni delle attuali innovazioni tecnologiche relative a *big data* e IoT (*Internet of Things*).

**Parole chiave:** *knowledge management*, gestione urbana, Internet of Things (IoT), sensori, resilienza.

## Fragilità, robustezza e resilienza dei sistemi

Il concetto di resilienza è utilizzato da diversi anni in molti ambiti scientifici e operativi (K.

Wolter et al., 2012), ma solo in alcuni settori ha assunto un ruolo di primo piano per estendere i concetti di resistenza e robustezza (Roy, 2010) (cfr. Fig. 1). Il riferimento allo stesso concetto nell'ambito di settori disciplinari anche molto diversi tra loro ha portato come conseguenza naturale ad una proliferazione di termini, definizioni e quadri di riferimento per la valutazione della resilienza (Martin-Breen, Anderies, 2011).

Nella prospettiva di migliorare il comportamento dei sistemi in condizioni di elevata incertezza sembra oggi essere vincente la strategia (Fig. 2) che dalla condizione di fragilità evolve verso la robustezza, passa attraverso la resilienza e si conclude nella condizione che alcuni studiosi chiamano anti-fragilità (Johnson, Gheorghie, 2013) (Taleb, Douady, 2013).

Dunque il passaggio da robustezza a resilienza (Fig. 1) è caratterizzato da una risposta dinamica della configurazione del

sistema, che cambia in relazione agli eventi che mutano il suo contesto di riferimento (Fig. 3). Un sistema resiliente è capace di intercettare in modo dinamico – attraverso processi di monitoraggio continuo – le modifiche alle condizioni di contesto ed è in grado di attivare cambiamenti alla propria configurazione attraverso un flusso continuo di informazioni in ingresso, che segnalano i cambiamenti, e in uscita per innescare le risposte. La dimensione dinamica della resilienza dei sistemi – e dunque il ruolo delle informazioni – appare un elemento centrale nelle numerose definizioni che vengono fornite dai diversi ambiti scientifici (Wright et al., 2012). Rispetto alla dimensione dinamica è possibile incrementare la resilienza di un sistema attraverso il rafforzamento di tre diversi tipi di capacità (OECD, 2014): capacità di assorbimento, adattativa e trasformativa. Tali capacità sono strettamente connesse con la gestione di flussi di informazioni che permettono a un sistema di leggere la variazione dinamica dei fattori sollecitanti e di attivare processi di modifica per garantire il recupero delle funzioni come schematizzato in Fig. 3.

## Resilienza e Informazione

Analizzando la capacità di resistenza e di reazione dei sistemi urbani e territoriali emerge, come molti studi evidenziano<sup>1</sup>, che la gestione delle informazioni ha un ruolo di grande rilevanza nello sviluppo di strategie di resilienza. I connotati di tale ruolo, in relazione alla molteplicità delle possibili prospettive di osservazione rispetto alle quali la resilienza può essere considerata, lasciano intravedere la complessità derivante dalla elevata quantità di dati, afferenti a diversi domini e categorie informati-

## Knowledge management and resilience of urban and territorial systems

**Abstract.** The concept of resilience related to the built environment, thus to urban and territorial scales, counts today a multiplicity of declinations and applications: with respect to these scales, the paper deals with the central role of information for the analysis of fragility and vulnerability and for the development of resilience strategies. Assuming a hierarchical vision of knowledge and considering the current evolution of information technologies, the purpose is to outline innovative knowledge management methods and applications aimed at promoting forms of resilience of social, physical and infrastructural systems. Hitherto, the implications of current technological innovations related to Big Data and IoT (*Internet of Things*) are also investigated.

**Keywords:** knowledge management, urban management, Internet of Things (IoT), sensors, resilience.

## Fragility, robustness and resilience of systems

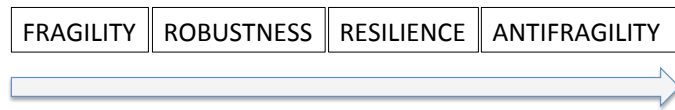
The concept of resilience has been used since several years in many scientific and operational fields (K. Wolter et al., 2012), but there are only few sectors in which the term “resilience” has taken a leading role to extend the concepts of resistance and robustness (Roy, 2010) (see Fig. 1). The reference to the same concept in disciplinary sectors, even very different from one another, has naturally led to a significant proliferation of terms, definitions and reference frameworks for the assessment of resilience (Martin-Breen and Anderies, 2011).

In the perspective of improving the behavior of systems operating under conditions of high uncertainty, nowadays the winning strategy (Fig. 2) seems to be the one that from the fragile condition evolves towards robustness, goes

through resilience and ends in the condition that some researchers call anti-fragility (Johnson and Gheorghie, 2013) (Taleb and Douady, 2013).

Hence, the transition from robustness to resilience (Fig. 1) is characterized by a dynamic response of the system configuration, which changes in relation to the events that alter its reference context (Fig. 3). A resilient system is able to dynamically intercept – through continuous monitoring – changes to the context conditions and it is able to activate changes to its configuration through a continuous flow of incoming information, which reveals changes, and output information to trigger the answers. The dynamic dimension of systems resilience – and therefore the critical role of information – seems to be a key element in the several definitions provided by various scientific fields (Wright et al., 2012). With re-





ve, provenienti da più fonti, da raccogliere, selezionare e dirigere a una pluralità di soggetti attraverso modalità di elaborazione diversificate a seconda dei contesti e delle finalità.

I sistemi complessi e interagenti, quali quelli urbani e territoriali, formano network, caratterizzati da legami non lineari; in presenza di eventi perturbativi, si generano, spesso in modo repentino, modificazioni nella quantità e nella velocità degli scambi informativi, creando nuove interconnessioni e nuovi canali di comunicazione. In queste condizioni (Internews, 2009) le prestazioni generali dei sistemi interconnessi, e stressati da eventi perturbanti, tendono a diminuire al crescere di complessi fenomeni dissipativi riguardanti materia ed energia (Bhamra et al., 2011), difficilmente controllabili senza un adeguato apparato<sup>2</sup> (infrastrutture e organizzazioni) capace di sostenere e gestire i flussi informativi (Bharosa et al., 2009). A tale proposito uno studio su casi di collasso dei sistemi di gestione dell'emergenza in situazioni di disastri naturali (Comfort, 2007) analizza le quattro funzioni fondamentali per la gestione di situazioni di crisi dei sistemi – cognizione, comunicazione, coordinazione e controllo – ed evidenzia come la cognizione, ossia la corretta interpretazione dei fenomeni in corso, sia condizione essenziale per l'attivazione dei conseguenti processi di comunicazione, coordinamento e controllo. Tale corretta interpretazione, considerata la complessità delle interconnessioni dei sistemi e la repentinità dei fenomeni, non può che dipendere da processi dinamici basati sull'acquisizione in continuo di dati, che devono poter essere rapidamente validati e contestualizzati rispetto ai molteplici livelli organizzativi e operativi. Il fine è quello di generare, a livello di

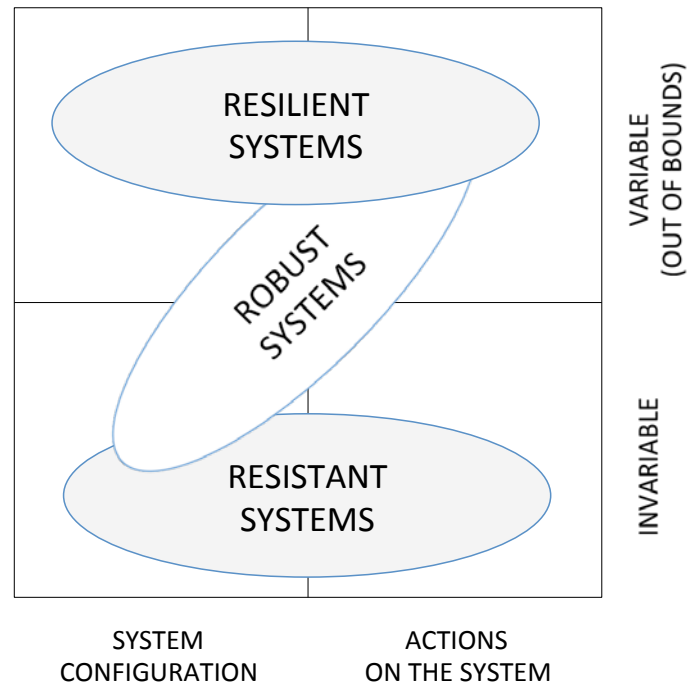
spect to the dynamic dimension it is possible to increase the resilience of a system by strengthening three different types of capability (OECD, 2014): Absorption capability, Adaptive capability, Transformative capability. These capabilities are strictly connected with the management of information flows that enable a system to read the dynamic variation of the stressing factors and to activate modification processes in order to guarantee the recovery of the functions as shown in Fig. 3.

**Resilience and information**

Analyzing the resistance and reaction capacity of urban and territorial systems, as many studies show<sup>1</sup>, it is clear that Information Management plays a major role in the development of resilience strategies. The features of this role, in relation to the multiplicity of possible observation perspectives of re-

silience, outline the complexity arising from the large amount of data, belonging to different domains and information categories and coming from multiple sources, that has to be collected, selected and directed to a plurality of entities through processing methods diversified according to contexts and purposes.

Complex and interacting systems, as urban and territorial systems, build networks, characterized by non-linear bonds: in presence of perturbation events, changes in quantity and speed of information exchanges are generated, often in a sudden way, creating new interconnections and new communication channels. In these conditions (Internews, 2009) the general performance of interconnected systems, stressed by disturbing events, likely decrease as complex dissipative phenomena - concerning matter and energy -



sistema, capacità condivisa di imparare, di interpretare correttamente i fenomeni, di attribuire priorità, di innovare e di rispondere ai cambiamenti, in ultima analisi di giungere ad un sapere collettivo.

Dall'insieme di queste riflessioni sul rapporto tra informazioni e gestione della risposta dei sistemi in condizioni anomale emergono tre considerazioni tra loro correlate, che delineano possibili scenari di ricerca e sperimentazione. Una prima questione riguarda le modalità più efficaci per la raccolta delle informazioni nel momento in cui le si vuole finalizzare alla resilienza dei

grow (Bhamra et al., 2011). Moreover, these phenomena are difficult to control without a proper apparatus<sup>2</sup> (infrastructures and organizations) able to support and manage information flows (Bharosa et al., 2009). In this regard, a study on cases of collapse of emergency management systems in situations of natural disasters (Comfort, 2007) analyzes the four fundamental functions for the management of system crisis situations – cognition, communication, coordination and control – and it highlights how cognition, i.e. the correct interpretation of ongoing phenomena, is an essential condition for the activation of the consequent communication, coordination and control processes necessary for systems response. This correct interpretation, considering the complexity of systems interconnections and the suddenness of phenomena, can only depend on dynamic processes

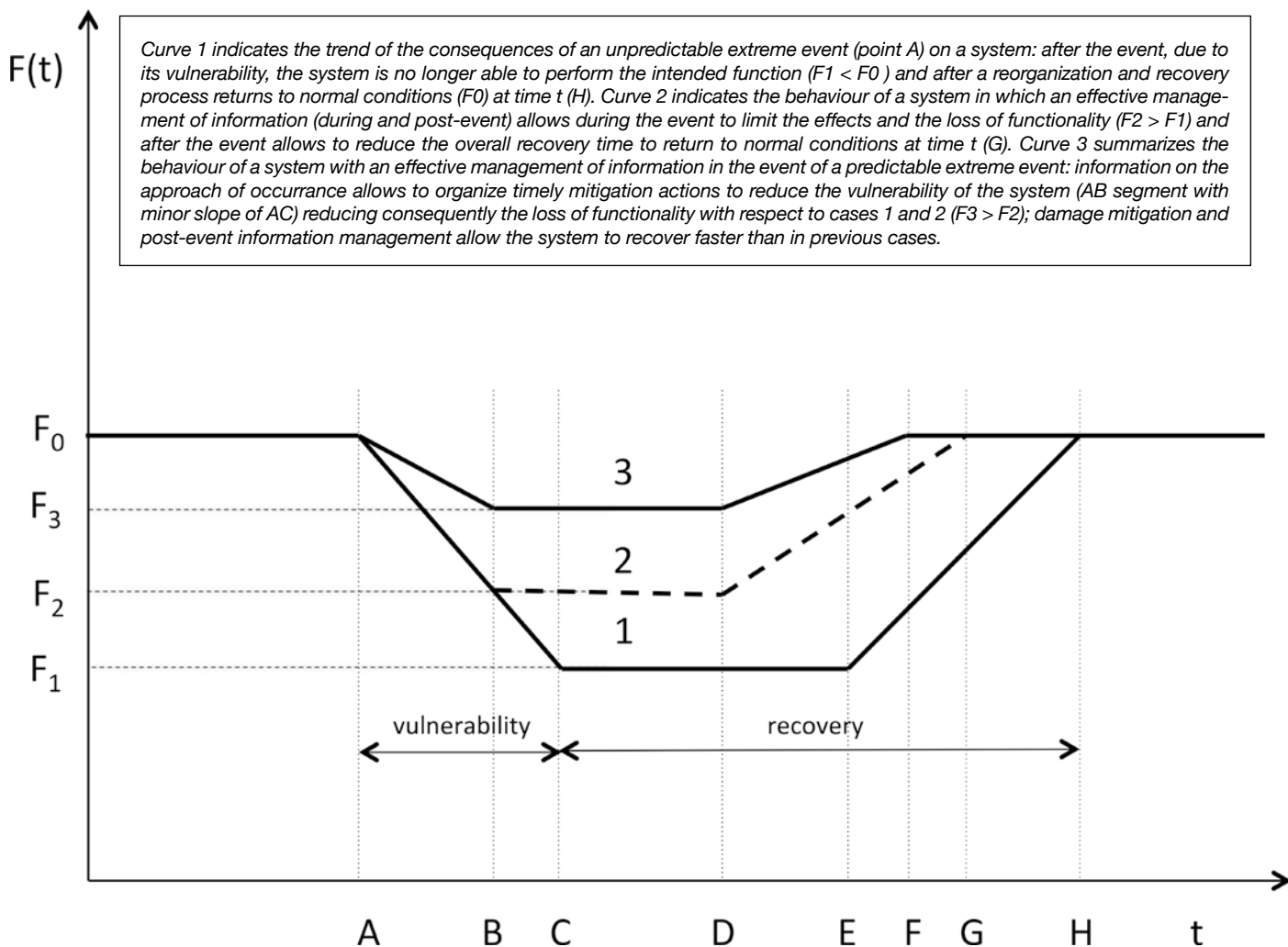
based on the continuous acquisition of data, which have to be quickly validated and contextualized with respect to the various organizational and operational levels. The aim is to generate, at the system level, the shared ability to learn, to correctly interpret phenomena, to prioritize, to innovate and to respond to changes and, at last, to attain a collective knowledge.

From all these reflections on the relationship between information and management of system response under anomalous conditions, three inter-related considerations emerge, which outline possible scenarios of research and experimentation. A first question concerns the most effective methods for data collection with the purpose of contributing to the resilience of territorial and urban systems. On the basis of previous considerations, it is clear that the collection regards both data

sistemi territoriali e urbani. Dalle considerazioni svolte appare evidente che la raccolta riguarda sia dati acquisibili secondo modalità tradizionali e riferibili a situazioni essenzialmente stabili (per esempio dati statistici demografici, macroeconomici, descrittivi delle caratteristiche fisiche dei territori, ecc.), sia dati da acquisire in tempo reale, da fonti multiple e in grandi quantità, in particolare in situazioni di emergenza. Queste considerazioni aprono al tema attuale dei Big Data e agli approcci più adeguati per la loro gestione (criteri e metodi di selezione e validazione). Una seconda questione riguarda le modalità organizzative innovative per la gestione dei dati, al fine della attivazione dei processi necessari per la composizione della piramide «from data to wisdom» (Ackoff, 1989). Tale questione apre a molteplici domande, per esempio: come relazionare e contestualizzare dati

provenienti da fonti tradizionali e dati acquisiti secondo logiche Big Data? Quali modelli di governo dei flussi informativi e quali piattaforme operative utilizzare? Quali modalità di interoperabilità tra sistemi informativi tradizionali e applicativi a rete? Quali metodi e quali strumenti per il *knowledge management*? Quali strategie e tattiche di coinvolgimento (fornitura, scambio, utilizzo, interpretazione dei dati) della collettività?

Infine un'ultima questione riguarda i manufatti costituenti i contesti territoriali e urbani, poiché il tema resilienza-informazione non si esaurisce sul piano organizzativo e relazionale tra individui e collettività. Anche gli oggetti dei territori e delle città sono in grado di partecipare allo scambio informativo, secondo due livelli di lettura. Uno è quello del loro patrimonio informativo. I manufatti, se dotati di informazioni, sia di progetto sia di feed back circa i



loro comportamenti nel ciclo di vita, sono in grado di comunicare le loro caratteristiche e le loro attitudini; si tratta in questo caso di caratteristiche e prestazioni “stabili”, rappresentanti situazioni pre-crisi. L'altro è quello del loro stato attuale, le prestazioni erogate in tempo reale, che può evidenziare le “prestazioni residue contingenti” in situazione di crisi. Quest'ultimo aspetto apre agli approfondimenti sul ruolo della sensoristica applicata agli oggetti edili e alle infrastrutture (Talamo et al., 2016): i sensori diventano fonti di dati in continuo e possibili generatori di Big data.

Da questi due livelli di lettura emerge un collegamento stretto con l'ambito delle applicazioni IoT (*Internet of Things*) capaci di rendere i manufatti dei veri e propri terminali informativi in grado di comunicare e di ricevere dati appropriati rispetto a comportamenti resilienti, sia in situazioni normali che in condizioni di perturbazione.

### **Resilienza, big data e infrastrutture IoT**

Il territorio può essere, dunque, inteso come una rete di infrastrutture digitali in cui le infrastrutture fisiche (edifici, strade, ecc.) sono nodi (IoT) che raccolgono e scambiano dati (Big Data), contribuendo ad aumentare i livelli di conoscenza e il controllo dei processi di gestione della città e dei fenomeni che la interessano.

Questa visione della città apre interessanti considerazioni circa l'entità e le caratteristiche del patrimonio informativo da essa sviluppato, poichè la mole di dati che il territorio può generare ha ordini di grandezza che superano gli Exabyte (1 EB=10<sup>18</sup> Byte) (IBM, 2017). Le infrastrutture ICT, tra cui l'IoT, sono fondamentali al fine di gestire tali quantità di dati ed elaborarli per generare informazioni da dirigere opportunamente laddove necessario

that can be acquired with traditional methods, referable to essentially stable situations (for example demographic, macroeconomic, descriptive data about physical characteristics of territories, etc.), and data to be acquired in real time, from multiple sources and in large quantities, especially in emergency situations. These considerations open up to the hot topic of Big Data and to the most appropriate approaches for their management (selection and validation criteria and methods).

A second consequent consideration concerns the innovative organizational methods for data management, in order to activate processes necessary for building the pyramid «from data to wisdom» (Ackoff, 1989). This topic opens to many questions, for example: how to relate and contextualize data from traditional sources and Big Data acquired by innovative devices? Which

governance models of information flows and which operating platforms to use? How to assess the interoperability between traditional information systems and network applications? What methods and tools for knowledge management? What strategies and tactics (supply, exchange, use, interpretation of data) for community inclusion and participation?

Last of all, a consideration about the artifacts constituting the territorial and urban contexts, since the resilience-information topic does not end on the organizational and relational level between individuals and the community. Even the objects of territories and cities are able to participate in the information exchange, according to two reading levels. The first one regards their information assets. The artifacts, if embedded with information, both from design projects and from feed-

(Gómez et al., 2017). L'IoT può essere intesa come un'infrastruttura di rete globale dinamica, basata su protocolli di comunicazione standard e interoperabili, in grado di interconnettere oggetti fisici e virtuali, dando loro identità uniche e possibilità di interazione attraverso interfacce intelligenti tra loro e con gli utenti (ITU-T, 2012; Vermesan, Friess, 2013). L'infrastruttura IoT è un'infrastruttura caratterizzata da interconnettività, varietà, scalabilità, dinamismo e articolata secondo tre componenti (Haas et al., 2015): (i) sistema di dispositivi e sensori che donano proprietà di comunicazione agli oggetti fisici; (ii) software, piattaforme o sistemi informativi che raccolgono, elaborano e utilizzano i dati raccolti; (iii) rete di comunicazione che consente l'interazione tra tutti gli elementi coinvolti.

L'aspetto innovativo – e interessante in relazione alle strategie di resilienza – è rappresentato dal fatto che i diversi componenti del sistema città hanno la possibilità di imparare ad essere consapevoli del contesto in cui sono collocati (consapevolezza situazionale) (Ghimire et al., 2017), a rilevare, raccogliere, trasmettere, archiviare ed elaborare in tempo reale Big Data in modo integrato al fine di comunicare tra loro e con le persone (Bandyopadhyay et al., 2011; Giusto et al., 2010). Si tratta di dati (Urban Big Data) di varia natura relativi a una molteplicità di aspetti – clima, mobilità, grado di affollamento, ecc. (Tab. 1) – capaci di diventare informazioni utili per i processi di gestione in situazioni di eventi perturbanti sia prevedibili (gestione del rischio), sia non prevedibili (gestione delle emergenze).

Se si considera come campo di applicazione la scala urbana è facilmente intuibile come l'implementazione di un sistema distribuito e disseminato di sensori e di device dell'IoT conduca a scenari caratterizzati da una elevata complessità informativa relativamente

backs about their behavior during their life cycle, are able to communicate their features and their aptitudes, thus “stable” characteristics and performance representing pre-crisis situations. The other level concerns their current state, so the real time performance that can highlight the “contingent residual performance” in crisis situations. This last aspect opens to insights about the role of sensing technology applied to buildings and infrastructures (Talamo et al., 2016): sensors become continuous data sources and possible Big Data generators.

From these two reading levels, it comes out a close connection with the field of IoT (Internet of Things) applications, able to convert artifacts into information terminals able to communicate and receive proper and suitable data with respect to resilient behavior, both in normal and perturbation conditions.

### **Resilience, Big Data and IoT infrastructures**

The territory can be understood as a network of digital infrastructures in which physical infrastructures (buildings, roads, etc.) are nodes (IoT) that collect and exchange data – Big Data – contributing to increase the levels of knowledge and control of management processes of the city and its affecting phenomena.

This vision of the city opens up interesting considerations about the entity and characteristics of the information assets generated by the city itself, as the amount of information that the territory can generate has orders of magnitude exceeding the Exabytes (1 EB = 10<sup>18</sup> Bytes) (IBM, 2017). ICT infrastructures, including IoT, are fundamental in order to manage such data volume and process them in order to generate information to be opportune-

Tab. 1 | Descrizione delle principali categorie di Urban Big Data, evidenziando alcuni esempi di dati e informazioni, alcune fonti e la velocità di aggiornamento. Adattata da Thakuriah et al. (2014) e Pan et al. (2016).

*Description of main categories of Urban Big Data, highlighting some examples of data and information, sources and updating speed. Adapted from Thakuriah et al. (2014) and Pan et al. (2016).*

Category	Sources	Types of data	Update Rate
Data from sensors (on urban infrastructure, environment and mobility)	Connected Systems of sensors (e.g. WSN) and other IoT Networks: (mobile and fixed) device networks and sensor networks in urban areas (e.g. public utility control units, environmental parameters detection networks, smart grids, etc.); Public utilities sensor systems; Building Management Systems (BMS); Smart Grids; Surveillance System; Geographic Information Systems (GIS); Satellite Earth observation service (Earth Observation Satellites System & Land Observations System)	Environmental data (Temperature, Humidity, etc.); Seismic data; Hydrological data; Geological data; Data on mobility (timetables and possible delays in public transport, data on the movements of people in the city - including origin, destination, itinerary and time spent, data on the real-time traffic situation); Data on public utilities (energy and electricity distribution, water, gas); Data from monitoring of use and consumption (heating, lighting, power supply)	High
Data generated by users	Participatory sensing systems; social media; access and log ins; Global Positioning System (GPS); Global Navigation satellite systems (GNSS); on line social network; mobile application; Blogging & web 2.0	Users' position; Users' preferences; Online activities; Socially-generated or shared data (posts, links, etc.)	High
Administrative data (public and confidential)	Administrative portals, regional and municipal portals of the Government (open and confidential microdata on population)	Data of the public administration on transactions, taxes and revenues, payments and registrations; basic public data on population, traffic, land, housing and geography; confidential micro-data on personal employment, medical care and social assistance payments, on welfare and education, education registers, etc.	Low
Business data	Records, memory cards and company documents; workforce management system; data on public services and financial institutions; product purchase register and terms of service agreements	Data on customer transactions; customer data; customer preferences; number of purchases / contracts	Low

ai volumi di dati, alle sorgenti di dati ed alle modalità di raccolta. Pertanto, se da un lato la disponibilità e l'accessibilità a tale ricchezza informativa aprono a inedite possibilità di incrementare la capacità adattativa dei sistemi urbani per renderli più resilienti, dall'altro una tale complessità di dati richiede nuove forme di gestione per poter trasformare questo patrimonio informativo in concreti strumenti, strategici ed operativi, che contribuiscano a rendere maggiormente resilienti i sistemi urbani.

ly directed where necessary (Gomez et al., 2017). IoT can be understood as a dynamic global network infrastructure, based on standard and interoperable communication protocols, capable of interconnecting physical and virtual objects, giving them unique identities and the possibility to interact with each other and with users through intelligent interfaces (ITU-T, 2012; Vermesan and Friess, 2013). The IoT infrastructure is characterized by interconnectivity, variety, scalability and dynamism, and it is constituted by three components (Haas et al., 2015): (i) system of devices and sensors that gives communication abilities to physical objects; (ii) software, platforms or information systems that collect, process and use the collected data; (iii) communication network that allows interaction between all the involved elements. The innovative aspect – interesting in

relation to resilience strategies – is represented by the fact that the different components of the city system learn to be aware of the context in which they are located (Situational Awareness) (Ghimire et al., 2017) and to detect, collect, transmit, store and process Big Data in an integrated way in order to communicate with each other and with people (Bandyopadhyay et al., 2011; Giusto et al., 2010). The Urban Big Data includes data of various kinds relating to a variety of aspects – climate, mobility, degree of crowding, etc. (Table 4) – capable of becoming useful information for management processes in situations of disruptive events, both in the cases they are predictable (risk management) or non-predictable (emergency management). Considering as scope of application the urban scale, it is easily understandable how the implementation of a dis-

Rispetto ad alcune azioni capaci di innalzare la resilienza – ossia rilevamento real-time dei dati ed elaborazione di previsioni, comunicazione e allerta, rilievo e gestione post-evento – ad oggi è possibile delineare alcuni approcci possibili (Tab. 2), basati sulle applicazioni IoT, per esempio (Tab. 3):

- definizione di soglie di accettazione per parametri ambientali critici, unita al monitoraggio ambientale degli stessi in tempo reale e all'analisi dei dati raccolti per elaborare previsioni e

tributed and disseminated system of sensors and other IoT devices leads to scenarios characterized by an information complexity with regard to data volumes, sources and methods of collection. Therefore, if on one hand the availability and accessibility to this wealth of information open up novel possibilities to increase the adaptive capability of urban systems to make them more resilient, on the other hand such a complexity of data requires new forms of management in order to transform this information assets in real strategic and operational tools that contribute to make urban systems more resilient. With respect to some actions able to raise resilience – i.e. real-time data collection and forecasts processing, communication and alert, relief and post-event management – nowadays it is possible to outline some promising

approaches (Table 5), based on IoT applications, for example (Table 6):

- definition of acceptance thresholds for critical environmental parameters, together with their real time monitoring and the analysis of collected data, in order to elaborate forecasts and action plans aimed at mitigating the risk associated to the event occurrence. A reference case study is represented by the Municipality of Can Tho in Vietnam;
- integration of monitoring infrastructures with the communication and alert system both to promptly notify and inform critical infrastructure managers and, if necessary, to implement appropriate adaptation actions (e.g. train and air block), both to activate emergency services (police, police fire, etc.) and to alert the population through mass media. The Great East Japan Earthquake

piani d'azione per mitigare il rischio legato al verificarsi dell'evento. Un caso studio di riferimento è la municipalità di Can Tho in Vietnam;

- integrazione delle infrastrutture di monitoraggio con il sistema di comunicazione e allerta sia per avvisare tempestivamente i gestori delle infrastrutture critiche ed, eventualmente, implementare opportune azioni di adattamento (es. blocco treni e aerei), sia per attivare servizi di emergenza (polizia, vigili del fuoco, ecc.) e allertare la popolazione attraverso i mass media. Il Great East Japan Earthquake del 2011 è uno dei casi rappresentativi di questo approccio;
- utilizzo dei dati derivanti dai sistemi georeferenziati di monitoraggio in tempo reale delle risorse dispiegate/disponibili come strumento informativo di supporto ai soggetti decisori per pianificare e coordinare, nel minor tempo possibile, le operazioni di assistenza e soccorso post-evento. Un caso di riferimento è l'approccio seguito dal Governo indiano;

- implementazione e utilizzo di piattaforme di crowdsourcing per comunicazioni di emergenza, nonché come strumento di categorizzazione e mappatura informazioni. Un caso rappresentativo in questo senso è quello del Pakistan che ha implementato Pakreport, piattaforma di crowdsourcing per la segnalazione di emergenze e la raccolta di informazioni;
- impiego delle ICT per la realizzazione di sistemi di Early Warning aventi lo scopo di fornire tempestivi, affidabili ed economici avvisi di disastro di massa. Un esempio rappresentativo di questi sistemi è il Disaster Early Warning Network - DEWN implementato in Sri Lanka.

### Conclusioni

Nella costruzione di strategie di resilienza il tema dell'informazione è di fondamentale importanza e si può delineare nei suoi connotati attraverso lo sviluppo di due piani di lettura connessi. Uno è quello, di carattere teorico e interpretativo, riguardante le varie pro-

Tab. 2 | Scenari di utilizzo dei servizi ICT per lo svolgimento delle funzioni di resilienza a scala urbana. Adattata da ITU-T (2015) e APCICT (2016).  
*Scenarios of ICT use for the development of urban-scale resilience functions. Adapted from ITU-T (2015) and APCICT (2016).*

Attribute of Urban system	Actions	Key objectives	
Reliability	Data collection and preparation of forecasts	Monitoring	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risk mitigation by monitoring environmental parameters</li> <li>- Identification and tracking of resources available on the territory</li> </ul>
		Predictive methods and Intervention strategies	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descriptive and predictive analysis to predict potential disasters and evaluate related impacts</li> <li>- Predictive maintenance of critical infrastructures</li> <li>- Enabling Early Warning Monitoring systems</li> <li>- Identification of appropriate locations for resource storage, rest areas, evacuation routes and emergency operations centers</li> <li>- Solving of any vulnerabilities of the ICT infrastructure</li> <li>- Improving alert strategies by identifying appropriate channels, sources and messages</li> <li>- Improving evacuation planning by identifying potential areas, shelters, routes and location of populations with special evacuation needs</li> <li>- Conducting public education campaigns, including the integration of disaster risk awareness into school curricula</li> <li>- Conducting emergency drills and evacuation simulations</li> </ul>
Vulnerability	Communication and Warning	Real-time monitoring	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Real-time monitoring of the supply of stocks and supplies</li> <li>- Real-time tracking of resources</li> <li>- Monitoring of rescue vehicles and civil vehicles</li> <li>- Monitoring the progress of response activities</li> </ul>
		(Early) Warning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reception of reports and requests</li> <li>- Broadcasting of warning and mass alert messages</li> <li>- Broadcasting of useful information on recovery units and locations, location of resources, safe points, etc.</li> </ul>
Recovery	Survey and post-event management	Real-time monitoring	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Real-time monitoring of the supply of stocks and equipments</li> <li>- Real-time tracking of resources</li> </ul>
		Assessment and post-event management	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assessment of damage and provision of information for planning and coordination of rescue activities</li> <li>- Interaction between rescue teams for appropriate allocation of resources</li> <li>- Creation of a virtual logistics network to facilitate communication between all the involved parties, as well as real-time monitoring of feedback information system</li> </ul>

Tab. 3 | Approcci al potenziamento della resilienza con il supporto delle reti informativi: casi rappresentativi  
*Approaches to strengthening resilience with the support of information networks: representative cases*

Approaches	Case Studies	Tools, potentialities and criticalities
Definition, monitoring and management of acceptance thresholds for critical parameters	The Can Tho municipality in Vietnam has developed a project aimed at enriching existing databases and providing accurate and reliable real-time information about water salinity levels to identify critical salt thresholds. The objective of the project is, therefore, to identify the saline intrusion thresholds and the potential response actions in order to develop an information tool for local communities and decision-makers to support the participatory elaboration of policies and action plans. Source: ISET (2012), "Climate Resilience Case Study. Can Tho, Vietnam. Real-Time Monitoring for Responding to Saline Intrusion" available at: <a href="http://Training.I-S-E-T.Org/">http://Training.I-S-E-T.Org/</a> (accessed 13 November 2017).	Condition-based intervention tool based on predictive and descriptive analysis as a part of an information support tool. It represents a participatory and inclusive program that allows the various stakeholders to support experts and technicians in the management of the project, from the data acquisition phase up to the last phase of action plans definition.  In addition to the development of a real-time data management and visualization system, the project involved: the construction of a website on which real-time data updates are published, the creation of systems for analyzing and processing raw data in order to create a dynamic database about salinity values and the preparation of saline intrusion alarm systems.
Integration of monitoring infrastructures with the communication and warning system	During the Great East Japan Earthquake of 2011, the monitoring system was able to detect in real time the first shock wave (P waves). Thus, it gave a useful timeframe of few seconds, before the occurring of the second wave of impact (S waves), to Tokyo Metropolitan Government and to Japan Meteorological Agency to: notify the three main mobile network operators which - as a result of an alert - sent a message in five languages to all users warning them of the earthquake; mobilize the mass media to broadcast a warning on all their channels, showing the epicenter and indicating the exposed areas; send the arrest command to railway and airport systems, as well as to nuclear reactors; mobilize emergency services and forward requests to the main medical facilities for increasing levels of preparedness. Sources: GSMA. (2013), "Smart City Resilience Learning from Emergency Response and Coordination in Japan", available at: <a href="http://www.gsma.com">www.gsma.com</a> (accessed 13 November 2017); Cheng, J. W., & Mitomo, H. (2016), "Effects of ICT and media information on collective resilience after disasters—from a virtual crowd to a psychological crowd—Part 1-ICT and media information and collective resilience in an emergency situation", available at: <a href="https://www.econstor.eu/">https://www.econstor.eu/</a> (accessed 13 November 2017).	Collaboration and coordination between research centers, municipalities and private operators of mobile networks as an enabling element for the entire project.  The project is based on the use of existing technologies which were fundamental for the success of the entire project, as well as for achieving the objectives of cost limitation. Therefore, the repeatability and applicability of this project in other cities inevitably depend on the availability of a pre-existing technological infrastructure that ensures an extensive and widespread dissemination of warnings on the entire urban territory.
Use of data from geo-referenced real-time monitoring systems of deployed / available resources	The Indian government has launched the India Disaster Resource Network (IDRN), a project that was created with the aim of mitigating the risks associated with the lack of information on the resources available in case of a disaster. The project involves the development of a dynamic database of resources, updated in real time, able to collect and transmit information about the availability of equipments, critical supplies and human skills, so that decision-makers can mobilize the appropriate resources in the least possible response time. This database is centrally managed at the national level by the National Institute of Disaster Management - NIDM. Source: MAIT Digital India Action Group (2016), Internet of Things (IoT) for Effective Disaster Management, Whitepaper, New Delhi, India, available at: <a href="http://www.mait.com/">www.mait.com/</a> (accessed 13 November 2017).	The IDRN has a double value, on one hand it allows decision-makers to find answers about the availability of equipment and human resources necessary to counteract emergency situations of different nature, on the other it can be used as a tool for assessing the level of preparation for specific disasters.  It is a resource mapping tool developed through open source GIS software and real-time monitoring solutions that feeds the database by transmitting geolocalized data.  The dynamic database could evolve into an information system or an information platform that allows to manage the detected measurements, performs statistical analyzes and display the collected information in the form of an interactive dynamic map connected to the communication systems, requesting mobilization and / or resource supply.



Tab. 3 |

Approaches	Case Studies	Tools, potentialities and criticalities
Crowdsourcing platforms for emergency communications	<p>After the massive flood of 2010, Pakistan decided to use a technological platform based on crowdsourcing - Pakreport - as a real-time monitoring and reporting tool for climate disasters to overcome the sense of isolation felt by the affected citizens and to overcome the limited quality of information received from the responsible subjects that have to provide answers and aid interventions.</p> <p>Pakreport allows to: a) create a report line, based mainly on text messages, which allows affected parties to communicate and provide useful information about their position and situation; b) after the translation, categorization and geolocalization of messages coming from users, Pakreport processes and publishes online an open access geographical map containing all the information received and c) simultaneously connects this information with control centers, operational teams and other persons responsible for response, in order to improve decision-making and assistance efforts. Source: Chohan, F., Hester, V., &amp; Munro, R. (2012), "Pakreport: Crowdsourcing for Multipurpose and Multicategory Climate-related Disaster Reporting". CTs, Climate Change and Disaster Management Case Study.</p>	<p>Crowdsourcing is an effective tool for collecting input data from the model, which otherwise would have been based on much more limited input from the individual operators of the rescue teams.</p> <p>The project exploits existing communication technologies and infrastructures provided by the country's mobile telephone system. Therefore the implementation of the project did not require new infrastructure investments.</p> <p>However, in order to be repeatable in other countries, it is necessary to certify the operational continuity of existing digital infrastructures in a crisis situation.</p> <p>One of the main challenges of this mass reporting project is the validation of the accuracy and authenticity of input data and messages received.</p>
ICT for Early Warning Systems	<p>The Disaster Early Warning Network (DEWN) was implemented in Sri Lanka with the aim of providing timely, reliable and convenient emergency warning messages through the use of ICT.</p> <p>The DEWN server is located in the Sri Lanka Disaster Management Center (DMC). The DMC is responsible for verifying the emergency situation and for issuing warnings. These notices are multi-modal, i.e. they use multiple technologies to disseminate information with the aim of reaching even the most isolated areas of the country.</p> <p>DEWN can generate mass, personal or localized warning to end devices using two of the most widely used and reliable mobile communication technologies: cell broadcast - CB and short message service - SMS. Source: Wickramasinghe, K. (2011), "Role of ICTs in early warning of climate-related disasters: A Sri Lankan case study", Proceedings of International Forestry and Environment Symposium, Vol. 16.</p>	<p>The project is based on the use of existing infrastructures that were of fundamental importance for the success of the entire project, as well as for achieving the objectives of cost limitation. However, the repeatability and applicability of this project in other countries must be verified by testing the availability and reliability of the pre-existing digital infrastructure.</p> <p>Early Warning System is suitable for dealing with the growing threat of natural disasters. It releases the early warning immediately after the detection of a potentially dangerous event and before it occurs. However, this tool can also be used, for example, to disseminate information on post-disaster operations.</p> <p>The use of CB and SMS allows the project to reach a very large user population, however it is not free from digital division problems related to the ability to use such technologies.</p> <p>The repeatability and applicability of this project must be verified, testing the availability and reliability of the pre-existing digital infrastructure.</p> <p>Mass alarms could generate panic and chaos among receivers, making the tool counterproductive.</p>

prietà che è possibile riconoscere ai sistemi (fragilità, resistenza, robustezza), che si relazionano in vari modi al concetto di resilienza e che concorrono a divenire i bisogni conoscitivi per la gestione di sistemi complessi sottoposti ad eventi perturbativi. L'altro, di carattere applicativo, riguarda le strategie e le modalità attraverso le quali dalla raccolta dei dati e gestione delle informazioni è possibile giungere a forme di conoscenza condivisa, fondamentali per sostenere le azioni di riconoscimento dei fenomeni, comunicazione, coordinamento delle risorse sui territori e controllo.

Rispetto alla questione della gestione delle informazioni deve essere considerato che oggi lo sviluppo delle infrastrutture digitali ha le potenzialità per cambiare il rapporto dei cittadini con l'acquisizione di beni e servizi e con esso le modalità di comunicazione, di apprendimento, di collaborazione e decisione. *Big data* e *Internet of Things* pongono nuovi interrogativi sulle modalità di acquisizione e utilizzo delle informazioni. Le città stanno entrando in una nuova fase di sviluppo tecnologico, guidata da servizi a banda larga e *cloud-based*, dai dispositivi mobili e dalle reti di sensori: nel futuro prossimo la realtà urbana potrà risultare sempre più definita dalle nuove infrastrutture digitali e dalle interazioni che esse consentono.

Rispetto a questi scenari è possibile evidenziare e analizzare alcuni possibili contributi delle nuove tecnologie all'incremento delle capacità di resilienza dei sistemi urbani e territoriali, quali per esempio:

- la raccolta dati attraverso reti di sensori a diverse scale e il successivo uso di tecniche di modellazione e analisi di scenari per la valutazione e la gestione dei rischi, la mappatura delle vulnerabilità e per la definizione di nuovi indicatori dinamici capaci di monitorare il mutare nel tempo dei fenomeni urbani;

of 2011 is one of the representative cases of this approach;

- use of data coming from real time geo-referenced monitoring systems of deployed / available resources as an informative tool to support decision-makers to plan and coordinate the post-event assistance and rescue operations in the shortest possible time. A reference case is the approach followed by the Indian Government;
- implementation and use of crowdsourcing platforms for emergency communications, as well as a tool for categorization and information mapping. A representative case in this sense is Pakistan which has implemented Pakreport, a crowdsourcing platform for reporting emergencies and gathering information;
- use of ICT for the implementation of Early Warning systems with the

aim of providing timely, reliable and low-cost mass disaster warnings. A representative example of these systems is the Disaster Early Warning Network - DEWN implemented in Sri Lanka.

### Conclusions

In the creation of resilience strategies, information is a crucial topic.

This topic can be described and analyzed in its connotations through the development of two connected reading plans. The first one has a theoretical and interpretative nature, it concerns the various properties of systems (fragility, resistance, robustness), which deal in various ways with resilience and which contribute to becoming the cognitive needs for the management of complex systems affected by perturbation events. The second plan has an applicative nature, it concerns strate-

- l'utilizzo di applicazioni satellitari e mobili per la lettura delle dinamiche di adattamento in atto nella città;
- lo sviluppo di piattaforme di condivisione delle conoscenze per facilitare la comunicazione, l'autoapprendimento e lo scambio informativo tra governi locali, comunità, organizzazioni e ricercatori che lavorano nei programmi di sviluppo urbano, rafforzando la trasparenza, la responsabilità e il sostegno pubblico. Si aprono molteplici ambiti di ricerca e sperimentazione, finalizzati alla definizione e applicazione dei possibili approcci, riguardanti la gestione delle informazioni relative alla resilienza nei diversi momenti della vita di un sistema urbano in relazione alle condizioni di sollecitazione (situazione ordinaria pre-evento, situazione di vulnerabilità legata al verificarsi di un evento perturbante e situazione di recupero post-evento). Approcci che, al di là della diversità delle modalità adottate, dovranno sicuramente essere accomunati da una consapevolezza: le infrastrutture fisiche e digitali e l'applicazione della tecnologia a diverse scale saranno valide e utili nella misura in cui parteciperanno alla costruzione di modelli volti all'inclusione, al coinvolgimento e alla partecipazione collaborativa delle amministrazioni, dei soggetti decisori e di tutti i cittadini.

### NOTE

1. Si veda: Bhamra et al., 2011; Bharosa et al., 2009; CSIC, 2017; Comfort et al., 2001; Arup, 2014).
2. Internews, nel suo studio supportato dalla Rockefeller Foundation, evidenzia come nonostante la riconosciuta importanza della informazioni nella definizione dei sistemi resilienti, raramente le politiche e programmi per la resilienza affrontano in modo diretto il tema dei network informativi nelle loro molteplici possibili applicazioni.

gies and methods through which from data collection and information management it is possible to reach forms of shared knowledge, fundamental to support actions for recognition of phenomena, communication, resources coordination on territories and control. Regarding the issue of information management, it should be taken into consideration that today the development of digital infrastructures has the potential to change the relationship between citizens and the acquisition of goods and services, as well as the methods of communication, learning, collaboration and decision. Big data and IoT bring out new questions on how to acquire and use information. Cities are entering a new phase of technological development, driven by broadband and cloud-based services, mobile devices and sensor networks: in the near future, urban reality could be increasingly de-

finied by new digital infrastructures and the interactions that they allow.

With respect to these scenarios, it is possible to highlight and analyze some possible contributions of new technologies to increase the resilience of urban and territorial systems, such as:

- data collection through sensor networks at different scales and subsequent use of modeling and scenario analysis techniques for risk assessment and management, for vulnerability mapping and for the definition of new dynamic indicators able to monitor the change over time of urban phenomena;
- use of satellite and mobile applications for reading the adaptive dynamics that happen in the city;
- the development of knowledge sharing platforms to facilitate communication, self-learning and information exchange between local govern-

## REFERENCES

Ackoff, R.L. (1989), "From Data to Wisdom", *Journal of Applied Systems Analysis*, Vol. 16, pp. 3-9.

APCICT (2016), *ICT for Disaster Risk Management*, The Academy of ICT Essentials for Government Leaders Module Series, Republic of Korea.

ARUP and Rockefeller Foundation (2014), *City resilience framework*, Ove ARUP & Partners International, London, UK.

Bandyopadhyay, S., Sengupta, M., Maiti, S. and Dutta, S. (2011), "Role of middleware for Internet of Things: a study", *Int. J. of Computer Science & Eng. Survey*, Vol. 2, No. 3, pp. 94-105.

Bhamra, R., Dani, S. and Burnard, K. (2011), "Resilience: the concept, a literature review and future directions", *International Journal of Production Research*, Vol. 49, No. 18, pp. 5375-5393.

Bharosa, N., Lee, J. and Janssen, M. (2009), "Challenges and obstacles in sharing and coordinating information during multi-agency disaster response: Propositions from field exercises", *Inf Syst Front* (2010), Vol. 12, pp. 49-65 .

Comfort, L.K. (2007), "Crisis Management in Hindsight: Cognition, Communication, Coordination and Control", *Public Administration Review*, December 2007, Special Issue.

Comfort, L.K., Sungu, Y., Johnson, D. and Dunn M. (2001), "Complex systems in crisis: anticipation and resilience in dynamic environments", *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Vol. 9, No. 3, pp. 144-158.

CSIC (Cambridge Centre for Smart Infrastructure and Construction), (2017), *Transforming infrastructure through smarter information*. Annual Review 2017.

Ghimire, S., Luis-Ferreira, F., Nodehi, T. and Jardim-Goncalves, R. (2017), "IoT based situational awareness framework for real-time project management", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 30, No. 1, pp. 74-83.

Giusto, D., Iera, A., Morabito, G. and Atzori, L. (2010), *The Internet of Things*, Springer, New York, USA.

ments, communities, organizations and researchers working in urban development programs, strengthening transparency, accountability and public support.

There are many areas of research and experimentation aimed at defining and applying possible approaches regarding the management of information related to resilience at different moments in the life of an urban system in relation to the solicitation conditions (ordinary pre-event situation, situation of vulnerability linked to the occurrence of a disturbing event and post-event recovery situation). Approaches that beyond the diversity of the adopted modalities, will surely have to share an awareness: the physical and digital infrastructures and the application of technology at different scales will be valid and useful insofar as they will participate in the construction of models aimed at

inclusion, involvement and collaborative participation of administrations, decision-makers and all citizens.

## NOTES

1. See: Bhamra et al., 2011; Bharosa et al., 2009; CSIC, 2017; Comfort et al., 2001; Arup, 2014.

2. Internews, in its study supported by the Rockefeller Foundation, points out that despite the acknowledged importance of information in defining resilient systems, policies and programs for resilience rarely directly address the issue of information networks in their multiple possible applications.

Gómez, J.E., Marcillo, F.R., Triana, F.L., Gallo, V.T., Oviedo, B.W. and Hernández, V.L. (2017), "IoT for environmental variables in urban areas", *Procedia Computer Science*, Vol. 109, pp. 67-74.

Haas, A., Haas, M. and Weinert, M. (2015), "The Internet of Things is already here, but who bears the risks?", available at: [http://www.wriec.net/wp-content/uploads/2015/07/6J3\\_Haas.pdf](http://www.wriec.net/wp-content/uploads/2015/07/6J3_Haas.pdf) (accessed 13 November 2017).

IBM (2017), "Big Data Analytics", available at: <https://www.ibm.com/analytics> (accessed 13 November 2017).

Internews (2009), *Why information matters. A foundation for resilience*, Report.

IPCC 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*.

ITU-T (2012), "Overview of the Internet of things - Y.2060", available at: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I> (accessed 13 November 2017).

ITU-T (2015), *Information and communication technologies for climate change adaptation in cities*, Focus Group Technical Report.

Johnson, J., Gheorghe, A.V. (2013), "Antifragility Analysis and Measurement Framework for Systems of Systems", *Int. J. Disaster Risk Sci.*, Vol. 4, No. 4, pp. 159-168.

Martin-Breen, P. and Anderies, J.M. (2011), *Resilience: A Literature Review*, The Bellagio Initiative.

Meerow, S., Newell, J.P. and Stults, M. (2016), "Defining urban resilience: A review", *Landscape and Urban Planning*, Vol. 147, pp. 38-49.

OECD (2014), *Guidelines for resilience systems analysis*, OECD Publishing.

Pan, Y., Tian, Y., Liu, X., Gu, D. and Hua, G. (2016), "Urban big data and the development of city intelligence", *Engineering*, Vol. 2, No. 2, pp. 171-178.

Roy, B. (2010), "Robustness in operational research and decision aiding: A multi-faceted issue", *European Journal of Operational Research*, Vol. 200, pp. 629-638.

Santucci, G. (2009), "From Internet of Data to Internet of Things", *International Conference on Future Trends of the Internet*, Vol. 28, pp. 1-19.

Talamo, C., Atta, N. Martani, C. and Paganin, G. (2016), "L'integrazione delle infrastrutture urbane fisiche e digitali: il ruolo dei 'Big Data'", *TECHNE*, Vol. 11, pp. 217-225.

Taleb, N.N. and Douady R. (2013), "Mathematical definition, mapping, and detection of (anti)fragility", *Quantitative Finance*, Vol. 13, No. 11, pp. 1677-1689.

Thakuriah, P.V., Tilahun, N.Y. and Zellner, M. (2017), "Big data and urban informatics: innovations and challenges to urban planning and knowledge discovery", in *Seeing Cities Through Big Data*, Springer International Publishing, pp. 11-45. .

Vermesan, O. and Friess, P. (2013), *Internet of things: converging technologies for smart environments and integrated ecosystems*, River Publishers, Denmark.

Wolter K. et al. (Eds.) (2012), *Resilience Assessment and Evaluation of Computing Systems*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg .

Wright, C., Kiparoglou, V., Williams, M., Hilton, J. (2012), "A Framework for Resilience Thinking", *Procedia Computer Science*, Vol. 8, pp. 45-52.

Zhu, W., Luo, C., Wang, J. and Li, S. (2011), "Multimedia cloud computing", *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol. 28, No. 3, pp. 59-69.

Marina Tornatora,

Dipartimento di Architettura e Territorio, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Italia

mtornatora@unirc.it

**Abstract.** Il saggio vuole porre l'attenzione sul tema dell'acqua come presenza caratterizzante i paesaggi naturali e urbani a partire dalla sua natura "mutevole" e "dinamica" assunta come momento centrale della ricerca di soluzioni tecnologiche in una "visione resiliente" che ribalta concettualmente e operativamente gli approcci difensivi consolidati. Superando l'idea del progetto come "ripristino" post-catastrofe, si fanno strada nuove strategie *hazard-specific site-specific* caratterizzate da un'idea di confine come "bordo interattivo", come un *third space*, definito da legami aperti e flessibili che configurano nuove "porosità urbane". *Waterfront* e lungofiumi diventano degli spazi resilienti capaci di adattarsi e mantenere una "stabilità dinamica" rispetto all'azione degli agenti naturali.

**Parole chiave:** acqua, rischio, fragilità, bordo interattivo.

La natura "mutevole e dinamica" dell'acqua ha storicamente disegnato la morfologia dei territori, esercitando una forte influenza sull'ambiente naturale e antropico.

Progressivamente la presenza dell'acqua è stata percepita come un elemento negativo, come una forza naturale distruttiva da contenere, sottoposta a un processo di antropizzazione risolto come "artificializzazione", spesso ridotta a bacino di raccolta degli scarichi urbani e industriali.

Si è andata a definire una vera e propria "frattura" del rapporto città-fiume, città-mare, materializzata in una separazione netta tra il suolo abitato e l'acqua, risolta in arginature difensive che hanno snaturato la fisionomia originaria del paesaggio.

Si può parlare di una sorta «involuzione culturale»<sup>1</sup> per il modificarsi nei secoli del rapporto uomo-risorsa acqua che ha portato alla scomparsa di tutti quei "gesti antichi" che garantivano una salvaguardia del territorio. Tale frattura si avvia con la rivoluzione industriale quando si diffonde una diversa "tecnica d'uso" dell'acqua che per ragioni produttive viene intubata, deviando i percorsi naturali, seccando fiumi, impoverendo biologicamente i

bacini con conseguenti danni al territorio.

Questo è quello che è accaduto nei numerosi centri urbani costieri in Italia dove il sistema insediativo si è sviluppato non stabilendo un dialogo e un'interazione con le dinamiche naturali e la mutevolezza dell'acqua, ma configurando delle vere e proprie barriere rigide, che hanno reso particolarmente "fragili e vulnerabili" gli affacci a mare.

Inoltre la forte cementificazione delle coste ha interrotto il naturale ripascimento delle spiagge provocando consistenti fenomeni di erosione che hanno alterato la "linea della terra".

## Emergenze ambientali nei territori fragili

Lo stato delle coste e del sistema idrografico in Italia è spesso il risultato di una non adeguata gestione del territorio e dell'ambiente che negli ultimi decenni ha compromesso i processi naturali tra terra e acqua, andando a peggiorare gli effetti, se non addirittura provocando, delle calamità naturali. È quanto emerge nel rapporto su *Lo stato del territorio italiano 2012*<sup>2</sup> curato dall'Ance e dal Cresme che descrive la forte esposizione nel nostro Paese al rischio naturale, segnalando come le aree a elevata criticità idrogeologica rappresentano circa il 10% della superficie italiana e riguardano ben l'89% dei comuni. Inoltre l'indagine mette in evidenza come tra la fine degli anni Novanta e i primi anni Duemila le città italiane hanno vissuto una nuova fase espansiva, effetto di un forte incremento della domanda abitativa primaria che ha provocato delle repentine trasformazioni con un aggravamento delle tensioni ambientali latenti. La crescita demografica si è concentrata in aree già caratterizzate da elevati livelli di fragilità idrogeologica con l'aumento della pressione antropica che, in assenza di efficaci interventi, ha

## The third space between land and water

**Abstract.** The essay concentrates on the topic of water as a significant presence of natural and urban landscapes starting from its "mutable" and "dynamic" characteristic assumed as a crucial moment in the search for technological solutions regarding the "resilient vision" that conceptually and operationally is changing the consolidated defensive approaches. Going over the idea of the project as a post-catastrophe "restoration", new *hazard-specific site-specific* strategies are tracing their way, characterized by the idea of a border as an "interactive edge", like a *third space*, defining open and flexible bonds that shape new "Urban porosity". *Waterfronts* and *quays* become resilient spaces capable to adapt and maintain a "dynamic stability" in relation to the natural actions.

**Keywords:** water, risk, fragility, interactive edge.

During the history the "mutable and dynamic" nature of the water has designed the morphology of the territories, exerting a strong influence on the natural and anthropic environment.

Progressively the presence of the water has absorbed a negative connotation, as a natural destructive force, subject to a process of de-anthropization resolved as "artificialization", often reduced to the collection of urban and industrial waste.

This kind of approaches created a "fracture" in the relation between city-river, city-sea, generating a clear separation between the inhabited ground and the water, interpreted in defensive embankments that have distorted the original physiognomy of the landscape.

The discourse about a «cultural involution»<sup>1</sup> regarding the change of the relation between man and water over the centuries led to disappearance of all

those "ancient gestures" that guaranteed a protection of the territory. The fracture appears due to the industrial revolution when a different "technique of use" of the water has been diffused, for production reasons it comes intubated, diverting natural paths, drying rivers, biologically impoverishing of the basins with consequent damage to the territory.

This is what happened in the numerous coastal urban centers in Italy where there is a lack of dialogue and an interaction of the settlements with the natural dynamics and mutation of the water, where rigid barriers are constructed that made it particularly "fragile and vulnerable" to the sea.

Furthermore, the strong cementation of the coasts interrupted the natural nourishment of the beaches, causing significant erosion that altered the "land line".

contribuito a un ulteriore aggravamento degli equilibri geo-ambientali.

Questi dati sono confermati dalla ricerca condotta nel 2015 dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA<sup>3</sup> che evidenzia come il consumo di suolo in Italia, a partire dal 1956, procede al ritmo di 8 m<sup>2</sup> al secondo; negli ultimi anni oltre 700 km<sup>2</sup> di territorio sono stati oggetto di trasformazioni antropiche e destinati a nuove infrastrutture ed edifici.

Lo scenario diventa più preoccupante se si pensa che oggi il 40% della popolazione mondiale vive lungo le fasce costiere, dove per il 2025<sup>4</sup> si prevede un ulteriore aumento del carico antropico pari al doppio di quello attuale.

Sono dati allarmanti che stanno sollecitando ricerche e interventi a livello mondiale come quelle sviluppate negli Stati Uniti dalla NOAA - *National oceanic and atmospheric administration* che ha elaborato una serie di strategie di *Waterfront Smart Growth*<sup>5</sup> basate su un rafforzamento della resilienza dei centri costieri e in particolare sul ripristino dei processi naturali lungo il confine tra terra e mare, dalle foci dei torrenti, alle zone umide, alle spiagge. Questo approccio mette in discussione i metodi di infrastrutturazione del territorio più diffusi, ricorrendo alla configurazione di veri e propri "sistemi ecologici" concepiti come strumenti per la mitigazione del rischio idrogeologico e l'aumento della biodiversità.

Evidentemente diventa sempre più urgente lo sviluppo di interventi e di progetti basati sulla ricerca di soluzioni tecnologiche in una "visione resiliente" capace di ribaltare concettualmente e operativamente gli approcci difensivi consolidati.

Si tratta di sviluppare una riflessione complessiva in termini progettuali in grado di risemantizzare la presenza dell'acqua nel

paesaggio naturale e urbano ma soprattutto di superare quella pratica di edificazione di barriere difensive – moli, arginature, tombature – concepite come "manufatti robusti".

### **"The Third space": progettare nuove infrastrutture resilienti**

Tra le diverse sperimentazione condotte negli ultimi anni per fronteggiare le emergenze ambientali sembra consolidarsi

uno specifico modello di intervento fondato sul disegno di «bor-di interattivi»<sup>6</sup>, concepiti come "ispessimento" di fasce dai legami aperti e flessibili che vanno a configurare nuove "porosità urbane", dove il paesaggio è assunto come «*as active surface, structuring the condition for new relationships and interactions among the things it support*»<sup>7</sup>. In questi casi il lavoro sui confini, che diventano sempre più "ambigui e flessibili", apre a una dimensione "resiliente" del progetto molto vicina all'idea di «città aperta» avanzata da Richard Sennet<sup>8</sup> che, riprendendo il biologo Stephen Jay Gould, si sofferma sulla distinzione tra il concetto di "limite" come confine dove le cose finiscono e quello di "bordo" come confine nel quale diversi gruppi interagiscono e gli organismi diventano maggiormente interattivi.

Un importante contributo in questa direzione è rappresentato dallo studio di quelle pratiche antiche e comuni utilizzate nelle situazioni estreme, periodicamente interessate da alluvioni, uragani o *tsunami* – Giappone, Filippine, Cile, Usa, ecc. – che hanno sviluppato nel tempo l'uso di sistemi flessibili di difesa dell'ambiente naturale e di salvaguardia degli insediamenti.

Queste riflessioni mettono in discussione il modello diffuso in particolare nelle città europee, basato sulla "artificializzazione del limite" tra terraferma e acqua attraverso la costruzione di

### **Environmental emergencies in fragile territories**

The current state of the coasts and the hydrographic system in Italy is a result of an inadequate management of the territory and the environment that in the recent decades has compromised the natural processes between land and water, worsening the situation or even provoking natural disasters. This is what emerges in the report on *The State of the Italian territory 2012*<sup>2</sup> edited by Ance and Cresme describing the strong exposure to natural risk in Italy, pointing out that the areas with high hydrogeological criticality represent about 10% of whole Italy affecting around 89% of the municipalities. Moreover, the survey shows that in the late nineties and early 2000s Italian cities experienced a new expansion phase, increased demand in the housing sector caused sudden changes with an ag-

gravation of the latent environmental tensions. The growth of the population has been concentrated in areas already characterized by high levels of hydrogeological fragility that in the absence of effective interventions, has contributed to a further aggravation of geo-environmental balances.

These data are confirmed by the research conducted in 2015 by the Institute for Environmental Protection and Research, ISPRA<sup>3</sup> showing how the consumption of soil in Italy, starting from 1956, proceeds at the rate of 8 m<sup>2</sup> per second; in the recent period over 700 km<sup>2</sup> of land have been subject to anthropogenic changes and destined to new infrastructures and buildings.

The situation becomes alarming taking in consideration that today more than 40% of the world's population lives along the coastal lines, forecasting that in 2025<sup>4</sup> the demographic situation will

be twice from the current one.

These emerging data that are collected from worldwide research and interventions such as those realized in the United States by the NOAA - *National Oceanic and Atmospheric Administration*, developed a series of strategies for *Waterfront Smart Growth*<sup>5</sup> based on strengthening the resilience of coastal centers, in particular the restoration of natural processes along the border between land and sea, from the mouths of the rivers to the wetlands and beaches. This approach open the question for the most widespread methods of infrastructuring the territory, using the configuration of "ecological systems" conceived as tools for the mitigation of the hydrogeological risk and the increase of biodiversity.

Evidently, it becomes urgent of developing projects and interventions based on the search for technological

solutions in a "resilient vision" capable conceptually and operationally to transform the consolidated defensive approaches.

The intent is developing an reflection in terms of design able to resemantize the presence of water in the natural and urban landscape but above all to overcome the practice of building defensive barriers – docks, embankments, culverts – conceived as "robust artifacts".

### **"The Third space": design of new resilient infrastructures**

Among the various experiments carried out in recent years dealing with environmental emergencies, a specific intervention model seems to be consolidated based on the design of «interactive edges»<sup>6</sup>, conceived as "thickening" of bands with open and flexible links that are going to configure new "urban porosity", where the landscape is as-

moli, palazzate e lungomare. Mentre sempre più frequentemente gli interventi recenti propongono «una progettazione di un landscape costiero in grado di attuare le strategie di mediazione tra le forze della terra e quelle del mare»<sup>9</sup> attraverso la configurazione di un bordo resiliente capace di adattarsi e avere una “stabilità dinamica” rispetto all’azione degli agenti naturali: piene, alluvioni, erosioni, mareggiate, ecc.

In questi casi il paradigma della “vulnerabilità-resilienza” diventa un potente fattore di innovazione concettuale, comportando un cambiamento nei metodi d’intervento, sul processo di trasformazione e i suoi stessi obiettivi che, come nella tradizione del Taoismo cinese, concepiscono l’acqua come elemento “tenace” e contemporaneamente “duttile”, basandosi su nuovi criteri d’intervento non più fondati sui principi di “robustezza” ma su quelli della “fragilità” e delle “cedevolezza”, capaci di assorbire e adattarsi ai cambiamenti naturali.

È un approccio che non propone il progetto come “ripristino” post-catastrofe o come infrastruttura difensiva, ma come tentativo di una vera e propria azione che miri alla “resilienza del luogo”, configurando una strategia *hazard-specific e site-specific*, che coniuga le azioni “adattive” con quelle della “mitigazione” attraverso il ripensamento della linea tra la terra ferma e l’acqua che si configura con quello che Saskia Sassen chiama «Third space: neither fully urban nor fully of the biosphere». «The aim is to make this a hybrid working space for experimenting with diverse types of known edge, from biology to architecture, open and incomplete»<sup>10</sup>.

Il *Third space* è uno spazio nel quale i confini tra natura e artificio sono sempre più confusi, dove è possibile concepire la costruzione di una forma di paesaggio ibrido, derivante dal carattere mu-

sumed «as active surface, structuring the condition for new relationships and interactions among the things it support»<sup>7</sup>. In these cases the work on the edges, that are becoming more “ambiguous and flexible”, opens a dimension of “resilient” of the project very close to the idea of “open city” by Richard Sennet<sup>8</sup>, resuming the biologist Stephen Jay Gould, focuses on the distinction between the concept of “limit” as a boundary where things ends and that of “edge” as a boundary in which different groups interact and the organisms become more interactive.

An important contribution in this direction is represented by the study of ancient and common practices used in extreme situations, periodically affected by floods, hurricanes or tsunamis – Japan, Philippines, Chile, USA etc. – which have developed over time the use of flexible systems to protect the

natural environment and to protect the settlements.

These reflections challenge the widespread model in particular in European cities, based on the “artificialization of the limit” between the land and the water through the construction of piers, buildings and promenades. While the recent interventions frequently propose «a design of a coastal landscape able to implement the strategies of mediation between the forces of the earth and those of the sea»<sup>9</sup> through a configuration of a resilient edge that can adapt and have a “dynamic stability” respecting the natural actions as: floods, erosion, storms, etc.

In these cases the paradigm of “vulnerability-resilience” becomes a powerful factor of conceptual innovation, involving a change in the methods of intervention, on the transformation process and its own objectives which,

tevole degli elementi naturali come nel lavoro *SOAK: Mumbai in an estuary*<sup>11</sup> di Anuradha Mathur e Dilip da Cunha nel quale viene proposta una metodologia progettuale che concepisce l’acqua come una “soglia fluida” tra terra e mare, configurando una visualizzazione dinamica del terreno. Gli interventi di progettazione delle acque del monzone sono concepiti per “ospitare l’incertezza” attraverso la resilienza, nella quale l’idea dell’azione dell’immergere attiva differenti rapporti, nuove relazioni e conformazioni mutevoli (Fig. 1).

Nella stessa direzione si inseriscono una serie di recenti interventi olandesi che propongono una diversa gestione delle acque e delle infrastrutture paesaggistiche rispetto alla storica formazione dei *polder*.

In particolare il programma nazionale *Room for the River* (2007-2015) ha promosso una serie di interventi per la prevenzione delle esondazioni che, ribaltando la tradizionale prassi di rafforzamento degli argini e delle barriere, prevede azioni di rinaturalizzazione progettate per consentire parziali inondazioni e smaltire le acque in eccesso lungo i bordi dei fiumi. Tra questi sicuramente *Depoldering* a Muggenwaard, Gelderland degli West8 e IPV Delft rappresenta una delle prime sperimentazioni attraverso una ridistribuzione delle terre degli argini e la costruzione della diga di Bandijk per consentire all’acqua di scorrere liberamente. Il programma prevede la riqualificazione di 99 dighe esistenti, sia dal punto di vista funzionale sia paesaggistico come nel caso della *The New Hondsbosche Dunes* dove, sempre il gruppo West8, ripensa i bordi di una diga di origini medievali attraverso l’introduzione di una duna sabbiosa ecologicamente in continuità con il paesaggio circostante. Analogamente Delva Landscape Architects e Dingeman Deije propongono per la *Richer Dikes*

as the Chinese Taoism tradition conceive the water as “tenacious” and at the same time “ductile” element, based on new intervention criteria no longer considering the principles of “robustness” but those of “fragility” and “compliant”, capable to absorb and adapt to natural changes.

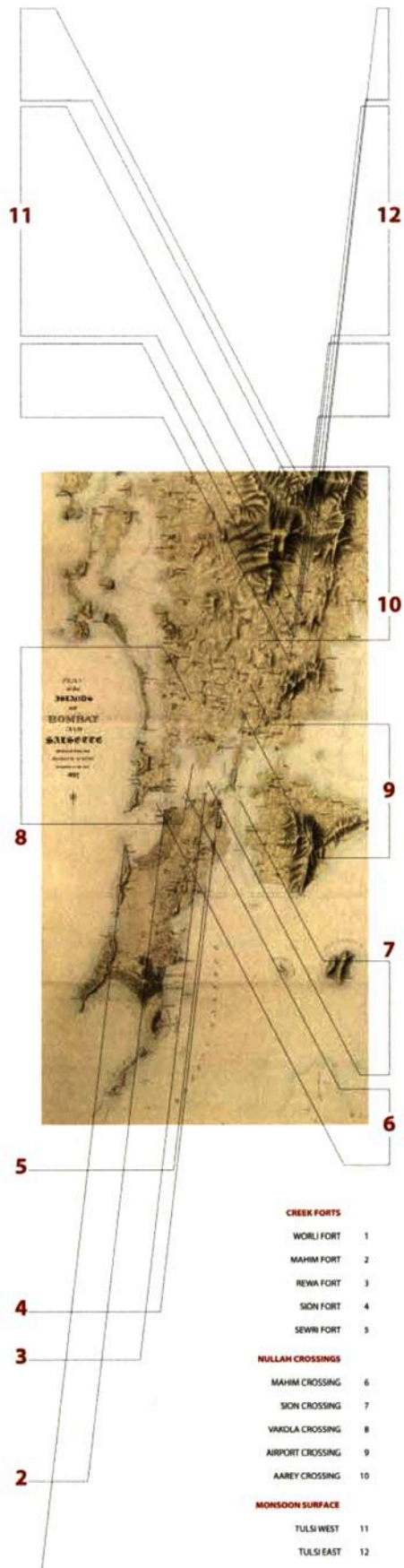
This kind of an approach doesn’t propose the project as a post-catastrophe “restoration” or as a defensive infrastructure, but as an attempt of an action aimed at “resilience of the place”, by configuring a *hazard-specific and site-specific* strategy, combining “adaptive” actions with those of “mitigation” and rethinking the line between the land and the water that is configured with what Saskia Sassen calls «*Third space: neither fully urban nor fully of the biosphere*». «The aim is to make a hybrid working space for experimenting with diverse types of edge, from biology to

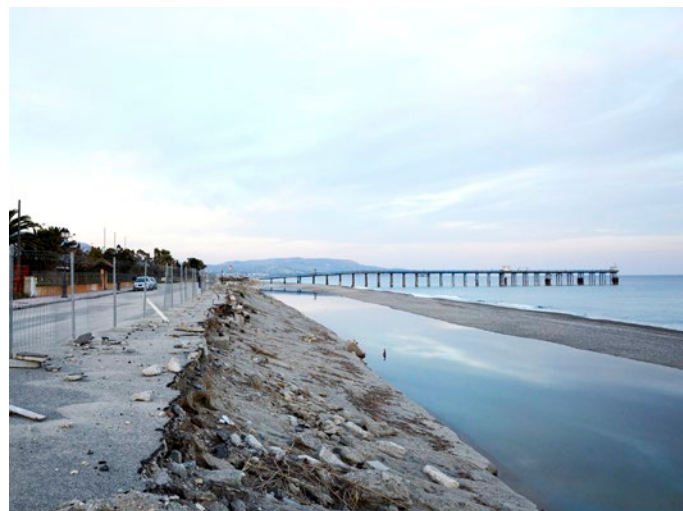
architecture, open and incomplete»<sup>10</sup>.

The *Third space* is a space where the boundaries between nature and artifice are blurred and it is possible to conceive the construction of a hybrid landscape, deriving from the changing nature of natural elements as in the *SOAK work: Mumbai in an estuary*<sup>11</sup> by Anuradha Mathur and Dilip da Cunha, in which the proposed design methodology conceives the water as a “fluid threshold” between land and sea, configuring a dynamic terrain. The monsoon water interventions are envisioned to “accommodate uncertainty” through resilience where the idea of the action of immersion activates different reports, new relations and changing conformations (Fig. 1).

In the same direction a series of recent Dutch interventions are proposing a different management of the water and the landscape infrastructures respect-







una diga di sedimentazione naturale dove, nell'arco di quindici anni, la stratificazione del limo e della sabbia, per il susseguirsi delle maree, configurerà un nuovo paesaggio. Infine di particolare interesse in questa trattazione sono i lavori del gruppo cinese Turenscape che sperimentano soluzioni paesaggistiche e tecniche per fronteggiare le problematiche dell'inquinamento delle acque di superficie, in Cina pari al 75%. In questi lavori l'acqua è concepita come un sistema vivente legato alla terra, alla vita, alla vegetazione e al cibo come risulta nel progetto per un'area degradata lungo il fiume Shuicheng nella città Liupanshui dove è proposta la rimozione delle canalizzazioni in cemento dei corsi d'acqua e la creazione di zone umide e bacini di detenzione, configurando un sistema di terrazzamenti che evocano lo scenario delle risaie cinesi.

### La progettazione dei waterfront lungo le coste della Calabria

nel 2015 dal comune di Siderno in Calabria, per la progettazione del lungomare, ripetutamente sottoposto alle azioni delle correnti marine e definitivamente devastato durante la mareggiata del 2013 (Fig. 2).

In seguito a tale occasione, il lavoro è sfociato in una ricerca più ampia rispetto alla ciclicità dei fenomeni naturali più ricorrenti lungo le coste calabresi, con la finalità di individuare metodologie e tecniche di intervento declinate nel rapporto "vulnerabilità-resilienza" e che ha visto il coinvolgimento di più discipline - area della Progettazione architettonica, delle Costruzioni idrauliche e marittime e della Botanica ambientale.

ing the historical formation of the *olders*.

In particular, the national program *Room for the River* (2007-2015) has promoted a series of interventions for the prevention of floods that, in contrast to the traditional practice of strengthening the banks and barriers, includes actions of re-naturalization designed to allow partial flooding and to dispose excess water along the edges of the rivers. In this direction the *Depoldering* at Muggenwaard, Gelderland of the West8 and IPV Delft is one of the first experiments that works through a soil redistribution of the banks and the construction of the Bandijk dam that allows free flow of the water.

The program includes redevelopment of 99 existing dams, from a functional and landscape point of view, as in the case of *The New Hondsbossche Dunes* where, again the West8 group,

Tale riflessione teorico critica è alla base di una sperimentazione progettuale<sup>12</sup> elaborata in occasione di un concorso, bandito

nel 2015 dal comune di Siderno in Calabria, per la progettazione del lungomare, ripetutamente sottoposto alle azioni delle correnti marine e definitivamente devastato durante la mareggiata del 2013 (Fig. 2).

In seguito a tale occasione, il lavoro è sfociato in una ricerca più ampia rispetto alla ciclicità dei fenomeni naturali più ricorrenti lungo le coste calabresi, con la finalità di individuare metodologie e tecniche di intervento declinate nel rapporto "vulnerabilità-resilienza" e che ha visto il coinvolgimento di più discipline - area della Progettazione architettonica, delle Costruzioni idrauliche e marittime e della Botanica ambientale.

re-thought the edges of a medieval dam through the introduction of an ecologically sandy dune in continuity with the surrounding landscape. Similarly, Delva Landscape Architects and Dingeman Deije for the *Richer Dikes* propose a natural sedimentation dam where, over a period of fifteen years, the stratification of silt and sand, due to the succession of tides, will shape a new landscape. Finally, of particular interest in this discussion are the works of the Chinese Turenscape group, experimenting with the landscape and technical solutions to deal with the problems of water pollution that in China is close to 75%. In these works water is conceived as an essential system linked to the earth, life, vegetation and food as it results in the project for a degraded area along the Shuicheng river in the city Liupanshui where it is proposed the removal of the concrete pipes of the

Preliminarmente si è sviluppato un approfondimento sulla condizione delle coste in Calabria interessate da una notevole cementificazione, disorganica e indifferente che a partire dagli anni '50 ha "adagiato" forme, trasformando luoghi e andando a definire un edificato disaggregato, tenuto insieme solo dalla linea dell'infrastruttura stradale e ferroviaria. (Fig. 3) La lunga linea di costa, circa 780 Km, storicamente poco abitata e naturale è stata trasformata in un *continuum* edilizio che, secondo il PAI-*Piano di assetto Idrogeologico* regionale, ha trasformato la "fisiografia" del litorale sia ionico che tirrenico, sottoposti a una forte erosione.

Gli eventi alluvionali che si sono succeduti, soprattutto negli ultimi anni, oltre a porre l'emergenza del ripristino delle condizioni di sicurezza e di uso, hanno posto l'urgenza d'intervenire con azioni progettuali e d'indirizzo in particolare in corrispondenza

water courses and creation of wetlands and basins of detention, configuring a system of terraces that evoke the scenery of the Chinese rice fields.

### Waterfront design along the coasts of Calabria

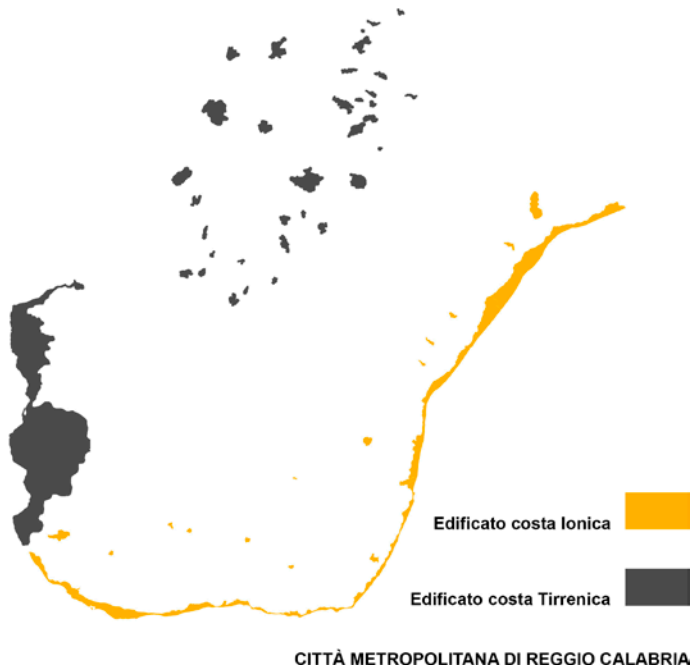
This critical theoretical reflection is based on a design experimentation<sup>12</sup> done in 2015, competition promoted by the municipality of Siderno in Calabria, for a design of the seafront that has been devastated during the storms in 2013. (Fig. 2)

This occasion provoked a research of the changeable nature of the most recurring natural phenomena along the Calabrian coasts and has involved several disciplines - Architectural Design, Hydraulic, Maritime Construction and Botany Environment - with an aim to identify methodologies and techniques of intervention regarding the "vulnera-

bility-resilience".

Preliminary study has been developed for the coastal conditions in Calabria affected by notable overbuilding, since the 50s disorganized and indifferent "diffused" forms appears, transforming places and defining a disaggregated buildings, linked only by the line of the road and railway infrastructure. (Fig. 3) The coast line with length of 780 Km, historically not much inhabited has been transformed into a building *continuum* that, according to the *Regional Hydrogeological Planning*, has transformed the "physiography" of the Ionian and Tyrrhenian coast, subject to a strong erosion.

The flood events that occurred, especially in recent years, a part of the emergence for restoration of the conditions of safety and use, have produced an urgent need to intervene with design actions in correspondence with the sea-



degli affacci a mare delle città. Lungo questi tratti di costa la distruzione delle originarie aree “dunali” e dei sistemi naturali di raccordo tra terra e acqua pongono maggiori rischi per la mancanza di equilibrio tra fenomeni naturali e azioni antropiche. Infatti la realizzazione delle lunghe passeggiate a mare è avvenuta con la costruzione di vere e proprie barriere in cemento, risolta in un sistema di muri a “diga” di cui la scienza dell’ingegneria marittima denuncia i limiti tecnico-funzionali, poiché si configurano come degli elementi rigidi in continuo “dissidio” con l’azione dell’energia delle onde marine che interrompono il naturale scambio terra-acqua.

Le soluzioni applicative assumono tali considerazioni e propongono un diverso rapporto tra il sistema insediativo e il mare per

side of the cities. Along these stretches of coast the destruction of the original “dunal” areas and natural systems of connection between land and water pose greater risks regarding the balance between natural phenomena and anthropic actions.

These considerations became guidelines for new solutions that evoke rethinking of the relation between the settlement system and the sea along the Ionian coast of Calabria through a resilient approach where the original environmental identity is not resolved with a simple restoration but reevaluating the border line between the promenade and the beach. In the context of a *hazard-specific* and *site-specific* strategy, it is proposed to couple the aesthetic-landscape-identity values and the protection of the urban centers through the design of a new “dune” system. (Fig. 4) This has been conceived as a “flexible

edge” to the dynamics of the sea currents replacing the present wall barriers with a system of “gabions” over which a new soil is reconfigured as a mix of sand, earth and originating species (Fig. 5).

This solution permits a transformation of the boundary line between the urban land and the beach into a more permeable “edge” to the wave motion, becoming more manageable for possible maintenance over time, characterized by a process of re-naturalization done by reduction of the traffic and the improvement of the pedestrian cycle (Fig. 6).

The “resilient dimension” is also assumed as a “memory of the place” through the reconfiguration of the coastal ecosystem typical of the sandy areas of the Mediterranean, in particular of Ionian Calabria, making the “artificial dunes” more stable due to

i centri urbani lungo la costa ionica calabrese attraverso un approccio resiliente nel quale la riflessione sull’identità ambientali originarie non è risolta in un semplice ripristino ma in un ripensamento della linea di confine tra lungomare e arenile. Nell’ottica di una strategia *hazard-specific* and *site-specific* si propone di coniugare i valori estetici-paesaggistici identitari con la messa in sicurezza dei centri urbani attraverso il disegno di un nuovo sistema “dunale” (Fig. 4). Questo è concepito come un “bordo flessibile” alle dinamiche delle correnti marine che va a sostituire le attuali barriere murarie con un sistema di “gabbionate” sulle quali viene riconfigurato un nuovo suolo misto tra sabbia, terra e specie originarie (Fig. 5).

Questa soluzione consente di trasformare la linea di confine netta tra il suolo urbano e l’arenile con un “bordo” più permeabile al moto ondoso nello scambio interno-esterno, più gestibile dal punto di vista della sua possibile manutenzione nel tempo, contraddistinto da una rinaturalizzazione con l’alleggerimento della viabilità veicolare e il potenziamento di quella ciclopedonale (Fig. 6).

La “dimensione resiliente” è assunta anche come “memoria del luogo” attraverso la riconfigurazione dell’ecosistema costiero tipico delle aree sabbiose del Mediterraneo e in particolare della Calabria ionica, contribuendo a rendere più stabili le “dune artificiali” per effetto dell’azione delle radici. In questa fascia intermedia tra la città e il mare il nuovo disegno combina elementi eterogeni: aree verdi esistenti e nuove, piccole attrezzature ricettive, una rete di percorsi e connessioni, parcheggi.

Attraverso l’ideazione di questo *Third space*, paesaggio ibrido concepito per “ospitare” la mutevolezza, il progetto diventa l’occasione per una riflessione sulle potenzialità di un approc-

the action of the roots. In this middle zone between the city and the sea the new design combines heterogeneous elements – existing and new green areas, small accommodation facilities, a network of routes and connections, parking lots.

Through the concept of this *Third space*, a hybrid landscape conceived to “host” the changeability, the project becomes an occasion for a reflection on the potential of a resilient approach, which represents the overcoming of a traditional coastal management in favor of an integrated dimension and multidisciplinary, as a multiscale process between knowledge and skills that allows to reverse the current perception of the water and translate it into the landscape dimension.

This entails overcoming the “culture of emergency” that considers coastal and fluvial spaces as hydraulic defense,

relying on the concept of “reconstruction” and “reparation of damage”, disseminating disjointed and fragmented interventions on the territory.

Such a perspective introduces a strong conceptual innovation, since the safety is no longer seen as an antithetical action to the landscape project but involves a change in the methods of intervention and in the perception of risk, towards which a form is not proposed of resistance to the threat of a rupture but the ability to be adapted to the changes.

This approach enhances the demanding-performance relation of the technological culture, attributing to the project the task of identifying new solutions for *waterfront* in terms of adaptive capacity, of the request ecological efficiency of the human *habitat*, in new landscapes that regenerates the vulnerability-danger relationship.





cio resiliente, che rappresenta il superamento di una gestione tradizionale delle coste a favore di una dimensione integrata e multidisciplinare, come processo multiscale di conoscenza tra saperi e competenze che consente di ribaltare l'attuale percezione dell'elemento acqua e traslarlo nella dimensione del paesaggio. Questo comporta un ribaltamento di quella "cultura dell'emergenza"

che considera gli spazi costieri e fluviali solo dal punto di vista della difesa idraulica, basandosi esclusivamente sul concetto di "ricostruzione" e "riparazione di un danno", disseminando interventi disarticolati e frammentari sul territorio.

Una tale prospettiva introduce un forte potere di innovazione concettuale poiché la messa in sicurezza non è più vista come un'azione antitetica al progetto paesaggistico ma comporta un cambiamento nei metodi d'intervento e nella percezione del rischio, verso il quale non si propone una forma di resistenza per la minaccia di una rottura ma la capacità di adattarsi ai cambiamenti.

Tale approccio valorizza il rapporto esigenziale-prestazionale della cultura tecnologica, attribuendo al progetto il compito di individuare nuove soluzioni per i *waterfront* in termini di capacità adattiva, di richiesta di efficienza ecologica dell'*habitat* umano, in una nuova visione paesaggistica che rigenera la relazione vulnerabilità-pericolo.

## 1. Nuove aree verdi

*Quercus ilex, Quercus virgiliana, Celtis australis, Arbutus unedo, Viburnum tinus, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Rosmarinus officinalis*



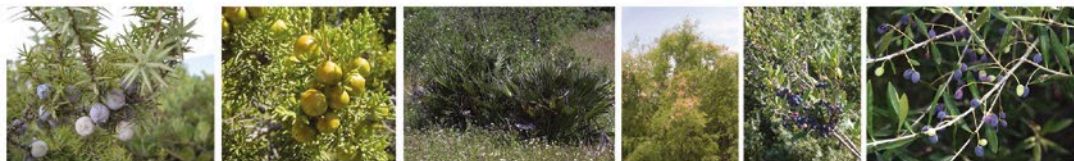
## 2. Area dunale ricostruita- Specie Psammofile

*Ammofila arenaria, Agropyron junceum (=Elymus farctus), Otanthus maritimus, Medicago marina, Lotus creticus, Calystegia soldanella*



## 3. Area dunale ricostruita- Specie Arbustive

*Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa, Juniperus phoenicea subsp. turbinata, Chamaerops humilis, Tamarix gallica, Phillyrea angustifolia, Olea europaea subsp. oleaster*

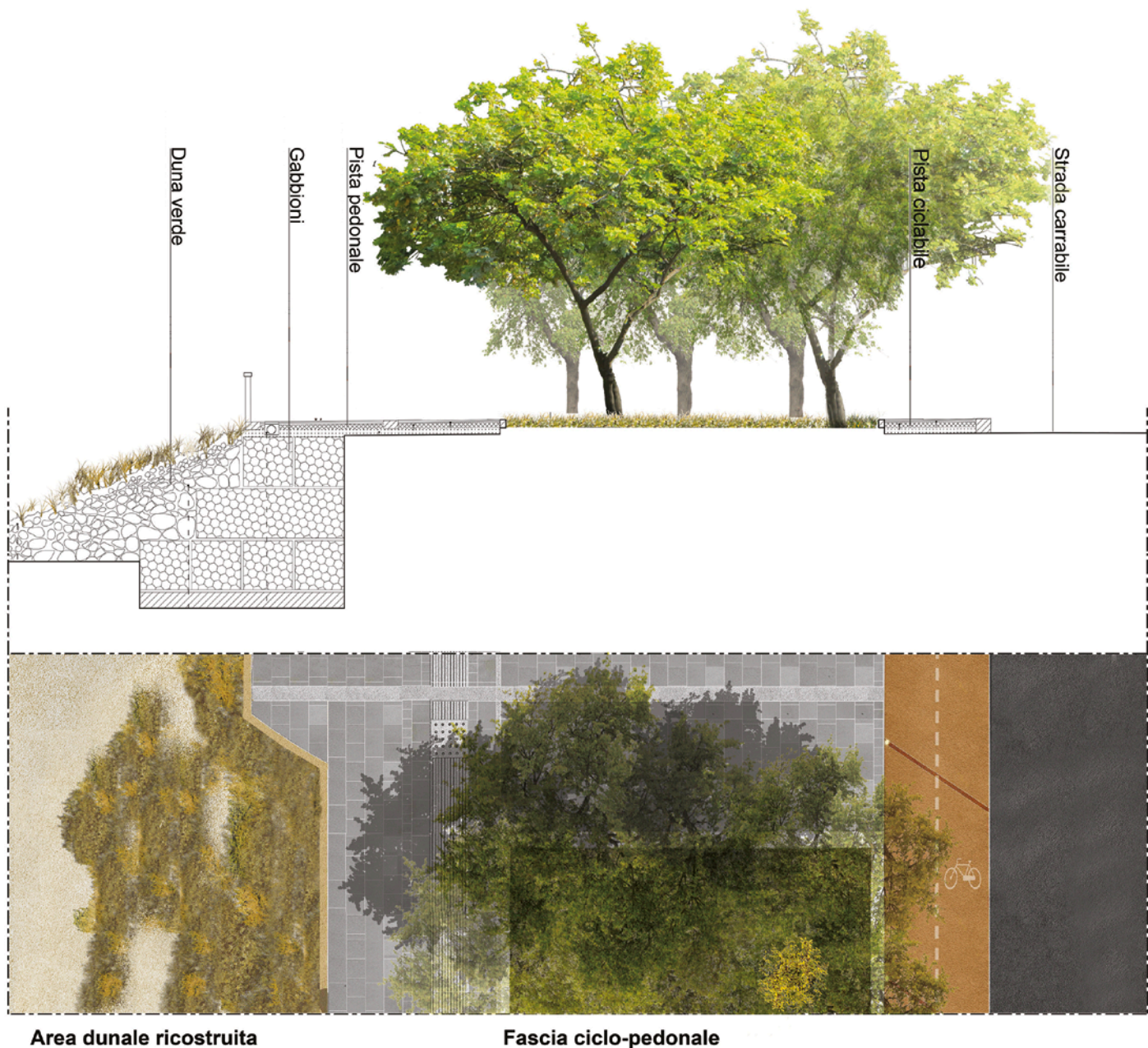


## 4. Alberature parcheggi

*Melia azedarach, Celtis australis, Tilia x vulgaris, Platanus hispanica, Quercus ilex, Grevillea robusta, Olea europaea subsp. europaea, Ceratonia siliqua*







Area dunale ricostruita

Fascia ciclo-pedonale

NOTES

1. Franzin, R., *La percezione delle acque nell'immaginario collettivo contemporaneo*, document, Document downloadable from the website of the International Center for Water Civilization, available at: <http://www.provincia.venezia.it>.
2. Ance and Cresme (2012), *Primo Rapporto. Lo stato del territorio italiano 2012 2012 Inseadimento e rischio sismico e idrogeologico*, available at: [http://www.camera.it/temiap/temi16/CRESME\\_rischiosismico.pdf](http://www.camera.it/temiap/temi16/CRESME_rischiosismico.pdf).
3. [http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/rapporto-2332015/Rapporto\\_233\\_2015.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/rapporto-2332015/Rapporto_233_2015.pdf).

4. Creel, L. (2003), *Ripple effects: Population and coastal regions*, Population Reference Bureau Washington, DC.
5. NOAA - National oceanic and atmospheric administration, *Waterfront Smart Growth*, available at: [https://coastalsmartgrowth.noaa.gov/smart-growth\\_fullreport.pdf](https://coastalsmartgrowth.noaa.gov/smart-growth_fullreport.pdf).
6. cfr. Nicolin, P. (2014), "Le proprietà della resilienza", *Lotus*, No. 155, pp. 52-57.
7. Wall, A. (1999), *Programming the Urban Surface*, in Corner J., *Recovering landscape. Essays in Contemporary Landscape Architecture*, Princeton Architectural Press, New York.
8. Nicolin, P., Op. cit., p. 53.

9. Ivi, p. 54.
10. Sassen, S. (2016), "A Third Space: Neither Fully Urban nor Fully of the Biosphere", in Graham, J. (Ed.), *Climates: Architecture and the Planetary Imaginary*, Lars Müller Publishers, Zurich.
11. Mathur, A. and Cunha, D. (2009), *SOAK: Mumbai in an Estuary*, Rupa & Company, Mumba.
12. Project by Research laboratory *Landscape\_inProgress*, *dArTe Department* of the Mediterranea University, Reggio Calabria. Scientific Responsible: Marina Tornatora, Ottavio Amaro. [www.landscapeinprogress.unirc.it](http://www.landscapeinprogress.unirc.it)

## NOTE

1. Franzin, R., *La percezione delle acque nell'immaginario collettivo contemporaneo*, documento, Documento scaricabile dal sito del Centro Internazionale Civiltà dell'acqua, available at: <http://www.provincia.venezia.it>.
2. Ance e Cresme(2012), *Primo Rapporto. Lo stato del territorio italiano 2012 2012 Inseidamento e rischio sismico e idrogeologico*, available at: [http://www.camera.it/temiap/temi16/CRESME\\_rischiosismico.pdf](http://www.camera.it/temiap/temi16/CRESME_rischiosismico.pdf).
3. [http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/rapporto-233-2015/Rapporto\\_233\\_2015.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/rapporto-233-2015/Rapporto_233_2015.pdf).
4. Creel, L. (2003), *Ripple effects: Population and coastal regions*, Population Reference Bureau Washington, DC.
5. NOAA - National oceanic and atmospheric administration, *Waterfront Smart Growth*, available at: [https://coastalsmartgrowth.noaa.gov/smartgrowth\\_fullreport.pdf](https://coastalsmartgrowth.noaa.gov/smartgrowth_fullreport.pdf).
6. cfr. Nicolin, P. (2014), "Le proprietà della resilienza", *Lotus*, No. 155, pp. 52-57.
7. Wall, A. (1999), Programming the Urban Surface, in Corner J. (Ed.), *Recovering landscape. Essays in Contemporary Landscape Architecture*, Princeton Architectural Press, New York.
8. Nicolin, P., Op. cit., p. 53.
9. Ivi, p. 54.
10. Sassen, S. (2016), "A Third Space: Neither Fully Urban nor Fully of the Biosphere", in Graham, J. (Ed.), *Climates: Architecture and the Planetary Imaginary*, Lars Müller Publishers, Zurich.
11. Mathur, A. and Cunha, D. (2009), *SOAK: Mumbai in an Estuary*, Rupa & Company, Mumbai, IND.
12. Progetto elaborato dal Laboratorio di ricerca *Landscape\_inProgress* del Dipartimento *dArTe* dell'Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria. Responsabili scientifici: Marina Tornatora, Ottavio Amaro. [www.landscapeinprogress.unirc.it](http://www.landscapeinprogress.unirc.it)

## REFERENCES

- Graham, J. (2016), *Climates: Architecture and the Planetary Imaginary*, Lars Müller Publishers, Zurich, CH.
- Pedretti, B. (1991), "Il linguaggio naturale", *Casabella*, No. 575-576, p. 69.
- Gregotti, V. (1992), "Progetto di paesaggio", *Casabella*, No. 575-576, p. 3.
- Milani, R. (2005), *Il paesaggio è un'avventura*, Feltrinelli, Milano.
- Rifkin, J. (2012), "Il declino delle civiltà idrauliche", in *La civiltà dell'empatia*, Oscar Mondadori, Milano.
- Wall, A. (1999), "Programming the Urban Surface", in Corner J. Ed.), *Recovering landscape. Essays in Contemporary Landscape Architecture*, Princeton Architectural Press, New York, USA.
- Mathur, A. and Cunha, D. (2009), *SOAK: Mumbai in an Estuary*, Rupa & Company, Mumbai, IND.
- AA.VV. (2014), "Geography in motion", *Lotus*, No. 155.
- Amaro, O. (2016), "Progetti d'acqua, grammatica della natura o linguaggio della visione?", in Bertelli G., Bracchi P., Mei P. (Eds.), *FEEDING (the) LANDSCAPE A new dynamic museum for agriculture*, Maggioli, Rimini.



Corrado Trombetta,

Dipartimento di Architettura e Territorio, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Italia

ctrombetta@unirc.it

**Abstract.** Il contributo punta, attraverso un punto di vista maturato attraverso un'esperienza scientifica e didattica diretta, l'attenzione sull'approccio del "Regenerative Design" all'interno del più recente scenario della Resilienza, come strategia adattiva in fase di progettazione, secondo una nuova configurazione degli assetti fisici in cui la forma dello spazio costruito; nonché secondo le caratteristiche delle sue varie componenti, e dell'uso dello stesso. In particolare s'intende ricostruire, attraverso questo saggio, lo scenario culturale e scientifico riconducibile al RD in relazione alla Resilienza, analizzandone gli aspetti scientifici e tracciandone un inquadramento critico al fine di arricchire il dibattito scientifico relativo alla tema dell'ambiente costruito e della resilienza, fino a valutarne, come primo risultato, le differenze e le sovrapposizioni concettuali ed operative.

**Parole chiave:** regenerative design, resilienza, sostenibilità ambientale, metodologia green, bioinspired design.

## Introduzione

Il contributo ha l'obiettivo di focalizzare l'attenzione sulle tesi del "*Regenerative Design*" e la loro collocazione all'interno del tema più recente della resilienza, come strategia adattiva in fase di progettazione, secondo una nuova configurazione degli assetti fisici in cui la forma dello spazio costruito, secondo le caratteristiche delle sue varie componenti, nonché dell'uso dello stesso.

Il tema proposto pone l'attenzione sul punto di vista del suo principale sostenitore, ovvero il Prof. Raymond J. (Ray) Cole, docente della School of Architecture and Landscape Architecture della UBC di Vancouver, oggi in pensione. R. Cole ha trattato le questioni ambientali nella progettazione architettonica per più di trent'anni ed è stato co-fondatore del Green Building Challenge; è stato premiato con il Barbara Dalrymple Memorial Award e l'US Green Building Council Green Service Public Leadership Award. È stato Direttore del Canada Solar Buildings Research Network e Direttore del Canadian Green Building Council e, soprattutto, è stato direttore del CIRS – Centre for Interactive Research on Sustainability (Fig. 1).

## The Regenerative Design experience in the built environment and resilience discussion

**Abstract.** The contribution aims, through a point of view gained through direct scientific and teaching experience, to focus on the "Regenerative Design" approach within the most recent Resilience scenario, as an adaptive strategy in the design phase, according to a new configuration of the physical arrangements in which the shape of the built space; as well as according to the characteristics of its various components, and the use of the same. In particular, we intend to reconstruct, through this essay, the cultural and scientific scenario attributable to the RD in relation to Resilience, analyzing its scientific aspects and tracing a critical framework in order to enrich the scientific debate on the theme of the built environment and resilience, to evaluate, as a first result, the conceptual and operational differences and overlaps.

**Keywords:** regenerative design, resilience, environmental sustainability, green methodology, bioinspired design.

Tale punto di vista sembra confermare numerose relazioni e sovrapposizioni con il tema della progettazione dell'ambiente costruito e della Resilienza.

Per una maggiore comprensione dell'assunto, s'intende ricostruire attraverso questo saggio, lo scenario culturale e scientifico riconducibile al "*Regenerative Design*", analizzandone gli aspetti scientifici e tracciandone un inquadramento critico al fine di arricchire il dibattito scientifico relativo alla tema dell'ambiente costruito e della resilienza.

Ciò è reso possibile grazie al fatto che alcuni anni fa il Dipartimento dArTe dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria, attraverso il Programma "Messaggeri della Conoscenza" (PAC-Piano di Azione Coesione), ha sviluppato il Progetto "Regenerative Design - Green Strategy", che ha visto protagonista proprio il Prof. Cole, la società di progettazione Perkins+Will, un folto gruppo di docenti e giovani ricercatori provenienti da molti atenei italiani<sup>1</sup> (Fig. 2).

## La genesi del Regenerative Design

La genesi del Regenerative Design, dunque, sarà riletta attraverso episodi culturali e scientifici chiave che hanno delineato lo sviluppo del pensiero nella progettazione.

In primo luogo, si rende necessario ripercorrere la tematica relativa allo sviluppo sostenibile, come si è evoluto e tappe fondamentali; chi, ovvero i personaggi che hanno contribuito con i loro studi allo sviluppo di tale pensiero, provenienti da diversi settori, quindi, proprio per evidenziare le diverse declinazioni e i diversi ambiti coinvolti; dove, ovvero come i diversi continenti stanno affrontando il problema, suddiviso a sua volta in due par-

## Introduction

The contribution aims to focus attention on the thesis of "Regenerative Design" and their placement within the most recent theme of Resilience, as an adaptive strategy in the design phase, according to a new set of physical configurations in which the shape of the built space, according to the characteristics of its various components, as well as its use.

The proposed theme draws attention to the point of view of his main supporter, Professor Raymond J. (Ray) Cole, a now retired professor at the School of Architecture and Landscape Architecture at Vancouver UBC. R. Cole has dealt with environmental issues in architectural design for more than thirty years and has co-founded the Green Building Challenge; he was awarded with the Barbara Dalrymple Memorial Award and the US Green

Building Council's Green Service Public Leadership Award. He was Director of the Canada Solar Buildings Research Network and Director of the Canadian Green Building Council and, above all, he was the director of CIRS - Center for Interactive Research on Sustainability (Fig. 1).

This view seems to confirm many relationships and overlaps with the theme of designing the built environment and Resistance.

For a better understanding of the assumption, the present work intends to reconstruct the cultural and scientific scenario of "Regenerative Design", analyzing its scientific aspects and tracing its critical framing in order to enrich the scientific debate on the theme of the built environment and resilience.

This is made possible thanks to the fact that a few years ago the dArTe Department of the Università Mediterranea of



ti: “percorso teorico generale” e “percorso teorico progettuale” (Fig. 3);

- il primo relativo all'evoluzione del pensiero che dalla comprensione del funzionamento termodinamico degli ecosistemi ha portato alla consapevolezza del problema ambientale e alla definizione di sviluppo sostenibile, fino al Regenerative Development oggi;
- il secondo relativo alla metodologia progettuale cosiddetta “green”, dall'architettura organica al Regenerative Design, passando per l'approccio eco-efficiente, l'architettura bioclimatica, il Restorative Design, l'Ecological Design e l'approccio Cradle-to-Cradle.

*Conventional.* Sul finire del 1970 John T. Lyle, un professore di Architettura del Paesaggio del California State Polytechnic University, ha sfidato gli studenti universitari ad immaginare una comunità in cui le attività quotidiane si basassero sul valore di vivere entro i limiti delle risorse rinnovabili disponibili, senza degradare l'ambiente. R. Walter Stahel, un architetto svizzero, ha co-fondato The Product Life Institute a Ginevra; le sue idee e quelle dei teorici simili hanno portato a quella che oggi è conosciuta come l'economia circolare, ovvero la dematerializzazione dell'economia industriale.

*Eco Efficiency.* È diventato lentamente evidente che l'industrializzazione e la crescita economica vanno di pari passo con il degrado ambientale. Eco-Efficiency è stato proposto come uno degli strumenti principali per promuovere una trasformazione dallo sviluppo insostenibile a quello sostenibile secondo i metodi del Green e Sustainable Design.

*Restorative Design.* Ruota intorno alle questioni relative al modo in cui gli esseri umani possano ripristinare gli ecosistemi attra-

verso lo sviluppo. Riconosce il danno ambientale svolto dalle attività umane e cerca di porre rimedio attraverso un ulteriore sviluppo. È un processo di gestione dell'uomo e di manipolazione degli ecosistemi.

*Bio Inspired Design.* Comprende il rapporto tra biologia/ecologia e gli esseri umani per migliorare la tecnologia umana (biomimicry) o per migliorare il benessere psicologico umano (biofilia). Può applicarsi al Regenerative, al Restorative, all'Eco-efficient o al Conventional. Ha il potenziale per contribuire agli obiettivi del Regenerative Design.

*Ecological Design.* Crea processi compatibili con la natura, che possono essere reciprocamente vantaggiosi per migliorare la salute umana e non-umana. Strategie specifiche di progettazione possono essere modellate su diversi tipi di ecosistemi (Fig. 4). Molti ricercatori hanno definito “Conventional thinking”, alcuni fatti avvenuti sul finire del 1970: John T. Lyle, un professore di Architettura del Paesaggio del California State Polytechnic University, ha sfidato gli studenti universitari ad immaginare una





# Percorso Storico



# L'approccio ecosistemico: lavorare con gli ecosistemi

## La progettazione rigenerativa in 10 STEP

-  **PUNTO DI VISTA OLISTICO**  
basato sulla teoria dei sistemi, con il contributo di diverse discipline, superando le frammentate strategie tecnologiche e spaziando verso i sistemi viventi.
-  **OFFRIRE UN'ALTERNATIVA PROGETTUALE**  
puntando a un edificio che possa funzionare come un sistema vivente e sia esso stesso risorsa, combinare il meglio delle strategie progettuali cosiddette "verdi".
-  **RIGENERARE LA CAPACITÀ METABOLICA DEGLI ECOSISTEMI**  
ovvero i cicli biogeochimici, ricostruire il capitale naturale (acqua, suolo, humus) e il patrimonio energetico, ridurre l'impronta ecologica.
-  **INTERAZIONE**  
uomo-uomo, uomo-natura, uomo-edificio, natura-edificio, edificio-edificio e chiedersi come può l'uomo interagire con la natura tramite l'edificio in modo benefico per entrambi.
-  **TROVARE OPPORTUNITÀ SUL LUOGO**  
e capire come funzionano i sistemi viventi lì presenti, per orientare le diverse strategie progettuali. Il metodo deve essere universale, così come i criteri, le strategie devono essere specifiche per il luogo.
-  **INTERVENIRE IL MENO POSSIBILE**  
e privilegiare azioni progettuali a piccola scala, che in quanto tali sono semplici da applicare e mantenere, ad alto utilizzo di manodopera più che ad alto utilizzo di capitale e energia e che utilizzano le risorse locali, sostenendo i mercati locali.
-  **ISTRUIRE**  
la popolazione e influenzare la politica.
-  **RICONOSCERE I VALORI DEL LUOGO**  
storia, identità, memoria e attività produttive.
-  **CONSIDERARE LE ASPIRAZIONI COMUNI**  
buon cibo, salute, famiglia, sicurezza, relazioni.
-  **DARE UN CONTRIBUTO**  
all'evoluzione di una cultura del luogo e alla diffusione del sapere scientifico.





comunità in cui le attività quotidiane si basassero sul valore di vivere entro i limiti delle risorse rinnovabili disponibili, senza degradare l'ambiente, introducendo il concetto di "limite delle risorse".

Nello stesso periodo, R. Walter Stahel, ha co-fondato The Product Life Institute a Ginevra; le sue idee hanno portato all'economia circolare, ovvero la dematerializzazione dell'economia industriale.

Successivamente, è diventato lentamente evidente che l'industrializzazione e la crescita economica sono direttamente proporzionali al degrado ambientale e di conseguenza, è nata la proposta della Eco-Efficiency come uno degli strumenti principali per promuovere una trasformazione dallo sviluppo insostenibile a quello sostenibile secondo i metodi del Green e Sustainable Design.

### **Il Regenerative Design, la progettazione per l'ambiente costruito e la Resilienza**

Il Regenerative Design è un approccio progettuale più recente, volto a innescare processi "rigenerativi", di ripristino, rinnovamento e rivitalizzazione di un contesto attraverso la creazione di relazioni tra i bisogni della società e l'integrità della natura. Le teorie di regenerative design si sviluppano dai concetti di sviluppo sostenibile integrando ad esso la responsabilità ambientale, l'equità sociale e la sostenibilità economica. I principi teorici di progettazione rigenerativa si sono focalizzati sulla scala della comunità in cui è previsto un continuo cambio e produzione di energia e materiali, tramite i propri processi funzionali. In particolare, John T. Lyle propone dodici strategie fondamentali per un progetto rigenerativo:

1. lasciare che la natura faccia il proprio lavoro;
2. considerare la natura sia modello e contesto;
3. utilizzare la logica dell'aggregazione, non dell'isolamento;
4. puntare a un livello ottimale per qualunque scopo invece che a un massimo o un minimo;
5. conciliare tecnologia e necessità;
6. utilizzare le informazioni per il sistema di monitoraggio;
7. fornire molteplici soluzioni;
8. ricercare soluzioni comuni a problemi diversi;
9. gestire l'immagazzinamento come chiave per la sostenibilità;
10. dare forma alle cose sulla base dei flussi;
11. modellare le forme in modo tale da rendere manifesto il processo;
12. stabilire l'ordine di priorità per la sostenibilità.

Tali principi di progettazione rigenerativa sono stati posti quali elementi di base per la costruzione della matrice metodologica. La matrice di base è stata poi arricchita con i parametri di calcolo delle prestazioni energetiche, le prescrizioni normative (EPBD, EMAS), i parametri dei principali sistemi di certificazione (LEED, LCA, ICMQ) e i principi di progettazione bioclimatica propri del dibattito scientifico internazionale (Fig. 5).

Partendo dall'assunto che «La resilienza è la capacità di adattarsi alle mutevoli condizioni e di mantenere o riguadagnare funzionalità e vitalità di fronte a stress o disturbi. È la capacità di riprendersi dopo un evento o un'interruzione». A vari livelli – individuali, famiglie, comunità e regioni – attraverso la resilienza possiamo mantenere condizioni vivibili in caso di disastri naturali, perdita di energia o altre interruzioni nei servizi normalmente disponibili, possiamo sostenere che, rispetto ai cambiamenti climatici, la resilienza comporta l'adattamento alla

Reggio Calabria, through the "Messaggeri della Conoscenza" Program (PAC Action Plan for Cohesion), developed the "Regenerative Design - Green Strategy", featuring Prof. Cole, the design company Perkins + Will, a large group of teachers and young researchers from many Italian universities<sup>1</sup> (Fig. 2).

#### **The genesis of Regenerative Design**

The genesis of Regenerative Design will therefore be rephrased through key cultural and scientific episodes that have outlined the development of thinking in design.

First of all, it is necessary to rethink the issue of sustainable development, as it has evolved and its key stages; *who* - meaning the characters who have contributed with their studies to the development of that thought, coming from different sectors, so precisely to highlight the different declinations

and the various fields involved; *where* - how different continents are facing the problem, divided in turn into two parts: "general theoretical path" and "theoretical design path" (Fig. 3);

- the first one of which, relative to the evolution of thought that from understanding the thermodynamic functioning of ecosystems has brought to the awareness of the environmental problem and the definition of sustainable development up to Regenerative Development today;
- the second one relative to the so-called "green" design methodology, from organic architecture to Regenerative Design, through the eco-efficient approach, bioclimatic architecture, restorative design, ecological design and Cradle-to-Cradle.

*Conventional.* By the late 1970s, John T. Lyle, a professor of Landscape Archi-

ecture at California State Polytechnic University, challenged college students to imagine a community where day-to-day activities relied on the value of living within the limits of the available renewable resources, without degrading the environment. Mr. Walter Stahel, a Swiss architect, co-founded The Product Life Institute in Geneva; his ideas and those of similar theorists have led to what is now known as the circular economy, or dematerialization of the industrial economy.

*Eco Efficiency.* It has slowly become apparent that industrialization and economic growth go hand in hand with environmental degradation. Eco-Efficiency has been proposed as one of the main tools to promote a transformation from unsustainable to sustainable development according to Green and Sustainable Design methods.

*Restorative Design.* It revolves around

issues related to how humans can restore ecosystems through development. It recognizes the environmental damage done by human activities and seeks to remedy through further development. It is a process of managing men and manipulating ecosystems.

*Bio Inspired Design.* It includes the relationship between biology / ecology and humans to improve human technology (biomimicry) or to improve human psychological well-being (biophilia). It can be applied to Regenerative, Restorative, Eco-efficient or Conventional. It has the potential to contribute to the goals of Regenerative Design.

*Ecological Design.* It creates processes compatible with nature, which can be mutually beneficial to improve human and non-human health. Specific design strategies can be modeled on different types of ecosystems (Fig. 4).

vasta gamma di impatti che ci si aspetta con in cambiamenti climatici: eventi meteorologici più intensi, maggiori precipitazioni, inondazioni costiere e della valle, siccità più lunghe e più gravi, incendi, scioglimento dei ghiacci, temperature più calde e interruzioni di servizi elettrici, che la progettazione resiliente si può intendere come «la progettazione mirata di edifici, paesaggi, comunità e regioni in risposta a queste vulnerabilità».

In estrema sintesi, si possono così sintetizzare: i principi generali della progettazione resiliente<sup>2</sup>:

1. *La resilienza trascende le scale.* Le strategie per affrontare la resilienza si applicano a scale di singoli edifici, comunità e più ampie scale regionali ed ecosistemiche; si applicano anche a diverse scale temporali, dall'immediato a lungo termine.

2. *I sistemi resilienti forniscono i bisogni umani di base.* Questi includono acqua potabile, servizi igienico-sanitari, energia, condizioni vivibili (temperatura e umidità), illuminazione, aria sicura, salute degli occupanti e cibo; questi dovrebbero essere equamente distribuiti.

3. *I sistemi diversi e ridondanti sono intrinsecamente più resistenti.* Le comunità più diverse, gli ecosistemi, le economie e i sistemi sociali sono in grado di rispondere meglio alle interruzioni o ai cambiamenti, rendendoli intrinsecamente più resistenti. Mentre a volte sono in conflitto con l'efficienza e le priorità di costruzione ecologica, i sistemi ridondanti per tali bisogni come elettricità, acqua e trasporti, migliorano la capacità di recupero.

4. *I sistemi semplici, passivi e flessibili sono più resistenti.* I sistemi passivi o manuali sono più resistenti rispetto a soluzioni complesse che possono subire guasti e richiedere una manutenzione continua. Le soluzioni flessibili sono in grado di adattarsi alle mutevoli condizioni sia a breve che a lungo termine.

Many researchers have termed “Conventional Thinking” some facts that happened at the end of 1970: John T. Lyle, a Professor of Landscape Architecture at California State Polytechnic University, challenged university students to imagine a community where day-to-day activities were based on the value of living within the limits of the available renewable resources, without degrading the environment, introducing the concept of “resource limit”.

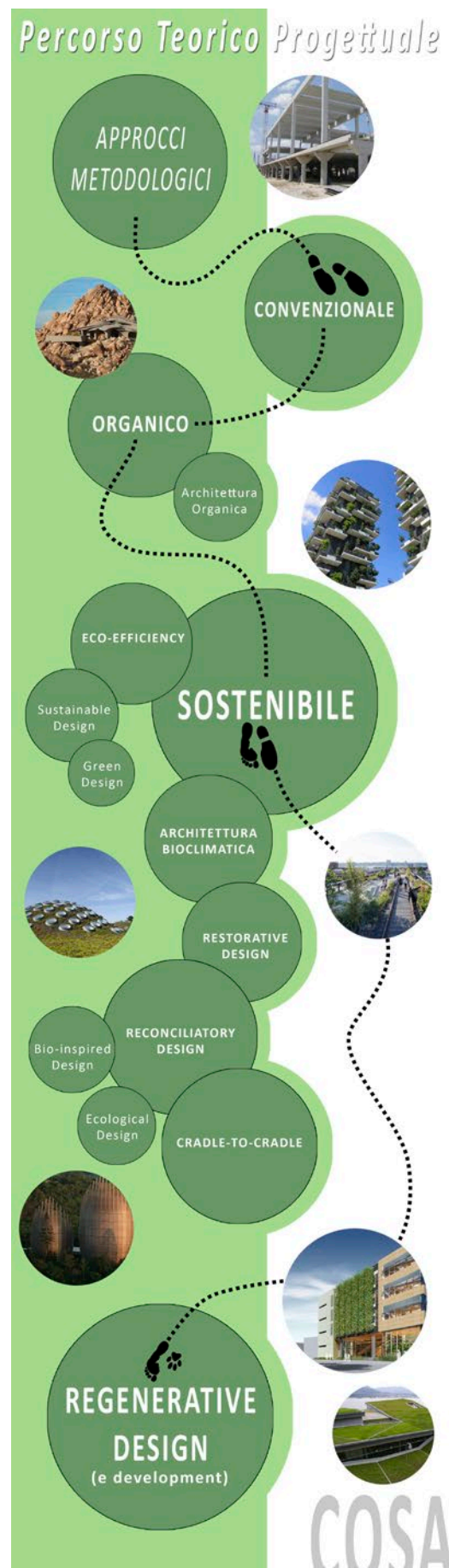
In the same period, R. Walter Stahel co-founded The Product Life Institute in Geneva; his ideas have led to the circular economy, i.e. the dematerialization of the industrial economy.

Subsequently, it has slowly become apparent that industrialization and economic growth are directly proportional to environmental degradation and, consequently, the Eco-Efficiency proposal has emerged as one of the

main tools for promoting transformation from unsustainable development to sustainable development according to methods Green and Sustainable Design.

**Results. Regenerative Design, Design for Built Environment and Resilience**

Regenerative design is a recent design approach aimed at triggering “regenerative” processes of restoring, renewing and revitalizing a context through the creation of relationships between society’s needs and the integrity of nature. Regenerative design theories evolve from the concepts of sustainable development by integrating environmental responsibility, social equity and economic sustainability into it. Theoretical principles of regenerative design have focused on the community scale where there is a continuous exchange and production of energy and materi-





5. *La durata rafforza la resilienza.* Le strategie che aumentano la durata migliorano la resilienza. La durabilità coinvolge non solo le pratiche di costruzione, ma anche la progettazione degli edifici (gli edifici belli saranno mantenuti e dureranno più a lungo), le infrastrutture e gli ecosistemi.

6. *Le risorse disponibili localmente, rinnovabili o recuperate sono più resilienti.* La dipendenza da abbondanti risorse locali, come l'energia solare, le acque sotterranee ricostituite ogni anno e il cibo locale offre una maggiore capacità di recupero rispetto alla dipendenza da risorse non rinnovabili o risorse provenienti da molto lontano.

7. *La resilienza anticipa interruzioni e un futuro dinamico.* L'adattamento a un clima che cambia con temperature più elevate, tempeste più intense, innalzamento del livello del mare, inondazioni, siccità e incendi è una necessità crescente, mentre disastri naturali non legati al clima, come terremoti e brillamenti solari, e azioni antropiche come il terrorismo e il cyber-terrorismo richiede anche un design resiliente. Rispondere al cambiamento è un'opportunità per una vasta gamma di miglioramenti del sistema.

8. *Trova e promuovi la capacità di recupero in natura.* I sistemi naturali si sono evoluti per raggiungere la resilienza; possiamo migliorare la resilienza affidandoci e applicando lezioni dalla natura. Le strategie che proteggono l'ambiente naturale migliorano la resilienza per tutti i sistemi viventi.

9. *Equità sociale e la comunità contribuiscono alla resilienza.* Le comunità forti e culturalmente diverse in cui le persone conoscono, rispettano e si prendono cura gli uni degli altri andranno meglio durante i periodi di stress o di disturbo. Gli aspetti sociali della resilienza possono essere tanto importanti quanto le risposte fisiche.

als through their functional processes. In particular, John T. Lyle proposes twelve basic strategies for a regenerative project:

1. let nature do the work;
  2. considering nature as both model and context;
  3. aggregating not isolating;
  4. seeking optimum levels for multiple functions, not the maximum or minimum level for anyone;
  5. matching technology to need;
  6. using information to replace power;
  7. providing multiple pathways;
  8. seeking common solutions to disparate problems;
  9. managing storage as a key to sustainability;
  10. shaping form to guide flow;
  11. shaping form to manifest process;
  12. prioritizing for sustainability.
- These principles of regenerative design

have been placed as basic elements for the construction of the methodological matrix. The basic matrix was then enriched with energy performance calculation parameters, regulatory requirements (EPBD, EMAS), parameters of major certification systems (LEED, LCA, ICMQ) and the bioclimatic design principles of the international scientific debate (Fig. 5).

Starting from the assumption that «Resilience is the capacity to adapt to changing conditions and to maintain or regain functionality and vitality in the face of stress or disturbance. It is the capacity to bounce back after a disturbance or interruption. At various levels – individuals, households, communities, and regions – through resilience we can maintain livable conditions in the event of natural disasters, loss of power, or other interruptions in normally available services», we can ar-

10. *La resilienza non è assoluta.* Riconoscere che è possibile adottare misure incrementali e che la resilienza totale di fronte a tutte le situazioni non è possibile. Implementare ciò che è fattibile a breve termine e lavorare per ottenere una maggiore resilienza a tappe.

### **Risultati. Progettare la rigenerazione per la resilienza: sovrapposizioni concettuali ed operative**

Andiamo a valutare concettualmente, le sovrapposizioni tra la progettazione resiliente con i principi del Regenerative Design.

Il Regenerative Design appare oggi come conseguenza dell'evoluzione del pensiero ambientale, ma soprattutto come una proposta culturale e scientifica ambiziosa, e implica più cambiamenti, a più livelli, in quasi tutti i settori e ambiti dei processi di trasformazione. Sostanzialmente con il Regenerative Design di punta a restituire ciò che lo sviluppo industriale ha tolto al sistema naturale, tentando di sperimentare nuovi metodi di produzione «puliti», valorizzando le conoscenze tecnologiche disponibili per risolvere i problemi alla radice, anche e soprattutto in funzione della Resilienza di un luogo (Fig. 6).

A questo punto, attraverso questo saggio, si punta a delineare le ipotesi del RD, come un modo diverso di progettare «resiliente», che funge da contrappasso al sistema passato e all'uso iniquo di risorse e materie prime, nonché del territorio.

Per farlo, si deve riflettere sul fatto che il metodo del Regenerative Design «è incentrato, per l'appunto, proprio su strategie adattive, focalizzate sul carattere sistemico dell'intervento e sui processi ad esso connessi, tanto in fase di ri/progettazione, quanto nella fase di esercizio, secondo una nuova configurazione degli assetti fisici

gue that, with respect to climate change, resilience involves adapting to the wide range of impacts expected with climate change: more intense meteorological events, higher rainfall, coastal flooding and valleys, longer and more severe droughts, fires, ice melting, hottest temperatures and interruptions in electrical services, which Resilient Design can mean as «targeted design of buildings, landscapes, communities, and regions in response to these vulnerabilities». Ultimately, it is possible to list the general principles of resilient design<sup>2</sup>:

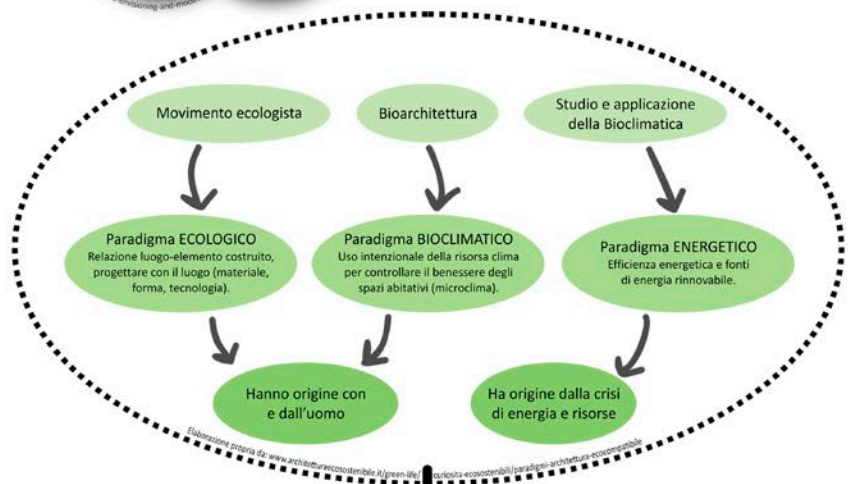
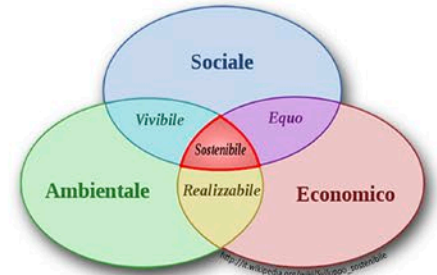
1. *Resilience transcends scales.* Strategies to address resilience apply at scales of individual buildings, communities, and larger regional and ecosystem scales; they also apply at different time scales—from immediate to long-term.

2. *Resilient systems provide for basic human needs.* These include potable water, sanitation, energy, livable con-

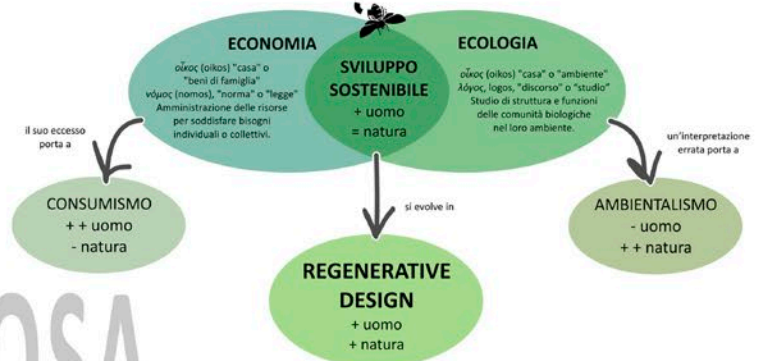
ditions (temperature and humidity), lighting, safe air, occupant health, and food; these should be equitably distributed.

3. *Diverse and redundant systems are inherently more resilient.* More diverse communities, ecosystems, economies, and social systems are better able to respond to interruptions or change, making them inherently more resilient. While sometimes in conflict with efficiency and green building priorities, redundant systems for such needs as electricity, water, and transportation, improve resilience.

4. *Simple, passive, and flexible systems are more resilient.* Passive or manual-override systems are more resilient than complex solutions that can break down and require ongoing maintenance. Flexible solutions are able to adapt to changing conditions both in the short- and long-term.



**SVILUPPO SOSTENIBILE**



**COSA**

in cui la forma dello spazio costruito, le caratteristiche delle sue varie componenti e l'uso dello stesso collaborano mutuamente per innalzare l'efficienza delle prestazioni offerte».

Dunque, a modo di vedere dell'autore, il campo emergente dello sviluppo rigenerativo e del design segna un'evoluzione significativa nel concetto e nell'applicazione della sostenibilità. Le pratiche nel design sostenibile o ecologico si sono concentrate principalmente sulla riduzione al minimo dei danni all'ambiente e alla salute umana e sull'utilizzo più efficiente delle risorse; in effetti, rallentando il degrado dei sistemi naturali della terra (Fig. 6).

I sostenitori di un approccio rigenerativo all'ambiente costruito credono che sia necessario un approccio molto più integrato e completo per la progettazione e la costruzione di edifici e insediamenti umani (e quasi tutte le altre attività umane).

Gli approcci rigenerativi cercano non solo di invertire la degenerazione dei sistemi naturali della terra, ma anche di progettare sistemi umani in grado di co-evolversi con i sistemi naturali, evolvendosi in un modo che generi benefici reciproci e una maggiore espressione generale di vita e resilienza.

L'applicazione dei principi di Regenerative Design deve ancora, tuttavia, fronteggiare due principali sfide: la fattibilità, anche economica, e l'incertezza sulle performance future dell'edificio anche in funzione dei rischi derivati dal cambiamento climatico. Se, infatti, il panorama internazionale è costellato di esempi di progettazione rigenerativa a scala urbana, la fattibilità di operare sul singolo edificio e capire come possa partecipare al processo rigenerativo, rafforzando la resilienza, è meno definibile, soprattutto se si considera anche che il sistema più è circoscritto, più sussidi richiede, perché troppo piccolo per auto-sostentarsi.

L'ambiente costruito così ipotizzato sembra contribuire al mi-

5. *Durability strengthens resilience.* Strategies that increase durability enhance resilience. Durability involves not only building practices, but also building design (beautiful buildings will be maintained and last longer), infrastructure, and ecosystems.

6. *Locally available, renewable, or reclaimed resources are more resilient.* Reliance on abundant local resources, such as solar energy, annually replenished groundwater, and local food provides greater resilience than dependence on nonrenewable resources or resources from far away.

7. *Resilience anticipates interruptions and a dynamic future.* Adaptation to a changing climate with higher temperatures, more intense storms, sea level rise, flooding, drought, and wildfire is a growing necessity, while non-climate-related natural disasters, such as earthquakes and solar flares, and

anthropogenic actions like terrorism and cyberterrorism, also call for resilient design. Responding to change is an opportunity for a wide range of system improvements.

8. *Find and promote resilience in nature.* Natural systems have evolved to achieve resilience; we can enhance resilience by relying on and applying lessons from nature. Strategies that protect the natural environment enhance resilience for all living systems

9. *Social equity and community contribute to resilience.* Strong, culturally diverse communities in which people know, respect, and care for each other will fare better during times of stress or disturbance. Social aspects of resilience can be as important as physical responses.

10. *Resilience is not absolute.* Recognize that incremental steps can be taken and that total resilience in the face of all situ-

glieramento sociale sviluppando un approccio partecipativo degli utenti, finalizzato al miglioramento della correlazione fra aspirazioni, bisogni e risultati progettuali, e potenziando il senso di appartenenza e identità nell'accrescere e supportare la vita in tutte le sue forme, attraverso una responsabile gestione della progettazione resiliente.

Il campo dello sviluppo rigenerativo e del design rigenerativo, che trae ispirazione dalle capacità di "auto-guarigione" e auto-organizzazione dei sistemi viventi naturali ed è sempre più visto come una fonte per raggiungere questo scopo.

## Conclusioni

Dunque, in sintesi, l'approccio del Regenerative Design richiede, rispetto a quello della Resilienza di «lasciare maggiormente che la natura faccia il proprio lavoro», mirando a rafforzare le capacità di auto-guarigione del sistema dell'ambiente costruito e all'integrità della natura, puntando a restituire ciò che lo sviluppo industriale ha tolto al sistema naturale.

Non sembra essere così per la resilienza, che è la capacità di un sistema di reazione e resistenza dopo un evento o un'interruzione, e dunque richiederebbe, un tipo di progettazione che preveda maggiore attenzione e rigore nell'approccio tecnologico.

Infine una nota sul fatto che il Regenerative Design ha contribuito a far ripensare la "progettazione sostenibile", mettendo in discussione persino il ruolo dell'architettura come vero campo d'azione della sostenibilità; tant'è vero che i principali protagonisti di questo punto di vista non sono progettisti né tantomeno architetti.

ations is not possible. Implement what is feasible in the short term and work to achieve greater resilience in stages.

## Results. Designing regeneration for resilience: conceptual and operational overlaps

Let's conceptually evaluate the overlaps between resilient design and the principles of Regenerative Design.

Thus, in the author's view, the emerging field of regenerative development and design marks a significant evolution in the concept and application of sustainability. Practices in sustainable or ecological design have focused mainly on minimizing damage to the environment and human health and using resources more efficiently; in effect, slowing down the degradation of the earth's natural systems (Fig. 6).

Supporters of a regenerative approach to the built environment believe that a

much more integrated and comprehensive approach is needed for the design and construction of buildings and human settlements (and almost all other human activities).

Regenerative approaches seek not only to reverse the degeneration of natural systems of the earth, but also to design human systems able to co-evolve with natural systems, evolving in a way that generates mutual benefits and a greater general expression of life and resilience. The application of the principles of Regenerative Design still has to face two main challenges: feasibility, including economic, and uncertainty about the future performance of the building, also in relation to the risks deriving from climate change.

In fact, if the international scene is dotted with examples of regenerative planning on an urban scale, the feasibility of operating on the individual

## NOTE

1. Il Programma Messaggeri della Conoscenza, finanziato dalla politica di sviluppo regionale attraverso il Piano di Azione Coesione e attuato dal Ministero per l'istruzione, l'Università e la Ricerca, è finalizzato a promuovere la realizzazione di iniziative sperimentali di didattica integrativa, volte a mettere a disposizione degli studenti degli atenei delle Regioni Convergenza (Campania, Calabria, Sicilia e Puglia) metodi di insegnamento e ricerca tipici di altri sistemi educativi e a contenuti.

2. Resilient Design Institute: The Resilient Principles [www.resilientdesign.org](http://www.resilientdesign.org).

## REFERENCES

- Ave, G. (2003), *Sostenibilità ambientale e rigenerazione urbana*, Alinea, Firenze.
- Bartlett, K. (2013), "Regenerative Development Processes: Beyond System Thinking", *SBSPP Topics Class*.
- Cole, R. J. (2012), "Transitioning from green to regenerative design", *Building Research & Information*, Vol. 40, No. 1, pp. 39-53.
- Cole, R. J. (2012), "Regenerative Design and Development: current theory and practice", *Building Research & Information*, Vol. 40, No. 1, pp. 1-6.
- Cole, R.J. (2013), "Regenerative design, socio-ecological systems and co-evolution", *Journal Building Research & Information*, Vol. 41, No. 2.
- Cole, R. J. (2016), "A hopeful change: embracing an ecological worldview", *Journal, Building Research & Information*, Vol. 44, No. 4.
- Cole, R. ., Oliver, A. (2012), "The Next Regeneration", *Canadian Architect*, No. 8, available at: <https://www.canadianarchitect.com/features/the-next-regeneration/>.
- Dias, B.D. (2015), "Beyond Sustainability – Biophilic regenerative design in architecture", *European Scientific Journal*, Vol. 11, Special Edition, pp. 147-158.

building and understanding how it can participate in the regenerative process, strengthening resilience, is less definable, especially if we consider also that the system the more it is circumscribed, the more subsidies it requires, because it is too small to self-sustain itself.

The built environment hypothesized seems to contribute to social improvement by developing a participatory approach of users, aimed at improving the correlation between aspirations, needs and project results, and enhancing the sense of belonging and identity in increasing and supporting life in all its forms, through a responsible resilient design management.

The field of regenerative development and regenerative design, which draws inspiration from the capabilities of "self-healing" and self-organization of natural living systems and is increasingly seen as a source for this purpose.

## Conclusions

So, the Regenerative Design approach requires, compared to that of Resilience, to «let nature more than do its work», aiming to strengthen the self-healing capabilities of the built environment system and integrity. of nature, aiming to restore what industrial development has taken away from the natural system.

It does not seem to be so for resilience, which is the capacity of a reaction and resistance system after an event or an interruption, and therefore would require a type of design that requires greater attention and rigor in the technological approach.

Finally, a note on the fact that Regenerative Design helped to rethink "sustainable design", even questioning the role of architecture as a true field of action for sustainability; so much so that the main protagonist of this

Focà, A., Laganà, A. (2015), "Nuove responsabilità: ripensare alla rigenerazione", *Techne*, No. 10, pp. 179-185.

Mang, P. and Haggard, B. (2016), *Regenerative Development and Design: A Framework for Evolving Sustainability*, J. Willey & sons, New Jersey, USA.

Mang, P. and Reed, B. (2012), "Designing from place: a regenerative framework and methodology", *Building Research & Information*, No. 40, pp. 23-38.

Trombetta, C. (2015), Regenerative design, green strategy. Video carattere scientifico dell'omonimo progetto nell'ambito del programma Messaggeri della Conos.

point of view are not designers nor architects.

## NOTES

1. The programme Messaggeri della Conoscenza, funded by the regional development policy through the Cohesion Action Plan and implemented by the Ministry for Education, University and Research, is aimed at promoting the realization of experimental initiatives of supplementary teaching, aimed at making available to students of universities of Convergence Regions (Campania, Calabria, Sicily and Puglia) teaching and research methods typical of other education systems and scientific content developed by centres of international excellence.

2. Resilient Design Institute: The Resilient Principles. [www.resilientdesign.org](http://www.resilientdesign.org).

Fabrizio Tucci,

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

fabrizio.tucci@uniroma1.it

**Abstract.** Il concetto di resilienza nell'ultimo decennio è messo in stretta relazione strategica con gli obiettivi primari di 'circularità dei processi' e di *Green Economy* applicati all'ambiente costruito e all'edilizia, a partire dai documenti programmatici internazionali della UNEP nel 2008 e dell'OECD nel 2010. Il dibattito è ad oggi appena impostato, e la ricerca ancora tutta da sviluppare, ma il potenziale apporto della Progettazione Tecnologica dell'Architettura appare centrale. Il contributo affronta criticamente principi, approcci di metodo e di progetto, e azioni strategiche strutturali per una maggiore resilienza dell'ambiente costruito richiesta dalla Commissione Europea, e ne affronta le prospettive di sviluppo nel nostro Paese, sia a livello istituzionale nazionale che sul piano dell'intervento locale, ruotanti prevalentemente intorno agli assi strategici di lavoro tracciati e portati avanti dagli *Stati Generali della Green Economy*.

**Parole chiave:** Resilient Design, Green Economy, processi circolari, ambiente costruito, progettazione tecnologica.

## Inquadramento delle questioni

Sebbene fin dagli anni '80-'90 il concetto di resilienza sia stato introdotto sul piano teorico nella progettazione ambientale a livello internazionale<sup>1</sup>, solo nell'ultimo decennio è stato messo in stretta relazione strategica con l'innescò dei 'processi circolari' e con le metodologie connesse alle economie *green* e *circular*.

Il rafforzamento delle capacità di resilienza quale obiettivo primario di un'economia *circular* e *green* applicata all'ambiente costruito e all'edilizia emerge a partire dai documenti programmatici internazionali '*Global Green New Deal*' della UNEP nel 2008 e '*Towards Green Growth*' dell'OECD nel 2010, fondativi del concetto di 'circularità dei processi' e di *Green Economy* (UNEP, 2008; OECD, 2010). I successivi, centrali documenti '*Towards a Green Economy*' e '*Green Economy Coalition*' presentati rispettivamente nel 2011 e nel 2012 dalla UNEP hanno sottolineato che sono due gli ambiti nei quali il contributo della *Green Economy* e del connesso innescò di 'processi circolari' incidono per

## Resilience and green economies for the future of architecture and the built environment

**Abstract.** Over the past decade, the concept of resilience has been strategically and inextricably linked to the main aims of the Green Economy and 'process circularity' as applied to the field of the built environment and buildings, starting with the international policy documents published by UNEP in 2008 and by the OECD in 2010. This debate has only just been outlined and there is still plenty of research to be done, but the potential contribution of Technological Design in Architecture seems key. This paper critically analyses the principles, the method- and design-based approaches and the structural strategic measures that can improve the resilience of the built environment, as requested by the European Commission, and considers the prospects for its development in this country, both at a national institutional level and at a local level, primarily gravitating around the strategic working axes that have been outlined

il futuro del nostro ambiente costruito: la capacità di resilienza e adattamento ai mutamenti macroclimatici e ai loro impatti microambientali (UNEP, 2011) e quella di resilienza e adattamento ai problemi legati alla progressiva limitatezza e non rinnovabilità delle risorse naturali (UNEP, 2012).

La prima implica la riduzione della vulnerabilità dei sistemi urbani agli eventi atmosferici estremi, l'aumento della capacità di adattamento degli edifici e degli spazi aperti, l'impiego dei sistemi bioclimatici, l'incremento di sicurezza e di comfort ambientale.

La seconda investe la capacità dell'ambiente costruito di reagire all'evolversi dell'impovertimento ecologico e del capitale naturale, del depauperamento delle risorse materiche e fisiche e della minaccia energetica, con le sue inefficienze e la non rinnovabilità delle sue fonti, a scapito, alla lunga, anche della qualità della vita. Non mancano i riscontri sul piano intellettuale e scientifico di questo recente spostamento di ottica che privilegia l'attenzione all'indagine sulle potenzialità del ruolo che una economia *green* e *circular* può esercitare per l'elevazione delle capacità di resilienza di quel complesso 'sistema di sistemi' che sinteticamente chiamiamo *built environment*<sup>4</sup> (Cheshire, 2016; Capra, 2017).

Il Simposio internazionale '*Ecomondo/Ecoworld*' recentemente tenutosi a Rimini per gli Stati Generali della Green Economy<sup>2</sup> (col Premio per lo Sviluppo Sostenibile sotto l'egida del Presidente della Repubblica), ha sancito la prorogabilità e l'urgenza di una diffusa applicazione di tale visione: la Città del futuro in Italia, in linea con le sperimentazioni più avanzate testimoniate dagli ultimi sviluppi del '*Green City Capital Award*' della Commissione Europea<sup>3</sup> e con le nuove direttive del *Directorate-General for the Environment of the European Commission*, dovrà essere oggetto di un Piano nazionale che ne promuova "l'aumento della

– and continue to be pursued – by the States General of the Green Economy.

**Keywords:** Resilient Design, Green Economy, Circular Processes, Built Environment, Technological Design.

### An overview of the issues

Although the concept of resilience was introduced at a theoretical level in international environmental planning and design as far back as the 1980s and '90s<sup>1</sup>, it is only in the last decade that it has been strategically linked to the triggering of 'circular processes' and methodologies associated with green and circular economies.

The first time the main aim of a green and circular economy was stated to be the strengthening of the level of resilience of the built environment was in two international policy documents: UNEP's 'Global Green New Deal' in

2008 and the OECD's 'Towards Green Growth' in 2010, which established the concepts of 'process circularity' and a 'green economy' (UNEP, 2008; OECD, 2010). Subsequent key documents – 'Towards a Green Economy' and 'Green Economy Coalition', which were presented by UNEP in 2011 and 2012 respectively – stressed that there are two areas where the contribution of a green economy and the associated triggering of 'circular processes' influence the future of our built environment: the resilience and adaptation to macro-climatic change and its micro-environmental impacts (UNEP, 2011) and that of the resilience and adaptation to the problems caused by the increasing scarcity and non-renewability of natural resources (UNEP, 2012).

The former involves the reduction of the vulnerability of urban systems to extreme weather events, an increase in

resilienza, supportato con gli strumenti e gli indirizzi della Green Economy” (FSS, 2017).

Il dibattito sulla interazione tra *Green Economy* e resilienza per la mitigazione e l'adattamento agli impatti prodotti dai mutamenti climatici<sup>4</sup> e agli effetti generati dalla progressiva scarsità delle risorse – con la riduzione dei rischi-chiave che tali impatti comportano sull'ambiente costruito (Fig.1) – è ad oggi appena impostato, e la ricerca ancora tutta da sviluppare, ma il potenziale apporto della Progettazione Tecnologica dell'Architettura appare centrale.

Occorre, per compiere i corretti passi in avanti, da una parte operare una disamina critica delle principali implicazioni di approccio e delle relative innovazioni processuali utili per approfondire la portata dei principi-chiave che animano i temi del 'progettare resiliente'; e dall'altra prendere in esame le potenzialità di azione nelle future sperimentazioni della Progettazione Tecnologica dell'Architettura sull'ambiente costruito in termini di indirizzi strategici correlati, tra gli altri, ai nuovi 'Green Growth Indicators 2017' (OECD, 2017) e al recente 'Programma di transizione alla Green Economy in Italia' (CNGE, 2017).

### **Presupposti teorici e approcci di metodo nell'interazione progettuale tra Green Economy e Resilient Design**

flessione iniziata anni fa sulle pagine di questa stessa rivista (Tucci, 2013): quali sono i principi-chiave che a livello internazionale si pongono come presupposti teorici dell'interazione tra *Green*

Con riferimento ai due ambiti tematici in oggetto, è centrale per lo sviluppo del primo dei due passi sopra richiamati porsi due domande-chiave, quasi a proseguire idealmente una riflessione iniziata anni fa sulle pagine di questa stessa rivista (Tucci, 2013): quali sono i principi-chiave che a livello internazionale si pongono come presupposti teorici dell'interazione tra *Green*

the adaptive capacity of buildings and open spaces, the use of bioclimatic systems, an increase in safety and environmental comfort.

The latter involves the built environment's ability to react to the increasing impoverishment of our ecology and our natural capital, the squandering of our material and physical resources and the energy threat, with its inefficiencies and the lack of renewability of its sources, which in the long run will also be detrimental to quality of life.

There is no lack of evidence of this recent shift in perspective on an intellectual and scientific level, a perspective that prioritises research into the potential role that a green and circular economy could play in raising the level of resilience of that complex system of systems we succinctly call the built environment (Cheshire, 2016; Capra, 2017). The Ecomondo international symposium

that was recently held in Rimini by the States General of the Green Economy<sup>2</sup> (with the sustainable development award promoted by the President of the Italian Republic) confirmed the undeferrable urgency of a widespread application of such a vision. In Italy, the City of the Future must be the subject of a national plan that promotes its 'increase in resilience, supported by green economy tools and approaches' (the Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile sustainable development foundation, 2017), in keeping with the most ground-breaking trials highlighted in recent developments of the European Commission's Green Capital Award<sup>3</sup> and in the new directives issued by the European Commission's Directorate-General for the Environment.

The debate regarding the interaction between green economies and resilience for mitigating and adapting to

*Economy e Resilient Design?* Quali gli approcci metodologici necessari per un efficace sviluppo progettuale?

In risposta alla prima questione possiamo individuare, tra i tanti connessi col concetto di resilienza, i 9 principi centrali anche per la *Green Economy*, sui quali fa perno sia la necessità di acquisire la dimensione della 'temporaneità' sul piano progettuale, sia quella di accettare la dimensione della 'indeterminatezza' nell'indirizzo e controllo del momento valutativo *ex ante* ed *ex post* degli interventi. Sono quelli, organizzabili in tre 'triangolazioni', di: riflessività, auto-organizzazione e inclusività; robustezza, flessibilità e adattività; integrazione, connettività e reattività, ricorrenti in forme diverse sia nel report 'Urban Adaptation to Climate Change in Europe' della European Environmental Agency (EEA, 2012); sia nel 'City Resilience Framework' elaborato contestualmente all'iniziativa *100 Resilient Cities* (Arup, 2015); sia, infine, nel fondamentale report della Commissione Europea 'Implementation of the Circular Economy Action Plan' (European Commission, 2017).

Essi, nella rilettura complessiva e sistemica che stiamo operando, svolgono due funzioni strategiche, in quanto fattori in grado di innestare nei sistemi urbani la capacità *in generale* di «percepire cambiamenti e disturbi indotti dall'ambiente circostante adattando le proprie strutture e funzioni alle nuove condizioni, senza disturbare il naturale flusso della propria vita» (EEA, 2012), e *in particolare* di «rispondere dinamicamente ai processi di cambiamento in atto e agli effetti indotti dalle perturbazioni esogene o endogene quali i mutamenti climatici e la progressiva scarsità di risorse» (EC, 2017).

Sulle tre 'triangolazioni' si poggiano i tre approcci di metodo e di progetto propri delle economie *green* e *circular* che, stagliandosi

the impact of climate change<sup>4</sup> and the effects of the increasing scarcity of resources – by reducing the key risks that these impacts pose to the built environment (Fig. 1) – has only just been prepared and there is still plenty of research to be done, but the potential contribution of Technological Design in Architecture seems key.

In order to move forward in the right direction, we need to carry out, firstly, a critical review of the main implications involved in our approach and the relative process-based innovations that are useful when examining the importance of the key principles that underpin the issues of 'designing resilience'; and secondly, examine the potential actions of future trials in Technological Design in Architecture on the built environment in terms of strategic approaches linked to, among other things, new 2017 Green Growth Indicators (OECD,

2017) and the recent 'Transition Plan towards a Green Economy in Italy' (the National Council of the Green Economy, 2017).

### **Theoretical prerequisites and methodological approaches in the design-based interaction between green economies and resilient design**

As regards the two thematic areas discussed here, we need to ask ourselves two key questions if we want to develop the first of the two steps forward mentioned above, as if to conceptually continue a consideration that was first raised years ago in the pages of this journal (Tucci, 2013): what are the key principles that, at an international level, are the theoretical prerequisites for interaction between green economies and resilient design? What methodological approaches are necessary for successful design-based development?



per la loro carica di innovatività non solo nell'impostazione ma nella visione stessa dei problemi, possiamo definire caratterizzanti l'interazione tra *Green Economy* e *Resilient Design*:

- *Self-reliant approach* (i cui principi di riferimento sono: riflessività, auto-organizzazione e inclusività), l'approccio dei tre più stratificato nel tempo ma ancora molto da sperimentare e da evolvere, per il quale l'ambiente costruito e la sua architettura devono diventare sistemi 'autopoietici' (Schumacher, 2010) capaci di assicurarsi un'esistenza ininterrotta anche attraverso un'auto-rigenerazione sequenziale e funzionale delle loro 'componenti'. Una indicazione di approccio, questa, molto importante per la cultura tecnologica del progetto<sup>5</sup>: "Le componenti vengono aggregate e scisse, ma l'intensità di questi processi è sempre in armonia con la conservazione dell'unità e dell'identità del sistema e della sua organizzazione" (Herzog, Steckeweh, 2000). È un approccio che potrebbe permettere ai più diversi sistemi degli ambienti costruiti di ridurre la dipendenza del loro destino dai meccanismi di accumulazione di risorse e dalle strutture di concentrazione del controllo delle accessibilità ai beni e servizi (ILO, 2016). È un approccio che, proiettato verso uno sviluppo caratterizzato da un alto grado di sostenibilità e di efficienza ecologica ed energetica con un elevato livello di organizzazione e di scambio tra le sue funzioni, spinge alla 'diversificazione autopoietica' delle attività, degli usi, dei ruoli, e così facendo espone meno l'ambiente costruito che lo applica all'andamento globale dei mercati (GreenBiz Group, 2016) e ai *climatic change global trend*<sup>6</sup>, facendogli anticipare ed evitare (o comunque attenuare) gli effetti potenzialmente devastanti legati all'impiego unidirezionale di quelle risorse fisiche, di quelle fonti energetiche, di

quelle politiche economiche, piuttosto che di altre (European Commission, 2013).

- *Error-friendliness approach* (i cui principi di riferimento sono: robustezza, flessibilità e adattività), approccio che significa 'buona disposizione nei confronti degli errori', cioè non solo 'tolleranza degli errori' ma anche 'cooperazione flessibile e amichevole' con essi, che produca di errore in errore una progressiva 'robustezza adattiva' del sistema. Si è visto come nella stessa teoria dell'evoluzione delle specie i processi evolutivi non comportino mai l'eliminazione degli errori e dei fallimenti che, anzi, ne sono un elemento indispensabile. Ed è un elemento che deve diventare 'imprescindibile' anche in una visione *green* e resiliente del comportamento prestazionale dei sistemi tecnologici delle nostre architetture e del nostro ambiente costruito<sup>7</sup> (Hausladen et al., 2011): nei processi evolutivi del *natural environment* il requisito-chiave è la 'inclinazione alla flessibilità mutazionale nel superamento del fallimento', *chiave* perchè tale inclinazione si fa patrimonio genetico dell'intera specie e non del semplice individuo, diventando quella che potremmo chiamare 'coscienza di specie' o, trasponendola al *built environment*, 'codice genetico e mutazionale' di un ambiente costruito resiliente (Lakhtakia, Martin-Palma, 2013). Dunque una traccia importante da perseguire nella sperimentazione tecnologico-progettuale sulle architetture e le città, che spinge la ricerca scientifica a concepire la resilienza come, in fondo, la capacità del sistema di adeguarsi agli errori, di adattarsi ai malfunzionamenti e di superare i fallimenti derivanti da eventi nuovi o imprevisi, esogeni o cronicamente endogeni: in una parola, «resilienza come continua capacità di rettificazione dell'errore» (Armstrong, 2012).

In answer to this first question, we can identify nine key principles of the green economy from among the many that are linked to the concept of resilience. These key principles are the basis for the need to acquire the characteristic of 'temporariness' at a design level and the need to accept 'indeterminateness' when guiding and monitoring assessments before and after improvement work. These principles, which can be arranged in three 'triangulations', are: reflexivity, self-organisation and inclusiveness; robustness, flexibility and adaptivity; integration, connectivity and reactivity. They recur in various different forms both in the European Environmental Agency's 'Urban Adaptation to Climate Change in Europe' report (EEA, 2012), in the City Resilience Framework that was produced at the same time as the 100 Resilient Cities initiative (Arup, 2015) and, last but not

least, in the European Commission's fundamental report on the implementation of the Circular Economy Action Plan (European Commission, 2017). In the general systemic reinterpretation we are conducting, these principles carry out two strategic functions, in that they are factors that can trigger in urban systems, generally speaking, the ability to perceive change and disturbance caused by the surrounding environment, adapting their structures and functions to the new conditions, without disturbing the natural flow of their existence (EEA, 2012) and, *in particular*, the ability to react dynamically to the processes of change underway and the effects created by exogenous and endogenous disruption such as climate change and the increasing scarcity of resources (EC, 2017). These three 'triangulations' form the basis of three methodological design

approaches typical of green and circular economies that – notable for their level of innovation not only in the way they are framed but also in their view of the problems faced – we can claim are characteristic of the interaction between green economies and resilient design:

- The *self-reliant approach* (whose benchmark principles are: reflexivity, self-organisation and inclusiveness), an approach where the built environment and its architecture must become 'autopoietic' systems (Schumacher, 2010) that can ensure an uninterrupted existence for themselves through a sequential and functional self-regeneration of their 'components'. This approach is very important for the technological culture of design<sup>5</sup>: components are grouped and separated, but the intensity of

these processes is always in harmony with the preservation of the system's unity and identity and its organisation (Herzog, Steckeweh, 2000). It is an approach that could allow the various different systems of the built environment to reduce their dependence for survival on mechanisms that accumulate resources and on structures controlling access to goods and services (ILO, 2016). It is an approach that is oriented towards a kind of development that features a high level of sustainability and ecological and energy efficiency, with a high level of organisation and exchange between its functions that leads to the 'autopoietic diversification' of activities, uses and roles and thus is less prone to exposing the built environment that applies it to global market trends (GreenBiz

– *Dynamic-responsive approach* (i cui principi di riferimento sono: integrazione, connettività e reattività), approccio per il quale la cultura tecnologica del progetto dev'essere capace di mettere in condizioni i sistemi ambientale e architettonico di rispondere alle costanti interazioni con le trasformazioni in atto in modo insieme sinergico, dinamico e appropriatamente reattivo. Nella scienza contemporanea è chiamato anche 'capacità di replica' nell'ambito di un 'perenne disequilibrio dinamico' (Haken, 2003), che costituisce come noto un requisito fondamentale per l'esistenza stessa di tutti gli esseri viventi (Krusche, 2001; Sieverts et al. 2005). È una gestione di tipo 'green' dell'economia delle proprie interazioni – la più naturale e meno dispendiosa di risorse che esista – che si basa sulla specifica capacità dei caratteri 'tecnologici' del sistema di 'riorganizzarsi dinamicamente'<sup>8</sup> (Hausladen, Tucci, 2017). Una sfida affascinante, su cui la Progettazione Tecnologica avrà molto da lavorare, è la necessità di permettere agli elementi componenti il sistema resiliente di 'de-intensificare' o 'disaccoppiare' quest'ultimo dai requisiti materiali del suo funzionamento o nel 'diversificare' le risorse utili a svolgere un determinato compito, tanto più se queste versano in un regime di limitatezza. Il paradigma per i tecnologi è nelle caratteristiche 'prestazionali' dei sistemi resilienti in natura, che consentono loro 1) di riconfigurarsi in tempo reale qualora si verifichi un qualche sconvolgimento; 2) di impedire che i problemi di una parte si ripercuotano a cascata sulle altre; 3) di aumentare o diminuire la scala delle loro operazioni al momento opportuno e comunque ogni qualvolta si renda necessario (Zolli, Healy, 2017).

È importante sottolineare che i tre approcci non vanno visti in alternativa, ma in modo sinergico e interrelato nell'ambito di ogni

indirizzo d'intervento strategico in tema di resilienza, con accento sull'uno o sull'altro a seconda della natura degli interventi.

### **Indirizzi e indicatori strategici 'green growth' per un futuro più resiliente dell'architettura e dell'ambiente costruito**

E siamo così giunti alla terza domanda-chiave: come passare dalla codificazione di un quadro di presupposti teorici e di approcci metodologici propri delle economie *green* alla formulazione

di possibili indirizzi strategici per una effettiva elevazione dei gradi di resilienza dell'ambiente costruito?

È stato affermato che la questione della resilienza "non sembra essere oggetto propriamente progettabile e i suoi contorni non definiti ne rendono difficili i momenti dell'indirizzo prima e della misurazione poi, e per questo richiederebbe l'affiancamento di altre discipline per l'indirizzo e l'ausilio di indicatori di supporto per la misurazione" (Lisa et al., 2015). E anche in questo caso offrono un'importante supporto la visione e la ricerca sviluppati dalla *Green Economy* quale ambito fortemente interdisciplinare, ma avente come asse portante la cultura tecnologica del progetto. Il *White Paper* della Commissione Europea *'Towards a European framework for action'* (European Commission, 2009), rafforzato dal successivo *report* della Un-Habitat *'Saving Cities: Adaptation as part of Development'* (Un-Habitat, 2011), afferma che le opzioni possibili di azione 'green' per interventi volti ad innalzare le capacità di resilienza, mitigazione e adattamento dell'ambiente costruito possono essere classificate in tre principali categorie:

– *azioni strategiche strutturali 'grigie'*, ovvero categorie di interventi 'fisici' (per questo 'strutturali') nell'ambiente costruito che siano basate su servizi di progettazione tecnologica per

Group, 2016) and climatic change global trends<sup>6</sup>, helping it anticipate and avoid (or at least mitigate) the potentially devastating effects of a single use of those particular physical resources, energy sources and economic policies rather than others (European Commission, 2013). – The *error-friendly approach* (whose benchmark principles are: robustness, flexibility and adaptivity), an approach that implies a 'benevolent disposition towards mistakes', and therefore not merely a 'tolerance of mistakes' but rather 'flexible and friendly cooperation' with them, resulting in – one error after another – the gradual 'adaptive robustness' of the system. We have seen how even in the theory of the evolution of the species, evolutionary processes never involve the elimination of mistakes or failures that, quite the

contrary, are an essential element of them. It is an element that must become instrumental in a green and resilient vision of the performance of the technological systems of our buildings and our built environment<sup>7</sup> (Hausladen et al., 2011). In the evolutionary processes of the natural environment, the key requirement is an 'inclination towards mutational flexibility in overcoming failures', 'key' because this inclination becomes part of the genetic heritage of an entire species and not merely of one individual, becoming what we could call 'a species's consciousness' or, if we transpose this to the built environment, the 'genetic and mutational code' of a resilient built environment (Lakhtakia and Martin-Palma, 2013). Thus it is an important line to follow when experimenting with buildings and cit-

ies, which drives scientific research to understand resilience as, deep down, a system's ability to adjust to mistakes, to adapt to malfunctions and overcome the failures caused by exogenous or chronically endogenous new or unforeseen events: in short, resilience as the continuous ability to rectify errors (Armstrong, 2012).

– The *dynamic-responsive approach* (whose benchmark principles are: integration, connectivity and reactivity), an approach where the technological culture of design must be able to make environmental and architectural systems capable of responding to the constant interaction with the changes underway in a fashion that is synergic, dynamic and appropriately responsive. In modern-day science, it is also called the 'ability to respond' in

conditions of a 'perennial dynamic imbalance' (Haken, 2003), which is a fundamental requirement for the very existence of all living things (Krusche, 2001; Sieverts et al., 2005). It is a 'green' way of managing the economy of one's interactions – the most natural kind and the one that wastes the least amount of resources – that is based on the particular ability of a system's 'technological' features to 'dynamically reorganise themselves'<sup>8</sup> (Hausladen and Tucci, 2017). One fascinating challenge that will provide technological design with plenty of work is the need to allow the component elements of a resilient system to 'de-intensify' or 'decouple' such a system from the material requirements of its working performance or the 'diversification' of resources that can help carry out a particular

realizzare operazioni di *deep renovation* di edifici e infrastrutture (scelti tra il patrimonio esistente in quanto essenziali per il benessere socioeconomico della società) che li rendano capaci di resistere auto-poieticamente a eventi estremi [azioni per le quali occorre sinergia dei tre approcci, con particolare accento su quello *Self-reliant*];

- *azioni strategiche infrastrutturali 'verdi'*, cioè categorie di interventi 'biofisici' nell'ambiente costruito che aiutino ad incrementare la resilienza degli ecosistemi e che, pur puntando ad arrestare la perdita di biodiversità e il degrado degli ecosistemi e a ripristinare i cicli dell'acqua, utilizzino allo stesso tempo le funzioni, i servizi e le risorse offerti dagli ecosistemi per realizzare soluzioni di resilienza e di adattamento più efficaci sotto il profilo economico, e a volte anche più praticabili, rispetto alle sole infrastrutture grigie, improntate su un'ottica di progressivo irrobustimento *nature-based* [azioni per le quali parimenti occorre sinergia dei tre approcci, in questo caso con particolare accento su quello *Error-friendliness*];
- *azioni strategiche non strutturali 'soft'*, ovvero la definizione e l'applicazione di politiche e procedure sull'ambiente costruito, di divulgazione delle informazioni e di incentivi di *Green Economy* volti a ridurre o a prevenire la vulnerabilità non solo degli elementi urbani oggetto di un intervento d'impronta 'grigia' o 'verde' ma dell'intero sistema sia ai mutamenti ambientali (cambiamenti climatici) che ai problemi cronici (scarsità delle risorse), nei loro impatti sotto forma di malfunzionamento dei sistemi, di eventi imprevisi, financo di catastrofi [azioni per le quali anche in questo caso occorre sinergia dei tre approcci, con particolare accento su quello *Dynamic-responsive*].

role, even more so if these are limited. The model technologists must follow lies in the 'performance' characteristics of nature's resilient systems that allow them to: 1) rearrange themselves in real time whenever there is an upheaval; 2) ensure that problems in one area do not have repercussions on other areas; 3) increase or reduce the scale of their operations at the right time or, in any case, whenever necessary (Zolli and Healy, 2017).

It is important to stress that these three approaches should not be seen as alternatives, but combined and integrated whenever plans are being prepared for strategic work that prioritises resilience, focusing on one or the other depending on the nature of the work to be carried out.

#### **Strategic green growth indicators and approaches for a more resilient built environment and architecture in the future**

This brings us to a third key question: how can we move on from the codification of a framework of green economy theoretical prerequisites and methodological approaches to the formulation of possible strategic orientation for increasing the resilience of the built environment?

It has been claimed that the question of resilience does not seem to be something that can actually be designed and its indeterminate outlines make it difficult to (initially) orient and (later) measure, and that is why we need other fields when orienting indicators supporting measurement (Lisa et al., 2015). Here, too, enormous support comes from the vision and research developed by the green economy as

Sulla questione della 'misurabilità' e 'valutabilità' di tali categorie di azioni è altrettanto centrale (e ormai imprescindibile) il ruolo che la recente evoluzione degli indicatori nel campo delle economie *green* e *circular* applicate all'edilizia e alla città svolge sulle nuove dinamiche progettuali di 'co-evoluzione' e 'circolarità' tra ambiente costruito e utenza. In questo senso assume un passaggio strategico la presa in considerazione dei recentissimi *Green Growth Indicators 2017* dell'OCSE, dove i quattro pacchetti di nuovi indicatori proposti (I. *Environmental and Climatic productivity*, II. *Natural Resource Asset Base*, III. *Environmental Quality of Life*, IV. *Economic opportunities and Policy Responses*), rimandano non a caso all'obiettivo ultimo dell'*aumento di resilienza dell'ambiente costruito* per un possibile futuro in regime di cambiamenti climatici e di progressiva limitatezza delle risorse ambientali, richiamando nel I pacchetto la categoria di azioni 'strutturali grigie', nel II pacchetto quelle 'infrastrutturali verdi' e nel III e IV quelle 'non strutturali soft' [si veda la Fig. 2 con la classificazione del completo set di indicatori] (OECD, 2017).

Nella consapevolezza della necessità di un'applicazione sinergica dei tre approcci *Self-reliant*, *Error-friendliness* e *Dynamic-responsive*, in coerenza con l'impostazione dell'*European framework for green action* e dei numerosi documenti che ne sono seguiti, e in accordo col set di indicatori *Green Growth*, gli Stati Generali della Green Economy hanno di recente prima elaborato un Manifesto per la 'Città Futura'<sup>9</sup> (Antonini, Tucci, 2017), poi stilato un corposo *report* che ne delinea gli assi portanti della sua attuazione (SGGE, Tucci, Parasacchi, eds., 2017).

Una parte consistente degli ambiti di indirizzo e delle loro strategie prioritarie contenuta in quest'ultimo documento è dedicata allo sviluppo di una maggiore resilienza delle Città italiane verso

a highly inter-disciplinary field that, however, is based on the technological culture of design.

The European Commission's White Paper entitled 'Adapting to Climate Change: Towards a European Framework for Action' (European Commission, 2009), supported by UN-Habitat's subsequent 'Saving Cities: Adaptation as Part of Development' report (UN-Habitat, 2011), asserts that the possible green options for improvement work designed to improve the resilience, mitigation and adaptation of the built environment can be grouped into three main categories:

- 'grey' *strategic structural measures*, i.e. categories of 'physical' (and therefore 'structural') improvements of the built environment that are based on technological design services in order to complete the 'deep renovation' of buildings and



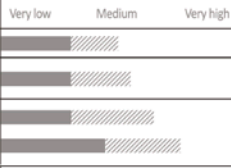



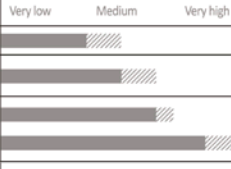



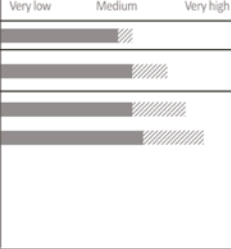

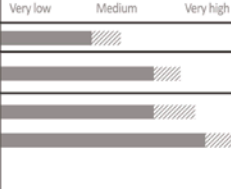

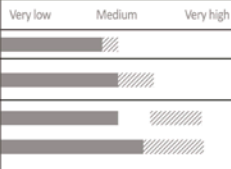



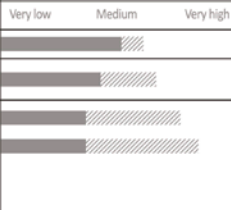




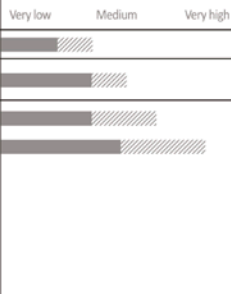
infrastructure (selected from the existing built heritage on the basis of their importance for society's socio-economic well-being), helping them autopoietically resist extreme events [measures that require a synergy between the three approaches, with a particular focus on the *self-reliant approach*];

- 'green' *strategic infrastructural measures*, i.e. categories of 'biophysical' improvements to the built environment that help increase the resilience of ecosystems and that, though aiming to halt the loss of biodiversity and the decay of ecosystems and to restore the water cycle, use the functions, services and resources that ecosystems have to create better adaptation and resilience solutions from an economic point of view, solutions that are sometimes more practical as well compared to










01 | Quadro dei rischi-chiave per l'ambiente costruito derivanti dagli impatti da cambiamenti climatici in regime di scarsità di risorse, e potenziali di riduzione di tali rischi attraverso l'incremento delle capacità di resilienza favorita dallo sviluppo di Green Economy. Fonte: Rielaborazione dell'autore in relazione alle attività di coordinamento e ricerca da lui svolte nel Consiglio Nazionale della Green Economy e in riferimento ai contenuti degli ultimi report dell'IPCC (in particolare: Working Group II Contribution to the IPCC's Fifth Assessment Report WGII AR5)

Overview of the key risks posed to the built environment by the impact of climate change in a situation of scarce resources, as well as the potential for reducing these risks by increasing the capacity for resilience favoured by the development of the Green Economy. Source: Elaborated by the author according to both the coordination and research activities he developed with the National Council of the Green Economy and the contents of the last IPCC reports (in particular: Working Group II contribution to the IPCC's Fifth Assessment Report WGII AR5)

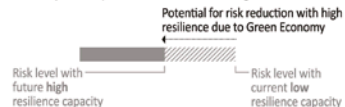
**KEY RISKS FOR THE URBAN ENVIRONMENT, DETERMINED BY THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE AND RESOURCE SCARCITY, AND POTENTIALS FOR REDUCTION OF SUCH RISKS BY MEANS OF INCREASED RESILIENCE CAPACITY FOSTERED BY THE DEVELOPMENT OF GREEN ECONOMY**

KEY RISKS FOR THE BUILT ENVIRONMENT	RESILIENCE-RELATED ISSUES AND PERSPECTIVES	DRIVERS OF CLIMATE-RELATED IMPACTS	TIMEFRAME	RISK LEVEL OF IMPACTS AND POTENTIAL FOR THEIR REDUCTION BY MEANS OF INCREASED RESILIENCE CAPACITY DUE TO GREEN ECONOMY
I. Risks associated with flooding in coasts and river basins, driven by increasing urbanization, increasing sea levels, coastal erosion, and peak river discharges	Increased resilience capacity fostered by Green Economy can prevent most of the projected damages and provide: 1) Experience in hard flood-protection technologies and increasing experience with restoring wetlands 2) High costs for increasing flood protection 3) Potential barriers to implementation: demand for land and environmental and landscape concerns	 	Present Near term (2030-2040) Long term (2080-2100) + 2°C + 4°C	Very low Medium Very high 
II. Risks associated with water management and water supply systems	Options of resilience growth fostered by Green Economy include: 1) Changes to network infrastructure and demand-side management, to ensure sufficient water supply and quality 2) Increased capacity to manage reduced freshwater availability 3) Flood risk reduction	  	Present Near term (2030-2040) Long term (2080-2100) + 2°C + 4°C	Very low Medium Very high 
III. Risks associated with the drying trend. Significant reduction in water availability from river abstraction and from groundwater resources, combined with increased water demand (for irrigation, energy, industry, domestic use) and with reduced water drainage and runoff as a result of increased evaporative demand	Increased resilience capacity fostered by Green Economy relates to: 1) Proven adaptation potential from adoption of more water-efficient technologies and of water-saving strategies (for example for irrigation, crop species, land cover, industrial and domestic use) 2) Implementation of best practices and governance instruments in river basin management plans and integrated water management in urban systems	  	Present Near term (2030-2040) Long term (2080-2100) + 2°C + 4°C	Very low Medium Very high 
IV. Risks associated with increasing heat islands. Declining work productivity, increasing morbidity (dehydration, heat strokes, heat exhaustion) and mortality from constant exposure to rising temperatures. Particularly at risk are construction workers, children, homeless people and the elderly.	Projected damages of delay in increased resilience capacity fostered by Green Economy: 1) Resilience options will be limited for vulnerable groups (elders and children) if not matched with appropriate policies 2) Resilience options will be limited in the construction sector where working conditions under poor safety measures may occur 3) Limited resilience capacity may deteriorate beyond repair in a + 4 °C world scenario.		Present Near term (2030-2040) Long term (2080-2100) + 2°C + 4°C	Very low Medium Very high 
V. Risks associated with increasing heat waves. Increased economic losses and people affected by extreme heat waves: impacts on health and wellbeing, labour productivity and air quality, and increasing risk of wildfires	Increased resilience capacity fostered by Green Economy will result in: 1) Implementation of warning systems 2) Adaptation of dwellings, workplaces and of transport and energy infrastructure 3) Reductions in emissions to improve air quality 4) Improved wildfire management 5) Development of insurance products against weather-related yield variations		Present Near term (2030-2040) Long term (2080-2100) + 2°C + 4°C	Very low Medium Very high 
VI. Risks associated with energy supply systems, worsened by resource scarcity	The projected full increase in resilience capacity fostered by Green Economy should keep under consideration that: 1) Most urban centers make intense use of energy, with energy-related climate policies focused only on mitigation measures 2) A few cities have adaptation initiatives underway for critical energy systems 3) There is a potential for non-adapted, centralized energy systems to magnify impacts, leading to national and transboundary consequences from localized extreme events	  	Present Near term (2030-2040) Long term (2080-2100) + 2°C + 4°C	Very low Medium Very high 
VII. Risks associated with housing, with exponential aggravation determined by resource scarcity	The projected full increase in resilience capacity fostered by Green Economy should keep under consideration that: 1) Poor quality, inappropriately located housing is often most vulnerable to extreme events 2) Adaptation options include the upgrading of building regulations 3) Some city studies show the potential for adaptation of the built patrimony and simultaneously for the promotion of mitigation measures, adaptation and development goals. Rapidly growing cities or those rebuilding after a disaster, especially have opportunities to increase resilience 4) Without adaptation measures, risks of economic losses from extreme events are substantial in cities with high-value infrastructure and housing assets, with broader economic effects possible	   	Present Near term (2030-2040) Long term (2080-2100) + 2°C + 4°C	Very low Medium Very high 

LEGEND\_Climate-related drivers of impacts on the built environment

-  Extreme precipitation
-  Drying trend
-  Damaging cyclones
-  Warming trend (heat islands)
-  Extreme temperatures (heat waves)
-  Flooding
-  Water acidification
-  Increase of CO<sup>2</sup> emissions
-  Water level rise (sea and river)

Level of risk of impacts and potential for reduction resulting from increased resilience



le macro-questioni dei cambiamenti climatici e della progressiva limitatezza delle risorse, che si possono riassumere nei seguenti assi (per l'articolazione dei quali si rimanda alla Fig. 3):

*Assi strategici di resilienza sul piano degli indirizzi 'strutturali grigi':*

1. Innalzamento delle capacità di adattamento dei sistemi architettonici, urbani e territoriali;
2. Sviluppo delle capacità di mitigazione delle cause dei cambiamenti climatici nell'ambiente costruito;
3. Aumento dell'efficienza energetica, dell'efficacia bioclimatica e dell'impiego di fonti rinnovabili in architettura.

*Assi strategici di resilienza sul piano degli indirizzi 'infra-strutturali verdi':*

4. Valorizzazione del capitale naturale e dei servizi ecosistemici;
5. Innalzamento della qualità ecologica dei sistemi di infrastrutturazione *green and blue*;
6. Aumento della qualità ecologica del capitale tecnologico e dell'efficacia nell'uso delle risorse.

*Assi strategici di resilienza sul piano degli indirizzi 'non-strutturali soft':*

7. Promozione sistematica dei processi di valutazione della sostenibilità ambientale, della resilienza e del ciclo di vita nei processi decisionali;
8. Promozione e incentivazione dei processi di rigenerazione resiliente urbana e di riqualificazione, recupero, manutenzione del patrimonio esistente;
9. Promozione e incentivazione di progetti e interventi innovativi di qualificazione resiliente degli edifici pubblici.

Il lavoro è *in progress*, e la sua evoluzione prevede entro il prossimo anno approfondimenti applicativi in termini da una parte di elaborazione di proposte per una nuova normativa in materia,

the mere use of grey infrastructure, based on a perspective that focuses on gradual, nature-based strengthening [measures that also require a synergy between the three approaches, though here the accent is on the *error-friendly approach*];

– 'soft' non-structural strategic measures, i.e. the formulation and application of built environment-based policies and procedures promoting information on the green economy as well as incentives designed to reduce or prevent vulnerability – not only of the urban elements that are being improved in a 'grey' or 'green' way, but of the *entire* system – to environmental alterations (climate change) and chronic problems (the shortage of resources) and their impact, which manifests itself in system malfunction, unforeseen events and even catastrophes [measures

whereby, as ever, a synergy between the three approaches is required, with a particular emphasis on the *dynamic-responsive approach*].

As regards the issue of being able to measure and assess these categories of actions, the role that newly developed indicators in the field of green and circular economies, as applied to buildings and cities, plays in new 'co-evolution' and 'circular' design mechanisms involving the built environment and its users is equally key (and now essential). Here the OECD's newly established 2017 Green Growth Indicators take on a strategic role, where it is no coincidence that the four packages of new indicators it proposes (I. *Environmental and Climatic Productivity*, II. *Natural Resource Asset Base*, III. *Environmental Quality of Life*, IV. *Economic Opportunities and Policy Responses*) are all focused on the ultimate aim of in-

anche nel confronto con la legislazione internazionale esistente in materia e con casi di studio realizzati virtuosi, dall'altra di elaborazione di *policies, benchmarks* e *best practices* appropriati per i caratteri del nostro territorio, col relativo adeguamento dei *green growth indicators*.

È su tali elementi strategici, dall'impostazione dei presupposti teorici alla formulazione degli approcci e degli indirizzi, che si è fondata in questi ultimi mesi la costruzione a livello nazionale di tre fondamentali documenti che tutti ruotano intorno all'obiettivo ultimo di conferire maggiore resilienza ai nostri territori, città, architetture<sup>10</sup>: il 'Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici' PNACC (CMCC, MATTM, 2017), la 'Strategia Energetica Nazionale' SEN (MATTM, MISE, 2017) e la proposta di un 'Piano Nazionale per la Rigenerazione Urbana' PNRU (CNGE, 2017).

### **Conclusioni: prospettive di resilienza e Green Economy per il futuro dell'architettura e dell'ambiente costruito**

È possibile affermare in queste linee conclusive che l'interpretazione e l'analisi delle numerose attività in corso di sviluppo in Europa e in Italia sui temi trattati in interazione con i principi e gli approcci delle economie *green* sembrano indicare un significativo cambiamento nel campo della Ricerca e della Sperimentazione tecnologico-progettuale sul tema della resilienza.

Se provassimo a riesaminare le osservazioni da un punto di vista più ampio, che consideri i numerosi effetti che il progetto tecnologico informato dalla *Green Economy* può avere sull'organizzazione morfologica e prestazionale dell'ambiente costruito, rileveremo che l'implementazione di tali scenari di sviluppo sta già

creasing the resilience of the built environment for a possible future that will have to deal with climate change and the growing scarcity of environmental resources, harking back to the category of 'grey structural' measures in the first package, 'green infrastructural' measures in the second package and 'non-structural soft' measures in the third and fourth package (see Fig. 3 for the complete classification of indicators) (OECD, 2017).

Aware of the need for the combined application of the *self-reliant, error-friendly and dynamic-responsive approaches*, in keeping with the orientation of the 'Adapting to Climate Change: Towards a European Framework for Action white paper and the many documents that have followed, and in accordance with the set of Green Growth Indicators, the States General of the Green Economy recently drafted a manifesto

for future cities' (Antonini, Tucci, eds. 2017) and then went on to publish an in-depth report that outlines the main axes of its implementation (States General of the Green Economy, Tucci, Parasacchi, eds., 2017).

A large part of the orientation provided in this document and the priority strategies listed there is dedicated to the development of a greater level of resilience of Italian cities as regards the macro-issues of climate change and the worsening shortage of resources, which could be summed up in the following key axes (which are developed in greater detail in Fig. 3):

*Axes of resilience in terms of 'grey structural' strategic orientation:*

1. Increasing the adaptive capacity of architectural, urban and territorial systems;
2. Mitigating the causes of climate change in the built environment;

02 | La rielaborazione del quadro dei 'Green Growth Indicators' (pubblicati dalla OECD nel maggio 2017), operata nell'ottica della costruzione *in progress* di un metodo applicabile alla valutazione dell'aumento di resilienza dell'ambiente costruito. I 'Green Growth Indicators' rappresentano la recente evoluzione degli indicatori sul piano internazionale nel campo delle economie *green* e *circular* applicate all'edilizia, alle città e al territorio, e svolgono un ruolo di interfaccia con la questione della misurabilità e valutabilità delle categorie di azioni strategiche 'strutturali grey', 'infra-strutturali green' e 'non-strutturali soft' richieste dalla *European Commission* quali basi per il rafforzamento delle capacità di resilienza dell'architettura e dell'ambiente costruito. Fonte: Elaborazione dell'autore a partire dai contenuti del recente *report* della OECD sugli Indicatori della Crescita Verde [riferimento: Organisation for Economic Cooperation Development (2017), *Green Growth Indicators*]

*The reformulation of Green Growth Indicators (published by the OECD in May 2017), revised in view of the ongoing construction of a method for assessing the increased resilience of the built environment. Green Growth Indicators are the most recent evolution of international indicators in the field of green and circular economies as applied to buildings, cities and territories, and they act as an interface with the question of the measurability and assessability of the 'grey structural', 'green infrastructural' and 'soft non-structural' categories of strategic measures requested by the European Commission as a basis for strengthening the resilience of architecture and the built environment. Source: Drafting by the author based on the content of the new OECD's Green Growth Indicators report [reference: Organisation for Economic Co-operation and Development (2017), Green Growth Indicators]*

**FRAMEWORK OF THE GREEN GROWTH INDICATORS, TO BE ADOPTED AS THE INTERFACE FOR THE ASSESSABILITY OF "GREY", "GREEN" AND "SOFT" STRATEGIC ACTIONS FOR THE BUILT ENVIRONMENT**

Group/Theme	Proposed indicators	Type	Measurability	
<b>THE ENVIRONMENTAL PRODUCTIVITY AND RESOURCE CONSUMPTION</b>				
"GREY" STRUCTURAL INDICATORS	Carbon and energy productivity	<b>1. CO<sub>2</sub> productivity</b>		
		1.1 Production-based CO <sub>2</sub> productivity GDP per unit of energy-related CO <sub>2</sub> emitted	M	S
		1.2 Demand-based CO <sub>2</sub> productivity Real income per unit of energy-related CO <sub>2</sub> embodied in final demand	M	S/M
		<b>2. Energy productivity</b>		
	2.1 Energy productivity GDP per unit of TPES	M	S	
	2.2 Energy intensity by sector (manufacturing, transport, households, services)	M	S/M	
	2.3 Share of renewable energy sources in TPES and in electricity production	M	S	
	Resource consumption	<b>3. Material consumption (non-energy)</b>		
		3.1 Demand-based material consumption (comprehensive measure; original units in physical terms) Real income per unit of materials embodied in final demand, materials mix	M	M/L
		3.2 Domestic production-based material consumption Quantity of materials consumed, materials mix - Biotic materials (food, other biomass) - Abiotic materials (metallic minerals, industrial minerals)	P	S/M
3.3 Waste generation intensity and recovery ratios By sector		M	M/L	
4. Water consumption Quantity of water consumed, by sector (for agriculture: irrigation water per hectare irrigated)		M	M	
<b>THE NATURAL ASSET BASE</b>				
"GREEN" INFRASTRUCTURAL INDICATORS	Natural resources stocks	<b>5. Index of overall natural resources</b> Comprehensive measure expressed for the overall amount of natural capital	M	M
		Renewable stocks	<b>6. Water resources</b> Available renewable natural water resources (groundwater, surface water) and related abstraction rates	M
	<b>7. Vegetation resources</b> Area and volume of vegetation in the context in question; stock changes over time		M	S/M
	Non-renewable stocks	<b>8. Mineral resources</b> Available (global) stocks or reserves of selected minerals: metallic minerals, industrial minerals, fossil fuels, critical raw materials, and related extraction rates, in relation/proportion to the context under study or intervention	M	M
		Biodiversity and ecosystems	<b>9. Land resources</b> Land cover conversions and cover changes from natural state to artificial state - Land use: state and changes	M
	<b>10. Soil resources</b> Degree of topsoil losses on agricultural land with natural value and on other land of artificial nature - Agricultural land area affected by water erosion, other classes of erosion		P	S/M
	<b>11. Wildlife resources (to be further refined)</b> - Trends of bird populations and breeding bird populations in urban and peri-urban areas - Species threat status, according to the context in question - Biodiversity status, according to the context in question		P	S/M
	<b>THE ENVIRONMENTAL DIMENSION OF QUALITY OF LIFE</b>			
	Environmental health and risks	<b>12. Environmentally induced health problems and related costs</b> (for example years of healthy life lost from degraded environmental conditions) - Population exposure to air pollution, and the related health risks and costs	M	L
			P	S/M
		environmental services and amenities	<b>13. Exposure to natural or industrial risks and related economic losses</b>	M
<b>14. Access to sewage treatment and drinking water</b> 14.1 Population connected to sewage treatment (at least secondary in relation to optimal connection rate) 14.2 Population with sustainable access to safe drinking water			M	S
<b>ECONOMIC OPPORTUNITIES AND POLICY RESPONSES</b>				
"SOFT" NON-STRUCTURAL INDICATORS	Technology and innovation	<b>15. Research and development expenditure of importance to green growth</b> - Renewable energy sources (% of energy-related R&D) - Environmental technology (% of total R&D, by type) - All-purpose business R&D (% of total R&D)	M	S/M
		<b>16. Patents of importance to green growth</b> (% of a country's patent families worldwide) - Environment-related and total patents - Structure of environment-related patents	M	S
			<b>17. Environment-related innovation in all sectors</b>	M
	Environmental goods and services	<b>18. Production of environmental goods and services (EGS)</b> - Gross value added in the EGS sector (% of GGS) - Employment in the EGS sector (% of total employment) - To be complemented with: Environmentally related expenditure (level and structure)	P	M
		International financial flows	<b>19. International financial flows of importance to green growth</b> % of total flows and % of GNI	M
	19.1 Official development assistance			S
	19.2 Carbon market financing			S
	19.3 Foreign direct investment			M/L
	Prices and transfers	<b>20. Environmentally related taxation and subsidies</b> - Level of environmentally related tax revenue (% of GDP; % of total tax revenues; in relation to labour-related taxes) - Structure of environmentally related taxes (by type of tax base) - Level of environmentally related subsidies	M	S
		<b>21. Energy pricing</b> (share of taxes in end-use prices)		S
<b>22. Water pricing and cost recovery (tbd)</b>			M	S/M
Regulations and managing approaches	<b>23. Indicators to be developed</b>	--	--	
Training and skill development	<b>24. Indicators to be developed</b>	--	--	

**LEGEND:**  
**Type:**  
**M** = main indicators (numbered and in bold) and their components or supplements (numbered)  
**P** = proxy indicators (bulleted) when the main indicators are not available  
**Measurability:**  
**S** = short term basic data currently available for a majority of OECD countries  
**M** = medium term basic data partially available, but calling for further efforts to improve their quality (consistency, comparability, timeliness) and their geographical coverage (number of countries covered)  
**L** = long term basic data not available for a majority of OECD countries, calling for a sustained data collection and conceptual efforts



03 | Quadro degli assi strategici di Resilienza articolati sul piano degli indirizzi 'strutturali grey', 'infra-strutturali green' e 'non-strutturali soft' richiesti dalla *European Commission*. Fonte: Elaborazione dell'autore in relazione alle attività di ricerca in progress del tavolo di lavoro nazionale "Policy dell'Architettura per la Green Economy nelle Città" che coordina nell'ambito degli Stati Generali della Green Economy [riferimento: SGG, Tucci, Parasacchi (2017), *Verso l'attuazione del Manifesto della Green Economy per l'architettura e l'urbanistica. Obiettivi, ambiti di indirizzo, strategie prioritarie*]

An overview of the strategic axes of resilience, arranged according to the 'grey structural', 'green infrastructural' and 'soft non-structural' categories requested by the European Commission. Source: Drafting by the author in relation to the research activities of the National Working Group "Architectural Policy for a Green Economy in Cities", which he coordinate as part of the States General of the Green Economy [reference: SGG, Tucci, Parasacchi (2017), Towards the Implementation of the Manifesto of the Green Economy for Architecture and Urban Planning: aims, fields of orientation and priority strategies]

**STRATEGIC AXES OF RESILIENCE, ARRANGED ACCORDING TO THE 'GREY STRUCTURAL', 'GREEN INFRASTRUCTURAL' AND 'SOFT NON-STRUCTURAL' CATEGORIES FOR THE BUILT ENVIRONMENT**

**AXES OF RESILIENCE IN TERMS OF 'GREY STRUCTURAL' STRATEGIC ORIENTATION**

Adaptation to the effects of climate change in architecture, cities and territories	<p><b>1. Increasing the adaptive capacity of architectural, urban and territorial systems</b></p> <p>1.1. To develop processes of knowledge of the morphological, technological, and environmental, and socioeconomic characteristics on the local scale</p> <p>1.2. To plan reducing the reduction of urban systems' vulnerability to extreme atmospheric events</p> <p>1.3. To promote multi-scale, shared design approaches to increase the resilience capacity of buildings, and of open and intermediate spaces</p> <p>1.4. To increase the use of bioclimatic systems and levels of safety, comfort, and environmental well-being</p>
Mitigation of the causes of climate change in the built environment	<p><b>2. Mitigating the causes of climate change in the built environment</b></p> <p>2.1. To accelerate the processes of 'Deep Energy Renovation' and of energy transition towards all smart, diffuse systems based on renewable sources aimed at reducing emissions</p> <p>2.2. To promote strategies of 'passive' mitigation in the buildings-open spaces system</p> <p>2.3. To promote methods of 'performance-based' design, simulation, and assessment on the urban and construction scale, for the reduction of environmental impacts caused by civil construction</p> <p>2.4. To reduce climate changing emissions by reorganizing urban transportation systems towards this end and with an emphasis on ecology</p>
Energy efficiency, bioclimatic efficiency and renewable sources in architecture	<p><b>3. Improving energy efficiency, bioclimatic efficiency and the use of renewable fuels in architecture</b></p> <p>3.1. To design and optimize the bioclimatic behaviour of the construction and urban organisms that are the object of intervention</p> <p>3.2. To drastically reduce energy consumption in architecture and cities, while at the same time increasing energy efficiency and promoting models of Near Zero/Net Zero/Positive Energy Districts</p> <p>3.3. To maximize the use of energy from renewable sources by means of integrated and innovative components capable of generating and accumulating energy onsite and distributing it dynamically in the grid ('smart grids')</p> <p>3.4. To employ ecological techniques, technologies, components, and materials with low 'grey' energy'</p>

**AXES OF RESILIENCE IN TERMS OF 'GREEN INFRASTRUCTURAL' STRATEGIC ORIENTATION**

Natural capital and ecosystem services	<p><b>4. Promoting and enhancing natural capital and ecosystem services</b></p> <p>4.1. To increase ecosystem service in urban and peri-urban systems</p> <p>4.2. To strengthen ecological urban networks by promoting the ecological value of natural capital and increasing plant capital and biodiversity in cities</p> <p>4.3. To promote the design and development of new green infrastructures</p> <p>4.4. To promote nature-based solutions to increase the environmental quality of the interventions</p>
Ecological quality of green and blue infrastructure	<p><b>5. Improving the ecological quality of green and blue infrastructure</b></p> <p>5.1. To regulate and to free public urban spaces from private vehicular traffic and restore them to shared use</p> <p>5.2. To increase the networks of paths and pedestrian spaces, bike lines, and dedicated spaces for the growing use of bicycles. To promote intermodality</p> <p>5.3. To strengthen the lines of collective urban transport and the metropolitan rail transport networks</p> <p>5.4. To adopt the Urban Sustainable Mobility Plans (PUMS) while promoting the innovation of vehicles and of shared mobility services</p>
Ecological quality of technological capital and use of resources	<p><b>6. Increasing the ecological quality of technological capital and the efficient use of resources</b></p> <p>6.1. To make more intense use of the land resource, and to drastically reduce urban expansion</p> <p>6.2. To develop local production chains based on diminishing energy intensity and reducing carbon emissions, while at the same time improving the effectiveness and sustainability of the processes</p> <p>6.3. To incentivize reducing the consumption of resources and the quantity of waste, and to activate forms of circular economy fed by the residues derived from the production and demolition processes</p> <p>6.4. To promote processes and products with the use of 'smart' materials, technologies, and solutions that are more efficient, adaptive, and strictly appropriate for the various needs they must satisfy</p>

**AXES OF RESILIENCE IN TERMS OF 'SOFT NON-STRUCTURAL' STRATEGIC ORIENTATION**

Sustainability, resilience and LC assessments in decision-making processes	<p><b>7. Systematically promoting ways of assessing environmental sustainability, resilience and lifecycles in decision-making processes</b></p> <p>7.1. To develop, on the methodological/applicative level, instruments to be adopted locally, with the implementation of estimation, assessment, and environmental certification tools at the various scales of the product / construction system / building / neighbourhood / city / territory</p> <p>7.2. To develop, on the level of analysis/knowledge, appropriate benchmarks, targets, and databases centred upon the assessment needs specific to the territory</p> <p>7.3. To incentivize, on the level of process and project, the adoption and application on the local level of programmes of circular production/use/production organization</p> <p>7.4. To develop, on the political and regulatory level, local regulatory instruments aimed at incentivizing environmental assessment and approach to the life cycle, and at introducing levers and incentives for their application based on competitiveness and cooperation</p>
Regeneration, redevelopment, restoration and maintenance processes involving the existing heritage	<p><b>8. Promoting and incentivising resilient urban regeneration and redevelopment processes, restoration and the maintenance of our existing heritage</b></p> <p>8.1. To promote new real estate taxation in the strategies of urban Regeneration to guarantee an organic, structural strategy of resilient regeneration of entire parts of cities in the main areas of intervention</p> <p>8.2. To promote connecting the strategic area of urban Regeneration with the complementary one of zero land consumption</p> <p>8.3. To bring the requalification of public assets to the centre of local urban policies and to incentivize the requalification of private assets through forms of Public/Private Partnership</p> <p>8.4. To incentivize virtuous processes of maintenance and management after the fact, as well as the use of innovative technologies to offer evolved products and services in interventions on existing assets</p>
Innovative and resilient qualification projects involving public buildings	<p><b>9. Promoting and incentivising innovative projects and measures that increase the resilience of public buildings</b></p> <p>9.1. To promote 'Green public contracts' in the processes of qualification of public buildings</p> <p>9.2. To adopt and apply advanced ecological criteria and the Minimum Environmental Criteria in every type of intervention in public buildings</p> <p>9.3. To promote the passage from Smart Public Building to Smart City and vice versa, with virtuous feedback processes</p> <p>9.4. To incentivize and facilitate the application to public buildings of the regulatory changes introduced by the corrective Decree to the Public Contracts Code</p>

segnando un cambiamento radicale dei processi in atto nel modo stesso di concepire, appropiare e indirizzare progettualmente gli interventi di trasformazione nelle città e nell'architettura.

Tutto ciò rappresenta un'opportunità per un profondo rinnovamento della normativa in materia su scala nazionale e dei regolamenti edilizi su quella urbana e locale, e offre una straordinaria occasione per la riorganizzazione dei processi stessi di progettazione, basati su proposte di azione strategica reali e diversificate, capaci non solo di rendere operativi approcci *self-reliant* di tipo autopietico e di assorbire in modo *error-friendliness* fallimenti e malfunzionamenti quali passaggi fisiologici della propria crescita, ma anche di dimostrarsi *dynamic-responsive* ai mutamenti da *shock* improvvisi e da *stress* cronici di tipo microclimatico, meteorologico, bioclimatico e idrogeologico, per l'attuazione 'pro-attiva' di interventi strutturali 'grey', infra-strutturali 'green' e non-strutturali 'soft', volti alla evoluzione di un ambiente costruito che voglia definirsi 'responsabilmente controllato' all'interno di una più ampia accezione di 'resilienza' capace di confrontarsi con le complesse dimensioni del progetto e della cultura tecnologica di cui esso necessita oggi più che mai.

#### NOTE

1. I 'padri' delle riflessioni fondative negli anni '80 e '90 del concetto di resilienza su cui si sta impostando oggi l'evoluzione del pensiero rivolto al futuro dell'architettura e dell'ambiente costruito sono, tra gli altri, Holling, Laszlo, Herzog, May, Ewing, Csányi, Hahn, Krusche, Jourda, Sieverts, Haken, agli scritti dei quali si rimanda per gli opportuni approfondimenti.

2. La manifestazione internazionale "Ecoworld-Ecomondo" tenutasi a Rimini nel novembre 2017 ha avuto come tema portante quello della "Green Economy: una sfida per la nuova legislatura", promossa dal Consiglio Nazionale

3. Improving energy efficiency, bioclimatic efficiency and the use of renewable fuels in architecture.

*Axes of resilience in terms of 'green infra-structural' strategic orientation:*

4. Promoting and enhancing natural capital and ecosystem services;

5. Improving the ecological quality of green and blue infrastructure;

6. Increasing the ecological quality of technological capital and the efficient use of resources.

*Axes of resilience in terms of 'soft non-structural' strategic orientation:*

7. Systematically promoting ways of assessing environmental sustainability, resilience and lifecycles in decision-making processes;

8. Promoting and incentivising resilient urban regeneration and redevelopment processes, restoration and the maintenance of our existing heritage;

9. Promoting and incentivising innovative projects and measures that increase the resilience of public buildings.

This is 'work in progress' and its development envisages applicable in-depth analyses within the next 12 months involving, firstly, the drafting of proposals for new rules and regulations regarding the issue that will also take into account existing international laws on the subject and positive case studies and, secondly, the drafting of policies, benchmarks and best practices suited to the characteristics of our territory, with the corresponding adjustment of green growth indicators.

It is on such strategic elements – from the preparation of the theoretical prerequisites to the formulation of approaches and orientation – that the construction of three essential documents of national importance has been found-

ed in recent months. These all focus on the ultimate aim of increasing the resilience of our territories, cities and buildings<sup>10</sup>; the PNACC ('national plan of climate change adaptation') produced by the CMCC Euro-Mediterranean Center on Climate Change in 2017; the SEN national energy strategy produced by MATTM, the Italian Ministry of Environment, and MISE, the Italian Ministry of Economic Development, in 2017; and the proposal for a PNUR 'national plan for urban regeneration', produced by the National Council of the Green Economy in 2017.

3. L'*European Green Capital Award (EGCA)* è un'iniziativa nata nel 2010 dalla Commissione Europea finalizzata a promuovere e diffondere buone pratiche tra le città europee impegnate a migliorare l'ambiente urbano sulle questioni della sostenibilità e della resilienza.

4. Particolarmente significativo della percezione odierna che le masse di cittadini nel mondo hanno del problema, è l'impatto che l'articolo di David Wallace-Wells, pubblicato il 9 luglio 2017 sulle pagine del *New York Magazine* descrivente un futuro scenario apocalittico dagli effetti dei cambiamenti climatici, ha esercitato su decine di milioni di lettori in tutto il mondo (Wallace-Wells, 2017).

5. La 'resilienza' *self-reliant* - afferma Thomas Herzog - «è una garanzia contro la crisi ambientale e una prevenzione contro il suo diretto passo successivo, il collasso».

6. Il report *An EU strategy on adaptation to climate change* della Commissione Europea del 2013 presenta analisi molto chiare, con valutazioni economiche tutt'altro che 'green': in Europa il 64% di tutti gli eventi in cui si sono riscontrate delle perdite economiche dal 1980 ad oggi sono imputabili ad eventi meteorologici e climatici (tempeste, inondazioni e ondate di calore); e il 95% delle perdite economiche complessive durante catastrofi ambientali derivano da tali eventi. Inoltre le minacce legate al clima sono destinate ad aumentare (con grande certezza) (IPCC, 2012; IPCC, 2013; IPCC, 2014; EEA, 2008; EEA, 2017).

7. «Qualche errore o addirittura fallimento regolare è di fatto essenziale per molte forme di resilienza, in quanto permette a un sistema di liberarsi di alcune delle sue risorse in modo da poterle riorganizzare o più facilmente sostituire quando per limitata disponibilità vengano meno o non funzionino più come dovrebbero» (Hausladen, 2011).

8. In questo tipo di approccio, fondato sulla capacità immediata del sistema resiliente di 'riorganizzarsi dinamicamente' (si veda anche: Coyle, 2011), i

ed in recent months. These all focus on the ultimate aim of increasing the resilience of our territories, cities and buildings<sup>10</sup>; the PNACC ('national plan of climate change adaptation') produced by the CMCC Euro-Mediterranean Center on Climate Change in 2017; the SEN national energy strategy produced by MATTM, the Italian Ministry of Environment, and MISE, the Italian Ministry of Economic Development, in 2017; and the proposal for a PNUR 'national plan for urban regeneration', produced by the National Council of the Green Economy in 2017.

#### **Conclusion: prospects for resilience and a green economy for the future of the built environment and architecture**

It is safe to end by saying that the interpretation and analysis of the many activities being developed in Italy and

elsewhere in Europe on the themes tackled in interaction with green economy principles and approaches seem to indicate a considerable sea-change in the field of technological and design-based research and experimentation as regards the matter of resilience.

If we were to attempt to re-examine observations from a wider point of view, one that considers the many effects that green economy-based technological design could have on the morphological organisation and performance of the built environment, we would note that the implementation of such development scenarios is already causing a radical change in the way we currently understand, approach and orient the design of improvement work in cities and architecture.

All this provides an opportunity for a thorough review of national legislation regulating this sector and building

dati aperti provenienti in tempo reale da quello che potremmo chiamare 'sistema di sensori' vengono classificati, passati al vaglio e combinati al fine di creare un significativo *feedback* continuo. Quando tali 'sensori' indicano l'approssimarsi o il superamento di una soglia critica, un sistema resiliente è in grado di garantire la continuità delle operazioni attraverso per l'appunto una 'riorganizzazione dinamica' sia del modo in cui persegue il suo scopo, sia della scala su cui funziona.

9. Il Manifesto della Green Economy per l'Architettura e l'Urbanistica 'La Città Futura', è stato elaborato dal Gruppo di Lavoro Nazionale "Green Economy per l'Architettura e l'Urbanistica" degli Stati Generali della Green Economy coordinato dall'autore, lanciato alla Casa dell'Architettura di Roma nell'aprile 2017 col sostegno, tra gli altri, della Presidenza della Repubblica, del Ministero dell'Ambiente, del Ministero dei Beni Culturali, dell'Associazione Nazionale Comuni Italiani, e di un ampio fronte di istituzioni internazionali (SGGE, 2017).

10. L'autore ha contribuito alle tre attività, rispettivamente: alle fasi di supporto e consultazione scientifica per l'elaborazione del 'Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti' e della 'Strategia Energetica Nazionale' in quanto membro del gruppo di lavoro nazionale "Clima ed Energia" degli Stati Generali della *Green Economy*; e alla proposta di 'Piano Nazionale per la Rigenerazione Urbana' in quanto coordinatore del gruppo di lavoro nazionale "Policy dell'Architettura per la Green Economy nelle Città" del Consiglio Nazionale della *Green Economy*.

## REFERENCES

Antonini, E. and Tucci, F. (Eds.) (2017), *Architettura, Città e Territorio verso la Green Economy. La costruzione di un Manifesto della Green Economy per l'Architettura e la Città del Futuro | Architecture, City and Territory towards a Green Economy. Building a Manifesto of the Green Economy for the Architecture and the City of the Future*, Edizioni Ambiente, Milano.

Armstrong, R. (2012), *Living Architecture. How Synthetic Biology Can Remake Our Cities and Reshape Our Lives*. TED Books.

regulations on an urban and local scale, and offers an extraordinary opportunity to reorganise the processes of design, based on real, wide-ranging strategic proposals for action that can not only use *self-reliant* autopoietic processes and take onboard failures and malfunctions in an *error-friendly* way, considering them to be physiological steps in one's own growth, but can also prove themselves to be *dynamic-responsive* when faced with unexpected shocks and chronic micro-climatic, weather, bioclimatic and hydrogeological stress so as to implement structural 'grey' improvements, infrastructural 'green' improvements and non-structural 'soft' improvements designed to foster the evolution of a built environment that sees itself as 'responsibly controlled' within a wider interpretation of 'resilience', able to measure itself against the complex aspects of design and techno-

logical culture of which it is in need, more than ever before.

## NOTES

1. In the 1980s and 1990s, the 'fathers' of the reflections underlying the concept of resilience upon – a concept upon which thought regarding the future of architecture and of the built environment is evolving – included Holling, Laszlo, Herzog, May, Ewing, Csányi, Hahn, Krusche, Jourda, Sieverts, and Haken, whose writings are referred to for more in-depth analysis.

2. The international event 'Ecoworld-Ecomondo' held in Rimini in November 2017 had as its general theme '*Green Economy: una sfida per la nuova legislatura*' ('Green Economy: a challenge for the new legislature'), and was promoted by the National Council of the Green Economy in collaboration with the Ministry of the Environment,

Arup (2015), *City Resilience Index. Understanding and Measuring Resilience*, Rockefeller Foundation-Arup International Development Publishing, New York, USA.

Capra, F. and Mattei, U. (2017), *The Ecology of Law. Toward a Legal System in Tune with Nature and Community*, Berrett-Koehler Publishers, La Vergne.

Cheshire, D. (2016), *Building Revolutions: applying the Circular Economy to the Built Environment*, RIBA Publishing, London, UK.

CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici) and MATTM (Ministero dell'Ambiente) (2017), *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici PNACC*, Supporto tecnico-scientifico per il MATTM, Prima stesura per la consultazione pubblica, Roma.

CNGE (Consiglio Nazionale della Green Economy) (2017), *Programma di transizione alla Green Economy in Italia*, Stati Generali della Green Economy, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ecomondo Pubblicazioni, Rimini.

Coyle, S.J. (2011), *Sustainable and resilient communities. A comprehensive Action Plan for Architecture, Cities and Regions*, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, NJ, USA.

EEA (European Environmental Agency) (2008), "Impacts of Europe's Changing Climate - 2008 Indicators-based Assessment", *EEA Report No. 4/2008*, available at: [http://reports.eea.europa.eu/eea\\_report\\_2008\\_4/en/](http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2008_4/en/).

EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban Adaptation to Climate Change in Europe*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg-Copenhagen.

EEA (European Environmental Agency) (2017), "Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report", available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>.

European Commission (2009), *White Paper. Adapting to Climate Change: Towards a European framework for action*, EU Publishing, Brussels, BE.

the Ministry of Cultural Heritage, the Ministry of Economic Development, and the *European Commission*. Its proceedings may be consulted at [www.statigenerali.org](http://www.statigenerali.org)

3. The *European Green Capital Award (EGCA)* is an initiative begun by the European Commission in 2010 aimed at promoting and spreading good practices among the European cities engaged in improving the urban environment with regard to the issues of sustainability and resilience.

4. Particularly significant of the modern perception that the masses of citizens in the world have of the problem is the impact that the article by David Wallace-Wells, published on 09 July 2017 in the pages of *New York Magazine*, describing an apocalyptic scenario of the effects of climate change, had on millions of readers around the planet. (Wallace-Wells, 2017).

5. According to Thomas Herzog, *self-reliant* 'resilience' is «a guarantee against environmental crisis, preventing its subsequent direct step: collapse».

6. The report '*An EU strategy on adaptation to climate change*' of the European Commission of 2013 presents very clear analyses, with results of economic assessments that are anything but 'green': in Europe, 64% of all the events that yielded economic losses since 1980 may be ascribed to weather and climate events (storms, flooding, and heat waves); and 95% of the total losses during catastrophes derive from these events linked to climate and weather phenomena. Climate-related threats are destined to increase (with great certainty) (IPCC, 2012; IPCC, 2013; IPCC, 2014; EEA, 2008; EEA, 2017).

7. «Some errors or even regular, modest failure is actually essential for many forms of resilience, as this enables a

European Commission (2013), *An EU Strategy on adaptation to climate change*, EU Publishing, Brussels, BE.

European Commission (2017), *Implementation of the Circular Economy Action Plan*, EU Publishing, Brussels, BE.

FSS (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile) (2017), "Relazione sullo Stato della Green Economy 2017", in Ronchi, E. (Ed.), *Stati Generali Green Economy 2017*, Laboratorio Linfa Ed., Roma.

GreenBiz Group (2016), *Annual Report on Green Business Index*, edited with Trucost.

Haken, H. (2003), *Advanced Synergetics: Instability Hierarchies of Self-Organizing Systems and Devices*, Springer-Verlag, New York, USA.

Hausladen, G., Liedl, P. and De Saldanha, M. (2011), *Building to Suit the Climate*, Birkhauser Verlag, Basel, Munich.

Hausladen, G. and Tucci, F. (2017), "Cultura tecnologica, Ambiente, Energia: prospettive della Ricerca e della Sperimentazione | Technological Culture, the Environment and Energy: the Outlook for Research and Experimentation", *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, No. 13, pp. 63-71.

Herzog, T. and Steckeweh, C. (Eds.) (2000), *StadtWende. Komplexität im Wandel | Trasformazione Urbana. Complessità e cambiamento*, Jovis Verlag, Berlin, DE.

ILO (International Labour Organisation) (2016), *A just transition to climate-resilient economies and cities*, ILO Editions, Geneva, CH.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2013), *Special Report on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.

system to shed some of its resources in such a way as to be able to reorganize them, or to be able to replace them more easily when, due to limited availability, they are lacking, or do not function as they should». (Hausladen, 2011). 8. In this type of approach, founded upon the resilient system's immediate capacity to 'dynamically reorganize itself' (see also: Coyle, 2011), the open data originating in real time from what we might call the 'sensors system' are classified, sifted through, and combined to create a continuous significant feedback. When these sensors indicate nearing or exceeding a critical threshold, a resilient system is able to guarantee continuity of operations through, in fact, a 'dynamic re-organization' of the way in which it pursues its purpose, and of the scale on which it operates. 9. The Manifesto of the Green Economy for Architecture and Urban Planning,

the 'Future City' was developed by the 'Green Economy' for Architecture and Urban Planning National Working Group at the States General of the Green Economy coordinated by the author, launched at the 'Spring Meeting' of Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile held at Rome's Casa dell'Architettura in April 2017 (SGGE, 2017).

10. The author contributed to three activities, respectively: to the phases of support and scientific consultation for the development of the 'National Plan of Adaptation to Changes' and of the 'National Energy Strategy' as member of the 'Climate and Energy' national working group at the States General of the Green Economy; and the proposal of the 'National Plan for Urban Regeneration' as coordinator of the 'Architecture policy for the Green Economy in cities' national working group of the National Council of the Green Economy.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.

Krusche, P. (2001), *Ökologisches Bauen, Herausgegeben vom Umweltbundesamt*, Bauverlag, Berlin, DE.

Lakhtakia, A. and Martin-Palma, R. (2013), *Engineered Biomimicry*, Elsevier, Amsterdam, NL.

Laszlo, E. (1996), *The Systems View of the World: A Holistic Vision for Our Time*, Hampton Press, New York, USA.

Lisa, E., Schipper, F. and Langston, L. (2015), *A comparative Overview of Resilience Measurement Frameworks. Analysing Indicators and Approaches*, Overseas Development Institute, London, UK.

MATTM (Ministero dell'Ambiente) and MISE (Ministero dello Sviluppo Economico) (2017), "Strategia Energetica Nazionale SEN 2017", available at: [http://dgsaie.mise.gov.it/sen/Strategia\\_Energetica\\_Nazionale\\_2017\\_documento\\_di\\_consultazione](http://dgsaie.mise.gov.it/sen/Strategia_Energetica_Nazionale_2017_documento_di_consultazione).

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2010), *Towards Green Growth*, OECD Publishing, Paris, FR.

OECD (Organisation for Economic Cooperation Development) (2017), *Green Growth Indicators*, OECD Publishing, Paris, FR.

Schumacher, P. (2010), *Autopoiesis of Architecture, Vol. I: A New Framework for Architecture*, John Wiley & Sons, London, UK.

Sieverts, T., Koch, M., Stein, U. and Steinbusch, M. (2005), *Zwischenstadt –inzwischen Stadt? Entdecken, Begreifen, Verändern*, Müller und Busmann, Wuppertal, DE.

SGGE (Stati Generali della Green Economy) (2017), *La Città Futura. Manifesto della Green Economy per l'architettura e l'urbanistica*, SUSDEF Pubblicazioni, Roma.

SGGE, Tucci and Parasacchi (Eds.) (2017), *Verso l'attuazione del Manifesto della Green Economy per l'architettura e l'urbanistica. Obiettivi, ambiti di indirizzo, strategie prioritarie*, SUSDEF Pubblicazioni, Roma.

Tucci, F. (2013), "Progettazione Ambientale, tra emergenza e scarsità di risorse: alcune riflessioni di metodo | Environmental Design with regard to emergency and scarce resources: a few method reflections". *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, No. 5, pp. 44-52.

Un Habitat (2011), *Saving Cities: Adaptation as part of Development*, United Nations Human Settlements Programme Publishing.

UNEP (United Nations Environment Program) (2008), *Global Green New Deal*, UNEP Publishing, Brussels, BE.

UNEP (United Nations Environment Programme) (2011), *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, UNEP Publishing, Brussels, BE.

UNEP (United Nations Environment Programme) (2012), *Green Economy Coalition*, UNEP Publishing, Brussels, BE.

Wallace-Wells, D. (2017), "When will Climate Change make the Earth too Hot for Humans?," *New York Magazine*, No. 9, July 2017.

Zolli, A. and Healy, A.M. (2015), *Resilienza. La scienza di adattarsi ai cambiamenti*, RCS Libri, Milano.

Davide Allegri, Maria Pilar Vettori,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

davide.allegri@polimi.it

mariapilar.vettori@polimi.it

**Abstract.** Il tema della resilienza applicato alle infrastrutture sportive complesse è da considerarsi oggi tanto attuale quanto poco indagato in modo organico e sistemico. Le ripercussioni sociali, economiche e ambientali di queste macro-architetture sono, alla scala urbana quanto a quella territoriale, altrettanto strategiche, specie se valutate in relazione alle evidenti connessioni, nella società contemporanea, delle pratiche sportive con il settore della salute e del benessere. Il quadro che emerge da studi e ricerche riferiti al panorama europeo e italiano delle infrastrutture sportive consente di individuare interessanti e innovative tendenze che denunciano, anche in questo settore, una sempre maggiore attenzione ai temi della resilienza eco-sistemica, urbana e sociale ad esse applicati.

**Parole chiave:** infrastrutture sportive, resilienza urbana, paesaggio, multiscalarità, innovazione tecnologica.

## Premessa: verso un approccio multi-disciplinare e multi-scalare

Lo sport nelle sue molteplici accezioni sociali economiche e culturali esprime oggi uno scenario particolarmente articolato e complesso, diretta espressione dell'evoluzione degli stili di vita della società contemporanea in generale. In questo quadro appare evidente come le infrastrutture sportive rappresentino i paradigmi di una nuova visione della società che investe e coinvolge tutti i settori produttivi, oscillando da una sua dimensione socialmente condivisa e localmente diffusa, a una spettacolare e globalmente mass-mediatica.

In particolare, lo stadio, da sempre campo privilegiato di sperimentazione di processi e tecnologie innovative, costituisce oggi uno degli strumenti cardine di rigenerazione economica e di riqualificazione sociale, al centro di un profondo ripensamento in termini di sostenibilità economico-gestionale, sociale e ambientale sul medio e lungo periodo (Chierici, 2016).

Prendendo atto della difficoltà di adeguamento delle strutture esistenti, caratterizzate da una evidente rigidità morfo-tipologica

Lo sport nelle sue molteplici accezioni sociali economiche e culturali esprime oggi uno scenario particolarmente articolato

## Complex sports infrastructure and urban resilience: technologies and paradigms

**Abstract.** The theme of resilience applied to complex sports infrastructure is as pressing a topic today as it is little analysed in an organic, systematic manner. The social, economic and environmental repercussions of these examples of architecture are, at the urban as much as at the regional scale, equally strategic, especially evaluated in relation to the impact that the practice of sport has on contemporary society, with clear ramifications for the health sector. An overview coming from studies and researches on the current European and Italian sports infrastructure scene makes it possible to pinpoint some interesting, innovative trends which evidence, in this sector as in others, ever increasing attention the themes of eco-systemic, urban and social resilience as applied to sports infrastructure.

**Keywords:** sports infrastructure, urban resilience, landscape, multi-scalarity, technological innovation.

e da scarsi livelli di resilienza, è ormai diffusa la consapevolezza che le infrastrutture per lo sport condizionano in modo sostanziale le strategie di pianificazione e trasformazione dei luoghi su ampia scala.

Il contesto italiano presenta alcuni caratteri peculiari per la comprensione del fenomeno, in termini di criticità ma anche di potenzialità: la compresenza di grandi manufatti e di impianti di piccole e medie dimensioni su tutto il territorio, in gran parte obsoleti, degradati o comunque non più adeguati e aggiornati rispetto ai nuovi parametri di qualità richiesti dagli enti di governo dello sport (FIGC, UEFA, CONI) e di certificazioni nazionali e internazionali (ISO 50001, LEED, *Green Sport Alliance*, ecc.); lo status di Bene Culturale che investe parte di questi impianti, molti dei quali soggetti a diversi regimi di tutela<sup>1</sup>; la natura pubblica delle proprietà; il forte carattere identitario di questi manufatti all'interno delle comunità urbane.

Alcune esperienze avviate presso il Politecnico di Milano nell'ultimo triennio sul tema delle infrastrutture sportive<sup>2</sup> confermano come il contesto italiano, seppur caratterizzato da una cronica arretratezza nel settore sportivo-infrastrutturale possa rappresentare un fertile terreno di ricerca, sperimentazione e innovazione.

## Logiche insediative tra stadio urbano e stadio-città: benchmarking per il nuovo stadio di «AC Milan»

La ricerca finalizzata alla individuazione di *Benchmarking per il nuovo stadio di «AC Milan»*<sup>3</sup> a supporto e integrazione di uno studio di fattibilità per il nuovo stadio della società calcistica milanese si inserisce, dal punto di vista dell'approccio metodolo-

La ricerca finalizzata alla individuazione di *Benchmarking per il nuovo stadio di «AC Milan»*<sup>3</sup> a supporto e integrazione di uno studio di fattibilità per il nuovo stadio della società calcistica milanese si inserisce, dal punto di vista dell'approccio metodolo-

## Introduction: towards a multi-disciplinary and multi-scalar approach

Sport today, in its many social, economic and cultural senses, represents an extremely highly structured and complex scenario, a direct expression of the evolution in lifestyles in contemporary society as a whole. Within it, sports infrastructure is clearly paradigmatic of a new vision of society which affects and involves all sectors of production, ranging from its socially shared, locally disseminated dimension to its spectacular, global mass-mediated manifestation.

Stadiums, which have always been a privileged testing ground for innovative processes and technologies, today constitute a key tool for economic regeneration and social status, and are undergoing a profound rethink in terms of their medium-to-long-term economic, operational, social and en-

vironmental sustainability (Chierici, 2016).

There is now widespread awareness, taking into account the difficulty of upgrading existing structures, with their evident rigidity in morphological and typological terms and a low degree of resilience, that infrastructure for sport influences strategies for the large-scale planning and transformation of places. The Italian context presents a number of significant themes for an understanding of the phenomenon not only in terms of critical issues but also of potential. Such critical issues include the coexistence of large-scale artefacts and small-to-mid-sized stadiums across the country, largely obsolete, run-down or at any rate no longer compliant with or upgraded to the new quality parameters required by sports governance bodies (such as FIGC, UEFA and CONI in Italy) or by domestic and

gico, in quella complessa architettura di processo caratterizzata da alti livelli di multi-disciplinarietà e multi-scalarità. Il sito di progetto, “Ex-fiera” al Portello a Milano, una grande superficie localizzata all’interno della città consolidata, non più utilizzata né utilizzabile nella sua attuale configurazione, è eredità di logiche insediative e socio-economiche figlie della mono-funzionalità e propria della tipologia a piastra con volumi-contenitori privi di variabilità morfo-tipologica. La scelta dell’area, a valle di un’indagine conoscitiva condotta su tutto il contesto di Città Metropolitana, è coerente con una proposta fondata sul modello di “stadio-urbano” che, nella sua più attuale accezione, è in grado di conferire nuovi livelli di resilienza alla scala della città come a quella dell’edificio.

La ricerca ha definito, nella fase di studio di fattibilità, un articolato quadro di riferimento costituito da esempi paradigmatici di infrastrutture per il calcio. I paradigmi sono stati individuati e analizzati rispetto a temi specifici propri del nuovo modello progettuale: il rapporto con la città contemporanea, nella sua accezione morfologica “compatta” in cui il modello di “stadio-urbano” si inserisce come risposta/proposta per aumentare i livelli di resilienza ambientale e sociale; la definizione di nuovi livelli di adattabilità/flessibilità rispetto all’intero ciclo di vita dell’edificio attraverso l’introduzione di innovazioni tecno-tipologiche.

Queste macro-tematiche sono state declinate in sotto-temi funzionali per orientare le scelte progettuali. Ne emerge un quadro in cui lo stadio viene considerato vero e proprio “sistema-urbano”, il cui “carico urbano” deve essere valutato in relazione agli aspetti ambientali e sociali rispetto alle criticità (impatto rispetto ai flussi di traffico, alla dimensione volumetrica e alla superficie coperta, alla produzione di rifiuti) come alle positività (produ-

international standards (ISO 50001, LEED, Green Sport Alliance, etc.), the status of cultural heritage enjoyed by some of these facilities, many of which are protected directly or indirectly as a result of specific historical or architectural interest<sup>1</sup>, the fact that they are publicly owned, and the strong sense of identity that such artefacts confer on the urban community.

A number of projects undertaken by the Politecnico di Milano in the last three years concerning the issue of sports infrastructure<sup>2</sup> confirm that, with regard to the Italian context, afflicted by chronic backwardness in this field but for this very reason a fertile breeding-ground for experimentation and innovation, may lead to interesting areas of research.

#### **Location strategies: urban stadiums and city stadiums. Benchmarking for the New AC Milan Stadium**

The research project entitled *Benchmarking for the New AC Milan Stadium*<sup>3</sup>, which supports and supplements a design proposal for the new stadium, can be framed, in terms of methodological approach, within that complex process architecture characterised by high levels of integrated multi-disciplinarity and multi-scalarity. The project site, the former Expo site in Milan’s Portello district, a large area located within the established city, no longer used or useable in its current form, is the legacy of location strategies settlement and socio-economic patterns that are the result of mono-functionality and of a single-level plate and building-cum-containers devoid of morphological or typological variation. The choice of this area, following a preliminary

zione di energia rinnovabile, nuovi livelli di qualità urbana, nuovi servizi e nuove funzioni per la comunità).

Rispetto ai temi sopra-accennati in prima istanza è stato perimetrato il background teorico e concettuale più generale nel quale la ricerca si inserisce declinandolo rispetto al rapporto con la città compatta, con particolare riguardo al contesto italiano, che coinvolge temi quali: l’identità, il rapporto con l’esistente (riqualificazione e valorizzazione di aree ed edifici), il rapporto con i Beni Culturali, il tema del costruire sul costruito.

L’analisi di *benchmarking*, e nel dettaglio di quindici casi di stadi urbani alla scala europea, è stata mirata a individuare parametri quali: le relazioni con la rete infrastrutturale esistente (accessibilità allo stadio attraverso mobilità “dolce” e sostenibile); il quadro funzionale; gli aspetti di adattabilità, flessibilità e “convertibilità” della struttura a “*fine-ciclo vita*”; rapporto e impatto dimensionale rispetto al contesto urbano. Tali elementi, analizzati qualitativamente in fase preliminare<sup>4</sup>, hanno costituito, nel complesso, un quadro di riferimento imprescindibile per la modellizzazione di una proposta di “stadio-urbano” al Portello fondata su un «rapporto fra preesistenze storicizzate da salvaguardare ed esigenze contemporanee da soddisfare [...]». Ciò può avvenire da una lettura dei luoghi in grado di ricostruire una memoria dell’architettura che vada oltre l’opera intesa come singolo edificio e sappia coglierne e interpretarne anche le relazioni e le componenti invisibili» (Faroldi, 2016).

In particolare, la ricerca ha confermato e ribadito, nel suo esito finale (che si deve comunque considerare intermedio rispetto ai potenziali step futuri) obiettivi e premesse iniziali: il modello urbano per l’infrastruttura sportiva contemporanea è, specie per il particolare contesto italiano<sup>5</sup>, sicuramente vincente anche ri-

survey conducted on the whole Metropolitan City context, is in keeping with the proposal of the “urban stadium” model which, in the most modern understanding of the term, is capable of conferring new levels of resilience at both the urban and building scale.

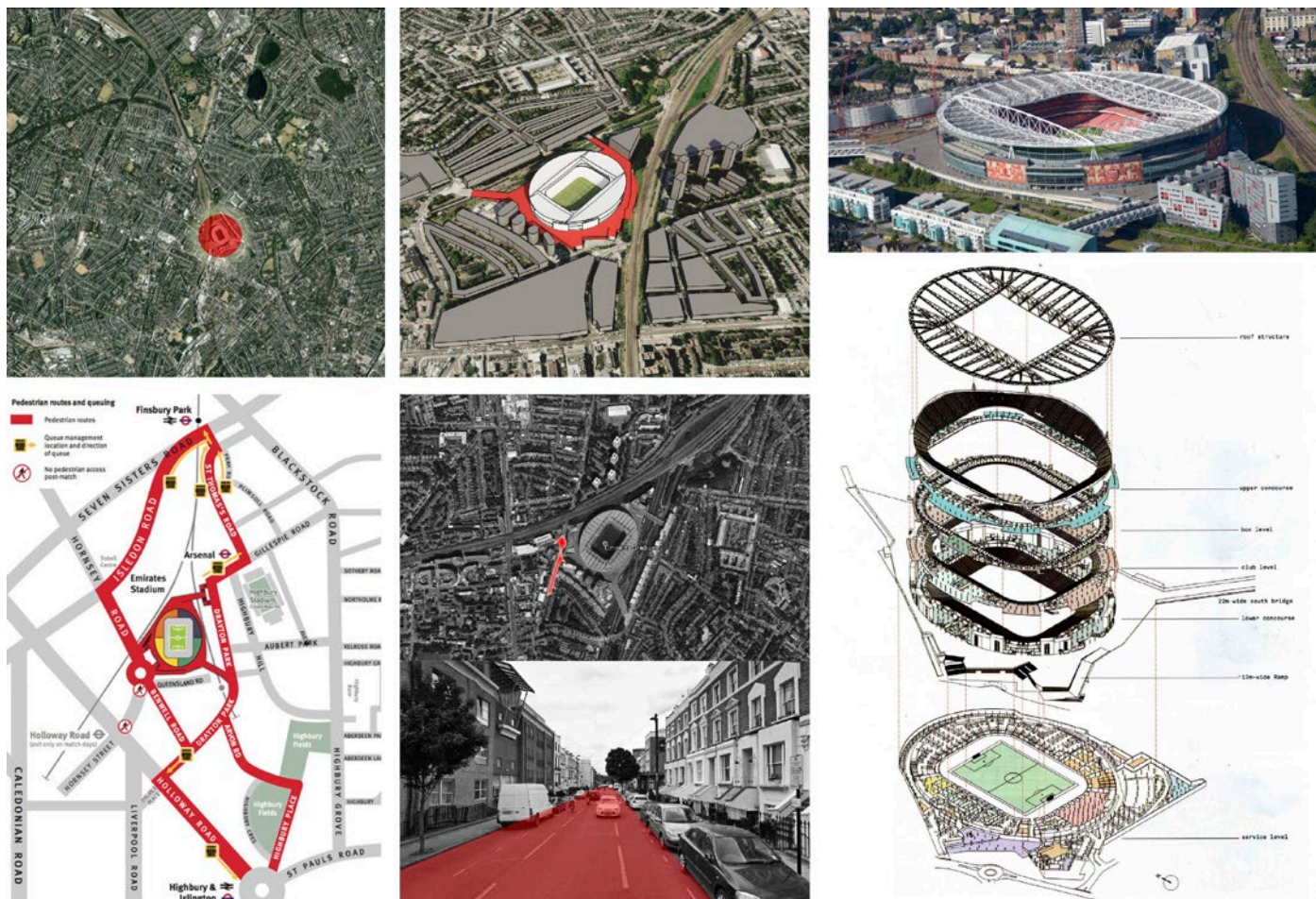
The research, developed by an engineering company which is already internally organised across a range of integrated disciplinary fields that tackle the project at all of its scales and multiple specificities, set out, during the feasibility study phase, a detailed reference framework consisting of paradigmatic examples of football infrastructure. These paradigms were analysed in relation to a number of specific themes identified for the stadium model: the relationship with the contemporary city, in the “compact” morphological understanding of the term and the “urban stadium” model as a response/pro-

posal to increase levels of urban and social resilience; the establishment of new levels of adaptability/flexibility over the entire life cycle of the stadium through technical and typological innovation.

These key themes were broken down into sub-themes geared in turn towards guiding design choices. In this scenario stadiums can be considered as fully-fledged “urban systems”, the “urban value” of which can be evaluated in respect of environmental and social aspects both in negative sense (traffic flows, volume and surface area covered, waste generation), as in positive impacts (renewable energy production, new levels of urban quality, new services and functions for the community, etc.).

With regard to the themes outlined above, initially the more general theoretical and conceptual research background was sketched out, in terms of the relationship with the compact city,





specifically in relation to the Italian context, which involves themes such as identity, the relationship with the existing urban context (regeneration and redevelopment of areas and buildings), the relationship with cultural heritage, the theme of building on the built.

The benchmarking analysis has been developed in detail on fifteen European urban stadiums which were then analysed, each in terms of: their relationship with the existing infrastructure network (stadium accessibility via “soft”, sustainable mobility); the functional framework; aspects concerning the adaptability, flexibility and convertibility of the structure at the end of its life cycle; the relationship and impact in terms of size on the urban context. All of these elements were analysed in qualitative terms<sup>4</sup>, overall they constituted an essential framework of reference for modelling a proposal for an

“urban stadium” in the Portello district based on a «relationship between pre-existing historical buildings to be safeguarded and contemporary needs [...]». This can come about from an interpretation of places capable of reconstructing a memory of architecture that goes beyond the work understood as an individual building and of grasping and interpreting its relationships and invisible components too» (Faroldi, 2016). Specifically, the final outcome of the research (which must nevertheless be considered an intermediate step towards potential future steps) confirmed the initial objectives and expectations: the urban model for modern sports infrastructure, especially for the specific Italian context<sup>5</sup>, is undoubtedly a winning one, among other aspects with regard to the theme of resilience. A number of case studies represent these trends well.

The location model that emerges from the current scenario considers either redeveloping existing facilities or locating new infrastructure within the dense established urban fabric, proposing actions to develop infrastructure and reconnect at the urban scale through detailed, functional, innovative programmes starting from spaces for sport, well-being and leisure. Against this background, the sports infrastructure sector can claim to be one of the most effective strategic assets in terms of its capacity to channel urban regeneration and constitute a driver of economic and social development, whether the project in question be a full-scale repurposing or a reconstruction of the facilities while confirming the location strategy for them<sup>6</sup>. The many examples include the Emirates Stadium, London (2006), the San Mamés Stadium, Bilbao (2013), the VTB Arena, Moscow

(2016) and the Tottenham Hotspur’s stadium, London (2018), are based on a strongly iconic, symbolic identity for the stadium in the setting in which they are situated – the expression of a recognisable “imageability” (Lynch, 1960) – which is reinforced and supplemented by equipment with a high degree of technological and functional innovation which often translates as a radical reworking of the original artefacts<sup>7</sup>, or, in the best cases, a contemporary, technologically advanced redevelopment of a number of first-generation stadiums, such as in the cases of Stamford Bridge, London (2018) and the Santiago Bernabeu, Madrid (2017). The concept of “urban stadium” which established itself in Europe following the 2008 UEFA European Football Championship which have seen a number of successful “urban stadium” projects, both new (for example Stade



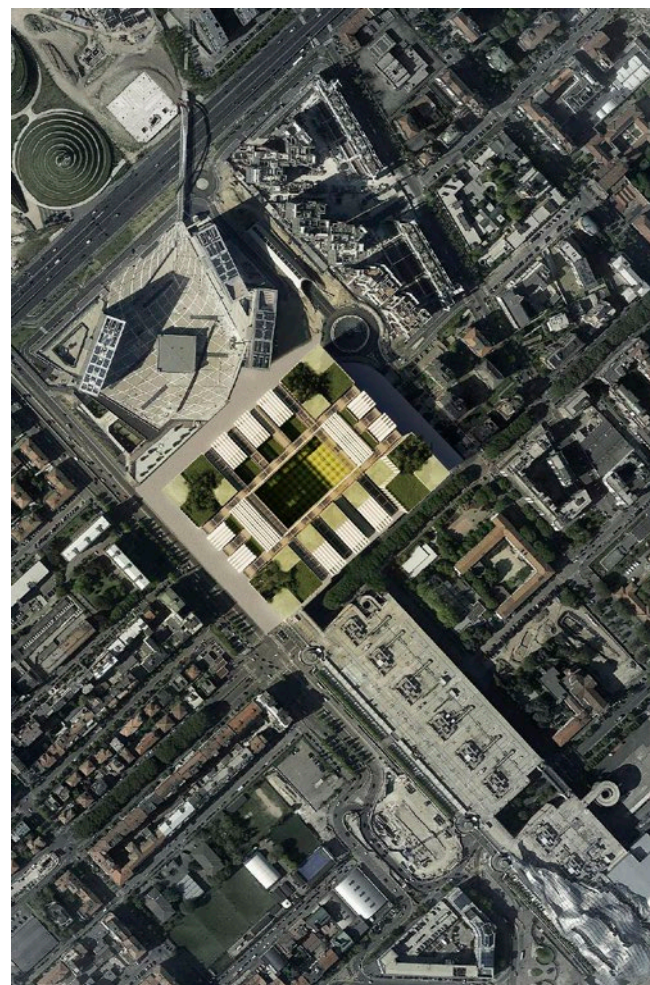
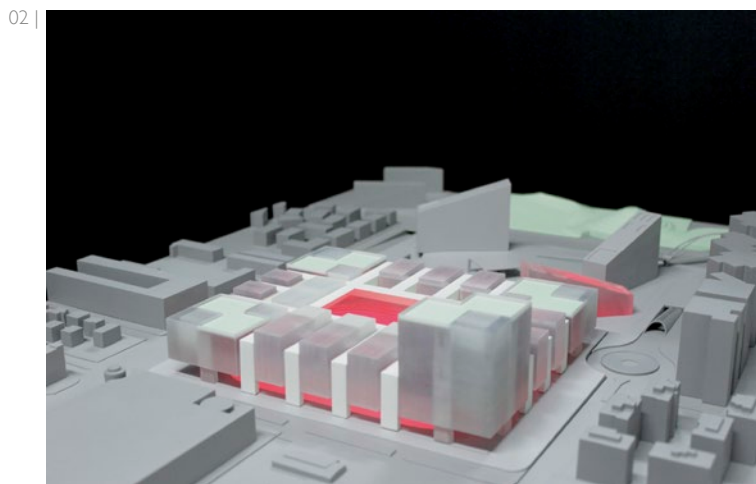
spetto al tema della resilienza e alle sue molteplici declinazioni. Alcuni casi-studio bene rappresentano queste tendenze.

Il modello insediativo che emerge dallo scenario attuale contempla la valorizzazione di impianti esistenti o la collocazione di infrastrutture *ex-novo* all'interno del tessuto denso della città consolidata, proponendo azioni di infrastrutturazione e riconnessione alla scala urbana attraverso programmi funzionali innovativi articolati a partire dagli spazi per lo sport, il benessere e il tempo libero.

In questo quadro il settore dell'impiantistica sportiva si candida come uno degli *asset* strategici più efficaci in grado di veicolare la rigenerazione urbana e di costituire un volano per lo sviluppo economico e sociale, sia che si tratti di una vera e propria riconversione sia che si tratti di una ricostruzione degli impianti confermandone la strategia localizzativa<sup>6</sup>. Esempi come, tra i tanti, l'«Emirates Stadium» a Londra (2006), lo stadio «St. Ma-

mes» a Bilbao (2013), la «VTB Arena» a Mosca (2016) e lo stadio del Tottenham Hotspurs a Londra (2018), si fondano sulla forte vocazione iconica e simbolica dello stadio per il contesto in cui si collocano – espressione di una riconoscibile «imageability» (Lynch, 1960) – che viene rafforzata e integrata da una dotazione ad alta innovazione tecnologica e funzionale spesso tradotta nella radicale rivisitazione dei manufatti originari<sup>7</sup>, o, nei migliori dei casi, a un recupero in chiave contemporanea e tecnologicamente avanzata di alcuni stadi di prima generazione, come nei casi dello stadio del Chelsea a Londra (2018) e del «Santiago Bernabeu» a Madrid (2017).

Il concetto di «stadio urbano», consolidatosi in Europa a seguito dei Campionati Europei di calcio del 2008 caratterizzati da alcune positive esperienze sia per quanto riguarda l'inserimento *ex-novo* di nuovi impianti («Stade de la Maladiere» a Lucerna, «Stade de Suisse» a Berna e «St. Jakob Park» a Basilea), che di ri-



qualificazione di infrastrutture sportive esistenti («Letzigrund» a Zurigo)<sup>8</sup>, viene successivamente riproposto con soluzioni morfotecnologiche avanzate anche in altri paesi, come in Francia («Stade Jean Bouin» e «U-Arena», Parigi 2017) e in Italia, contesto particolarmente predisposto a sviluppare soluzioni in linea con il tema del non consumo di suolo e della densità funzionale.

### **Innovazioni tecnologiche per la resilienza: il Dossier per la candidatura ad ospitare Euro U21 nel 2019 in Italia**

La attività per la predisposizione del *Dossier* per la candidatura ad ospitare in Italia i Campionati Europei di calcio Under 21 del 2019<sup>9</sup> prevede diverse fasi di sviluppo, ciascuna caratterizzata

da scale di intervento e obiettivi specifici.

La prima fase ha coinciso con la presentazione del *Dossier* per la candidatura, prevedendo un focus sugli aspetti infrastrutturali alla scala urbana delle sei città ospitanti (Bologna, Cesena, Reggio Emilia, San Marino, Udine e Vicenza, poi sostituita nella seconda fase da Trieste) e a quella dell'edificio-stadio. Gli obiettivi di questo primo step sono limitati ad articolare un quadro di insieme dello stato di fatto, evidenziando i punti di forza della proposta (poi risultata vincente dopo valutazione da parte dei competenti organi dell'UEFA): collegamenti tra le città, ospitalità, sinergie e potenziamento dell'offerta di servizi turistici e culturali, valorizzazione degli impianti esistenti.

Nella seconda fase due sono gli obiettivi principali: 1) riqualificare e valorizzare le infrastrutture che ospiteranno il grande evento innalzandone gli standard tecnologici (tutto quello che riguarda la dotazione ICT, la gestione *smart* dei match, la gestione dei media e dell'accessibilità, ecc.) e morfo e tecno-tipologici

de la Maladière, Lucerne, Stade de Suisse, Bern, and St. Jakob-Park, Basel) or redevelopments of existing stadiums (for example Letzigrund, Zurich)<sup>8</sup> was subsequently proposed with advanced morphological and technological solutions in other countries too, like France (Stade Jean Bouin and U-Arena, Paris 2017) and Italy, a particularly fruitful context for developing solutions in keeping with the theme of zero land take and functional density.

### **Technological and typological innovations for resilience: the Dossier for Italy's candidacy to host the 2019 UEFA European Under-21 Championship**

The drawing up of the *Dossier* for Italy's successful candidacy to host the 2019 UEFA European Under-21 Championship<sup>9</sup>, involves several phases of development, each one with specific scales

of intervention and objectives. The first phase coincided with the presentation of the *Dossier* for the candidacy which entailed a focus on infrastructural aspects at the urban scale of the six host cities (Bologna, Cesena, Reggio Emilia, San Marino, Udine and Vicenza, subsequently replaced during the second phase by Trieste) and at the building/stadium scale. The objectives of this first phase were limited to drawing up an overall picture of the current situation, highlighting the strengths of the proposal (which was successful following evaluation on the part of the competent bodies of UEFA): links between the cities, accommodation, synergies with and bolstering of the range of services relating to tourism and culture, redevelopment of existing facilities, etc.

The second phase has two main objectives: 1) to regenerate and redevelop the stadiums that will host this major event

(disposizione, dimensione e layout degli spazi e loro parametri prestazionali) a quelli richiesti dalle norme e dai requisiti internazionali (UEFA) in tema di organizzazione di grandi eventi; 2) definire nuovi e più alti livelli di resilienza sociale<sup>10</sup> alla scala urbana e territoriale, attraverso azioni sinergiche con soggetti pubblici e privati, al fine di creare una forte *legacy*<sup>11</sup> tra territorio e grande evento e tra edificio-stadio e città ospitante, ad esempio coinvolgendo le scuole e i giovani in iniziative collaterali (in giornate precedente e susseguenti il match) attraverso campagne di sensibilizzazione rispetto a problematiche sociali legati allo sport (inclusione sociale, razzismo, sportività in senso lato, spirito di squadra)<sup>12</sup>.

Storicamente poco resilienti dal punto di vista strutturale, le architetture per lo sport di ultima generazione denotano al contrario una significativa evoluzione in tal senso, che ha coinvolto saperi multi-settoriali e multi-disciplinari (Allegrì e Faroldi, 2016). Dalla *governance* delle diverse scale del paesaggio all'adozione di tecnologie di processo per la gestione di progetti complessi; dall'introduzione di innovative tecnologie di prodotto, anche attraverso sofisticate operazioni di trasferimento tecnologico, alla definizione di nuove pratiche di gestione connesse con agli *smart approach*, si definisce una matrice complessa delle mutate percezioni, degli usi e dei significati stessi delle infrastrutture sportive. I grandi eventi degli ultimi anni legati allo sport ben rappresentano queste dinamiche complesse che hanno visto il tema della resilienza – urbana, sociale, ambientale – tra i cardini dei processi di programmazione e indirizzo pre-durante-post evento. Si pensi allo stadio della pallacanestro per «Londra2012» interamente smontabile e riciclabile, al pala-ghiaccio per «Torino2006» convertito in hall multi-funzionale per concerti ed eventi, o ancora

by improving technological standards (everything regarding cabling and the smart management of matches, management of media reporting and accessibility) as well as morphological, technical and typological aspects (arrangement, size and layout of spaces and their performance parameters) as well as parameters required by international standards and requirements (UEFA) in terms of the organisation of large-scale events; 2) to establish new, higher levels of social resilience<sup>10</sup> at the urban and regional scale through actions to create synergies with local public and private organisations with the aim of establishing a strong legacy<sup>11</sup> for the local area, stadium and host city, for example by involving schools and young people in side events (during the days leading up to and following the match) to raise their awareness of social issues connected with sport (social

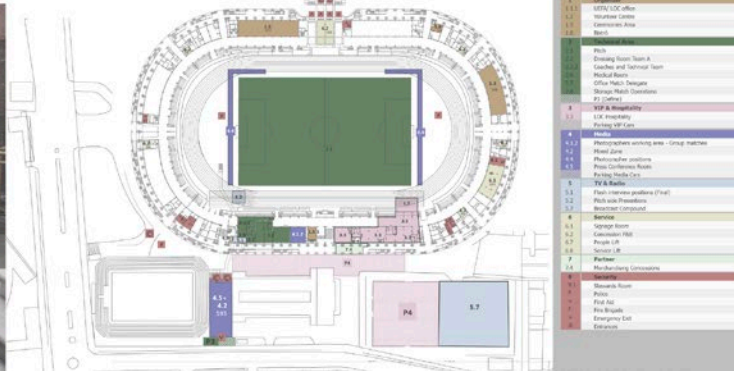
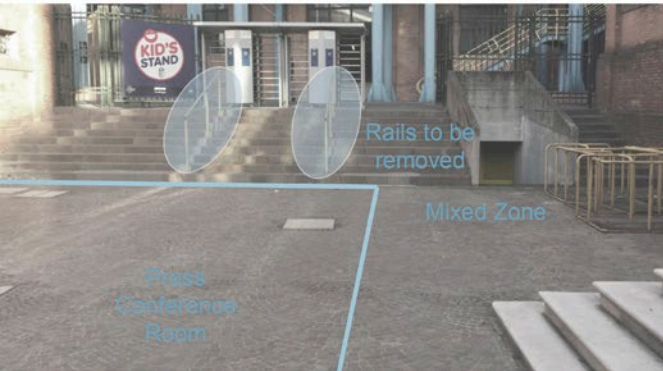
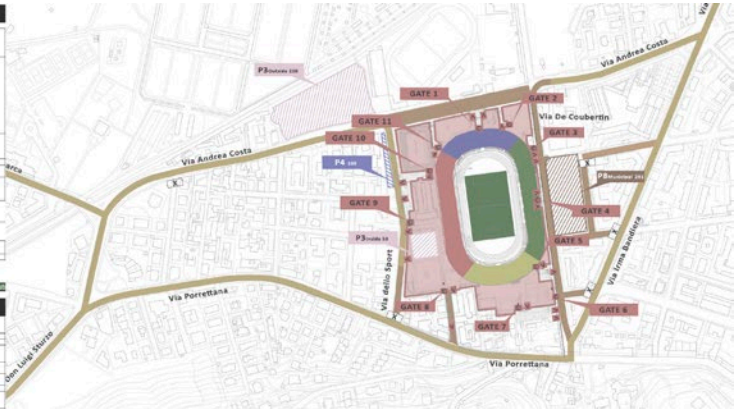
inclusion, racism, sportsmanship in a broad sense, team spirit)<sup>12</sup>. Sports infrastructure historically has been lacking in resilience from the structural viewpoint. In contrast, latest-generation architecture for sport has evolved significantly in this respect, involving knowledge across several sectors and disciplines (Allegrì, Faroldi, 2016). From governance of the various scales of the landscape to the adoption of process technologies for the management of complex projects; from the introduction of innovative product technologies, using, among other things, sophisticated technology transfer operations, to the development of new management practices connected with so-called smart approaches, there has arisen a complex matrix of changed perceptions of the uses and even the very meanings themselves of sports infrastructure has come to be.



03 | Dossier per gli Europei U21 del 2019: a sinistra matrice dei requisiti funzionali, infrastrutturali e di dotazioni tecnologiche dell'UEFA e studio dei flussi di connessione tra stadio e spazi pubblici urbani; a destra le mappe di rispondenza (Stadio "Renato Dall'Ara" di Bologna), Davide Allegri, Giovanni Pifarotti  
 Dossier for 2019 UEFA European Under-21 Championship: on the left matrix of functional, infrastructural and technological requirements and analysis of connections between stadium and urban public spaces; on the right correspondence maps (Renato Dall'Ara stadium, Bologna), Davide Allegri, Giovanni Pifarotti

Reference	Name	Element	Category	Area (sqm)	Volume (m3)	Status	Location as per requirements
1.1.1	UEFA U21 office	1	UEFA U21	100	100		In general office space, centrally located with easy access to Stadium Public Spaces
1.1.2	Accommodation Center	1	4	1000	1000		Inside under main concourse, accessible, close to loading area
1.1.3	Loading & Store room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.4	Storage room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.5	Workshop	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.6	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.7	Control Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.8	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.9	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.10	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.11	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.12	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.13	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.14	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.15	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.16	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.17	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.18	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.19	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.1.20	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible

Reference	Name	Element	Category	Area (sqm)	Volume (m3)	Status	Location as per requirements
1.2.1	UEFA U21 office	1	UEFA U21	100	100		In general office space, centrally located with easy access to Stadium Public Spaces
1.2.2	Accommodation Center	1	4	1000	1000		Inside under main concourse, accessible, close to loading area
1.2.3	Loading & Store room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.4	Storage room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.5	Workshop	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.6	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.7	Control Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.8	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.9	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.10	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.11	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.12	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.13	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.14	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.15	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.16	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.17	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.18	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.19	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible
1.2.20	Plant Room	1	2	100	100		Inside under main concourse, accessible



The major events of recent years connected with sport aptly illustrate these complex dynamics, which have seen the theme of resilience – urban, social, environmental – as one of the essential elements of planning and policy before, during and after the event. A case in point is the London 2012 Basketball Arena, designed to be completely demountable and recyclable, as is the Palvela Arena for the Winter Olympics in Turin 2006, converted into a multi-functional hall for concerts and events. A further example is the planned redevelopment projects for the stadiums built for the 2014 World Cup in Brazil<sup>13</sup>. On the contemporary building scene, a number of recurrent trends and paradigms can be identified in the use of advanced technologies with the aim of increasing levels of resilience in the sports infrastructure sector. We can speak of “eco-environmental re-

silience” in relation to the capacity of large-scale infrastructure to produce renewable energy at the urban scale, such as the Stade de Suisse (Bern, 2005) and Antalya Arena (Antalya, 2015), or in relation to the use of low-impact, recyclable building and material systems (light, high-performance modular systems, the use of composite hybrid materials such as ETFE, PTFE, Teflon and others)<sup>14</sup>. “Adaptive resilience”<sup>15</sup>, in contrast, designates the capacity shown by these major structures in recent years to adapt to and comply with, in both the short and medium-to-long term, new performance and operational standards, thereby ensuring high levels of usability, safety, comfort and profitability over the entire duration of their life cycle, while at the same time guaranteeing an ever variable functional mix that can be more easily adapted in the

face of new needs not only at the urban but also the building scale (Mehaffy and Salingaros, 2017). A case in point is the Ekaterinburg Arena built for the 2018 FIFA World Cup in Russia, where technology has been employed to get around an initial rigidity of the stadium system and its capacity due to the presence of elements in the vicinity subject to protection, as is, in a completely different, extreme context, the Ras Abu About Stadium (Doha, Qatar), completely scalable in relation to capacity, demountable and transportable.

**A forward-looking reflection: the role of education in the design, construction and management of sports infrastructure**

The key themes that characterise the current role of sports facilities in the “promotion” and “production” of urban resilience of man-made environment,

to ensure that these elements of the urban system have ever greater adaptive capacity, leads us to a forward-looking reflection on the theme of building skills that can tackle and manage the processes of planning, designing, building and managing the places and artefacts used for sport (Faroldi et al., 2007).

A systemic vision of the contributions required from different disciplines, together with the role of design in city transformation and governance policies, points to the need to activate urgent, strategic measures capable of fostering the formation of skills, methods and approaches that are capable of involving the many sectors concerned. Italy’s deeply rooted critical issues are directly proportional to the potential of its system of sports infrastructure. The highly topical nature of the themes and the fact that a complete rethink of the

ai progetti di riconversione programmata degli stadi realizzati per i Mondiali di Calcio «Brasile2014»<sup>13</sup>.

Nel panorama del costruito contemporaneo è possibile individuare alcune tendenze e paradigmi ricorrenti nell'uso di tecnologie avanzate finalizzate all'innalzamento dei livelli di resilienza nel settore delle infrastrutture sportive. Si può parlare di "resilienza eco-ambientale" con riferimento alla capacità delle grandi infrastrutture di produrre energia rinnovabile a scala urbana, come nello «Stade de Suisse» (Berna, 2005) e nell'«Antalya Arena» (Antalya, 2015), o all'utilizzo di sistemi costruttivi e materiali a basso impatto ambientale e riciclabili (modularità di sistemi leggeri ad alte prestazioni, utilizzo di materiali compositi e ibridi a base tessile come ETFE, PTFE, Teflon e altri)<sup>14</sup>.

La "resilienza-adattiva"<sup>15</sup> è invece espressione della capacità che queste marco-strutture hanno assunto, negli ultimi anni, da un lato di adeguarsi e conformarsi sia nel breve che nel medio-lungo periodo ai rinnovati quadri esigenziali e gestionali, garantendo alti livelli di fruibilità, sicurezza, comfort e di redditività economica per l'intera durata del loro ciclo di vita; dall'altro garantire una *mixité* funzionale sempre variabile e più agevolmente adattabile di fronte a nuove esigenze, non solo alla scala urbana ma anche dell'edificio (Mehaffy e Salingaros, 2017). Si veda, ad esempio, il caso dello «Stadio centrale» di Ekaterinburg costruito per i Campionati del Mondo di calcio «Russia2018», nel quale la tecnologia è intervenuta per ovviare a una iniziale rigidità del sistema-stadio e della sua capienza dovuta alla presenza di pre-esistenze tutelate oppure, in contesto estremo completamente differente, il caso del «Ras Abu Aboud Stadium» a Doha, completamente modulabile rispetto alla capienza, smontabile e trasportabile.

sports infrastructure system at the national scale can no longer be delayed, as the research has highlighted, demand concrete responses in educational terms even before operational aspects are considered.

A large number of initiatives involve master's and PhD university courses, which have been offered by several state universities, including the Politecnico di Milano, for many years and are currently undergoing expansion<sup>16</sup>, in partnership with the many institutions that make up the sports sector and with the main local government bodies. These courses all focus on training qualified experts with high levels of technical expertise to work in the area of sports infrastructure, adopting cross-cutting, multi-disciplinary approaches in line with the transformations which the sector is undergoing: from new legislation to issues connected with the life

cycle of building systems; from entrepreneurial management approaches to the potential for synergy with strategies for the promotion of places. Educational courses, then, which aim to transfer technical, managerial and operational skills that can encompass and interact with the complex economic, productive, institutional and professional sectors connected with the main sector in question, that of sports infrastructure. The overall picture, then, is one which illustrates the importance of seeking out operating models by identifying and setting out best practices on which to base innovative, virtuous proposals that fit the peculiar, complex Italian situation, while at the same time detailing the key contribution made by internationally recognised institutions to the world of training and education that aim to develop new skills and expertise for future generations, at the centre of

## **Una riflessione in prospettiva: il ruolo della formazione nella progettazione, costruzione e gestione delle infrastrutture sportive**

I temi caratterizzanti l'attuale ruolo delle infrastrutture sportive nella "promozione" e "produzione" di resilienza urbana dei contesti antropizzati, atti a garantire una sempre maggiore capacità adattativa di tali elementi del sistema urbano, conducono a una riflessione in prospettiva sul tema della formazione di competenze adeguate ad affrontare e gestire i processi di programmazione, progettazione, costruzione e gestione dei luoghi e dei manufatti destinati alla pratica della attività sportiva (Faroldi et al., 2007).

Una visione sistemica dei contributi disciplinari necessari, unitamente al ruolo del progetto rispetto alle politiche di trasformazione e *governance* delle città, suggerisce la strategica quanto urgente attivazione di azioni in grado di promuovere un'alta formazione di competenze, metodi, approcci adeguati allo scenario e in grado di coinvolgere i molteplici settori coinvolti.

Le profonde criticità del contesto italiano risultano direttamente proporzionali alle potenzialità del suo sistema di infrastrutturazione sportiva. La stretta attualità delle tematiche e la non più prorogabilità di un ripensamento globale del sistema infrastrutturale sportivo su scala nazionale, evidenziate dalle ricerche promosse, reclamano risposte concrete in termini formativi, ancor prima che operativi.

Diverse sono le iniziative che coinvolgono la didattica universitaria di secondo e terzo livello, da anni attive e in corso di potenziamento da parte di atenei pubblici tra cui il Politecnico di Milano<sup>16</sup>, in *partnership* con l'ampio mondo istituzionale che compone il settore sportivo e con i principali soggetti deputati

which the theme of resilience stands as a constructive, creative response to contemporary needs.

### NOTES

1. Many stadiums and sports arena in Italy are listed as totally or partially protected under Legislative Decree 42/2004, *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (Cultural Heritage and Landscape Code)*.
2. The following researches are included in the following initiatives: *Convenzione tra Federazione Italiana Giuoco Calcio (FIGC) e Politecnico di Milano* (scientific director: Prof. Emilio Faroldi, 2015) an agreement between the Italian Football Federation and the Politecnico di Milano with the purpose of establishing a "laboratory for studies and research into the design, construction and management of sports infrastructure, particularly football

infrastructure" through teaching, study and research initiatives in the field of architecture and engineering applied to sport; *Accordo quadro tra CONI Servizi e Politecnico di Milano* (scientific director: Prof. Emilio Faroldi, 2017), an agreement between the operating company of the Italian National Olympic Committee and the Politecnico di Milano to establish a collaborative relationship through training and research activities in the field of sports facilities.

3. Research contract between Arup Italia and the Department of Architecture, Built Environment and Construction Engineering of the Politecnico di Milano concerning Benchmarking for the New AC Milan Stadium (scientific director: Prof. Emilio Faroldi, 2015).
4. The analysis has been organized in: 1) location aspects at the urban and regional scale: urban stadium and the out-of-town stadium and their rela-

04 | Dossier per gli Europei U21 del 2019: a sinistra le mappe matrice requisiti/analisi-stato di fatto ("San Marino Stadium" a Serravalle, San Marino); a destra stralcio del report "media&tv" dello stadio "Friuli" di Udine, Davide Allegri, Giovanni Pifarotti  
 Dossier for 2019 UEFA European Under-21 Championship: on the left, maps-matrix of requirements/state of the art ("San Marino Stadium" in Serravalle, San Marino); on the right, extract from the report "media&tv" concerning the "Friuli Stadium" in Udine, Davide Allegri, Giovanni Pifarotti

al governo del territorio. Tutte evidenziano l'obiettivo di formare professionisti portatori di elevati livelli di capacità tecnica in grado di operare nell'ambito delle infrastrutture sportive, secondo logiche e competenze trasversali e multidisciplinari, allineate alle trasformazioni che coinvolgono il settore: dai rinnovati riferimenti normativi alle tematiche legate al ciclo di vita dei sistemi edilizi; dalle logiche gestionali imprenditoriali alla sinergia con le strategie di promozione dei luoghi. Percorsi formativi, perciò, che mirino a trasferire competenze tecniche, gestionali, operative in grado di comprendere e interagire con gli articolati settori economico-produttivi, istituzionali e professionali afferenti al macro-settore di riferimento delle infrastrutture sportive.  
 Un quadro complessivo che delinea da un lato l'importanza della ricerca di modelli operativi, tramite l'individuazione e la codifica di *best practices* sulle quali impostare proposte innovative e virtuose calate nella peculiare e complessa situazione italiana;

dall'altro, puntualizza il fondamentale apporto al mondo della formazione erogata da parte di istituzioni di riconosciuto livello atte a configurare nuove competenze per le generazioni future al centro delle quali il tema della resilienza si colloca come risposta, costruttiva e creativa, alle esigenze della contemporaneità.

NOTE

1. Molti stadi e palazzetti in Italia sono sottoposti, in parte o integralmente, a tutela ai sensi del D.Lgs. 42/2004 *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*.
2. Le ricerche in seguito citate si collocano all'interno delle seguenti iniziative: *Convenzione tra Federazione Italiana Giuoco Calcio (FIGC) e Politecnico di Milano* (Responsabile scientifico Prof. Emilio Faroldi, 2015) stipulata con lo scopo di istituire un "Laboratorio di studi e ricerche relativi alla progettazione, costruzione e gestione delle infrastrutture sportive, con riferimento, in particolare modo, a quelle relative al settore calcistico" attraverso iniziative di didattica, studi e ricerche nel campo dell'architettura e ingegneria appli-

04 |

**SAN MARINO/San Marino Stadium**  
 Safety and security  
 (with capacity and security)

- 1 VIP & Hospitality
- 2 Police, SSC, ASGP
- 3 Media
- 4 Hospitality Media
- 5 Press
- 6 Parking Public
- 7 Press Booth
- 8 Emergency Exit
- 9 Emergency Light
- 10 Hospitality Media
- 11 Hospitality Media
- 12 Hospitality Media
- 13 Hospitality Media
- 14 Hospitality Media
- 15 Hospitality Media
- 16 Hospitality Media
- 17 Hospitality Media
- 18 Hospitality Media
- 19 Hospitality Media
- 20 Hospitality Media

**Sales Flow**

- GATE 1 - 12% 1 Turnstile
- GATE 2 - 8 - 38% 2 Turnstiles
- GATE 4 - 12% 1 Turnstile
- GATE 5 - 6 - 7 - 8 - 58% 4 Turnstiles

**Roads Closed in Match-Day**

- Via Rimuglio
- Via Costa del Sello
- Via Chirano

**Notes**

The highlighted roads in this map will be used as parking areas during match day. Cars will only have access to park.

**Media Tribune**

- Media tribune is located at the upper level of main tribune, access only via lift from Stadium Media Center
- There are 126 seats with desks, all positions are 2-seaters
- Observer seats needed from a section either side of the media tribune
- Power and WiFi available
- Toilet facilities available

**4) Pitch-view studio / Tribune presentation platform**

A potential pitch-view studio could be placed in the hospitality boxes above the media tribune, PF Group, and 2 – Nordest). Additional power and potentially air conditioning would be required.

An additional platform area at the back of sectors M & U was identified for EQ and should be checked for SV2.

Another potential area is located aside the sector A1 on an unused platform.



cate allo sport”; *Accordo quadro tra CONI Servizi e Politecnico di Milano* (Responsabile scientifico Prof. Emilio Faroldi, 2017) finalizzato ad un rapporto di collaborazione tramite attività di formazione e ricerca sul settore dell’impiantistica sportiva.

3. Contratto di ricerca tra Arup Italia e Dipartimento ABC del Politecnico di Milano finalizzato all’individuazione di *Benchmarking per il nuovo stadio di «AC Milan»* (Responsabile scientifico Prof. Emilio Faroldi, 2015).

4. La lettura è stata organizzata in: 1) aspetti insediativi alla scala urbana e territoriale: stadio-urbano e peri-urbano e relazioni con il contesto; 2) temi tecno-tipologici legati alla flessibilità d’uso e funzionale e ai nuovi livelli di resilienza; 3) sostenibilità degli interventi lungo tutto il ciclo di vita degli edifici.

5. Nel contesto italiano due recenti operazioni di riqualificazione e valorizzazione di impianti esistenti – lo stadio “Friuli” di Udine e lo stadio “Atleti Azzurri di Italia” – costituiscono esempi virtuosi di *governance* integrata.

6. Nel contesto extra-nazionale raramente emergono esperienze di mantenimento degli impianti esistenti soprattutto a causa delle carenze strutturali che essi presentano del punto di vista funzionale e tecnologico.

7. A questo tipo di approccio fa riferimento in modo particolare il contesto inglese, nel quale gli impianti possiedono comunque quell’aura di “sacralità” dovuta al loro forte carattere identitario.

8. Si può affermare che l’approccio adottato per il grande evento del 2008 svoltosi in Austria e Svizzera abbia in un certo senso decretato la nascita del modello di “stadio-urbano” proprio dei contesti urbani europei di piccole e medie dimensioni.

9. Contratto di consulenza per conto di FIGC per la predisposizione del *Dossier* per la candidatura ad ospitare nel 2019 i Campionati Europei di calcio Under 21 in Italia, candidatura risultata poi vincente (Responsabile scientifico Prof. Emilio Faroldi, coordinatore arch. Davide Allegri, 2016); contratto di ricerca per l’adeguamento infrastrutturale dei sei stadi («Mapei Stadium» di Reggio Emilia, «Orogel Stadium» di Cesena, «San Marino Stadium» di San Marino, «Renato Dall’Ara» di Bologna, «Nereo Rocco» di Trieste, «Da-

tionships with the context; 2) technical and typological topics connected with flexibility of use and function and new levels of resilience; 3) sustainability of projects over the entire life cycle of buildings.

5. In Italy, two recent projects to regenerate and redevelop existing stadiums, The Friuli Stadium, Udine, and the Atleti Azzurri d’Italia Stadium, are virtuous examples of integrated governance.

6. Outside Italy, the cases that emerge are rarely characterised by partial or integral maintenance of existing facilities, above all because of the structural shortcomings that they exhibit in functional and technological terms.

7. This type of approach is typical in the United Kingdom, where in the vast majority of cases sports facilities do not enjoy specific heritage protection legislation as such yet possess an aura of

“sacredness” as a result of their strong identity-giving character.

8. It can be said that the approach adopted for the great event held in Austria and Switzerland in 2008 in a certain sense led to the birth of the “urban stadium” model, applicable in small and medium-sized European cities.

9. The Politecnico di Milano’s advisory role on behalf of FIGC, the Italian Football Federation, in drawing up the *Dossier* for Italy’s successful candidacy to host the 2019 UEFA European Under-21 Championship (scientific director: Prof. Emilio Faroldi, architectural coordinator: Davide Allegri, 2016); a research contract for work to upgrade the six stadiums (Mapei Stadium, Reggio Emilia, Orogel Stadium, Cesena, San Marino Stadium, San Marino, Renato Dall’Ara Stadium, Bologna, Nereo Rocco Stadium, Trieste and Dacia Arena, Udine) selected to stage the

2019 UEFA Under-21 Championship (scientific director: Prof. Emilio Faroldi, architectural coordinator: Davide Allegri, 2017).

10. Si parla di “resilienza sociale” in termini di espressione di alcuni paradigmi non solo insediativi (modello di stadio-urbano come nuova piazza contemporanea) o funzionali (stadio come infrastruttura culturale e di servizio per la città), ma anche tecnologici e di gestione integrata con stretta attinenza con un approccio *smart* in un’ottica di sostenibilità globale degli interventi.

11. Complesso di iniziative che vanno dall’impegno in ambito sociale alla valorizzazione del patrimonio storico e culturale.

12. Le infrastrutture scelte per ospitare eventi legati a “EURO U21/2019” saranno dotate di specifici spazi (“Youth programme” e “Volunteer Center”) per coinvolgere la comunità locale.

13. Tra gli altri è da segnalare il programma di riconversione «Casa Futbol» che propone di trasformare i grandi impianti sportivi in blocchi residenziali per classi disagiate.

14. Numerosi sono gli esempi rappresentativi questo tipo di tecnologie la cui diffusione prende avvio dall’inizio degli anni Duemila con i Campionati del Mondo in Corea e Giappone (2002).

15. Intervengono, in questo tipo di resilienza, le tecnologie finalizzate ad implementare la flessibilità funzionale e gestionale dell’architettura, la smontabilità, il riuso, la movimentazione degli elementi costitutivi degli stadi (coperture e tribune mobili, campo di gioco mobile e/o smontabile, ecc.).

16. Tra le varie iniziative di didattica sul tema delle infrastrutture sportive presso il Politecnico di Milano si ricorda: il corso di Formazione Permanente *Gli stadi per il calcio. Progettazione, Costruzione, Gestione*, Centro per la Formazione Permanente del Politecnico di Milano, Lega Calcio, Intesa BCI, Milano, anno accademico 2000/2001 (direttore del corso: Emilio Faroldi); il corso opzionale *Progettazione costruzione gestione delle infrastrutture sportive*, attivo dall’anno accademico 2007/2008 all’interno del corso di studi di Laurea Magistrale in Architettura del Politecnico di Milano (docente Prof. Emilio Faroldi); l’attivazione, nell’anno accademico 2017/2018 di un Corso

2019 UEFA Under-21 Championship (scientific director: Prof. Emilio Faroldi, architectural coordinator: Davide Allegri, 2017)

10. When speaking of “social resilience”, we refer not only to paradigms relating to location (the model of the urban stadium as a new contemporary plaza) or to function (the stadium as cultural infrastructure and a service for the city), but also those relating to technology and integrated management related to a smart approach.

11. A series of initiatives that range from social commitment to the redevelopment of historical and cultural heritage as a legacy for future generations.

12. The facilities chosen to host events connected with the 2019 UEFA European Under-21 Championship will be provided with specific spaces for the youth programme and volunteer centre to engage the local community.

13. One programme to mention is the “Casa Futbol” repurposing programme which proposes the conversion of large-scale sports facilities into residential housing blocks for the underprivileged classes.

14. There are many representative examples of this type of technology, which began to come into widespread use at the beginning of the 2000s with the 2002 World Cup in Korea and Japan.

15. With regard to this type of resilience, technologies designed to implement the functional and operational flexibility of architecture are deployed, for example the demounting, reuse, transportability and changes in the form and dimension of the elements comprising the stadiums (movable roofs and stands, movable and/or demountable pitch, etc.).

16. The many courses offered by the

di Master di II Livello in *Progettazione costruzione gestione delle infrastrutture sportive* che vede coinvolte le maggiori istituzioni di governo sportivo (Coni Servizi Spa, Federazione Italiana Giuoco Calcio, Istituto per il Credito Sportivo, Coni Lombardia, Lega Serie A) Sempre in quadro sinergico-attuativo di iniziative formative, il Politecnico di Milano da tre anni presiede, all'evento «Kickoff» organizzato dalla FIGC, il tavolo multidisciplinare «Stadi e infrastrutture sportive: i programmi di sviluppo FIGC».

## REFERENCES

- Allegrì, D. and Faroldi, E. (2016), "Stadium'scapes. La generazione degli stadipaesaggio del nuovo millennio", *Paysage*, No. 24, pp. 59-62.
- Chierici, P. (2016), "Sviluppo e valorizzazione degli stadi per il calcio. Strategie, strumenti e opportunità per la definizione di un modello italiano", *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, No. 11, pp. 165-171.
- Faroldi, E. (2016), "Architettura contemporanea: elemento di dialogo tra eredità e ibridazioni", *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, No. 12, pp. 11-17.
- Faroldi, E., Allegrì, D., Chierici, P. and Vettori, M.P. (2007), *Progettare uno stadio. Architetture e tecnologie per la costruzione e gestione del territorio*, Maggioli, Rimini.
- Lynch, K. (1960), *The image of the city*, The Technology Press & Harvard University Press, Cambridge.
- Mehaffy, M. and Salingeros, A.N. (2017), "Toward Resilient Architectures", available at: [www.metropolismag.com](http://www.metropolismag.com).

Politecnico di Milano on the theme of sports infrastructure include: the lifelong learning course *Gli stadi per il calcio. Progettazione, Costruzione, Gestione (Football Stadiums: Design, Construction and Management)*, in conjunction with Centro per la Formazione Permanente del Politecnico di Milano, Lega Calcio, Intesa BCI, Milano 2000/2001 academic year (course director: Emilio Faroldi); the optional course *Progettazione costruzione gestione delle infrastrutture sportive (Design, Construction and Management of Sports Infrastructure)* which has been running since the 2007/2008 academic year as part of the *Laurea Magistrale* course (equivalent to Master of Science) in Architecture at Politecnico di Milano (taught by Prof. Emilio Faroldi); from the 2017/2018 academic year, a new Master's Programme in *Progettazione costruzione gestione delle infrastrut-*

*ture sportive (Design, Construction and Management of Sports Infrastructure)* which involves Italy's main sports governing bodies (Coni Servizi Spa, Federazione Italiana Giuoco Calcio, Istituto per il Credito Sportivo, Coni Lombardia, Lega Serie A). Another project to support the synergistic implementation of educational initiatives headed by the Politecnico di Milano for three years at the Kickoff event organised by the FIGC is the multi-disciplinary round table *Stadi e infrastrutture sportive: i programmi di sviluppo FIGC (Stadiums and Sports Infrastructure: FIGC Development Programmes)*.

Liala Baiardi, Valentina Puglisi,

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

liala.baiardi@polimi.it

valentina.puglisi@polimi.it

**Abstract.** Il progetto si inserisce nell'ambito della gestione delle minacce climatiche e delle catastrofi naturali nei paesi in via di sviluppo. Ne è esempio il Mozambico, sede di approfondimento della ricerca, dove gli effetti negativi delle minacce climatiche sono amplificati dal basso livello di resilienza dell'ambiente costruito. Per il progresso del Paese e lo sviluppo del territorio le capacità di resilienza, adattabilità e trasformabilità assumono un ruolo fondamentale nei nuovi processi di previsione e progetto mirati al miglioramento dei sistemi insediativi. L'articolo illustra la sperimentazione applicativa di una metodologia di indagine ripetibile in contesti simili, volta a delineare una base conoscitiva per tracciare le possibili azioni migliorative nel rispetto dell'identità del luogo.

**Parole chiave:** resilienza, ambiente costruito, requisiti di qualità, prestazioni tecnologiche, sistema socio-ecologico.

## Quadro teorico di riferimento

I cambiamenti climatici determinano fenomeni molto gravi, differenziati sul territorio in re-

lazione alla posizione geografica ed alla topografia, generando diversi impatti ambientali, ecologici, sociali ed economici<sup>1</sup>.

L'impatto globale del cambiamento climatico sulle comunità povere è ben documentato (ad esempio: Mastaler, 2011; Tanner e Mitchell, 2008; Programma di sviluppo delle Nazioni Unite, 2007). Esse hanno a disposizione meno risorse da cui disegnare per gestire gli shock ambientali (Mastaler, 2011).

Un territorio resiliente<sup>2</sup> non si adegua semplicemente, ma cambia costruendo risposte ambientali, economiche e sociali ai problemi posti dagli effetti dei rischi naturali e dai cambiamenti climatici (Baiani e Valitutti, 2013).

Alcune comunità sono intrinsecamente resilienti; altre richiedono supporto per diventare resilienti (Molnar, 2010). La povertà, ad esempio, riduce la resilienza (Oluoko-Odingo, 2009) mentre il capitale sociale può costruirlo (Adger, 2003). La resilienza è fondamentale nella promozione del benessere sociale, concen-

trandosi sulla sostenibilità a lungo termine (Vo, 2015). In questo contesto, l'adattamento ai cambiamenti climatici costituisce la priorità di intervento per definire quadri strategici che consentano di considerare in modo integrato le questioni climatiche, energetiche ed ambientali.

Nell'attuale condizione di evoluzione e instabilità dei fenomeni meteorologico-climatici è necessario un sostanziale ripensamento delle relazioni tra il clima e le scelte che attengono alla morfologia e alle tecniche con cui si realizzano gli edifici (Angelucci, Di Sivo e Ladiana, 2014).

In questo quadro, l'introduzione del paradigma della "resilienza" nella progettazione dell'ambiente urbano sostenibile diventa un potente fattore di innovazione concettuale, avviando una riflessione sui metodi d'intervento e sul processo di trasformazione (Rigillo, 2011).

Nei Paesi in via di sviluppo le capacità di resilienza, adattabilità e trasformabilità assumono un ruolo fondamentale nella definizione dei nuovi processi di sviluppo e di crescita del territorio.

Ne è un esempio il Mozambico, dove gli effetti negativi degli episodi di siccità alternati a torrenziali tempeste sono amplificati dal basso livello di resilienza dell'ambiente costruito.

Si ritiene che il problema del Mozambico oggi, come negli altri paesi in via di sviluppo, non sia più solo rappresentato dalle condizioni di emergenza (inondazioni, cicloni, epidemie, ecc.) ma dalla normalità di una crescita veloce e incontrollata (anche a livello di urbanizzazione) che genera evidenti effetti negativi nel breve e lungo periodo (Fig. 1).

La popolazione del Mozambico nell'ultimo secolo è passata da 5 a 25 milioni di abitanti, con importanti fenomeni di rapido inurbamento che ha portato a un depauperamento delle risorse

## MoNGUE project for the sustainable development of Mozambique

**Abstract.** The project fits into the context of management of climatic threats and natural disasters in developing countries. It is example Mozambique, seat of deepening of research, where the negative effects of climatic threats are amplified by the low level of resilience of the built environment. For the progress of the country and the development of the territory. The ability of resilience, adaptability and transformability play a fundamental role in the new forecasting processes and project aimed at the improvement of systems of settlements. The article describes the application testing of a methodology of investigation repeatable in similar contexts, time to outline a cognitive basis to trace possible actions for improvement in respect of the identity of the place.

**Keywords:** resilience, built environment, quality requirements, technological performance, socio-ecological system.

## Reference theoretical framework

Climate changes, determine extremely serious phenomena, differentiated for geographical location and topography, generating different environmental, ecological, social and economic impacts<sup>1</sup>.

Global climate change's impact on communities in poverty is well documented (e.g.: Mastaler, 2011; Tanner and Mitchell, 2008; United Nations Development Programme, 2007).

Impoverished communities often have fewer resources from which to draw in order to manage environmental shocks (Mastaler, 2011).

A resilient land<sup>2</sup> not merely adapts, but changes by constructing environmental, economic and social reactions to effects of natural risks and to climate changes (Baiani and Valitutti, 2013). Resiliency entails evolving through capacity building while absorbing shock

(Nelson and Finan, 2009). Some communities are inherently resilient; others require support in becoming resilient (Molnar, 2010). Poverty, for example, erodes resiliency (Oluoko-Odingo, 2009); social capital can build it (Adger, 2003). Resiliency is key in promoting social welfare through its focus on long-term sustainability (Vo, 2015). In this context, adaptation to climate changes constitute intervention priority to define strategic frameworks, that integrate climatic, energetic and environmental issues.

In the current state of increasing climatic and meteorological instability, we need to substantially rethink the relationship between climate and the choices relating to the morphology and techniques used to make buildings (Angelucci, Di Sivo and Ladiana, 2014).

In this context, the term resilience in

ambientali e della ricchezza delle culture locali, con conseguenze legate a carenze di luoghi di aggregazione sociale e di strutture educative per l'infanzia e a una scarsa qualità degli spazi di vita e delle strutture abitative.

Elementi quali la scarsa qualità edilizia dei manufatti e la limitata applicazione di azioni manutentive, unite alla carenza di regolamentazioni territoriali a supporto della pianificazione strategica dello sviluppo del territorio, riducono significativamente la capacità del sistema di resistere al manifestarsi di variazioni climatiche, adattarsi agli effetti di disturbo e rigenerarsi in seguito al cambiamento mantenendo le proprie funzioni e identità.

In una prospettiva di progresso del Paese e di sviluppo del territorio, le capacità di resilienza, adattabilità e trasformabilità assumono un ruolo fondamentale nella definizione dei nuovi processi di previsione, pianificazione e di progetto mirati al miglioramento della qualità nei sistemi insediativi.

Il raggiungimento di parametri di resilienza adeguati passa dal miglioramento dei livelli organizzativi, di sicurezza e di qualità tecnologica, nel rispetto delle componenti ambientali, naturali e socio-economiche dell'ambiente di riferimento.

### Sviluppo e sperimentazione applicativa del modello di indagine sul caso studio MoNGUE

Milano.

L'obiettivo consiste nella sperimentazione applicativa di progetto e nella verifica di una metodologia di indagine ripetibile in con-

La ricerca illustrata fa parte del progetto Sviluppo e Sperimentazione "MoNGUE" (Mozambique Nature Growth University Education)<sup>3</sup> premiato dal "Polisocial Award"<sup>4</sup> del Politecnico di

the planning of the sustainable urban environment becomes a powerful factor of conceptual innovation, starting a reflection on the methods of intervention and on the process of transformation (Rigillo, 2011).

In developing countries the ability of resilience, adaptability and transformability play a fundamental role in the definition of new processes for the development and growth of the territory. An example of this is the Mozambique, where the negative effects of episodes of alternating drought and torrential storms are amplified by the low level of resilience of the built environment.

It is believed that the problem of Mozambique today, as in other developing countries, is no longer only represented by emergency conditions (floods, hurricanes, epidemics, etc.) but from the normality of a fast growing and uncontrolled (even at the level of urbanization)

that generates clear negative effects in the short and long term (Fig. 1).

The population of Mozambique in the last century has passed from 5 to 25 million inhabitants, with important phenomena of rapid urbanization which has led to a depletion of environmental resources and wealth of local cultures, with consequences linked to deficiencies in places of social aggregation and educational structures for children and poor quality of living spaces and structures for housing.

Elements such as the poor quality of buildings of the articles and the limited application of maintenance actions, combined with lack of territorial regulations to support the strategic planning of the development of the territory, significantly reduce the ability of the system to resist to the occurrence of the climatic variations, to adapt to the effects of the disturbance and regener-



testi simili, volta a testare un percorso analitico-interpretativo, attento alle peculiarità dei luoghi e alle problematiche sociali, che contribuisca a verificare un metodo progettuale riproponibile in contesti climatici e socio-culturali simili: un percorso di lavoro interdisciplinare (mappature, analisi, strategie, metodi, progetti, ecc.) in grado di interpretare la domanda di miglioramento delle

ate following a change to maintaining its functions and identity.

In a perspective of progress of the country and of the development of the territory, the capacity of resilience, adaptability and transformability play a fundamental role in the definition of new processes of forecasting, planning and project aimed at improving the quality in the systems of settlements.

The achievement of parameters of adequate resilience passes from the improvement of the organizational levels, security and technological quality, in respect of the environmental components, natural and socio-economic situation.

### Development and testing of application of the model of survey on case study MoNGUE

research illustrated is part of the project development and experimentation "MoNGUE" (Mozambique Na-

ture Growth University Education)<sup>3</sup> awarded by the "Polisocial Award"<sup>4</sup> of Politecnico di Milano.

The objective consists in the experimentation of application of project and in the verification of a methodology of investigation repeatable in similar contexts, time to test an analytical path-interpretative, attentive to the peculiarities of the places and to the social problems that will help to verify a design method riproponibile in contexts of climate and socio-cultural activities like: a path of interdisciplinary work (mappings, analysis, strategies, methods, projects, etc.) able to interpret the demand for improvement of the living conditions of the populations (quality and livability of spaces and the environment from the point of view of environmental sustainability).

The multidisciplinary assumption involves several fields of competence

condizioni di vita delle popolazioni (qualità e vivibilità degli spazi e dell'ambiente in un'ottica di sostenibilità ambientale).

Il presupposto multidisciplinare coinvolge svariati campi di competenza sia a livelli analitici che progettuali, quali:

- architettonici, degli interni e degli spazi aperti, urbanistici, territoriali e di paesaggio;
- di conservazione degli edifici storici e del patrimonio esistente;
- tecnico strutturali e di sostenibilità bioclimatica, ambientale ed energetica (Dessi, 2012);
- di valorizzazione economica, sostenibilità finanziaria, di gestione e manutenzione degli edifici.

La ricerca ha comportato l'elaborazione di un modello e di un processo di indagine finalizzati a delineare lo stato di fatto e tracciare le possibili azioni migliorative da intraprendere nel rispetto della conservazione dell'identità del luogo secondo una continuità evolutiva.

L'aspetto sperimentale ha previsto la messa a punto del modello (fase applicativa) direttamente sul campo comportando la programmazione di sopralluoghi nel contesto di riferimento del Mozambico.

Si è identificata come area di studio e sperimentazione della fase applicativa la penisola di Mongue, che si sviluppa lungo un asse di circa 20 km a nord della cittadina di Maxixe. La penisola risulta di particolare interesse in quanto presenta alcuni fenomeni propri di un contesto rurale (abbandono del territorio, perdita di identità dei luoghi, mancanza di cura dell'ambiente, ecc.) e al contempo rischia di subire gli effetti delle tensioni insediative che caratterizzano le aree periferiche di Maxixe.

La programmazione del processo di indagine ha comportato la pianificazione e l'elaborazione di fasi di lavoro così riassumibili:

both analytical levels that design, such as:

- architectural and interior and open spaces, urban, regional and landscape;
- preservation of historic buildings and the existing assets;
- technical and structural and sustainability bioclimatic, environmental and energy (Dessi 2012);
- for the economic exploitation, financial sustainability, management and maintenance of buildings.

The research has led to the development of a model and a survey process aimed to outline the state of fact and draw the possible remedial actions to be taken in respect of the preservation of the identity of the place according to an evolutionary continuity.

The experimental aspect has provided for the development of the model (applicative phase) directly on the field

resulting in the programming of inspections in the reference context of Mozambique.

It is identified as an area of study and experimentation of the applicative phase the peninsula of Mongue, which develops along an axis approximately 20 km to the north of the town of Maxixe. The peninsula is of particular interest because it presents some phenomena inherent in a rural context (abandonment of the territory, loss of identity of places, lack of care of the environment, etc.) and at the same time is likely to suffer the effects of the voltages of settlement that characterize the peripheral areas of Maxixe.

The programming of the survey process has resulted in the planning and the processing of working steps which can be summarised as follows: development of relations with the inhabitants and local professionals, thematic

sviluppo di relazioni con abitanti e professionisti locali, mappatura tematica multidisciplinare e interpretazione analitica, definizione di un quadro di livelli e di indicatori; definizione di una strategia d'intervento per l'area studio attraverso un metodo progettuale interdisciplinare.

La prima fase comporta una serie di mappature tematiche multidisciplinari e interpretazione analitica tese a definire elementi quali: le condizioni socio economiche, gli elementi naturali e orografici; le condizioni bioclimatiche, ambientali, energetiche, idrauliche e smaltimento rifiuti, il sistema insediativo, le strutture e le tecniche costruttive degli edifici. Tali elementi devono essere elaborati in modo tale da rappresentare un quadro della situazione di contesto capace di restituire una specifica condizione di luogo alle diverse scale.

La seconda fase prevede la schedatura di edifici rappresentativi delle principali tipologie costruttive disseminate sul territorio come: abitazioni, edifici ad uso collettivo (quali le chiese e le scuole), ecc.

La schedatura è avvenuta tramite l'elaborazione di un modello di rilievo per riportare in modo schematizzato informazioni e indicatori riguardanti l'impianto planimetrico, i dati dimensionali e geometrici, le tecniche costruttive e i materiali, lo stato di conservazione, la presenza di servizi, l'approvvigionamento energetico e idrico, il livello bioclimatico e la relazione con il contesto abitato.

Attraverso la messa a confronto dei casi rilevati, si è delineato un quadro di riferimento generale dello stato di fatto e delle pratiche correnti, tale da consentire un'adeguata messa a punto della strategia, del metodo progettuale e dei parametri necessari ai dimensionamenti di progetto (Tab. 1, 2, 3).

mapping, multidisciplinary and analytical interpretation, the definition of a framework of levels and indicators; definition of a strategy of intervention for the study area through a method interdisciplinary design.

The first step involves a series of thematic mappings multidisciplinary and analytical interpretation aimed at defining elements such as: the socio-economic conditions, natural elements and orographic; the bioclimatic conditions, environmental, energy, hydraulic and waste disposal, the system settlements, the structures and the construction techniques of the buildings. These elements must be processed in such a way as to represent a picture of the situation of environment able to return a specific condition of place at different scales.

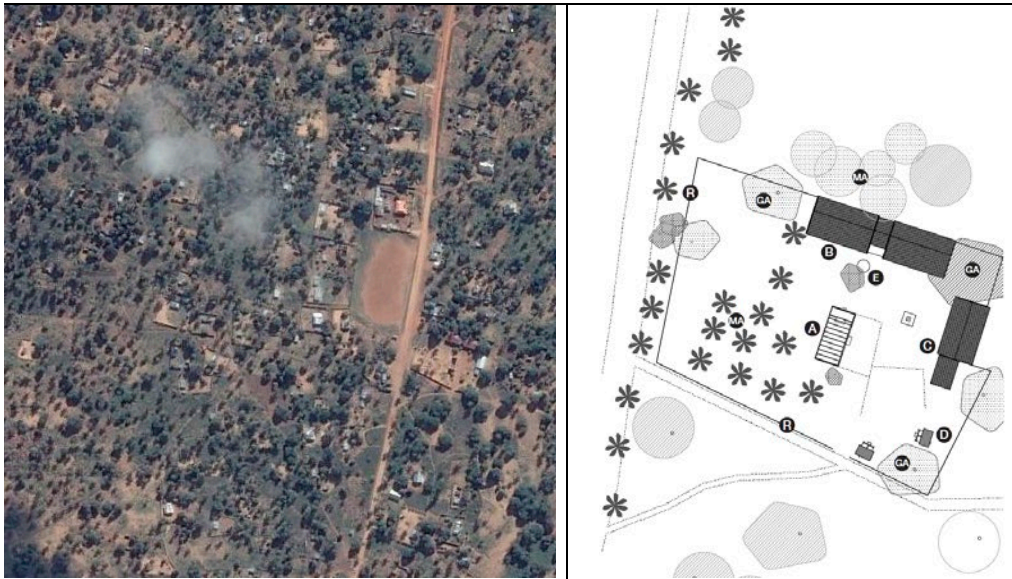
The second phase foresees the cataloguing of representative buildings of

the main construction typologies scattered on the territory as: homes, buildings for collective use (such as churches and schools), etc.

The cataloguing was through the elaboration of a model of relief to return in the manner shown schematically information and indicators concerning the planimetric layout, the dimensional data and geometrical patterns, the construction techniques and materials, the state of preservation, the presence of services, energy supply and water, the bio-climatic level and the relationship with the context inhabited.

By making a comparison of the cases detected, it is outlined a general reference framework for state of fact and of current practices, such as to allow an adequate development of the strategy, the design method and parameters necessary for the dimensioning of the project (Tab. 1, 2, 3).





La scheda di rilievo, insieme al rilievo geometrico, fotografico e bioclimatico, la restituzione dei dimensionamenti e la definizione di un abaco (tecniche costruttive, materiali, dotazioni tecnologiche, ecc.) rappresentano il tentativo di restituire il carattere, le specificità e le condizioni del patrimonio esistente. Nello specifico la scheda di rilievo è strutturata in sezioni:

- Funzione e informazioni generali: riporta le informazioni generali dell'edificio quali, ad esempio, ubicazione, data di costruzione, costruttore (autocostruzione, impresa, governo, onlus), proprietà (privata, pubblica, congregazione, diocesi).
- Composizione planimetrica: focalizzata sulla composizione del sito e sulla conformazione dei corpi di fabbrica (singolo isolato, più corpi disposti a corte, edifici a L, ecc.).
- Dati quantitativi e dimensionali: ad esempio numero di edifici/capanne, dimensioni dei singoli edifici (numero di piani,

altezza, planimetria), suddivisioni interne, finestrate e, se possibile, costi realizzazione.

- Spazio aperto: in termini di recinzione (palizzate, rete, macuti, ecc.), di suolo (tipi di pavimentazione), di vegetazione (piantumazione, orto) e di attrezzature (arredi, ecc.).
- Servizi igienici e infrastrutture: la scheda restituisce, in maniera sintetica, un importante aspetto relativo alle condizioni abitative analizzando i servizi igienici e le infrastrutture specificando il sistema di relazione, i materiali e il tipo di scarico.
- Risorse: energetiche (rete elettrica, gas, petrolio, legna), idriche (canalizzazione esterna-interna, pozzo meccanico, artesiano), fognatura (canalizzazione, a cielo aperto).
- Materiali, tecniche costruttive e livello di degrado: l'edificio viene descritto attraverso gli elementi che lo costituiscono (strutture orizzontali e verticali, aperture e attrezzature). In

The Board of relief, together with the geometric survey, photographic and bio-climatic, the refund of the sizing and the definition of an abacus (constructive techniques, materials, equipment, etc.) represent an attempt to return the character, the specificity and the conditions of existing assets. Specifically the board of relief is structured in sections:

- Function and general information: contains general information of the building such as, for example, location, date of manufacture, the manufacturer (homebrewing, enterprise, government, Onlus), proproperties (private, public, the congregation, diocese).
- Planimetric Composition: focused on the composition of the site and on the conformation of the bodies of the factory (single isolated, more bodies arranged at court, buildings, etc.).

- Quantitative data and dimensional: for example Number of buildings/huts, size of individual buildings (number of plans, height, floor-plan), internal subdivisions, windows and, if possible, cost embodiment.
- Open space: in terms of the fence (Palisades, network, macuti, etc.), of its-lo (types of flooring), vegetazione (planting, ortho) and equipment (furnishings, etc.).
- Toilets and infrastructures: the card returns in a synthetic manner, an importante aspect concerning the housing conditions by analyzing the sanitary services and infrastructures by specifying the system report, the materials and the type of discharge. Resources: energy (mains electricity, gas, oil, wood), water (external pipe-internal mechanical drain, art-are), sewerage (pipe, under the open sky).

- Materials and construction techniques and the level of degradation: the building is described through the elements that constitute it (structures horizontal and vertical openings and equipment). In the latter an indication of the level of degradation tackles the state of preservation, the presence of surface deterioration and cracking at the absence of components (often lack of covers or fixtures). This aspect is of particular importance because the lack of culture of maintenance contributes, in most cases, a rapid disposal of the articles<sup>5</sup>.

The third phase involves the definition of a strategy of intervention for the study area through the elaboration of a method interdisciplinary design. The analysis and putting in mutual relationship of multidisciplinary tematicità described above allows you to outline

a synthetic framework of the criticalities and potential of the place (returned in suitable graphs and reports) and to formulate hypotheses demography and spatial solutions (expression of interdisciplinary operated).

This selection prelude and opens to the specific project definition, both to the scale of the masterplan that to that of individual buildings, and simultaneously allows a first verification of the methodological approach proposed.

The intervention strategy is furthermore completed by feasibility studies and promotion programs. The feasibility study is the document that "presents in an organic way the strategic objectives of an initiative of development or to develop real estate/territorial" (Mangiarotti, Sections 2014). It includes:

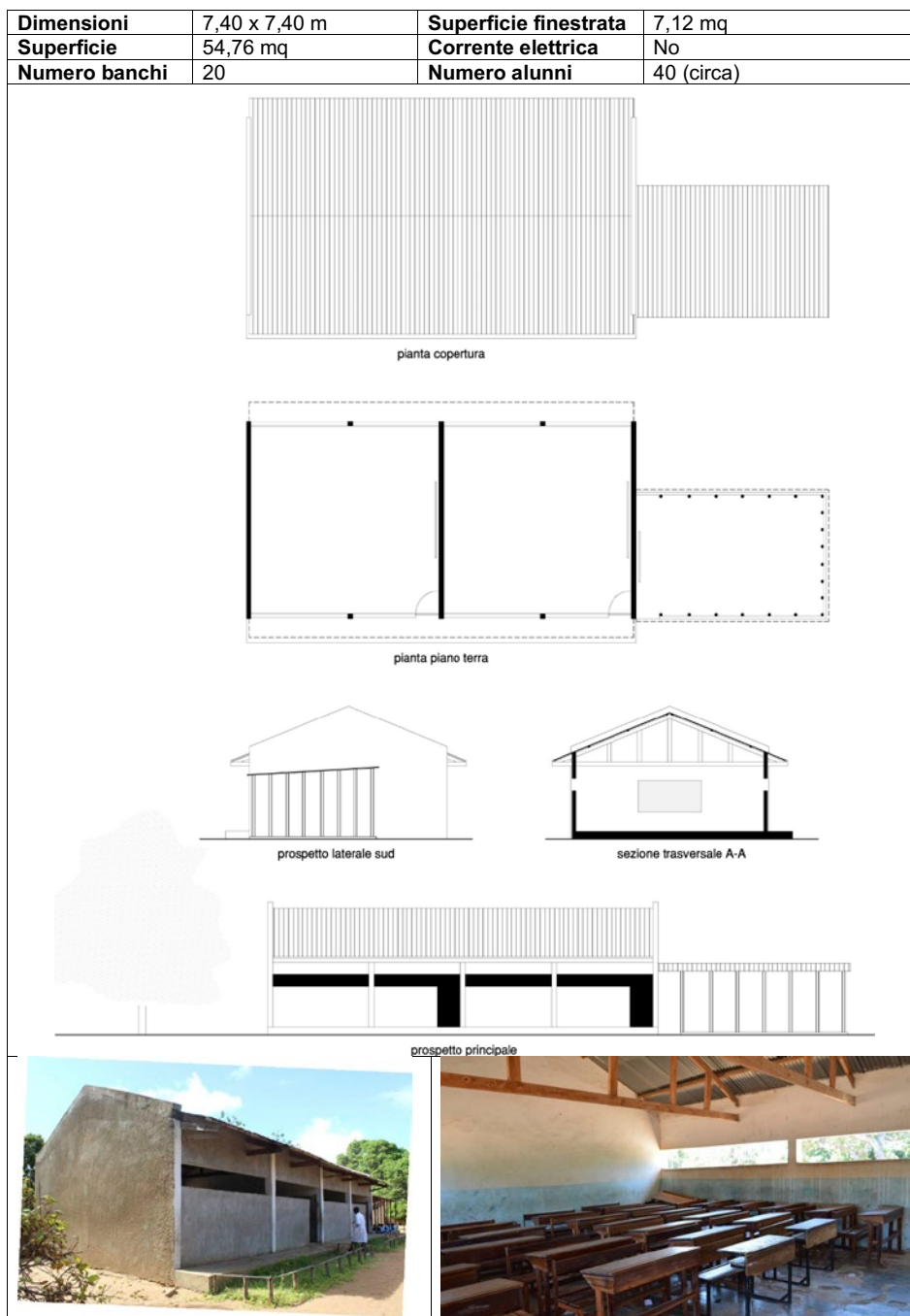
- study cases identifiable as benchmark for comparison and measuring the performance of the project;

Tab. 2 - Esempio parziale di restituzione dello stato di fatto, edificio con due aule al chiuso e una all'aperto, scala 1:200, elaborazione di Luca Favero  
*Partial example of return the state of fact, building with 2 classrooms indoors and one outdoor, scale 1:200, processing of Luca Favero*

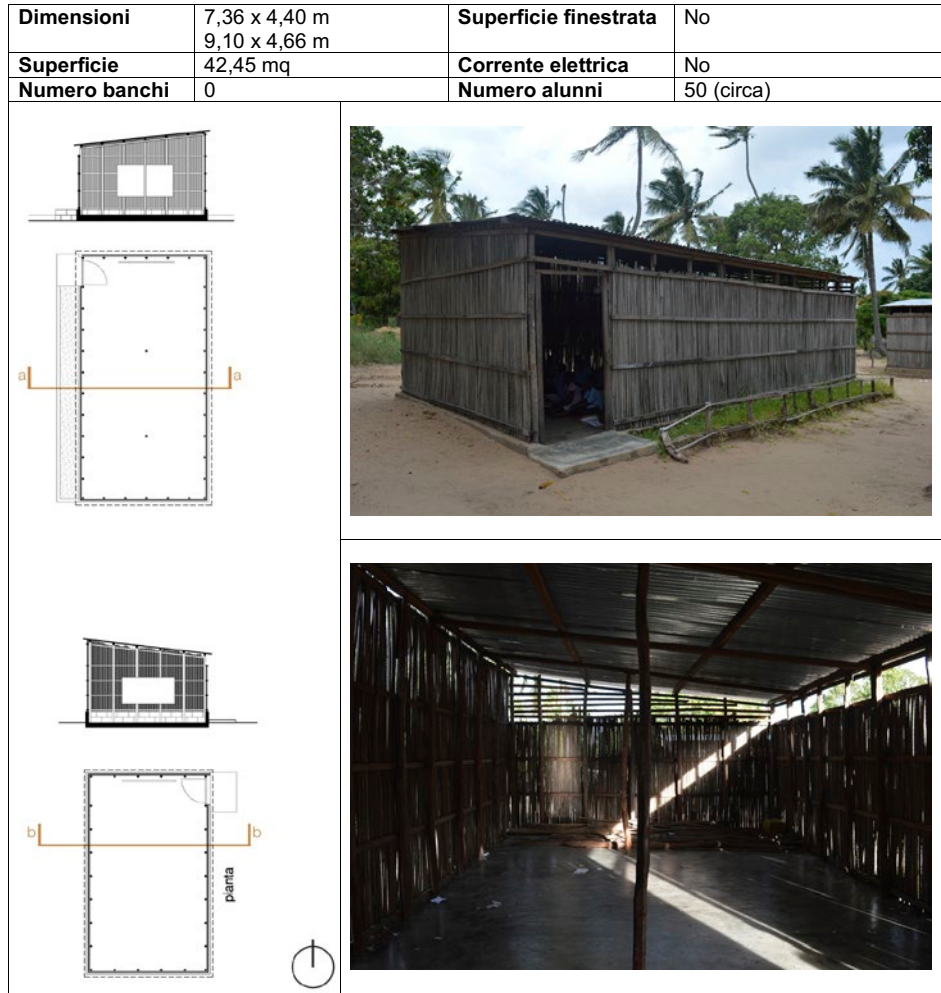
ultimo un'indicazione del livello di degrado affronta lo stato di conservazione, dalla presenza di degradi superficiali e fessurazioni all'assenza di componenti (spesso mancanza di coperture o infissi). Tale aspetto è di particolare importanza in quanto la mancanza di cultura della manutenzione concor-

re, nella maggior parte dei casi, a una rapida dismissione dei manufatti<sup>5</sup>.

La terza fase riguarda la definizione di una strategia d'intervento per l'area studio attraverso l'elaborazione di un metodo progettuale interdisciplinare. L'analisi e la messa in relazione reciproca



Tab. 3 - Esempio parziale di restituzione dello stato di fatto, edificio con un'aula, scala 1:200, elaborazione di Luca Faverio  
*Partial example of return the state of fact, building with a classroom, scale 1:200, processing of Luca Faverio*



- Strengths/opportunities and weakness/threats that characterize the project through the methodology of the SWOT Analysis<sup>6</sup>, borrowed from the financial world;
  - identification of modes of action more advantageous in terms of profitability of high and Best Use Analysis;
  - steps and subjects who will take part in the project (companies, designers, project manager, etc.);
  - the business plan of the project.
- The business plan is the main instrument of economic planning and financial project. Its principle is based on the analysis of the cash flows outgoing and incoming projected along an arc predetermined time that corresponds to the life cycle of the investment. Through

the business plan you can define the CapEx (Capital Expenditure) i.e. the forecast expenditure for the lifetime of the investment and the number of years needed to amortize the total investment supported (pay-back period) (Baiardi, 2010). Working for the objectives is made necessary the introduction of a model of monitoring of the activities carried out to evaluate the quality of the work carried out and the reachability or less objective. Concretely means to draw, by means of the identification of precise "in thou sayest, the results of the actions performed, to compare these results with the parameters of reference (benchmark) dictated by the market, from the previous exercises and by the reference target agreed with the

property, evaluating the departs minds (positive and/or negative) for possibly reschedule, correct or improve the "management plan" originating.

#### Expected results

The expected result is on the one hand, the definition of a masterplan outlining a precise plant settlements that can improve the conditions of the place, of the landscape and the system of open spaces and, on the other hand, the definition of a design of the individual buildings capable of improving relations between the internal space and the outside, the conditions of bio-climatic comfort and energy sustainability, with definition of the construction techniques. The expected results are the sharing of the methodology of project with local

actors and, thanks to the close collaboration with the local university, the training of teachers and students together with a growth of awareness of local communities. The Regia, in all its phases (conception, design, construction, Programming), is a decisive factor for the success of any initiative and is the essential prerequisite of a satisfactory management, including socio-economic, architectural heritage and of the territorial system in the course of the years. "Data" on the effectiveness of design will be evaluated through the use of quantitative indicators and qualitative parameters that are served to build methodologically the analysis and that, accordingly, are the founding track of the project.

delle tematicità multidisciplinari sopra descritte consente di delineare un quadro sintetico delle criticità e potenzialità del luogo (restituite in appositi elaborati grafici e report) e di formulare ipotesi insediative e soluzioni spaziali (espressione dell'interdisciplinarietà operata).

Tale selezione prelude e apre alla specifica definizione progettuale, sia alla scala del masterplan che a quella dei singoli edifici, e contemporaneamente consente una prima verifica dell'impostazione metodologica proposta.

La strategia d'intervento è inoltre completata da studi di fattibilità e da programmi di promozione. Lo studio fattibilità è il documento che «presenta in modo organico gli obiettivi strategici di un'iniziativa di sviluppo o di valorizzazione immobiliare/territoriale» (Mangiarotti e Tronconi 2014). Esso contempla:

- casi studio identificabili come *benchmark* per il confronto e la misurazione delle prestazioni del progetto;
- punti di forza/opportunità e di debolezza/minacce che caratterizzano il progetto attraverso la metodologia della Swot Analysis<sup>6</sup>, presa in prestito dal mondo finanziario;
- individuazione delle modalità di azione più vantaggiose in termini reddituali di *High and Best Use Analysis*;
- fasi e soggetti che prenderanno parte al progetto (imprese, progettisti, project manager, ecc.);
- business plan del progetto.

Il business plan è il principale strumento di pianificazione economica e finanziaria del progetto. Il suo principio si basa sull'analisi dei flussi di cassa in uscita ed in entrata proiettati lungo un arco temporale predeterminato che corrisponde al ciclo di vita dell'investimento. Tramite il business plan si possono definire il CapEx (Capital Expenditure) ovvero la previsione di spesa per

Take this logic however involves the effort to be able to associate the main characteristics (uniqueness, physicality and immobility) of immovable property to the elements of the mathematical type and financial.

The immovable property is first and foremost a physical asset, strictly correlated with its context and presents the characteristics of uniqueness that make it difficult to comparable with other real estate without the use of parameters for approval.

Some aspects are verifiable through the use of indicators of quantitative type commonly used such as dimensional indicators (metric for surfaces and volumes), Environmental (Predicted Medium Vote for the thermal comfort), energy (kWh for consumption levels) and economic (monetary for costs and annuities). These elements find their potential for verification through:

diagrams and charts of comparison between the state of fact and project.

Take this logic however involves the effort to be able to associate the main characteristics (uniqueness, physicality and immobility) of immovable property to the elements of the mathematical type and financial.

The immovable property is first and foremost a physical asset, strictly correlated with its context and presents the characteristics of uniqueness that make it difficult to comparable with other real estate without the use of parameters for approval.

Some aspects are verifiable through the use of indicators of quantitative type commonly used such as dimensional indicators (metric for surfaces and volumes), Environmental (Predicted Medium Vote for the thermal comfort), energy (kWh for consumption levels) and economic (monetary for costs

l'arco di vita dell'investimento e il numero di anni necessari ad ammortizzare l'investimento complessivo sostenuto (*Pay Back period*) (Baiardi, 2010).

Lavorando per obiettivi si è resa necessaria l'introduzione di un modello di monitoraggio delle attività svolte, per valutare la qualità del lavoro effettuato e la raggiungibilità o meno dell'obiettivo prefissato. Concretamente significa tracciare, tramite l'identificazione di precisi "indici", i risultati delle azioni compiute, confrontare questi risultati con i parametri di riferimento (*benchmark*) dettati dal mercato, dai precedenti esercizi e dal target di riferimento concordato con la proprietà, valutandone gli scostamenti (positivi e/o negativi) per eventualmente ripianificare, correggere o migliorare il "*management plan*" originario.

## Risultati attesi

Il risultato atteso è da un lato la definizione di un masterplan che delinea un preciso impianto insediativo che possa migliorare le condizioni del luogo, del paesaggio e il sistema degli spazi aperti e, dall'altro, la definizione di un progetto dei singoli edifici capace di migliorare le relazioni tra le spazialità interne e l'esterno, le condizioni di comfort bioclimatico e di sostenibilità energetica, con definizione delle tecniche costruttive.

I risultati attesi sono la condivisione della metodologia di progetto con gli attori locali e, grazie alla stretta collaborazione con il sistema universitario locale, la formazione dei docenti e studenti insieme a una crescita di consapevolezza delle comunità locali. La regia, in tutte le sue fasi (ideazione, progettazione, costruzione, programmazione), è determinante per il successo di ogni iniziativa ed è il presupposto fondamentale di una soddisfacente gestione, anche socio-economico, del patrimonio edilizio e del

and annuities). These elements find their potential for verification through: diagrams and charts of comparison between the state of fact and project.

With regard to the indicators used for the impact on the physical condition, we will entrust to conventional measures of urban transformation and, in particular, the verification of the increase: of usable surface for collective activities and sociality; the surface recovered in the historical heritage and its relative exploitation; the reception capacity (number of persons that can be hosted in the structures); service activities for children (number of children that can be accepted, increase the useful surface for child).

The economic feasibility of the project will be evaluated through indicators such as, for example: VAN (Net Present Value) i.e. discounting of all positive and negative cash flows that charac-

terize the project, IRR (internal rate of return) of the project useful to compare the assumptions of project alternatives) and periods of repayment of the investment (pay-back period).

The methodology has requested the definition of phases of investigation is at levels of delineation of system socio-environmental issues that cataloguing through relevant actions and composition of the cognitive Abaco.

The activities has allowed us to begin a process of analysis of the types of settlement existing with explanation of performance variation detected in the stage before the rear and the occurrence of the typical tropical cyclone<sup>7</sup> (Fig. 2. During the visit it was wanted to check the status to be, the performance and the degree of compliance of the traditional structures to the climatic conditions of the reference context.

sistema territoriale nel corso degli anni.

I “dati” sull'efficacia progettuale saranno valutati attraverso l'uso di indicatori quantitativi e di parametri qualitativi che sono serviti a costruire metodologicamente l'analisi e che, di conseguenza, sono la traccia fondante del progetto.

Adottare questa logica comporta però lo sforzo di riuscire ad associare le caratteristiche principali (unicità, fisicità e immobilità) dei beni immobili a elementi di tipo matematico e finanziario.

Il bene immobile è innanzitutto un bene fisico, strettamente correlato al suo contesto e presenta le caratteristiche di unicità che lo rendono difficilmente confrontabile con altri immobili senza l'utilizzo di parametri di omologazione.

Alcuni aspetti sono verificabili attraverso l'uso di indicatori di tipo quantitativo usati comunemente quali, ad esempio, indicatori dimensionali (metrici per superfici e volumetrie), ambientali (*Predicted Medium Vote* per il comfort termico), energetici (kWh per i livelli di consumo) ed economici (monetari per costi e rendite). Tali elementi trovano le loro potenzialità di verifica attraverso schemi e grafici di confronto tra stato di fatto e di progetto. Quanto agli indicatori utilizzati per l'impatto sull'assetto fisico, ci si affiderà a misure convenzionali delle trasformazioni urbane e, in particolare, alla verifica dell'incremento: della superficie utilizzabile per attività collettive e di socialità; della superficie recuperata nel patrimonio storico e sua relativa valorizzazione; delle capacità ricettive (numero di persone ospitabili nelle strutture); delle attività di servizio all'infanzia (numero dei bambini che possono essere accolti, aumento di superficie utile per bambino). La fattibilità economica del progetto potrà essere valutata attraverso indicatori quali, ad esempio: VAN (Valore Attuale Netto) ossia l'attualizzazione di tutti i flussi di cassa positivi e negativi che

caratterizzeranno il progetto, TIR (Tasso Interno di Rendimento) del progetto utile per confrontare ipotesi di progetto alternative) e periodi di rimborso dell'investimento (*Pay Back period*).

La metodologia di svolgimento ha richiesto la definizione delle fasi di indagine sia a livelli di delineazione del sistema socio-ambientale che di schedatura tramite azioni di rilievo e composizione dell'abaco conoscitivo.

L'attività svolta in loco ha permesso di avviare un processo di analisi delle tipologie insediative esistenti con esplicitazione della variazione delle prestazioni rilevate in fase antecedente e posteriore al manifestarsi del tipico ciclone tropicale<sup>7</sup> (Fig. 2). Durante il sopralluogo si è voluto verificare lo stato in essere, le prestazioni e il grado di rispondenza delle strutture tradizionali alle condizioni climatiche del contesto di riferimento.

La schedatura delle diverse tipologie costruttive con identificazione dei parametri identificativi e del comportamento in relazione al fenomeno dannoso vuole offrire spunti utili all'elaborazione di azioni preventive di mitigazione del rischio, e successive di ripristino delle funzionalità.

#### NOTE

1. Secondo l'UNFCCC, il «cambiamento del clima è causato direttamente o indirettamente dall'attività umana, alterando la composizione dell'atmosfera globale» (UN, United Nations Framework Convention on Climate Change 1992).
2. Definizione di resilienza: «the capacity of a system to absorb disturbance and reorganize while undergoing change so as to still retain essentially the same function, structure, identity, and feedbacks» (Walker et al., 2004).
3. Gruppo di lavoro del Politecnico di Milano: Liala Baiardi, Michele Ugolini, Valentina Dessi, Rossana Gabaglio, Laura Montedoro, Lorenza Petrini,

The cataloguing of the various constructive types with identification of the parameters identifying and behavior in relation to harmful phenomenon wants to offer useful ideas in the elaboration of preventive actions to mitigate risk, and later to restore capabilities.

#### NOTES

1. According to UNFCCC, climate change, is attributed directly or indirectly to human activity, that modifies composition of global atmosphere (UN, United Nations Framework Convention on Climate Change 1992).
2. Definition of resilience: «the capacity of a system to absorb disturbance and reorganize while undergoing change so as to still retain essentially the same function, structure, identity, and feedbacks» (Walker et al., 2004).
3. Working Group of the Politecnico di Milano: Liala Baiardi, Michele Ugolini,

Valentina Dessi, Rossana Gabaglio, Laura Montedoro Lorenza Petrini, Stefania Varvaro, Luca Faverio, Filippo Ganassini. Project partners: Universidade Pedagógica de Moçambique, Delegação de Maxixe-UniSaF.

4. “Polisocial Award” is a competition funded by the Politecnico di Milano, which favors the development of scientific research with high social impact.
5. To masonry structures the population prefers rudimentary structures that do not exhibit the characteristics of durability but do not require any special maintenance activities and after short periods can be quickly rebuilt with materials easily recoverable in loco.
6. SWOT analysis, acronym of strenght Weakness, Opportunities, Threats.
7. The tropical cyclone Dineo (the equivalent of a hurricane of category 1 in the Saffir-Simpson scale) hit the area

of Maxixe, during the steps of experimentation ricognitiva and cataloguing in loco. You are verified wind gusts of up to 180 km/h and rains above 150 mm in 24 hours. The wave generated by the cyclone has touched the 3 meters in the Bay of Inhambane.



02 | Effetti del ciclone Dineo. Le scarse tecnologie costruttive e la mancanza di manutenzione programmata hanno causato il cedimento delle strutture sotto la sollecitazione del vento, foto di L. Baiardi

*Effects of the cyclone Dineo. The scarce construction technologies and the lack of scheduled maintenance have caused the collapse of the structures under the stress of the wind, photos of L. Baiardi*

Stefania Varvaro, Luca Favero, Filippo Ganassini. Partner di progetto: Universidade Pedagógica de Moçambique, Delegação de Maxixe-UniSaF.

4. “Polisocial Award” è una competizione finanziata dal Politecnico di Milano che favorisce lo sviluppo della ricerca scientifica ad alto impatto sociale.

5. Alle strutture in muratura la popolazione preferisce strutture rudimentali che non presentano caratteristiche di durabilità ma non richiedono particolari attività manutentive e dopo brevi periodi possono essere velocemente ricostruite con materiali facilmente recuperabili in loco.

6. Swot Analysis, acronimo di Strength (forza), Weakness (debolezza), Opportunities (opportunità), Threats (minacce).

7. Il ciclone tropicale Dineo (l'equivalente di un uragano di categoria 1 nella scala Saffir-Simpson) ha colpito l'area di Maxixe, durante le fasi di sperimentazione ricognitiva e schedatura in loco. Si sono verificate raffiche di vento fino a 180 km/h e piogge superiori a 150 mm nelle 24 ore. L'onda generata dal ciclone ha toccato i 3 metri nella Baia di Inhambane.

## REFERENCES

Adger, W.N. (2003), “Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change”, *Economic Geography*, Vol. 79, No. 4, pp. 387-404.

Angelucci, F., Di Sivo, M. and Ladiana, D. (2014), “Between the river and the city. resilience VS vulnerability in settlement systems of fluvial environment”, *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, No. 7, pp. 94-100.

Baiani, S. and Valitutti, A. (2013), “Land and built environment resilience. Strategies and operational tools for prevention, mitigation and adaptation of fragile and sensitive contexts”, *Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment*, No. 5, pp. 95-100.

Baiardi, L. (2010), “La valorizzazione e il concetto di redditività degli immobili”, in Tronconi, O. and Baiardi, L., *Valutazione, valorizzazione e sviluppo immobiliare*, Maggioli editore, Milano, pp. 61-102.

Dessi, V. (2012), “Materiali e configurazioni per la mitigazione termica”, *Al-*

*manacco dell'architetto, Costruire l'architettura*, Vol. 2, Proctor Spa, Bologna.

Education Strategic Plan (2012-2016), *Let's learn! Building Competencies for Mozambique in Development*. Ministry of Education, Maputo, MOC.

Guedes, M. C. (2011), *Arquitetura sustentável em Moçambique. Manual de boas práticas*, Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP), Lisboa, PT.

Mastaler, J.S. (2011), “A Case Study on Climate Change and Its Effects on the Global Poor”, *Worldviews*, No. 15, pp. 65-87.

Molnar, J.J. (2010), “Climate Change and Societal Response: Livelihoods, Communities, and the Environment”, *Rural Sociology*, Vol. 75, No. 1, pp. 1-16.

Monti, A. and Romano, M. G. (2010), “Studi di fattibilità di progetti complessi”, in Mangiarotti, A. and Tronconi, O. (2010), *Il progetto di fattibilità. Analisi tecnico-economica e sistemi costruttivi*, McGraw-Hill, Milano, pp. 39-50.

Nelson, D.R. and Finan T.J. (2009), “Praying for Drought: Persistent Vulnerability and the Politics of Patronage in Ceará, Northeast Brazil”, *American Anthropologist*, Vol. 111, No. 3, pp. 302-316.

Oluoko-Odingo, A.A. (2011), “Vulnerability and Adaptation to Food Insecurity and Poverty in Kenya”, *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 101, No. 1, pp. 1-20.

Rigillo, M. (2011), “Vulnerabilità e resilienza dell'ambiente urbano”, EWT/ Eco Web Town, *Magazine of Sustainable Design*.

Tanner, T. and Mitchell T. (2008), “Introduction: Building the Case for Pro-Poor Adaptation”, *IDS Bulletin*, Vol. 39, No. 4, pp. 1-5.

Tostões, A. (2010), *Modern Architecture in Africa: Angola and Mozambique*, Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Lisboa, PT.

Vo, C.S. (2015), “Vulnerability and resiliency: How climate disasters activate latent social assets”, *International Social Work*, Vol. 58, No. 3, pp. 421-434.

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. and Kilzig, A. (2004), “Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems”, *Ecology and Society*, Vol.9, No.





Daniela Besana, Alessandro Greco, Marco Morandotti,  
Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Pavia, Italia

daniela.besana@unipv.it  
alessandro.greco@unipv.it  
marco.morandotti@unipv.it

**Abstract.** Il contributo analizza gli aspetti connessi al concetto di resilienza, quale premessa indispensabile per un consapevole intervento di riuso, conservazione e valorizzazione. Il costruito viene analizzato in relazione a tre principali fattori: il contesto ambientale di riferimento, la sua conoscenza e le esigenze dell'utenza. Relativamente a ciascuno di questi, il saggio propone una prima interpretazione metodologica, atta a definire alcuni indicatori sintetici attraverso cui valutare il grado di accessibilità, trasformabilità e adattabilità dell'esistente, per il suo riuso sostenibile. L'obiettivo è fornire, una previsione degli impatti trasformativi che il progetto potrebbe innescare sul contenitore edilizio.

**Parole Chiave:** patrimonio, riuso, conoscenza, valorizzazione, sostenibilità.

**Scenario di riferimento** Sempre più frequentemente la resilienza si connota come imprescindibile nel contesto dello sviluppo sociale, ecologico e urbano sostenibile. La capacità di un territorio, di una città o di un sistema complesso di adattarsi e di reagire positivamente alle trasformazioni del contesto, ovvero anche «*the capacity to lead to a continued existence by incorporating change*» (Folke, Colding e Berkes, 2003), viene infatti riconosciuto come uno dei valori primari in una prospettiva evolutiva sostenibile.

In generale la resilienza<sup>1</sup> viene intesa come la capacità di un sistema complesso di modificarsi in risposta all'azione di una forza perturbatrice, raggiungendo un nuovo stato di equilibrio. In ambito ecologico e ecosistemico, viene definita come «*capacità dei sistemi di riorganizzarsi (evolvendosi) a seguito di fenomeni di stress*» (Colucci, 2012). In ambito urbanistico, città più resilienti consentono di interpretare correttamente i mutamenti sistemici in atto per individuare possibili strategie di adattamento. In ambito edilizio, l'incremento di resilienza del patrimonio costruito viene sviluppato nella gestione del rischio (Jigyasu et al., 2013), antropico e naturale, in relazione ad eventi calamitosi. Una spe-

cifica declinazione è poi relativa alla riduzione della vulnerabilità sismica delle strutture esistenti, con particolare riferimento a quelle storiche.

Nel caso specifico del patrimonio costruito storico e della sua valorizzazione sostenibile, il concetto di resilienza verrà inteso nella accezione di trasformazione tollerabile che un generico sistema edilizio esistente può subire senza che gli impatti da questa derivanti sui suoi sistemi costitutivi generino effetti trasformativi non desiderabili. Ciò comporta che il sistema-edificio possa adattarsi ad accogliere le trasformazioni derivanti da nuovi usi, o da aggiornamenti prestazionali e normativi su funzioni precedenti, conservando la sua riconoscibilità identitaria e un grado di funzionalità adeguato ai nuovi usi e rispettoso delle valenze storiche del bene stesso.

Il concetto di resilienza risulta connesso con l'approccio teorico e metodologico del riuso sostenibile del patrimonio storico, e più in generale con quello della valorizzazione. Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio inquadra il tema della valorizzazione saldandola alla necessità di verificarne la compatibilità con le istanze della conservazione. Sostenendo che «La valorizzazione è attuata in forme compatibili con la tutela e tali da non pregiudicare le esigenze»<sup>2</sup>, il Codice individua il perimetro di intervento sull'esistente, sottomettendo le strategie di valorizzazione alle imprescindibili esigenze di conservazione. Proprio nella definizione di un livello «compatibile» di trasformazione, si ravvisa un possibile punto di raccordo tra i paradigmi della valorizzazione sostenibile e della resilienza residua del patrimonio.

## Resilience and sustainability for the reuse of cultural heritage

**Abstract.** The contribution analyses the themes related to the concept of resilience, as an indispensable premise for a conscious intervention of reuse, conservation and enhancement. The cultural heritage is analysed in relation to three main factors: the environmental context, its knowledge and the users' needs. The essay proposes a first methodological interpretation, apt to define some synthetic indicators through which evaluate the degree of accessibility, transformability and adaptability of the heritage, for its sustainable reuse. The principle goal is to provide a forecast of the transformative impacts that the project could trigger on the architectural heritage.

**Keywords:** heritage, reuse, knowledge, improvement, sustainability.

**Context overview**  
Resilience even more frequently is recognised as one of the key topic

within social, ecological and urban sustainable development. The attitude of a territory, a city, or a complex organized system to adapt and to respond positively to the changes and demands of the context, or «the capacity to lead to a continued existence by incorporating change» (Folke, Colding and Berkes, 2003), is recognized as one of the primary values in a sustainable evolutionary perspective.

Resilience<sup>1</sup> is generally understood as the capacity of a complex system to change in response to the action of a disturbing force, reaching a new state of equilibrium albeit. In the ecological and ecosystemic field in particular, resilience is defined as the «capacity of systems to reorganize themselves (and evolve) as a consequence of stress phenomena» (Colucci, 2012). In the context of urban studies, resilience cities are able to understand the systemic

changes currently taking place to identify possible adaptation strategies. Within the field of civil engineering, the increased resilience in cultural heritage is mainly developed in relation to anthropogenic and natural risk management procedures (Jigyasu et al., 2013), pertaining to calamitous events. A specific declination is then that of the application of the concept of resilience (in its true mechanical meaning) to the issue of reducing the seismic vulnerability of existing structures, with particular reference to historical ones. In the specific case of historic cultural heritage, resilience will be defined as the tolerable transformation that a generic existing building system can undergo without the impact that it has on its constituent systems generating undesirable transformative effects. This would otherwise irreparably compromise its consistency and semantic coherence, if not its physical existence.

## Metodo di valutazione proposto

Si tenta di coniugare l'approccio metaprogettuale/prestazionale con i principi del *resilient thinking*, applicato al patrimonio costruito storico, in una prospettiva *life cycle oriented*.

Il metodo proposto affronta la questione della compatibilità funzionale e della riduzione di impatto tra nuove funzioni e contenitori edilizi esistenti anche in relazione all'intorno urbano, nella prospettiva della sua rigenerazione sostenibile, con l'obiettivo di individuare soglie di trasformazione che siano compatibili con le soglie di resilienza del contenitore stesso, ovvero tali da non comprometterne in modo irreversibile la consistenza materica e documentale e la salvaguardia dei suoi valori culturali identitari. Una simile azione di *assessment* metaprogettuale è funzionale a ridurre l'eventualità di collocare forzatamente in un organismo edilizio esistente attività la cui realizzazione, pur congruente con il quadro esigenziale definito e coi dettati normativi vigenti, potrebbe arrivare a rendere necessarie drastiche compromissioni della integrità materica, tipologica o tecnologica della preesistenza.

Il costruito viene analizzato in relazione a tre principali fattori: il contesto ambientale di riferimento, la conoscenza della fabbrica e le esigenze dell'utenza. Il contesto ambientale è inteso come l'ambito fisico e materiale, ma anche sociale e culturale, che può suggerire nuovi scenari di lettura e di uso del costruito. Per conoscenza del costruito si intende la valutazione delle caratteristiche intrinseche e di obsolescenza tecnica, funzionale e prestazionale, in grado di evidenziare le prestazioni residue in relazione anche ai vincoli relativi ad una ipotetica trasformazione d'uso. L'insorgere di un variato quadro esigenziale impone,

On the opposite, if resilience will be assessed since the beginning of the decision process as a key factor, the building system would adapt and accommodate changes arising from new uses, or from performance and regulatory updates to previous uses while maintaining its recognizable identity and - of course - a degree of functionality that is appropriate to new uses and respectful of the historic value of the asset. In this perspective, the concept of resilience is intrinsically linked to the theoretical and methodological approach of the sustainable re-use of historic building heritage and, more generally, with that of the valorisation of cultural heritage. The Italian *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio* places the issue of enhancing cultural heritage in context by linking it to the need to verify compatibility with conservation. Claiming that «Valorisation is implemented in forms that are compatible with protection

and that do not jeopardize its requirements»<sup>2</sup>, the *Codice* identifies the perimeter of any intervention, subjecting valorisation strategies to the inevitable needs of conservation. Precisely in the definition of a compatible level of transformation, it can be recognized a possible connection between the paradigms of sustainable valorisation and the residual resilience of heritage assets.

### Evaluation method proposed

The reflection presented attempts to combine the meta-design/performance approach with the principles of *resilient thinking*, applied to historical cultural heritage in a life cycle-oriented perspective.

It addresses the issue of functional compatibility and the reduction of impact between new functions and existing building, also in relation to the urban environment for its sustainable regeneration. It is therefore to identify

infatti, la valutazione anticipata del grado di trasformabilità del costruito e della sua capacità di rigenerarsi ma diventa anche occasione per adeguare e migliorare le prestazioni d'uso dell'edificato (Fig. 1).

### Il contesto ambientale

Il patrimonio edificato, non solo quello caratterizzato da un elevato valore storico culturale ma anche alcuni comparti di edilizia residenziale e produttiva, richiede a volte interventi di riqualificazione e rifunzionalizzazione per rispondere al quadro esigenziale contemporaneo, per i quali può essere opportuno avviare processi di rigenerazione urbana capaci di ridefinire il complesso sistema relazionale che interessa le risorse disponibili ed anche il loro impiego razionale ed efficiente (Losasso, 2015) orientandosi verso soluzioni capaci di migliorare davvero la città.

Un progetto di riuso sostenibile si ritiene non possa prescindere dalla ricerca di soluzioni che, anche per l'intorno dell'oggetto dell'intervento, prevedano interventi capaci di offrire tanto una riconoscibilità identitaria quanto un grado di funzionalità adeguato. L'inserimento di un museo in un edificio storico, non dovrebbe prescindere da uno studio concernente l'accessibilità, in primo luogo all'edificio e poi all'interno del fabbricato; tale studio si fonda sul programma funzionale e culturale del Museo nel medio periodo, della possibile utenza (sia in termini quantitativi che qualitativi), delle interconnessioni con altri servizi culturali. Appare evidente, da questo semplice esempio, come la ricerca intenda approcciare anche la scelta della funzione da insediare, secondo un'analisi di compatibilità con il contesto urbano, tipico di quelle azioni di rigenerazione urbana che consentono di superare alcune criticità della città contemporanea.

thresholds of transformation that are compatible with the thresholds of resilience of the existing building, so as not to affect irreversibly material and documentary consistency and the preservation of its identity and cultural values.

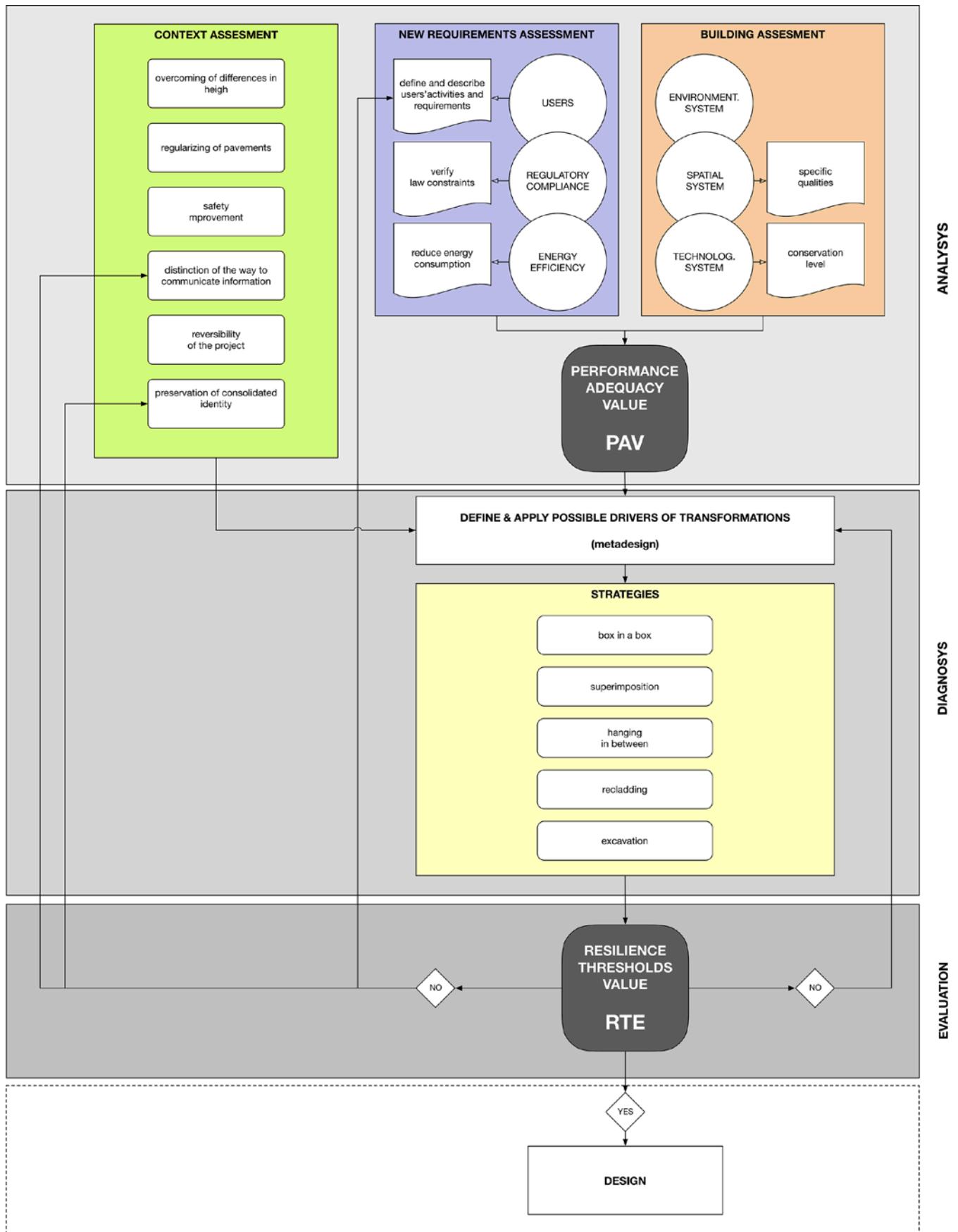
The aim of this meta-design assessment is to prevent the forced placement of inadequate functions in an existing building. Failing this, a design solution albeit one congruent with the new framework of needs and with current regulatory dictates, could generate drastic compromises of material, typological, or pre-existing technological integrity.

The existing cultural heritage is analysed in relation to three main factors: the environmental context, the knowledge process and the needs of users. The environmental context is understood as physical and material, but also social and cultural, which can

suggest new scenarios of reading and new use. For knowledge of the building is meant the assessment of the intrinsic characteristics and technical, functional and performance obsolescence, able to highlight the residual performance in relation also to the constraints related to a hypothetical transformation of use. The emergence of a varied user's needs imposes, in fact, the early assessment of the degree of transformability of the building and its ability to regenerate itself but also it becomes an opportunity to adapt and to improve the use of the buildings and its management and maintenance over time (Fig. 1).

### The environmental context

The Building Heritage, not only the one characterized by a high historical cultural value but also some housing and factories, sometimes needs re-functioning and restoration projects to answer to the contemporary demand;



Da questo punto di vista, il termine “resilienza” è da intendersi come una trasformazione tollerabile dell’ambiente, finalizzata a garantire l’accessibilità e la fruibilità in sicurezza ed autonomia dell’intorno; si tratta di una “trasformazione” che si relaziona con il progetto sull’edificio, diventando parte integrante per garantire omogeneità di immagine e coerenza formale e costruttiva.

L’intervento di riuso e riqualificazione si ritiene debba essere preceduto da una fase di analisi dell’intorno teso a verificare il livello di accessibilità; una volta individuate le criticità, si potranno proporre soluzioni progettuali inclusive, secondo un approccio uniforme e coerente con quello utilizzato nel progetto sull’edificio. Il metodo qui presentato mira dunque alla verifica delle soluzioni progettuali proposte rispetto ad una check-list composta da 6 indicatori attraverso i quali misurarne l’impatto, ricercando quelle capaci di sfruttare e valorizzare le potenzialità esistenti, producendo una implementazione della fruibilità, sicurezza e, se possibile, anche di adattabilità per il futuro, senza compromettere il bene.

Le ricerche elaborate negli ultimi anni (Greco, 2015) hanno portato a individuare i seguenti indicatori:

- superamento dei dislivelli, da intendersi come la possibilità di spostarsi tra le diverse quote di calpestio senza trovare ostacoli che non sia superabili tramite rampa o ausilio meccanico;
- omogeneizzazione e regolarizzazione delle pavimentazioni, per garantire le migliori condizioni di movimento al maggior numero di utenti;
- incremento della sicurezza, limitando quelle situazioni di incertezza che possono determinare pericoli o rischi di incidenti;
- differenziazione dei modi di comunicazione delle informazioni, per facilitare la comprensione dello spazio, la sua articola-

in this case it is possible to power up regenerating urban processes that are able to re-define the complex relational system that involves available resources and also their balanced and efficient use (Losasso, 2015) directed to solutions that can really improve the town. A reusing sustainable project cannot disregard from the research of design solutions that have to image interventions that offer both a recognizable identity and an adequate level of functionality also for the neighbourhood of the building.

To set up a Museum in an historical building, would not exclude a study about the accessibility, first of all to the building and then inside the building; this study has to be established on a functional and cultural programme of the Museum at medium term, of the potential users (both quantitative and qualitative basis), of the interconnection with the others cultural services.

It is clear, by this simple example, that the research wants to approach also the choice of the function that has to be set up, through an analysis of the compatibility with the urban context, traditional in the urban regeneration that permit to overcome some problems in the contemporary town.

The word “resilience” has to be understood as an admissible transformation of the environment, whose goal is to guarantee the safety and independent accessibility and usability; it is a transformation that cannot be self-determining from the project of the building, but has to be part of it to assurance an homogeneous image and a formal and constructive coherence, following an holistic project.

The reusing and redevelopment project has to be forerun from an analysis of the context, focused on the level of the accessibility; then, knowing the critical situation, it is possible to offer inclusive

- reversibilità dell’intervento, assicurando la possibilità di tornare alla configurazione originaria nel caso sia necessario;
- conservazione dell’immagine e dei valori identitari consolidati, per favorire il senso di appartenenza del bene alla società che ne fruisce.

Per ciascun indicatore si propone una scala di valutazione che va da 0 (assente) a 5 (ottimo), che dipende dalle scelte progettuali che vengono compiute. La somma del punteggio dei diversi indicatori per ciascuna soluzione progettuale determina la misura dell’impatto della soluzione sul contesto: tanto più elevato sarà il punteggio tanto più positiva è la soluzione, ovvero il suo impatto sul contesto è da ritenersi minimo.

#### *Il quadro esigenziale*

Scendendo alla scala dell’edificio, il metodo si sviluppa secondo la sequenza analisi/diagnosi/valutazione. Lo schema generale del processo prevede l’introduzione di uno strumento di valutazione delle prestazioni dell’edificio (“Performance Adequacy and Vulnerability” - PAV) e di uno relativo alla misurazione dell’impatto della trasformazione attesa sull’edificio rispetto alle sue soglie di resilienza (“Resilience Threshold Evaluation” - RTE). Il primo viene applicato al termine della fase di analisi mentre il secondo nella vera e propria fase di valutazione. Ciascuno è caratterizzato da un indicatore sintetico di risultato.

La fase di analisi si struttura come una analisi matriciale articolata in quattro macro indicatori di sintesi: la fruibilità, declinata come dimensionale, distributiva e di integrabilità impiantistica; il benessere, rispettivamente termico, visivo e acustico; la sicurezza, sia strutturale, in termini di vulnerabilità sismica, sia ri-

solutions following the unvarying and coherent approach used for the building. The here described method has the aim to verify the design solutions through a check-list made of 6 indicators that measure their effect, searching the ones able to take advantage of the existing potentialities, improving the usability, the safety and, where it is possible, also the adaptability for the future, without threaten the building. The researches developed during the last 10 years (Greco, 2015) have defined these following indicators:

- the overcoming of the differences in height, that has to be interpreted as the chance to move between the different levels without finding obstacles that cannot be overcome with a ramp or a mechanical aid;
- the regularizing and making uniform the pavements, to guarantee the best conditions of moving to the users;

- the improving the safety, restricting the undefined situation that can be dangerous or create accidents;
- the distinction of the way to communicate information, to make easy the comprehension of the space, its functional organization and the right directions;
- the reversibility of the project, ensuring the chance to come back to the original configuration, if it is necessary;
- the preservation of the image and the consolidated identity, to support the feeling of belonging to the society using the building.

For each indicator there is an evaluation range from 0 (missing) to 5 (excellent) that depends from the design choices. The sum of the score of each indicator defines the measure of the effect on the context: more high is the score, better is the solution and minimum its effect.

spetto alle tematiche della sicurezza antincendio; infine l'accessibilità. Ciascuna di queste esigenze è oggetto di una valutazione che prevede l'assegnazione di un punteggio sulla base di specifici *range* di valutazione di parametri quantitativi, nonché dei valori soglia, rispetto ai quali associare allo specifico valore raggiunto, un corrispondente livello di risposta, articolato su quattro possibili fasce: assente (valore = 0), scarso (valore = 1), accettabile (valore = 2), buono (valore = 3).

La valutazione media aritmetica non pesata di ciascun sottoparametro e parametro della matrice determina la valutazione sintetica di ciascuna esigenza, e si può tradurre in un grafico che esprime la misura della possibile rispondenza dell'edificio agli usi attesi. Maggiore è il valore di un indicatore, più alta è la capacità attesa del sistema di rispondere in modo adeguato alle sollecitazioni d'uso derivanti dalla trasformazione stessa e quindi, naturalmente, minore dovrebbe risultare la necessità trasformativa indotta dall'azione progettuale (Fig. 2).

#### *Il processo di conoscenza*

La fase di analisi, permette di mettere in relazione una grande quantità di informazioni ascrivibili a due categorie differenti: da un lato i vincoli derivati dalla lettura del grado di obsolescenza e di criticità prestazionali della fabbrica unita alle verifiche normative e dall'altro la definizione degli obiettivi prestazionali a cui tendere per soddisfare il quadro esigenziale. Questo si traduce in una matrice in grado di generare una serie di temi di intervento che possono essere sviluppati dalle diverse scelte di progetto, analizzando contemporaneamente i dati all'interno di un sistema che incrocia diversi temi di progetto con gli obiettivi della strategia d'intervento ipotizzata, e i vincoli posti dalle diverse veri-

#### *The user's needs*

Focusing on the building itself, the method develops according to the analysis/diagnosis/ evaluation sequence. The general scheme of the process involves the introduction of a building performance assessment tool (*Performance Adequacy and Vulnerability - PAV*) and another related to the impact measurement of the expected transformation on the building compared to its resilience thresholds (Resilience Threshold Evaluation " - RTE). The first one is applied at the end of the analysis phase, while the second one during the evaluation phase. A synthetic result indicator characterizes each one.

The analysis phase is structured as a matrix analysis articulated in four macro-indicators of synthesis: the usability, declined as dimensional, distributive and of system plants integration; thermal, visual and acoustic comfort; fire and structural safety, in terms of seismic vul-

nerability; finally accessibility. Each of these needs is subject to an assessment that provides for the assignment of a score based on specific evaluation *ranges* of quantitative parameters, as well as the threshold values, with regards to associate to the specific value achieved, a corresponding level of response, articulated on four possible bands: absent (value = 0), poor (value = 1), acceptable (value = 2), good (value = 3).

The unweighted arithmetic average evaluation of each sub-parameter and parameter of the matrix determines the synthetic evaluation of each need and it translates into a graph that expresses the extent of the possible correspondence of the building to the expected uses. The greater the indicator value, the higher the building's expected capacity to respond appropriately to the stresses of use deriving from the transformation itself and therefore, naturally, the transformative necessity induced

by the project action should be reduced (Fig. 2).

*The knowledge process*  
The analysis phase allows to relate a large quantity of information specifically attributable to two different categories: on one hand the constraints deriving from the degree of obsolescence and of performance critical issues of the building itself and the regulation compliance, on the other, the definition of the performance objectives to satisfy the user's needs. This translates into a matrix able to generate different intervention themes that can be variously developed by the specific project choices. It is possible to analyse data simultaneously within a system that crosses different project themes with the aims that the intervention strategy would like to develop, and the constraints derived by the different checks. In each comparison, possible

design strategies, compatible or incompatible with the data submitted for verification, are generated.

Depending on the compatibility or not between the different paths, it is possible to outline one or more design trails, i.e. routes along which the project could move, favouring some goals over another. The previously illustrated indicators are included as evaluation objectives associated with some checks on the building, regarding the evaluation of the residual performances on the environmental, spatial, technological system and its state of conservation. The main checks of the technological system are associated to three macro areas of investigation: the first it refers to the structural configuration of the existing building and to the analysis of the load conditions. The choice of the various possible intervention strategies have to necessarily be compared with the structural scheme of the building



requirement	parameter		performance range	assigned score			
<b>USABILITY</b>	dimensional adequacy	available surface/necessary surface	$\leq 0,2$ or $>1,2$	0			
			$>0,2 \leq 0,5$ or $>1,1 \leq 120$	1			
			$>0,5 \leq 0,8$ or $>1 \leq 1,1$	2			
			$>0,8 \leq 1$	3			
	distributive adequacy	corridors	area connected by corridors/building area (*)	$\leq 0,2$	0		
				$>0,2 \leq 0,5$	1		
				$>0,5 \leq 0,8$	2		
				$>0,8 \leq 1$	3		
		stairs	distance between existing stairs	no stairs	0		
				$>50$ m	1		
<b>COMFORT</b>	thermal	required transmittance/actual transmittance (*)	$\leq 0,2$	0			
			$>0,2 \leq 0,5$	1			
			$>0,5 \leq 0,8$	2			
			$>0,8 \leq 1$	3			
	visual	room's window area/room's area $\geq 1/8$ (*)	% rooms verified $\leq 0,2$	0			
			% rooms verified $>0,2 \leq 0,5$	1			
			% rooms verified $>0,5 \leq 0,8$	2			
			% rooms verified $>0,8 \leq 1$	3			
			structural	seismic vulnerability	D.M. n.65/7.3.2017, All.A (*)	F, G	0
						D, E	1
B, C	2						
A+, A	3						
fire	risk level	guidelines 1/2016; DM 3/8/2015 (*)				high	1
						medium	2
			low	3			
<b>ACCESSIBILITY</b>		building's accessible area/building's area	$\leq 0,2$	0			
			$>0,2 \leq 0,5$	1			
			$>0,5 \leq 0,8$	2			
			$>0,8 \leq 1$	3			

(\*) parameter defined according to specific Italian regulations. Application to different Countries may differ if local compulsory rules are provided

and with the material with which it was made. At the same time, the analysis of load conditions allows to integrate the constraints generated by a different state of conservation and the possible phenomena of deterioration in progress with the possible intervention strategies.

The second test addresses is represented by the characteristics, mainly regarding the energetic behaviour, of the existing façade. In particular, it is necessary to verify the conditions of the components that constitute the envelope and their performance characteristics according to the technological solution adopted. What is primarily considered in the analysis of the envelope is precisely its thermal behaviour, possible sources of dispersion and the thermo physical properties of the different construction and technological solutions.

The third factor that affects both on the different strategies of the project de-

sign development and on the possible energy efficiency achievable, is represented by the verification of the plants and conditions of the existing piping. It is therefore essential to identify the spaces reserved for piping, to outline its layout and its design concept, its operation and the degree of obsolescence. This allows understanding if and how implementing the increasingly complex of the system plants equipment necessary to respond to a varied needs and performance framework. Linked to the networks check, there is also the analysis of the plant equipment actually in the building, i.e. the verification of all the devices and equipment.

#### Reuse strategies

Through this approach based on a multi-criteria matrix analysis, it is possible to define a meta-design configuration related to the different consequences that each modification of the param-

eter can determine on the different possible intervention scenarios, always leaving the freedom and the final decision to the sensitivity and skills of the designer. In fact, the best strategy is not only able to achieve the pre-set objectives, respecting the budget available, but also the one able to respond to several issues at the same time and to satisfy the user's needs.

In order to compare the heterogeneity of the architectural heritage and the correspondence of a precise user's need different compared to different possible uses, some macro-categories of different intervention strategies have been defined. It's possible to consider the different project solutions deriving from the additive strategy, for example through additions inside the existing building (*box in a box strategy*). Secondly, there are all the additions on the roof (*superposition*), with their different possible configurations (inside the

shape, overhang or in support) in relation to the existing structure and to the extension of the addition (punctual, in outline or in alteration). The third strategies, more complex, relating to the addition on the façade, be it punctual or column, resting on the base of the building or cantilevered (*adding, hanging and in/between*) or referring only to the energy efficiency of the building envelope (*recladding*). A last, a different addition strategy could be associated with new insertions below the ground (*excavation*). For completeness, it's possible to cite the strategies of internal re-functionalization, which are simpler about the meta-conceptual analysis described.

The design choices resulting from the matrix analysis can be evaluated basis in relation to eight control variables, of which four with potentially negative impacts and four with potentially positive impacts on the building. The negative

reti, schematizzarne il tracciato e la concezione progettuale, il loro funzionamento e il grado di obsolescenza. Questo permette di comprendere se e come implementare la sempre più crescente e complessa dotazione impiantistica necessaria in funzione del quadro esigenziale e prestazionale. Collegato ad esso, l'analisi delle dotazioni impiantistiche presenti nell'edificio, ossia la verifica di tutti i dispositivi e le apparecchiature necessarie.

### Le strategie di riuso

Attraverso questo approccio basato su una analisi matriciale multicriteriale è possibile definire una configurazione di massima pre-progettuale relativa alle diverse ricadute che ogni modifica dei parametri possa determinare sui diversi scenari di intervento, per valutare, a conclusione del percorso di indagine, quelle più efficaci e vantaggiose, lasciando sempre la libertà e la decisione finale alla sensibilità e alle competenze del progettista. La strategia migliore infatti non è solo quella che consente di raggiungere gli obiettivi prefissati, nel rispetto del budget disponibile, ma quella in grado di rispondere a più temi contemporaneamente e a soddisfare il quadro esigenziale.

Si è proceduto attraverso la definizione di macrocategorie riferibili alle diverse strategie di intervento. In generale si possono considerare le diverse articolazioni progettuali derivanti dalla strategia additiva, ad esempio attraverso addizioni interne (strategia del *box in a box*). Secondariamente, tutte le addizioni in copertura (*superposition*), con le diverse possibili declinazioni (interne alla sagoma, in aggetto o in appoggio) in relazione alla struttura esistente e alla estensione dell'aggiunta (puntuale, in sagoma o in alterazione della stessa). La terza, più complessa, relativa all'addizione in facciata sia essa puntuale o a colonna,

ones concern to the loss or removal of material, the structural and spatial alteration of the building layout, and its possible degree of reversibility, as well as the loss or weakening of its identity values. The latter are instead related to the increase in safety and to the reduction in ecological footprint generated by the project, as well as to the possible increase in accessibility and future adaptability.

A positive or negative evaluation of each of these parameters allows a verification of whether the expected impacts of the transformation project will have a desirable or non-desirable impact, compared to which a quantitative prediction is performed through a cross evaluation matrix, with a pairwise comparison methodology. Each parameter, if present in the design choices adopted, is directly compared with the others. At the end of the evaluation procedure a synthetic indicator is

obtained, in which each parameter is expressed as a percentage of the maximum value parameter; it allows an early indication of the impacts (Fig. 3).

### Further developments

The actual level of definition of the methodology needs a serious improvement, and requires a robust experimentation to some controlled case studies, in order to verify its reliability and to fine-tune both the procedures and the indicators.

In the next future it will be developed an adequate number of real case testing on controlled basis in order to verify the efficiency of the methods and the reliability of the evaluation indicators. The experimentation test will be developed by means of a simulated development of a meta-design process for each of the selected case studies. It means to simulate one or multiple future destinations, in order to evaluate the general

appoggiata al basamento dell'edificio o a sbalzo (*adding, hanging e in/between*) o riferita al solo efficientamento energetico dell'involucro edilizio (*recladding*). Una ultima, diversa strategia di addizione potrebbe essere quella associata a nuovi inserimenti sotto il suolo (*excavation*). Infine, per completezza, le strategie di sola e semplice rifunzionalizzazione interna con semplificazioni circa l'analisi metaprogettuale qui delineata.

Le scelte progettuali scaturite dall'analisi matriciale, possono essere valutate in rapporto a otto variabili di controllo, di cui quattro con impatti potenzialmente negativi e quattro con impatti potenzialmente positivi sulla fabbrica. Le prime riguardano la perdita o rimozione di materia, l'alterazione strutturale e spaziale della fabbrica, il grado di reversibilità, così come la perdita o l'indebolimento dei suoi valori identitari. Le seconde sono invece relative all'aumento di sicurezza e alla riduzione dell'impronta ecologica, così come all'eventuale incremento di accessibilità e di adattabilità futura.

Una valutazione positiva o negativa di questi parametri di controllo consente di verificare se gli impatti attesi del progetto si collocano su una traiettoria di trasformazione desiderabile o meno, rispetto alla quale una previsione di tipo quantitativo è eseguita attraverso una matrice di valutazione incrociata, con il confronto a coppie. In questo modo, ciascun parametro di controllo, se risulta presente nelle scelte progettuali adottate, viene messo direttamente a confronto con gli altri. Al termine della procedura di valutazione si ottiene quindi un indicatore sintetico, in cui ciascun parametro è espresso in frazioni percentuali rispetto al valore massimo e che consente di avere una indicazione sugli impatti del progetto (Fig. 3).

sustainability of that choice in a resilience oriented perspective; than it will be developed the general assessment of each building concerning its residual performance; for each supposed function it will be developed a meta-design process, in order to define the resilience evaluation after design.

Furthermore it would be useful in the perspective of a real application of these procedures in real-life context to develop the integration of economic parameters in the evaluation strategy assessment. The economic dimension of the whole process is a key factor, which may become relevant into the evaluation tool. The study of an appropriate evaluation tool to compare different scenarios in term of financial relevance and impact will be stressed and developed, eventually applying, by means of adequate and necessary implementation, the value-analysis methodologies.

The proposed methodology, if widely applied, it may deliver effective results in stakeholders' perspective, not limited to theoretical results, but also practical and economical consequences of specific investment policies, for feasibility studies on huge heritage patrimony.

### NOTES

1. In the context of materials engineering, the resilience indicates the breaking strength due to the dynamic stress of a solid, determined by a standardized impact test. Its inverse is the index of fragility.
2. "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio", D. Lgs. 22.1.2004, n. 42. e succ. mm. e int., art. 6, c.2.

03 | Grafico esemplificativo dei parametri analizzati ai fini della valutazione del grado di resilienza del costruito, immagine dell'autore  
 Graphical example of the parameters analysed for the evaluation of the resilience degree of cultural heritage, author's image

03 |



## Sviluppi futuri

Nel suo livello attuale la metodologia proposta richiede un ulteriore sviluppo e una robusta fase sperimentale su alcuni casi studio selezionati, per verificare l'affidabilità dei sistemi valutativi e mettere a punto procedure e indicatori.

La fase sperimentale sarà sviluppata per mezzo di una simulazione di un processo di meta progetto per ciascun caso studio selezionato. Ciò significa ipotizzare la collocazione in opera di una o più destinazioni possibili, al fine di valutare il livello complessivo di sostenibilità di quella scelta nella prospettiva di un approccio orientato alla resilienza del patrimonio. Sarà sviluppata la valutazione complessiva sintetica per ogni edificio, finalizzata alla valutazione delle sue prestazioni residue.

Sarebbe inoltre opportuno, nella prospettiva di una applicazione reale della metodologia proposta, l'integrazione di una valutazione economica di tipo comparativo, sviluppata attraverso l'applicazione di tecniche di analisi del valore.

La metodologia proposta, se applicata su basi sufficientemente estese, potrebbe risultare di interesse per stakeholder pubblici e privati con riferimento alla definizione di specifiche strategie di intervento a livello di studio di fattibilità metaprogettuale su patrimoni edilizi diffusi.

## NOTE

1. Nel contesto dell'ingegneria dei materiali, la resilienza indica la resistenza a rottura per sollecitazione dinamica di un solido, determinata con una prova d'urto standardizzata. Il suo inverso è l'indice di fragilità

2. "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio", D. Lgs. 22.1.2004, n. 42. e succ. mm. e int., art.6, c.2

## REFERENCES

AA.VV. (2016), *Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Urban Regeneration and Sustainability (Sustainable City 2016)*, WITConference.

Besana, D. (2017), *[RICH\*] - Reuse and Improvement of Cultural Heritage*, Aracne Editore, Roma.

Brand, F.S. and Jax, K. (2007), "Focusing the meaning(s) of resilience: resilience as a descriptive concept and a boundary object", *Journal Ecology and Society*, Vol. 12, no. 1, art. 23, available at: <https://www.ecolog.yandsociety.org/vol12/iss1/art23/> (accessed 20 November 2017).

Buchanan, D., Fitzgerald, L., Ketley, D., Gollop, R., Jones, J.L., Saint Lamont, S., Neath, A. and Whitby, E. (2005), "No going back: a review of the literature on sustaining organizational change", *International Journal of Management Reviews*, Vol. 7, No. 189, art. 205, available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijmr.2005.7.issue-3/issuetoc> (accessed 25 January 2018).

Carpenter, S.R. and Brock, W.A. (2008), "Adaptive capacity and traps", *Journal of Ecology and Society* Vol. 13, No. 2, art. 40, available at: <https://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art40/> (accessed 25 January 2018).

Carpenter, S.R., Walker, B.H., Anderies, J.M. and Abel, N. (2001), "From metaphor to measurement: resilience of what to what?", *Ecosystems*, Vol.

4, pp. 765-781, available at: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10021-001-0045-9.pdf> (accessed 25 January 2018).

Colucci, A. (2012), *Le città resilienti: approcci e strategie*, Jean Monnet Centre, Pavia.

Folke, C. et al. (2010), "Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability", *Ecology and Society*, Vol. 15, No. 4, available at: <https://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/> (accessed 25 January 2018).

Folke, C., Colding, J. and Berkes, F. (2003), *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Greco, A. (2015), "Accessibility and valorisation of Cultural Heritage: studies and researches from the urban to the architectonic level", in Migone Rettig, J. (Ed.), *Patrimonio Arquitectonico: Fuente de Nueva Arquitectura*, Universidad Central de Chile, Graficos Papiro LTDA, Santiago del Cile, RCH.

Holling, C.S. (1996), "Engineering resilience versus ecological resilience" in Schulze, P. (Ed.), *Engineering within ecological constraints*, National Academy Press, Washington D.C., USA, pp. 31-44.

Jigyasu, R. et al. (2013), *Heritage and resilience. Issues and opportunities for reducing disaster risks*, Global Platform for Disaster Risk Reduction, Geneva.

Losasso, M. (2015), "Rigenerazione urbana: prospettive di innovazione", *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 10, available at: [http://www.sitda.net/downloads/image/techne/techne%2010\\_rigenerazione%20urbana.pdf](http://www.sitda.net/downloads/image/techne/techne%2010_rigenerazione%20urbana.pdf) (accessed 25 January 2018).

Marini, S. and Corbellini, G. (2016), *Recycled theory: Dizionario illustrato/ Illustrated Dictionary*, Quodlibet, Macerata.

Morandotti, M. (2012), "Contenuto vs. contenitore? Criteri predittivi di impatto e soglie di resilienza nella prospettiva del recupero sostenibile", in IN\_BO, *Ricerche e progetti per il territorio, la città e l'architettura*, Vol. 3, No. 5, Dipartimento di Architettura, Università di Bologna, pp. 289-308, available at: [http://in\\_bo.unibo.it/artibcle/view/3491](http://in_bo.unibo.it/artibcle/view/3491) (accessed 25 January 2018).

Musco, F. (2016), *Rigenerazione urbana e sostenibilità*, Franco Angeli, Milano.

Andrea Boeri<sup>a</sup>, Giovanni Fini<sup>b</sup>, Jacopo Gaspari<sup>a</sup>, Valentina Gianfrate<sup>a</sup>, Danila Longo<sup>a</sup>,

<sup>a</sup>Dipartimento di Architettura, Università di Bologna, Italia

<sup>b</sup>Settore Ambiente e Energia, Comune di Bologna, Italia

andrea.boeri@unibo.it

giovanni.fini@comune.bologna.it

jacopo.gaspari@unibo.it

valentina.gianfrate@unibo.it

danila.longo@unibo.it

**Abstract.** I possibili effetti dei cambiamenti climatici nelle aree urbanizzate accerati da numerosi studi hanno portato la Città di Bologna a dotarsi di un Piano di adattamento ai cambiamenti climatici per valutare potenziali rischi e vulnerabilità come base per le azioni di adattamento dando priorità agli interventi attraverso una strategia locale coordinata. Il paper sintetizza alcune misure implementate a livello locale in collaborazione con il Dipartimento di Architettura dell'Università di Bologna e, in particolare, le azioni pilota di greening urbano sviluppate nell'ambito del progetto europeo H2020 - ROCK e le proposte di intervento formulate nell'ambito del progetto "Design for Adaptation. Resilient Urban Communities" per la PhD Climate KIC summer school.

**Parole chiave:** resilienza, adattamento, cambiamenti climatici, Urban Heat Island, greening.

## Contesto e approccio sistemico

I contesti urbani, in particolare quelli caratterizzati da un tessuto più denso nelle aree storiche

consolidate, stanno conoscendo una serie di cambiamenti di carattere ambientale, socio-economico, fruitivo direttamente o indirettamente collegati agli effetti di cambiamenti climatici (Agudelo-VeraaWouter et al., 2012) che si manifestano in modo più evidente con fenomeni estremi di carattere episodico, ma che trovano riscontro soprattutto in un costante e strutturale cambiamento delle condizioni stagionali nel medio-lungo periodo. Cambiamenti che investono non solo ampie porzioni di città, ma anche insiemi complessi di soggetti che interagiscono sul territorio influenzandone dinamiche e sviluppo (Gianfrate, 2017). Secondo le previsioni dell'IPCC<sup>1</sup> (International Panel for Climate Change), i fenomeni legati alla variabilità climatica si andranno intensificando nei prossimi decenni e gli eventi estremi costituiranno

in misura crescente un rischio a livello sociale ed ecologico (Walker et al., 2004). I possibili effetti dei cambiamenti climatici nelle aree urbanizzate sono oggetto di numerosi studi che trovano ampio riscontro nella letteratura scientifica (Robine et al., 2008; Kane et al., 2000) con particolare riguardo ai fenomeni noti come UHI (Urban Heat Island) (Santucci, 2017) e Flash floods. Appare pertanto quanto mai opportuna l'introduzione di strumenti di indirizzo politico che siano in grado di contemplare una combinazione tra le strategie di adattamento e quelle di mitigazione nella prevenzione del cambiamento climatico, e che allo stesso tempo promuovano soluzioni operative e incentivanti per sviluppare e sostenere comunità resilienti e low-carbon (Dieleman, 2013; Jabareen, 2013).

La città di Bologna ha intrapreso un percorso politico e operativo volto ad affrontare la questione energetica e ambientale con l'obiettivo di dotare il territorio di adeguati strumenti di indirizzo. Avviato a partire dal 2008, il percorso ha portato alla condivisione dei contenuti del PAES (Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile) con oltre cento stakeholders e a un'intensa attività di collaborazione con enti quali l'Università, la Fiera, l'Aeroporto, le associazioni di categoria, ecc. in grado di realizzare o promuovere iniziative in campo energetico. Questa collaborazione si è tradotta nella stesura del "Protocollo di intesa per l'attuazione del PAES", siglato nel 2011, che ha avuto come esito la definizione di progetti di partnership pubblico-privata e la creazione di un sito per promuovere le attività di tutti i partner delle azioni

## Bologna resilient city: from the adaptation plan to local actions

**Abstract.** The possible effects of climate change in urbanized areas – evidenced by several studies – led the City of Bologna to adopt a Climate Change Adaptation Plan to assess potential risks and vulnerabilities as a basis for adaptation actions prioritizing interventions through a coordinated local strategy. This paper summarizes some measures implemented at local level in collaboration with the Department of Architecture of the University of Bologna and, in particular, the pilot actions for urban greening developed within the European project H2020 - ROCK and the proposals for intervention included made during the "Design for Adaptation" project. Resilient Urban Communities" PhD Climate KIC summer school.

**Keywords:** resilience, adaptation, climate change, Urban Heat Island, greening.

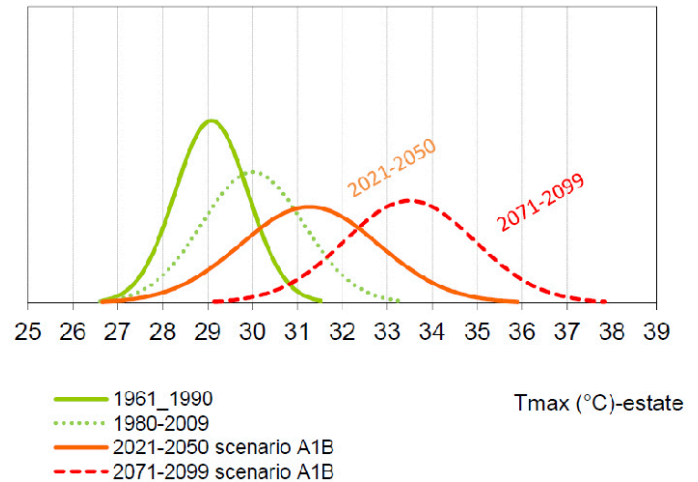
## Context and systemic approach

Urban contexts, in particular those characterized by a high-density fabric in historical areas, are experiencing a series of changes, from environmental and socio-economic point of view, directly or indirectly linked to the effects of climate change (Agudelo-VeraaWouter et al., 2012) with extreme episodic phenomena as well as constant and structural changes in seasonal conditions over the medium to long term. Changes that invest not only large portions of cities, but also different subjects that interact on the territory influencing their dynamics and development (Gianfrate, 2017). According to IPCC<sup>1</sup> (International Panel for Climate Change), the phenomena related to climate changes will be intensified in the coming decades and extreme events will increasingly represent a social and ecological risk (Walker et al., 2004). The

possible effects of climate change in urban areas are the topic of several studies reported in the scientific literature (Robine et al., 2008; Kane et al., 2000) with particular focus on phenomena known as UHI (Urban Heat Island) (Santucci, 2017) and Flash floods. The introduction of policy instruments able to combine adaptation and mitigation strategies in the prevention of climate change is therefore a key priority. These instruments have to be oriented to promote and incentive operational solutions to develop and support resilient and low-carbon communities (Dieleman, 2013; Jabareen, 2013).

The city of Bologna is very active on a political and operational path aimed at tackling the energy and environmental issue with the aim to provide the territory with adequate guidelines and tools. Started in 2008, this path led to the sharing of the contents of PAES

Scenari climatici a Bologna -Temperatura massima estate (giugno-agosto)



(www.paes.bo.it). L'elemento caratterizzante e originale del protocollo è rappresentato dal processo di condivisione e concertazione attuato tramite l'Urban Center che ha sostenuto l'attività comunicativa del PAES e permesso la creazione di un quadro sistematico e unitario delle iniziative in corso. Nel 2015 è stato aggiornato l'inventario delle emissioni per valutare i trend della città e monitorare l'efficacia di quanto implementato, rilevando una riduzione di quasi 300.000 tonnellate di CO<sub>2</sub>, ovvero un calo del 12,4%. Si tratta di un risultato molto positivo che delinea una nuova tendenza che probabilmente consentirà di centrare l'obiettivo del -20% al 2020. Contestualmente Bologna è stata una delle prime città in Italia a dotarsi di un Piano locale di adattamento ai cambiamenti climatici (Fini et al., 2016). Il Piano è il risultato del progetto BLUE AP (Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City), finanziato dal programma LIFE+ (LIFE11 ENV/IT/119), che il Comune di Bologna ha coordinato tra il 2012 e il 2015 coinvolgendo Kyoto Club, Ambiente Italia, ARPAE Emilia Romagna e CMCC (Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici). Il progetto aveva i seguenti obiettivi:

- realizzare un sistema informativo innovativo capace di integrare dati ambientali e sociali;
- aumentare la consapevolezza di autorità locali, attori socio-economici e cittadini sui rischi reali motivandoli verso l'adozione di comportamenti più attenti e responsabili;
- offrire un supporto tecnico e formativo per pianificare e attuare alcune azioni definite nel Piano di adattamento, avviando azioni pilota sul territorio;
- condividere e comunicare le linee guida e i risultati del progetto per creare una strategia coordinata;

(Sustainable Energy Action Plan) with the involvement of over one-hundred stakeholders and an intense collaboration with institutions such as the University, the Fair, the Airport, trade associations, etc. capable of implementing or promoting initiatives in the energy field. The result of this collaboration was the drafting of the "Memorandum of Understanding for the implementation of the PAES", signed in 2011, which led to the definition of public-private partnership projects and the creation of a website to promote the activities of all the partners involved (www.paes.bo.it). The originality of the protocol is represented by the process of sharing and consultation implemented through the Urban Center Bologna which supported the communication activity of the PAES and allowed the creation of a systematic and unitary framework of the initiatives. In 2015 the inventory

of emissions was updated to assess the trends of the city and monitor the effectiveness of what was implemented, recording a reduction of almost 300.000 tons of CO<sub>2</sub>, or a drop of 12,4%. This is a very positive result that outlines a new trend that will probably allow us to achieve the -20% target to 2020. At the same time, Bologna was one of the first cities in Italy to adopt a local plan for adaptation to climate change (Fini et al., 2016). This Plan is the result of the BLUE AP project (Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City), funded by the LIFE+ program (LIFE11 ENV/IT/119), which the Municipality of Bologna coordinated between 2012 and 2015 involving Kyoto Club, Ambiente Italia, ARPAE Emilia Romagna and CMCC (Euro-Mediterranean Center for Climate Change). The project had the following objectives:


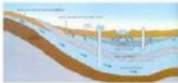
















- promuovere la diffusione e lo scambio del know-how generato. Dal punto di vista metodologico, la costruzione del Piano si è basata sulla valutazione della situazione climatica locale e sugli scenari climatici futuri (Fig. 1), elaborati da ARPAE nel "Profilo Climatico Locale" (PCL), per estrarre tre macro-fattori di vulnerabilità: siccità e carenza idrica; ondate di calore in area urbana; eventi non convenzionali e rischio idrogeologico. Il Piano individua alcune strategie e una serie di obiettivi (Fig. 2) per ciascuno dei tre macro-fattori di vulnerabilità. Descrive le azioni necessarie a raggiungerli, in un orizzonte temporale fissato al 2025, distinguendo quelle riconducibili alla responsabilità esclusiva del Comune da quelle che vedono il coinvolgimento di altri soggetti, adeguando di conseguenza il livello di dettaglio di quanto previsto. L'attuazione del Piano passa attraverso tre filoni di azione. Il primo è quello dell'adeguamento degli strumenti di pianificazione e regolamentari del Comune al fine di raggiungere gli obiettivi

- implementing an innovative information system capable of integrating environmental and social data;
- increasing the awareness of local authorities, socio-economic actors and citizens on real risks, motivating them to adopt a more careful and responsible behavior;
- offering technical and training support to plan and implement some actions defined in the Adaptation Plan, launching pilot actions on the territory;
- sharing and communicating project guidelines and results to create a coordinated strategy;
- promoting the dissemination and exchange of know-how.

From a methodological point of view, the definition of the Plan was based on the assessment of the local climate situation and of the future climate scenarios (Fig. 1), elaborated by ARPAE in the

"Local Climate Profile" (PCL), to extract three macro-factors of vulnerability: drought and water scarcity; heat waves in urban areas; unconventional events and hydro-geological risk. The Plan identifies some strategies and a set of objectives (Fig. 2) for each of the three macro-factors of vulnerability. It describes the actions necessary to achieve them, in a time-frame set at 2025, distinguishing those of responsibility of the Municipality from those that see the involvement of other subjects, and consequently adapting the level of detail of envisaged actions. The implementation of the Plan is based on three strands of action. The first one is the adjustment of the planning and regulatory instruments of the Municipality of Bologna in order to achieve the objectives of the Plan. The RUE (Building Urban Planning Regulations) has already been modified in this perspective, asking for higher perfor-



Vulnerability		Strategies		
 <b>Drought and water scarcity</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce the use of natural water resources</li> <li>• Eliminate parasiting waters and the mixing of black and white waters</li> <li>• Regulate the flow of Reno River</li> <li>• Protect gricoltureal production</li> </ul>		
Main objectives				
Withdrawals from groundwater < 45 million m3 / year 	Minimum water flow in Reno river 1.87 m3 / s 	Network losses < 18% 	Domestic water consumption < 130 l / inhabitant / day 	Consumption of drinking water for other uses < 5 Mil m3 / year 
Vulnerability		Strategies		
 <b>Heath waves in urban areas</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increase urban greening; protect and enhance urban green areas and urban agriculture.</li> <li>• Increase insulation and greening in public and private buildings.</li> <li>• Reduce vulnerability of population exposed to health risks linked to temperature increase.</li> </ul>		
Main objectives				
+ 5000 trees 	+ 5 hectars urban vegetable gardens 	Greening interventions on 10 public buildings 	greening of 4 public spaces in historical center 	Prevention of heath waves effects 
Vulnerability		Strategies		
 <b>Extreme rain event and hydrogeological risk</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Improve city hydrogeological response</li> <li>• Make the territory more "resistant" to intense rain.</li> <li>• Reduce water pollution carries by rain.</li> <li>• Increase resilience of population and property at risk.</li> </ul>		
Main objectives				
Limit increase of new waterproofed territory from 3500 to 3700 hectares. 	new drainage systems on impermeable surfaces > 11,5 ha 	Pollution load due to spillways < 50% 	Increase the resilience of infrastructures 	Adequate maintenance of cultural heritage 

del Piano. Il RUE (Regolamento Urbanistico Edilizio) è già stato modificato in tal senso chiedendo maggiori prestazioni agli edifici in termini di risparmio idrico.

Il secondo filone è quello del confronto con altri attori istituzionali, a partire dalla Regione, per le questioni che riguardano in particolare i corsi d'acqua e l'uso della risorsa idrica. Il terzo riguarda il tema del finanziamento degli investimenti necessari, e in particolare all'adeguamento delle reti di drenaggio, delle infrastrutture del servizio idrico integrato, dei canali urbani su cui è stato avviato un confronto molto approfondito con la BEI (Banca Europea degli Investimenti) per mettere a fuoco i progetti su cui concentrare un lavoro comune.

Il piano presenta due elementi di forte innovazione, anche rispetto ad altre esperienze europee, che riguardano da una parte le modalità di coinvolgimento e partecipazione proattiva dei principali stakeholders attraverso una serie di iniziative dedicate e dall'altra la volontà di tradurre il processo in azioni concrete che possano essere monitorate (Fig. 3).

### Dall'adozione all'applicazione

L'effettiva massimizzazione degli impatti del Piano passa attraverso la sua traduzione in azioni applicative che possano essere replicate, alle diverse scale, in una visione di medio-lungo periodo. A tale scopo, oltre alle iniziative direttamente attuate sotto la regia del Comune, si è attivata una forte sinergia tra lo stesso e il Dipartimento di Architettura [DA] dell'Università di Bologna con l'obiettivo di tradurre iniziative di ricerca correlate ai temi del piano in esperienze pilota che possano agire da volano per altri soggetti nell'ambito di partenariati di carattere pubblico-privato. In particolare, è attivo presso il DA il

L'effettiva massimizzazione degli impatti del Piano passa attraverso la sua traduzione in azioni

mances of buildings in terms of water saving. The second strand consists in confrontation with other institutional actors, starting from the Region, for what concerns in particular water-courses and the use of water resources. The third one concerns modalities to finance the necessary investments, and in particular the adaptation of drainage networks, integrated water service infrastructures, urban channels on which a very in-depth discussion with the EIB (European Investment Bank) is focused. With reference to other European experiences, the plan has two elements of strong innovation which deal on the one hand with the methods of involvement and proactive participation of the main stakeholders through a series of specific initiatives and on the other with the willingness to translate the process into concrete actions which can be monitored (Fig. 3).

### From adoption to application

The positive impacts of the Plan depend from its translation into application actions which can be replicated, at different scales, in a medium-long term vision. For this reason, in addition to the initiatives directly implemented under the leadership of the Municipality, a strong synergy was established with the Department of Architecture [DA] of the University of Bologna with the aim to translate research initiatives related to the plan into pilot experiences that can act as an input for other actions in the field of public-private partnerships. In particular, the research group of Technology for Architecture is focused on these topics, working – together with colleagues from other scientific disciplines – on *Urban Transition*, projects for the adaptation of the built environment to the effects of climate change as well as on mitigation solutions in

gruppo di ricerca ICAR12 che si occupa insieme con colleghi di altre discipline, all'interno della più ampia tematica denominata *Urban Transition*, di progetti per l'adattamento dell'ambiente costruito agli effetti dei cambiamenti climatici nonché di soluzioni di mitigazione in contesti già votati a processi di rigenerazione. La sinergia con il Comune si è tradotta in una serie di collaborazioni volte a sperimentare in particolare alcune applicazioni di strumenti di analisi e valutazione del comfort outdoor, di strategie di greening per mitigare gli effetti dell'isola di calore e delle ondate di calore (Gaspari et al., 2017), di soluzioni per la gestione idrica in relazione ad eventi estremi in una visione circolare dei processi volta a produrre un miglioramento non solo delle condizioni ambientali, ma anche di quelle socio-economiche. La collaborazione, volta a supportare le azioni sul piano scientifico, è inoltre tesa a veicolare strumenti e contenuti nel contesto europeo nell'ambito di progetti e network operanti sullo stesso ambito tematico.

Tra le più importanti collaborazioni in corso, il Comune e l'Università di Bologna stanno coordinando il progetto ROCK, *Regeneration & Optimization of Cultural heritage in creative and Knowledge cities*, finanziato nel quadro di H2020 (project Grant Agreement 730280 - call SC5-21), tra i cui temi centrali vi è quello di coniugare azioni di adattamento ad altri motori di rigenerazione – in questo caso quelli legati al patrimonio culturale – nell'ottica di creare processi circolari virtuosi. Sulla base delle specificità del luogo, l'inserimento dell'azione contemporanea si deve confrontare con le tracce del passato e le sue potenzialità (Lanzi, 2014) mettendo in atto una duplice strategia:

- agendo sulle cause, mediante la riduzione delle emissioni da attività antropica, rallentandone l'accumulo in atmosfera (mitigazione);

03 | Schema di sintesi del processo previsto dal Piano, Blueap  
Scheme of the process envisaged by the Plan, Blueap



– agendo sugli effetti, limitando la vulnerabilità territoriale e socio-economica agli effetti del cambiamento del clima (adattamento).

Musco (2012) afferma che le città rappresentano i luoghi più idonei per mettere alla prova le capacità di adattamento dei sistemi urbani a fronte delle conseguenze provocate dai cambiamenti climatici: se da un lato i sistemi urbani svolgono un ruolo di produzione di esternalità negative e climalteranti operando un ruolo attivo-negativo, al contempo costituiscono il contesto privilegiato di sperimentazione e di innovazione di nuove pratiche di mitigazione e adattamento agli impatti che esse stesse generano, svolgendo un ruolo attivo-positivo. La città è intesa quindi come un sistema fluido (Carta, 2013) e resiliente, capace di includere luoghi fisici flessibili, elastici, contesti privilegiati in cui si facilitano le relazioni sociali, scenari che pur avendo specifiche funzioni diventano versatili e adattabili (De Angelis e Izzo, 2013).

Su queste basi, ROCK include numerose iniziative perseguendo un bilanciamento tra iniziative top-down e bottom-up, e punta alla riqualificazione ambientale, culturale e sociale dello spazio pubblico quale vettore di rigenerazione. Il gruppo di ricerca del DA, responsabile del coordinamento scientifico del progetto, ha definito gli assi prioritari per una strategia di rigenerazione integrata, nell'ottica di un miglioramento complessivo a scala di distretto, ricercando un equilibrio tra le istanze di conservazione e nuove esigenze di resilienza, sostenibilità, trasformazione e fruizione. L'attuazione passa attraverso interventi circoscritti e puntuali di varia tipologia tra cui quelli di greening rappresentano lo strumento scelto per tradurre le indicazioni del piano in realtà operativa in un ambito storicizzato in cui la trasformazione fisica degli spazi è spesso estremamente difficile. L'adozione di inizia-

tive di micro-design (Longo, 2017) nel progetto di mitigazione e adattamento rappresenta una soluzione percorribile soprattutto nelle aree densamente urbanizzate o nei centri storici (per es. il Progetto GAIA a Bologna), laddove la creazione di grandi corridoi verdi è resa più difficile dalla presenza preponderante di costruito e infrastrutturazione tecnologica.

La prima azione di greening attuata all'interno del progetto riguarda Piazza Scaravilli a Bologna, una piazza/cortile confinata su tre lati da edifici universitari e con il quarto lato in comune al portico che corre lungo via Zamboni, uno degli assi dell'area centrale della città incluso nel sito dimostrativo del progetto. Sul piano metodologico-operativo l'azione è il risultato dell'applicazione dei criteri e delle metodiche del progetto ROCK in un workshop pilota di co-design rivolto agli studenti di Design, Architettura, Ingegneria dell'Università di Bologna implementato con Centro Antartide. Al fine di coinvolgere tutti gli stakeholders interessati sono stati messi in atto vari modelli partecipativi previsti dal progetto e strumenti di simulazione e monitoraggio volti a indagare gli effetti della trasformazione, esplorando il potenziale di mitigazione dell'ambiente urbano, le possibili implicazioni del microclima e le interazioni con l'uso sostenibile dell'area (Nikolopoulou et al., 2003) per stimolare l'accessibilità, l'inclusione e il senso di appartenenza al luogo da parte di abitanti, studenti, residenti e altre possibili categorie di fruitori.

Il sito, in precedenza utilizzato come area di parcheggio, presentava problematiche legate sia alle condizioni climatiche particolarmente negative durante il periodo estivo sia da conflitti sociali legati a un uso improprio degli spazi pubblici nel distretto. Questa prima azione ha previsto lo sviluppo di un esperimento socio-climatico (Boeri, 2017), basato sulla trasformazione del parcheg-

contexts already involved in regeneration processes. The synergy with the Municipality consisted in a series of collaborations aimed at experimenting some applications of tools for analysis and evaluation of outdoor comfort, of greening strategies to mitigate the effects of heat island and heat waves (Gaspari et al., 2017), of solutions for water management in relation to extreme events in a circular vision of processes aimed at producing an improvement of environmental and socio-economic conditions. The collaboration, aimed at supporting scientific actions, is also important to share tools and contents in the European context within projects and networks operating on the same thematic field.

Among the most important collaborations in progress, the Municipality and the University of Bologna are coordinating the project ROCK, Regeneration & Optimization of Cultural herit-

age in creative and Knowledge cities, funded under the framework of H2020 (project Grant Agreement 730280 - call SC5-21), whose central themes are to combine adaptation actions with other regeneration actions – in this case those linked to cultural heritage – with a view to create virtuous circular processes. On the basis of the specificity of the site, the insertion of contemporary action must be compared with the traces of the past and its potentialities (Lanzi, 2014), implementing a double strategy:

- acting on the causes, through the reduction of anthropogenic emissions, slowing their accumulation in the atmosphere (mitigation);
- acting on the effects, reducing territorial and socio-economic vulnerability to the effects of climate change (adaptation).

Musco (2012) states that cities are the best places to test the adaptability of

urban systems to the consequences caused by climate change: while urban systems play a role in the production of negative and climate-changing externalities, at the same time they represent the field of experimentation and innovation of new practices of mitigation and adaptation, playing an active-positive role. The city is therefore considered as a fluid system (Carta, 2013) and resilient, capable of including flexible physical places, privileged contexts in which social relationships are facilitated, scenarios that, although having specific functions, become versatile and adaptable (De Angelis and Izzo, 2013). On this basis, ROCK includes different initiatives pursuing a balance between top-down and bottom-up ones, and focuses on the environmental, cultural and social redevelopment of the public space as a regeneration vector. The DA research group, responsible for the sci-

entific coordination of the project, has defined the priority axes for an integrated regeneration strategy, with a view to improve the district, seeking a balance between conservation requirements and new requirements for resilience, sustainability, transformation and fruition. The implementation consists in different punctual interventions, among which the greening ones represent the instrument chosen to translate the indications of the plan into actions in a historic context in which the physical transformation of the spaces is often extremely difficult. The adoption of micro-design initiatives (Longo, 2017) in the mitigation and adaptation project represents a viable solution especially in high-density urbanized areas or in historical centers (i.e. GAIA Project in Bologna), where the creation of large green corridors is difficult for the strong presence of built and technological infrastructure.

gio in giardino temporaneo: strutture di contenimento in legno a basso costo sono state utilizzate per rimodellare la superficie della piazza e ospitare diverse specie vegetali in apposite vasche alternando porzioni verdi a porzioni pavimentate in legno che possono fungere da sedute o spazi di sosta (Fig. 4). La disposizione e la densità delle aree verdi è stata valutata attraverso software di simulazione per scegliere la configurazione più idonea.

Questo esperimento socio-climatico ha avuto lo scopo di supportare forme spontanee di co-gestione e cura di questo spazio, basato su investimenti a basso costo e alti investimenti di progettazione, testando tecnologie di costruzione ecosostenibili, materiali e tecniche che consentano alle persone di sperimentare i modelli di utilizzo prima di rendere permanenti i cambiamenti. L'idea rispondente alle indicazioni del piano si è quindi tradotta in un intervento che assume i concetti di sostenibilità e resilienza come «potenziale per creare opportunità per nuove azioni mirate all'innovazione e allo sviluppo» (Adger, 2006). A distanza di sei mesi dalla sua trasformazione, Piazza Scaravilli ha acquisito molto consenso da parte delle comunità locali, spingendo Amministrazione e Università – quest'ultima proprietaria dell'area – ad avviare un percorso per rendere la trasformazione della piazza da temporanea a permanente, raccogliendo le istanze da parte degli utilizzatori finali e promuovendo, sempre attraverso un approccio collaborativo, la progettazione e realizzazione definitiva dello spazio. Un altro importante esempio di concreta applicazione del piano, questa volta in chiave di condivisione e sperimentazione metodologica nonché di diffusione e possibile replicazione, è rappresentata dalla collaborazione tra Comune e Dipartimento di Architettura per il progetto "Design for Adaptation. Resilient Urban Communities" nell'ambito del tema Urban

Transition e oggetto della Climate-KIC<sup>2</sup> Ph.D. Summer School 2015. Scopo del progetto era redigere proposte di azioni volte a sostenere la riqualificazione del quartiere Bolognina, sito a nord del nodo ferroviario e in relativa prossimità al centro storico di Bologna, recependo le indicazioni del Piano di Adattamento.

Alcune proposte hanno riguardato la scala edilizia intervenendo con la riqualificazione degli edifici e soprattutto degli spazi compresi tra essi mediante azioni di greening volte a ricondurre le corti, adibite impropriamente a parcheggi, alla loro funzione originaria, altre hanno operato alla scala urbana coinvolgendo interi assi stradali e il mercato rionale per ridefinirne le modalità di fruizione agendo anche sulla mobilità e sull'infrastruttura verde esistente. Le soluzioni tecniche previste si sono rifatte agli indicatori definiti nel piano prevedendo di impattare prevalentemente sulla gestione delle acque e sulla mitigazione dell'effetto isola di calore. A livello edilizio sono state previste nuove logge, concepite come serre solari per migliorare il comfort e l'efficienza degli alloggi (Fig. 5), che nel loro insieme agiscono come controfacciate su cui insediare quote di verde verticale che, insieme a un incremento del 70% della vegetazione nelle corti produce un significativo beneficio in termini di comfort outdoor e un'utile diminuzione della temperatura delle aree interessate rispetto a quelle ordinarie. A livello urbano l'infrastruttura verde è stata potenziata ipotizzando installazioni temporanee e permanenti a supporto del mercato e di nuove iniziative da implementare a livello di comunità locale per rafforzare lo spirito di identità e collaborazione sostenendo un processo di sensibilizzazione culturale nei confronti delle tematiche ambientali in seno a una vera e propria comunità resiliente. Le nuove infrastrutture legate al mercato si configurano non solo come elementi tecnico-funzionali a sup-

The first greening action implemented within the ROCK project concerns Piazza Scaravilli in Bologna, a square/courtyard bordered on three sides by University buildings on one of the central axis of the city included in the demonstration site of the project: via Zamboni. On the methodological and operational level, the action is the result of the application of the criteria and methods of the ROCK project in a pilot co-design workshop involving students of Design, Architecture, Engineering, Sociology, History, Agrarian of the University of Bologna, implemented with Centro Antartide. In order to involve all interested stakeholders, several participatory models included in the project were implemented, as well as simulation and monitoring tools aimed at investigating the effects of transformation, exploring the potential to mitigate the urban environment, the

possible implications of the microclimate and the interactions with the sustainable use of the area (Nikolopoulou et al., 2003) to stimulate accessibility, inclusion and sense of belonging to the place by inhabitants, students, residents and other possible categories of users.

The small square, formerly used as a parking area, experienced quite negative climatic conditions during the summer and to social conflicts connected to improper use of public spaces in the district. This first action involved the development of a socio-climatic experiment (Boeri, 2017), based on its transformation into a temporary garden: low-cost structures were used to remodel the square surface and accommodate different plants in special tanks, alternating green areas with wooden paved portions that can act as seats or rest areas (Fig. 4). The layout and density of the green areas was

evaluated using simulation software to choose the most suitable configuration. This socio-climatic experiment aimed to support spontaneous forms of co-management and care of a public space, based on low-cost investments and high design investments, testing eco-sustainable building technologies, materials and techniques that allow people to experiment different uses patterns before making changes permanent. The idea – in line with the indications of the plan – has therefore been translated into an action that assumes the concepts of sustainability and resilience as «potential to create opportunities for new actions aimed at innovation and development» (Adger, 2006).

Six months after its transformation, Piazza Scaravilli has gained a large consensus among local communities, leading Administration and University – owner of the area – to consider

a permanent transformation, collecting the requests from the end-users and promoting, always through a collaborative approach, the planning and final implementation of the space.

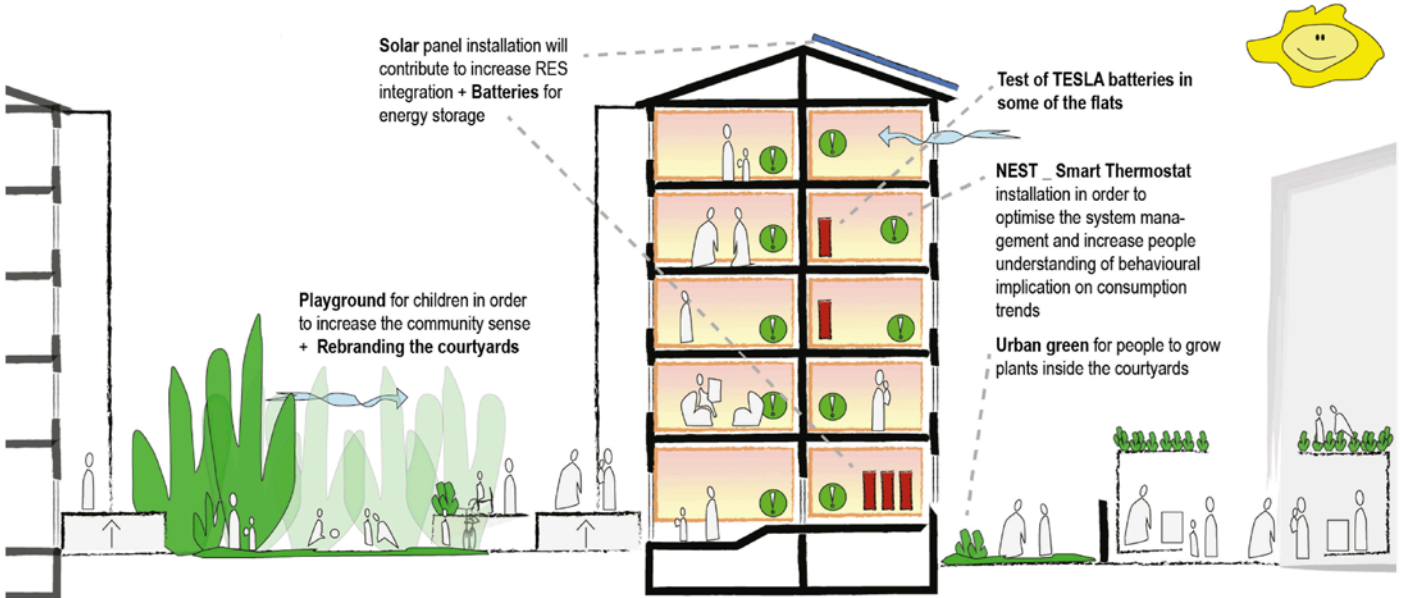
Another important example of real implementation of this plan, in terms of sharing methodology, experimentation and dissemination of possible replication, is represented by the collaboration between the Municipality and the Department of Architecture for the "Design for Adaptation Resilient Urban Communities" project, part of the Urban Transition theme of the Climate-KIC<sup>2</sup> Ph.D. Summer School 2015 edition.

The aim of this project consisted in defining proposals for actions – based on the Adaptation Plan guide-lines – aimed at supporting the regeneration of the Bolognina district, located in the north part of the city, near the railway





| 04



| 05

hub and in proximity to the historic city center. Some proposals focused at the building scale, proposing the renovation of buildings and especially the spaces in-between through greening actions aimed at reconverting the courts, used improperly as parking areas, to their original function; other proposals

operated at the urban scale involving road axes and the local market to re-define and improve its use, also acting on mobility and on the existing green infrastructure. The envisaged technical solutions were based on the indicators defined in the plan, studying related impacts on water management and mitigation of the heat island effect.

At the building level, new lodges have been planned, conceived as solar greenhouses to improve the comfort and efficiency of the dwellings (Fig. 5), acting as second-envelope on which it is possible to install vertical green structure that, together with an increase of 70% of the vegetation in the courts, produces a significant benefit in terms of outdoor

comfort and temperature decrease of the areas compared to ordinary registered conditions. At the urban level, the green infrastructure has been increased through a mix of temporary and permanent installations to support the market and new initiatives to be implemented at the local community level to strengthen the identity and collaboration of citi-

porto degli spazi di vendita e incontro ma anche come dispositivi di captazione e raccolta dell'acqua piovana utilizzata per sostenere gli interventi di greening oltre che come misura compensativa in caso di eventi estremi (Fig. 6-7). L'esperienza ha permesso di trasferire aspetti metodologici, indicatori e possibili strategie a soggetti appartenenti ad altri enti sostenendo la replicabilità del piano e alimentando il dibattito sul piano scientifico all'interno di un network fortemente votato a supportare lo sviluppo e la realizzazione di soluzioni per la resilienza urbana.

### Valutazione degli esiti e considerazioni conclusive

Considerando che tali azioni dovrebbero essere valutate nell'ottica di medio-lungo periodo, i primi esiti parziali delle possibili applicazioni del Piano e delle sinergie a esso correlate si configurano come promettenti esperienze pilota che incoraggiano la realizzazione di nuove iniziative, ma al contempo testimoniano la necessità di una regia coordinata rispetto ad azioni che, laddove presenti, spesso tendono a concretizzarsi in modo episodico.

Il primo risultato è quindi la constatazione della necessità di un Piano maturo sul profilo politico e di indirizzo, oltre che nel contenuto, che presenti una valida struttura metodologica capace di coordinare in maniera sistematica gli interventi. I principali limiti rilevati sono legati all'applicabilità degli indicatori, la cui scala contrasta a volte con la dimensione anche ridotta dei singoli interventi, che sono maggiormente indirizzati a valutare gli effetti sul territorio urbano nel suo insieme piuttosto che sulle singole azioni, che potrebbero invece richiedere indicatori più specifici. In questo senso, la natura del Piano, inclusiva e partecipata, rappresenta una garanzia di miglioramento e correzione

zens, increasing the cultural awareness level towards environmental issues and creating a real resilient community. The new infrastructures linked to the market are not only technical-functional elements to support sales and meeting spaces, but also rainwater collector and re-use devices applied for greening interventions and as compensatory measures in case of extreme events (Fig. 6-7). This experience allowed to transfer methodological aspects, indicators and possible strategies to different subjects supporting the replicability of the plan and feeding the debate within a scientific network to support the development and implementation of solutions for urban resilience.

### Outcomes and conclusions

Considering that these actions should be evaluated in the medium-long term, the first partial outcomes of the possi-

ble applications of this Plan and related synergies are considered as promising pilot experiences that encourage the implementation of new initiatives, but at the same time they require a coordinated oversight with relation to the episodic nature of actions.

The first result is therefore the consideration of the need for a Plan defined in the political and guide-lines profile, as well as in the contents. It has to be structured on a valid methodology capable of coordinating the interventions in a systematic way. The main limits detected are linked to the applicability of the indicators, whose scale sometimes is not in line with the small size of each intervention, which are more aimed at assessing the effects on the urban territory as a whole rather than on individual actions, which could request more specific indicators. In this sense, the Plan, inclusive and participated, repre-

oltre a costituire un elemento di innovazione per l'aggiornamento del Piano stesso in un orizzonte temporale a più ampio raggio. Il secondo elemento di positiva riflessione è dato dai processi di collaborazione attivati con vari enti – in primis con l'Università – nello spirito di recepire contributi transdisciplinari e di tradurre ricerca e sperimentazioni in opportunità di applicazione. Sebbene limitate per estensione, le prime azioni di greening stanno aprendo la strada a una riflessione più ampia sui positivi impatti che ne possono conseguire, opportunamente supportata da strumenti come la mappatura del comfort outdoor che uscendo dall'ambito puramente accademico divengono utili mezzi di comunicazione ai possibili beneficiari. Altri aspetti restano oggetto di approfondimento e in via di definizione, quali l'individuazione di strumenti e modelli finanziari che possano alimentare in maniera efficace i vari processi in attivazione. Essi costituiscono però anche uno degli ambiti dell'ampia collaborazione instaurata tra Comune e Università e uno degli assi di indagine su cui si concentra il modello circolare del progetto ROCK.

### NOTE

1. L'International Panel of Climate Change è un organismo internazionale, istituito nel 1988 dal World Meteorological Organization (WMO) e dall'United Nations Environment Programme (UNEP) per fornire ai policymakers, attraverso il continuo ricorso a studi e ricerche scientifiche autorevoli sul cambiamento climatico, dati affidabili sull'impatto e i rischi futuri e una gamma di opzioni per l'adattamento e la mitigazione.
2. Partnership pubblico-privata a livello Europeo focalizzata sull'innovazione e sul cambiamento climatico, composta da aziende, istituzioni accademiche e il settore pubblico (<http://www.climate-kic.org/about/>).

sents a guarantee of improvement and an element of innovation for updating the Plan in a broader time frame.

The second positive element is the collaboration processes activated with lots of institutions – primarily with the University – with a transdisciplinary approach and with the aim to translate research and experimentation into application opportunities. Although limited for extension of application, the first greening actions are contributing to a broader reflection on the positive impacts that can be achieved, thanks to the support of tools such as outdoor comfort mapping which become useful tools for communication to possible beneficiaries. Other aspects are to be analyzed in depth as they are under definition, such as the identification of financial instruments and models that can effectively feed the processes underway. However, they are also one of the fields of collabo-

ration established between the City and the University and one of the areas of investigation on which the circular model of the ROCK project is focused.

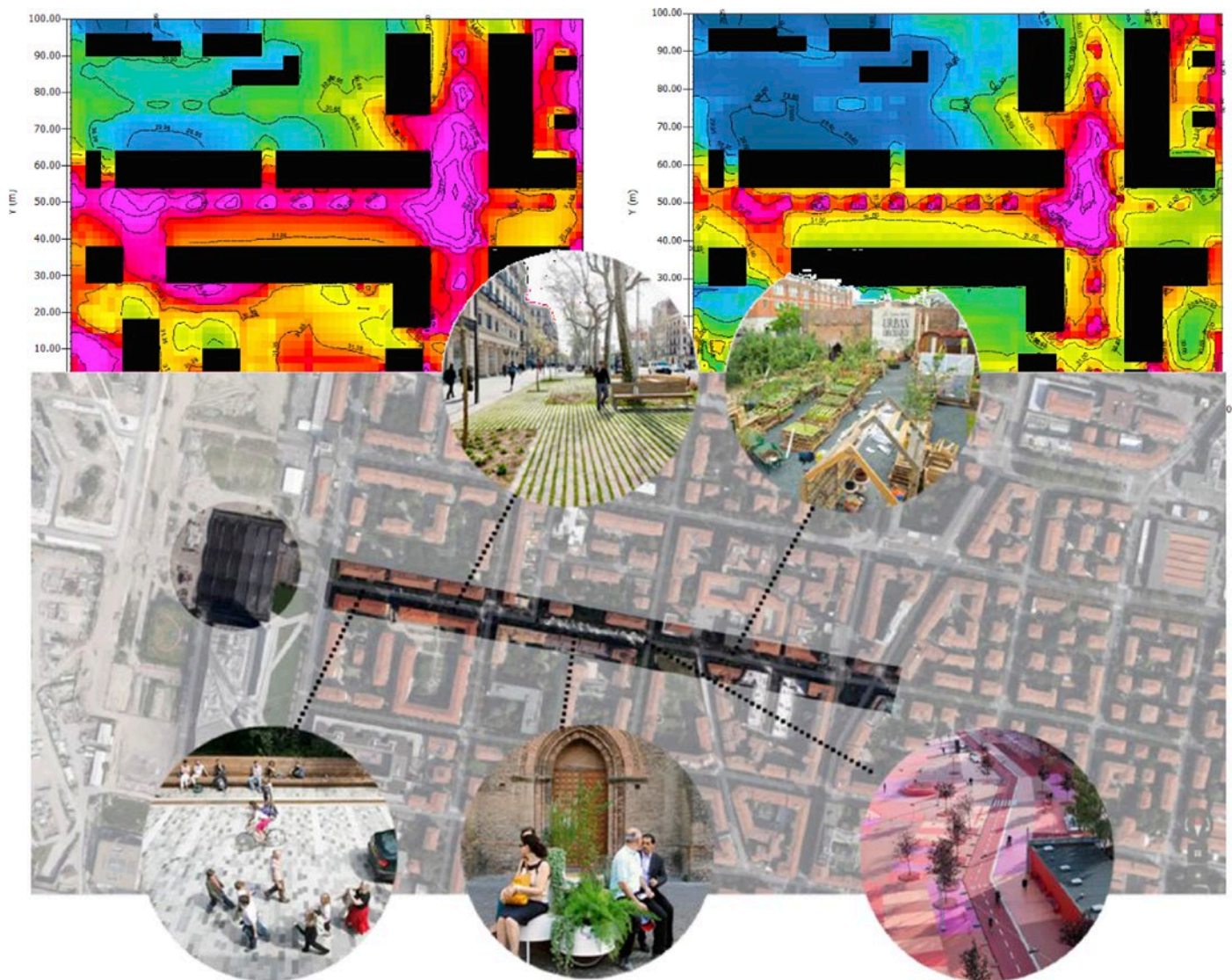
### NOTES

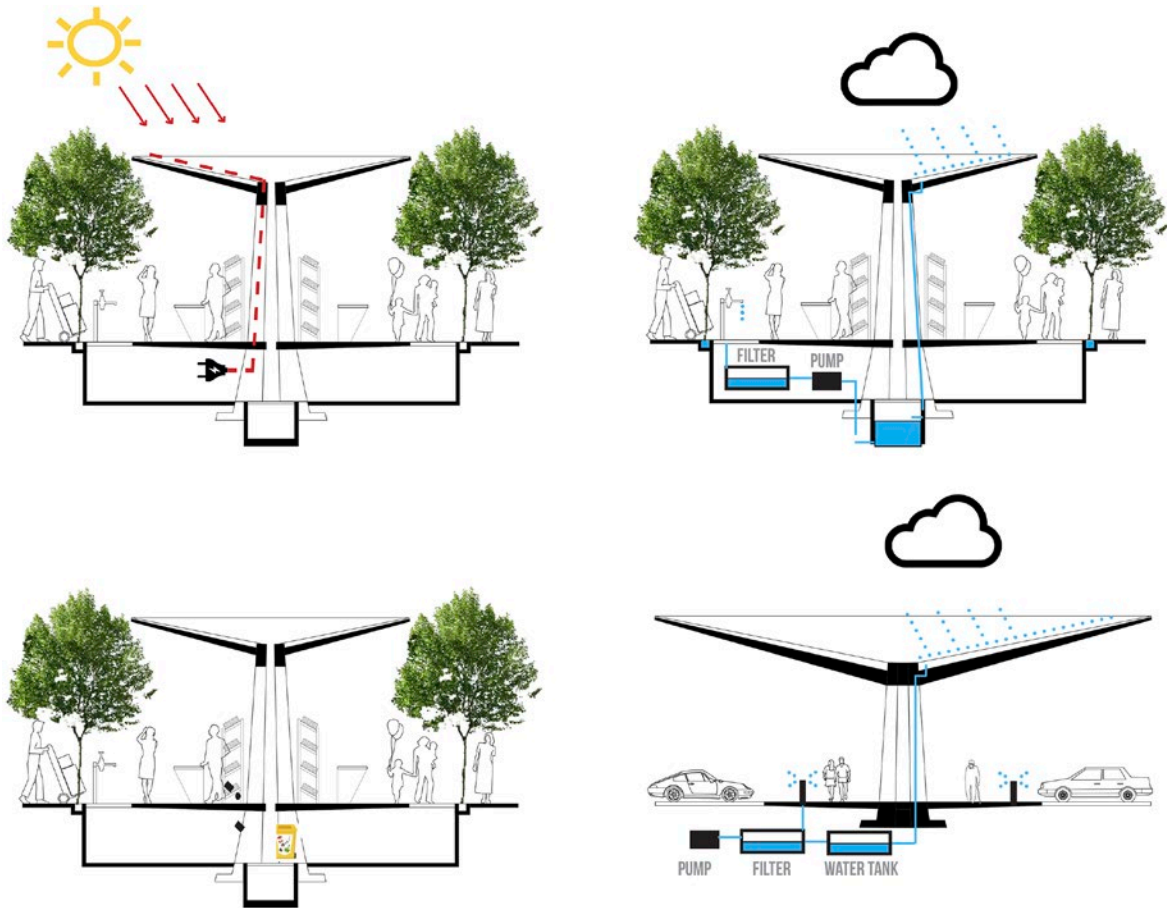
1. The International Panel of Climate Change is an international body, established in 1988 by the World Meteorological Organization (WMO) and the United Nations Environment Programme (UNEP) to provide policymakers, through the use of scientific studies and researches on climate change, reliable data on impact and future risks and a range of options for adaptation and mitigation.
2. Public-private partnership at the European level focused on innovation and climate change, consisting of companies, academic institutions and the public sector. <http://www.climate-kic.org/about/>.



06 | Schema delle iniziative proposte per la riqualificazione del quartiere Bolognina alla scala urbana con confronto della mappa di comfort outdoor pre e post intervento, UNIBO|DA

*Initiatives proposed for the redevelopment of the Bolognina district at the urban scale with comparison of the outdoor comfort map before and after the intervention, UNIBO|DA*





## REFERENCES

Adger, W. N. (2006), "Vulnerability", in *Global Environmental Change*, Elsevier Ltd, 16, pp. 268-281.

Agudelo-VeraaWouter, C. M., Leduc, W. R. W. A., Mels, A. R., Rijnaarts, H. H. M. (2012), "Harvesting urban resources towards more resilient cities", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 64, pp. 3-12.

Barbi, V., Fini, G., Gabellini, P. (Ed.) (2016), *Bologna città resiliente. Sostenibilità energetica e adattamento ai cambiamenti climatici*, Quaderni 5, Comune di Bologna, Urban Center.

Boeri, A., Longo, D., Gianfrate, V., Lorenzo, V. (2017), "Resilient communities. Social infrastructures for sustainable growth of urban areas. A case study", *International Journal of Sustainable Development and Planning*, Vol. 12, pp. 227-237.

Carta, M. (2013), "Il paradigma della città fluida", in Carta, M. (Ed.), *L'Atlante dei Waterfront. Visioni, paradigmi, politiche e progetti integrati per i waterfront Siciliani e Maltesi*, Palermo, DARCH.

De Angelis, A., Izzo, M. V. (2013), "Lo spazio pubblico acceleratore e generatore del rinnovo della città resiliente", in Sbetti, F., Rossi, F., Talia, M., Trillo, C. (Ed.), *Lo spazio pubblico acceleratore e generatore del rinnovo della città resiliente*, Urbanistica Dossier 4, INU Edizioni.

Dieleman, H. (2013), "Organizational learning for resilient cities, through realizing eco-cultural innovations", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 50, pp. 171-180.

Gaspari, J., Fabbri K. (2017) "A study on the use of outdoor microclimate map to address design solutions for urban regeneration", *Energy Procedia*, Vol. 111, pp. 500-509.

Gianfrate, V. (2017), "Il riuso adattivo della città storica: micro-design diffuso nello spazio pubblico", in *Ufficio Tecnico*, No. 6, pp. 8-14.

Gianfrate, V., Longo, D. (2017). *Urban micro-design. Tecnologie integrate, adattabilità e qualità degli spazi pubblici*, FrancoAngeli, Milano.

Kane, S. and Shogren, J. F. (2000), "Linking Adaptation and Mitigation in Climate Change Policy", *Climatic Change*, 45, pp. 75-102.

Jabareen, Y. (2013), "Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk", *Cities*, Vol. 31, pp. 220-229.

Lanzi, M. (2014), "Public Drosscape. Nuove forme dello spazio pubblico dal riciclo dei telai territoriali", *Urbanistica Informazioni*, No. 257/2014.

Musco, F., Patassini, D. (2012), *Mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici: valutazioni di efficacia di piani e politiche in Usa, in Europa e in Italia*, Maggioli.

Nikolopoulou, M. and Steemers, K. (2003), "Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces". *Energy and Buildings* Vol. 35, pp. 95-101.

Robine, J. M. et al. (2008), "Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003", *Comptes Rendus Biologies*, Vol. 331, pp. 171-178.

Santucci, D., Chokhachian, A. and Auer, T. (2017), "Impact of environmental quality in outdoor spaces: dependency study between outdoor comfort and people's presence", in S. ARCH 2017, *Sustainable Architecture Conference 2017*, Hong Kong.

Walker, B. et al. (2004), "Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems", *Ecology and Society*, Vol. 9, p. 5.

Saveria Olga Murielle Boulanger<sup>a</sup>, Marco Marcatili<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Italia

<sup>b</sup>Nomisma, Società di Studi Economici, Italia

saveria.boulanger2@unibo.it

marco.marcatili@nomisma.it

**Abstract.** Il *paper* si propone di sintetizzare gli elementi chiave di una ricerca di dottorato avente per oggetto la definizione e lo sviluppo di uno strumento di ausilio alla progettazione (Green City Circle) volto a supportare processi circolari di valutazione e di progetto per quartieri urbani esistenti valutandone le condizioni di resilienza ed efficienza. L'approccio alla ricerca è multi-disciplinare volto a valutare le criticità sia ad eventi improvvisi, ma soprattutto a processi più lenti ed ecosistemici. Il *paper* intende riflettere su questi temi approfondendo lo studio di un set di Indicatori Chiave di Performance e di scenari di intervento alternativi. Il target dello strumento è identificato nelle amministrazioni locali, principali promotori della rigenerazione a livello locale.

**Parole chiave:** Green City Circle, processo circolare, KPI, città resiliente, scenari.

## Modelli di resilienza per il progetto di una città a basse emissioni

dalle necessità di rispondere in maniera puntuale alle problematiche ambientali, sociali ed economiche, dall'altro dalla proliferazione di progetti e azioni che i singoli territori implementano al fine di "tamponare" e risolvere le questioni più emergenti. L'attuale mondo della ricerca si sta sempre più interrogando sul ruolo della città contemporanea nel rispondere ad alcune di queste emergenze: cambiamenti climatici, migrazioni, povertà, diversità (Coutard, 2014; IPCC, 2014; ESPON, 2013; Hajer and Dassen, 2014). Dalla metà del secolo scorso (e con particolare enfasi dagli anni '90), infatti, molti nuovi concetti connessi al tema della città sono emersi, focalizzando, di volta in volta, diversi aspetti dei contesti urbani e diverse soluzioni ai problemi percepiti: dalle teorie sulla città digitale, sulla crescita urbana, sulla città intelligente (o smart), fino alle più recenti definizioni di città resiliente e di città "senseable" (Claudel e Ratti, 2016; Monfaredzadeh e Be-

La città contemporanea è soggetta ad una serie di pressioni complesse e fortemente stratificate, che provengono da un lato

## Site-specific circular methodology for the resilience of existing districts: the Green City Circle

**Abstract.** The paper aim is to describe the major findings of a PhD research having the objective of defining and developing an instrument (Green City Circle) for the design of existing urban districts, through a circular approach and with the point of view of resilience and energy efficiency. The research approach is multi-disciplinary, aiming to evaluate both risk resilience and slower processes on an eco-systemic perspective. The paper aims to reflect upon these questions by deepening the study of a set of Key Performance Indicator and of alternative scenarios composition. The instrument's target has been selected into local public bodies as major enablers of local regeneration.

**Keywords:** Green City Circle, circular approach, KPI, resilient city, scenario.

rardi, 2014; Caragliu e Del Bo, 2011; Floater e Rode, 2014). Ognuna di queste definizioni propone una sua idea di progetto urbano e, di conseguenza, una diversa visione delle metodologie e degli approcci al progetto sull'esistente. L'elemento che appare costante è una rinnovata attenzione del dibattito internazionale al tema della città come contesto prioritario entro cui è necessario adottare soluzioni per risolvere un numero crescente di problematiche sociali, economiche ed ambientali (ecosistemiche) (Olazabal, 2017). Tra queste il cambiamento climatico sembra essere una tra le questioni più urgenti. Infatti, è opinione di diversi autori, tra cui (Steffen e Crutzen, 2007; EEA 2005; Hajer e Dassen, 2014), che le attività antropiche moderne abbiano avuto e continuino ad avere forti impatti sull'ecosistema del pianeta, tanto da produrre su di esso modifiche così rilevanti da portare i ricercatori a riferirsi all'attuale era con la definizione di Antropocene (Zalasiewicz e Williams, 2011; Crutzen 2006).

In questo contesto, il tema della resilienza al cambiamento climatico appare rilevante, in quanto pone l'obiettivo di analizzare quali siano gli strumenti e le strategie più efficaci per rispondere o adattarsi ai cambiamenti (Yi 2017; Nel-lo e Mele, 2016). In questo studio, e nella ricerca di dottorato ad esso sottesa, si definisce "resilienza" la capacità di un sistema urbano di adattarsi alle modifiche introdotte in esso, siano esse improvvise e repentine ovvero cambiamenti lenti e progressivi<sup>1</sup> (UNISDR, 2015; Norris, 2008; Leal Filho, 2018). All'interno di questo campo di indagine, il dibattito su quali strategie siano le più opportune per indirizzare queste questioni, e soprattutto su come sia possibile misurare la resilienza di un contesto urbano è ampio e tuttora in corso di definizione.

## Resilience models for the project of a low carbon city

Nowadays, the contemporary city is object of emerging and complex pressures, multi-layered and stratified, coming from the need of solving climate, social and economic challenges, as well as coming from the constant proliferation of punctual actions on a local level targeting to solve urgencies. Into this context, the international debate is questioning more and more on the role of urban systems in answering those challenges: climate change, migrations, poverty, diversity are only few of them (Coutard, 2014; IPCC, 2014; ESPON, 2013; Hajer and Dassen, 2014). Since the previous century end (and with a particular emphasis from the '90), several new concepts linked with this theme emerged, focusing each time on different aspects of the problems. Thus, finding different solutions: from theo-

ries on digital city, on urban growth, on smart city, till the more recent definitions of resilient city and *senseable* city (Claudel and Ratti, 2016; Monfaredzadeh and Berardi, 2014; Caragliu and Del Bo, 2011; Floater and Rode, 2014). Hence, each definition proposes a particular idea of urban project and, as a consequence, a different vision on project methodologies and approaches on the built environment. Apparently, the constant is a renovated attention on the role of cities as prior field of intervention for solving a growing number of social, economic, environmental (thus "eco-systemic") challenges (Olazabal, 2017). Among them, climate change seems to be one of the more urgent aspects to be considered and addressed. In fact, it is opinion of several authors (Steffen and Crutzen, 2007; EEA 2005; Hajer and Dassen, 2014) that anthropic activities had, and still have, huge im-

Esistono diversi modelli e strumenti che hanno l'obiettivo di misurare la resilienza dei sistemi urbani. Si ricordano l'Urban Disaster Risk Index (UDRI) che fornisce una visione dei rischi attraverso lo studio di indici (Carreno, 2007); il Risk Management Index (RMI) che sviluppa un gruppo di indicatori che descrivono la capacità di un sistema di ridurre le sue vulnerabilità; il Disaster Resilience Index (DRI) che sviluppa uno strumento di monitoraggio nell'ottica di misurare la riduzione dei rischi nei contesti urbani. Altri approcci sono forniti da Cutter (2010) nel modello Disaster Resilience of a Place Model (DROP), Renschler (2010) con il modello PEOPLE e, infine, di nuovo Cutter definisce il Baseline Resilience Indicators for Communities (BRIC). Per quanto di rilevante interesse, tali contributi sembrano indirizzati allo studio della resilienza con una connessione privilegiata al tema del rischio da eventi improvvisi; approfondiscono un'analisi orientata a misurare la resilienza con una logica *ex post*; presentano logiche non sempre multi-disciplinari e multiscalari (Sharifi, 2016). Minore attenzione è riservata, infatti, alla relazione che intercorre tra l'analisi dei fattori di rischio di un sistema urbano e la loro risoluzione con azioni concrete applicabili non solo alle infrastrutture ma anche agli edifici e allo spazio tra di essi (Boeri and Gaspari, 2015). Appare necessario, dunque, studiare e testare strumenti che siano in grado di supportare le amministrazioni locali in primo luogo in un processo di conoscenza approfondita del territorio, da completarsi non solo da un punto di vista sociale, ma in modo trasversale e multi-livello su pluralità di temi. In altri termini, ciò che appare mancare in questi approcci è una visione *project-oriented*, che parta da una concreta analisi dello stato di fatto e che permetta alle amministrazioni di comprendere come adattarsi ai cambiamenti climatici e mitigarli.

pacts on planet ecosystem. This consideration led some researches to define the actual age as the Anthropocene age (Zalasiewicz and Williams, 2011; Crutzen, 2006). Into this frame, resilience and climate change appear to be relevant, as they pose the question of analysing what are the more efficient instruments and strategies for answering to climate change both on adaptation and mitigation perspectives (Yi, 2017; Nel-lo and Mele, 2016). The doctoral research, underneath this paper, defines "resilience" as the capacity of a urban system to adapt itself in respect of changes (stresses and shocks), both unexpected and fast (shock) and slow and progressive (stresses)<sup>1</sup> (UNISDR, 2015; Norris, 2008; Leal Filho, 2018). The debate on strategies and instruments for resilience, as well as on how

## Metodologia della ricerca e suoi obiettivi

La ricerca, di cui vengono qui descritti i risultati, è stata sviluppata all'interno del Dottorato in Architettura dell'Università di Bologna negli anni 2014-2017 e ha inteso studiare, con un approccio *project-oriented*, un modello decisionale volto alla definizione di uno strumento operativo e di ausilio alla progettazione urbana in ottica di resilienza, *smartness* ed efficienza energetica, con l'obiettivo di rispondere alle richieste europee di favorire la transizione verso città *low-carbon*. È volto, inoltre, a favorire la connessione tra un approccio teorico al tema della resilienza e un approccio pratico al progetto di sistemi urbani resilienti e sostenibili. La ricerca ha coinvolto il Settore Ambiente del Comune di Bologna, dove il ricercatore ha svolto un periodo di tirocinio, e Nomisma - Società di Studi Economici che è stata consultata in qualità di ente esperto.

La metodologia utilizzata ha visto prevalentemente lo sviluppo di: a) uno studio documentale su casi europei di cui sono stati analizzati, tramite schedatura, gli aspetti di governance più innovativi (*smartness*, resilienza ed efficienza energetica); b) uno studio qualitativo (schedatura) di modelli di monitoraggio *ex ante* ed *ex post* (ranking, modelli di performance, indicatori di performance); c) simulazione dello strumento all'interno del quartiere Bolognina (Bologna) con l'aggiunta di analisi di tipo documentale, campagne fotografiche, interviste ad esperti e, infine, interviste a cittadini tramite la tecnica dell'Osservazione Partecipante con intervistatore anonimo (Semi, 2010).

aiming to measure resilience mainly with an *ex post* logic; they are scarcely multi-disciplinary and multi-scale (Sharifi, 2016). Less attention is reserved, in fact, to the relation between risk factors analysis and practical solutions applicable not only to infrastructures but to the built environment as an holistic system (also considering the space in-between buildings) (Boeri and Gaspari, 2015). Therefore, it appears necessary to study and test instruments able to support local administration in a knowledge process (social, economic, multi-layered perspective) and in a project-oriented vision.

**Objectives and research methodology**  
The PhD research underneath this paper has been developed into the Department of Architecture of the University of Bologna, from 2014 un-

til 2017. The aim of the research was to develop, with a project-oriented approach, a decision-making instrument for accelerating the transition of cities toward low carbon, with a specific focus on resilience, *smartness* and energy efficiency. The research aimed also to foster the connection between a theoretic approach on *smartness* and resilience and an action-based approach on urban systems. The research work involved the Environment Department of the Municipality of Bologna and Nomisma - Society of Economic Study. The research used the following methodology: a) a qualitative desk analysis on European Best Practice and, mainly, on innovative governance approaches including *smartness*, resilience and energy efficiency; b) a qualitative desk analysis on monitoring models both *ex ante* and *ex post* (ranking instruments,



## Indicatori chiave di performance e studio di scenari per la valutazione di quartieri resilienti

di progetto; definizione di un set d'indicatori chiave di performance (KPIs); applicazione di una metodologia *site-specific* alla scala del quartiere in contesti urbani esistenti.

1. Campo di applicazione: il quartiere. Questa scelta deriva sia da una considerazione di carattere geografico e sociale sia energetico, microclimatico e di progetto. La scala del quartiere permette di implementare azioni pilota che comprendano non solo azioni puntuali ma sistemi di azioni multi-livello e multi-disciplinari (Gaspari, Boulanger, Antonini, 2017), che coinvolgono in maniera integrata economia, società, tecnologia, infrastrutture e servizi, con un approccio ecosistemico (Balducci e Fedeli, 2007; Barton, 2000). Inoltre, il quartiere è una scala intermedia di progetto, tra l'edificio e la città avente alcune caratteristiche: a) riconoscibile dai cittadini (dimensione sociale); b) estensione fisica che permetta di implementare azioni integrate (dimensione progettuale); c) unità in termini relazionali e di servizi, anche in relazione all'intera città (dimensione amministrativa).

2. Scenari. La costruzione di scenari è utilizzata come metodologia per visualizzare gli effetti di diverse composizioni di azioni. Come definito dalla teoria degli scenari, per quanto non sia possibile predire il futuro, attraverso un'opportuna analisi scenari è possibile studiare le conseguenze delle azioni che si intende implementare (Ogilvy e Schwartz, 2002) in relazione a diversi orizzonti temporali ovvero in relazione a diverse tipologie di azioni. Nel caso della ricerca qui presentata si utilizzano gli scenari

Lo strumento sviluppato dalla ricerca, chiamato Green City Circle (GCC), è basato su due strumenti e alcuni assunti: costruzione di scenari alternativi

secondo la metodologia *action-based*: mantenendo l'elemento temporale come costante e facendo variare, in scenari differenti, diverse combinazioni di azioni<sup>2</sup>. Il GCC prevede la costruzione di almeno tre distinte tipologie di scenari dove:

- il primo è il sistema di riferimento che risponde alla domanda “cosa succederebbe se, nel contesto selezionato e su un arco temporale prestabilito, nessuna azione venisse implementata?” (scenario “*business as usual*”);
- il secondo e il terzo sono costruiti usando diverse composizioni di azioni sul contesto urbano selezionato su un arco temporale costante. Il GCC prevede che il numero di 3 scenari sia il numero minimo, utile ad operare confronti tra le possibili azioni implementabili nel contesto.

3. Indicatori Chiave di Performance (KPIs). In abbinamento alla tecnica degli scenari, il modello utilizza un secondo strumento: i KPIs<sup>3</sup>. La costruzione degli scenari viene, infatti, redatta sulla base di una selezione di un set di 11 KPIs, descritti nella tabella 1<sup>4</sup>.

performance models, KPIs); c) simulation of the proposed model on the Bologna district (Bologna) which also included documental analysis, photographic campaigns, experts' interviews and citizens' interviews, by using the technique of the Participatory Observation (Semi, 2010).

### Key Performance Indicators (KPIs) and scenario as instruments of resilient districts

The proposed model, named Green City Circle (GCC) is based on two instruments and some assumptions: design of alternative scenarios; definition of a set of KPIs; use of a site-specific methodology at the district scale for existing urban contexts.

1. Field of application: the district. The district scale allows the implementation of piloting actions framed as multi-levels and multi-disciplinary

systems of actions (Gaspari, Boulanger, Antonini, 2017) including an eco-systemic approach (economic, societal, technological, infrastructural and service-based). Therefore, the district is an intermediate project dimension, between building and urban scale, having some characteristics: a) being recognisable by citizens (social dimension); b) physical extension allowing the implementation of integrated actions (project dimension); c) relational and services unit (administrative dimension).

2. Scenarios are used as methodology for visualizing the effects of different actions' compositions. As defined by the scenario theory, even if it is not possible to predict the future, it is possible to forecast some of the consequences of actions we want to implement (Ogilvy and Schwartz, 2002). This research used an action-based

secondo la metodologia *action-based*: mantenendo l'elemento temporale come costante e facendo variare, in scenari differenti, diverse combinazioni di azioni<sup>2</sup>. Il GCC prevede la costruzione di almeno tre distinte tipologie di scenari dove:

- il primo è il sistema di riferimento che risponde alla domanda “cosa succederebbe se, nel contesto selezionato e su un arco temporale prestabilito, nessuna azione venisse implementata?” (scenario “*business as usual*”);
- il secondo e il terzo sono costruiti usando diverse composizioni di azioni sul contesto urbano selezionato su un arco temporale costante. Il GCC prevede che il numero di 3 scenari sia il numero minimo, utile ad operare confronti tra le possibili azioni implementabili nel contesto.

3. Indicatori Chiave di Performance (KPIs). In abbinamento alla tecnica degli scenari, il modello utilizza un secondo strumento: i KPIs<sup>3</sup>. La costruzione degli scenari viene, infatti, redatta sulla base di una selezione di un set di 11 KPIs, descritti nella tabella 1<sup>4</sup>.

### Il Green City Circle model: struttura metodologica, obiettivi, architettura del modello e sua simulazione sul quartiere Bolognina

La circolarità del modello dipende sia dalla consequenzialità delle singole fasi sia dalla sua replicabilità, a fine processo, in altri contesti o nuovamente nello stesso quartiere. Al fine di rendere la trattazione chiara ed efficace si è ritenuto opportuno connetterla direttamente alla simulazione del modello sul quartiere

La metodologia di costruzione del GCC si basa sull'adozione di un approccio *project-oriented* composto da fasi di progetto successive, strutturate in sei fasi consecutive secondo uno schema di tipo circolare, come descritto nella (Fig. 1).

methodology for creating scenarios: the time is constant while systems of actions are variable<sup>2</sup>.

The GCC foresees the construction of at least three different scenarios, where:

- the first one is the business as usual scenario;
  - the second and the third scenarios are built by using different systems of actions on a constant timeframe.
3. Key Performance Indicators (KPIs). In combination with scenario techniques, the GCC defines a set of KPIs<sup>3</sup>. Scenario construction is, in fact, based on them (see Table 1)<sup>4</sup>.

### The Green City Circle Model: methodological structure, objective, model architecture and simulation on Bologna district

The GCC is based on a project-oriented and a step-by-step approaches. It is composed by six phases, follow-

ing a circular frame, as described into (Fig. 1).

The circularity of the model depends on the consequentiality of each phase but overall on the replicability of the process at the end of the last phase. The replicability can be fostered both on other contexts as well as inside the same, with the definition of new scenarios. For making the description of the model clearer, the description of architecture is linked with the simulation on Bologna district, located inside the city of Bologna<sup>5</sup> (Fig. 2). Five steps are foreseen by the model.

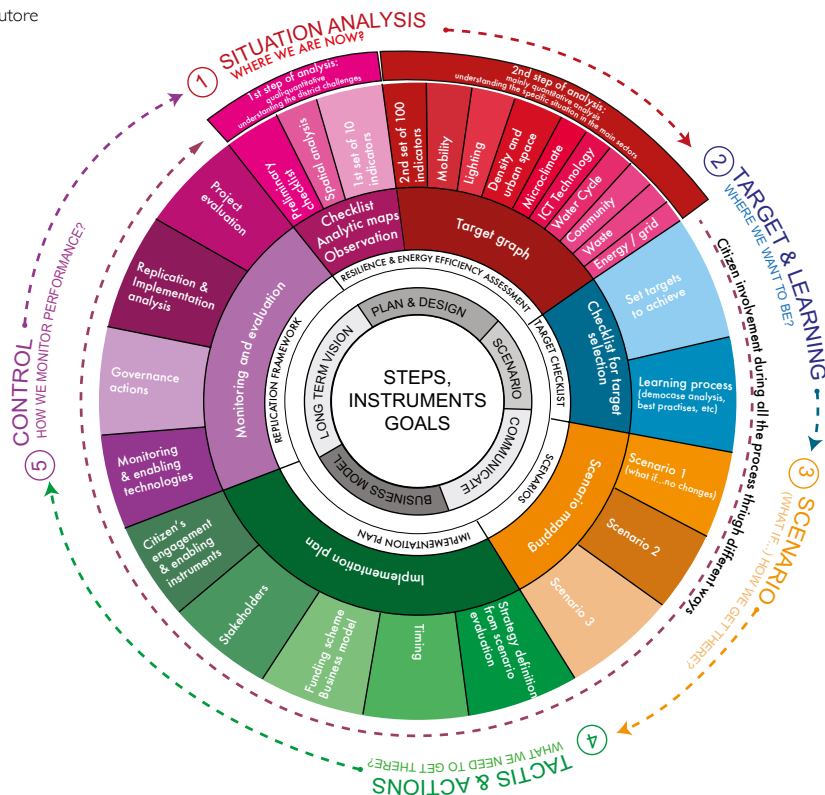
1. The Knowledge Phase provides the analysis of the context through: a) documents, reports, historic data (bibliography analysis); b) urban and relational analysis (city-planning analysis) c) social, cultural and creative investigations, also by using innovative methodologies (social/anthropologi-



Tab. 1 - Selezione di 11 Indicatori di Performance  
Selection of KPIs

ID	INDICATORS	UNITS	DATA SOURCE
1	Energy consumption of buildings	kWh/m <sup>2</sup> y	Evaluation of energy consumption for thermal need for the average of buildings, divided into the main functions (residential, tertiary, enterprises, commercial). The data source can be different depending on the energetic policies of the city. If present, it is the energy certification.
2	Percentage of renewable energy used for the built environment, on the total energy consumption (both electric and thermal).	%	A percentage of renewable energies on the total energy consumption is required. If the data are present, it is required a separated analysis of thermal energy and electric energy.
3	Buildings density and canyons geometry	m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup>	The building density factor is calculated from m <sup>2</sup> of buildings on the total km <sup>2</sup> of the selected area. The calculation is based on a spatial analysis, on the basis of a geo map. The canyon geometry is a qualitative analysis of the main canyons geometry, in which are highlighted the sky view factor, the general geometry of buildings, the presence of vegetation and other relevant elements.
4	Anthropogenic heat	W	The source for anthropogenic heat, in this study, is given by a calculation based on the thermal conduction of building envelope.
5	Evapotranspiration ratio	%	The evapotranspiration ratio is calculated as a percentage of impervious surfaces on total selected area. The data come from a spatial analysis.
6	Thermal comfort	PMV index	The thermal comfort is the thermal perception of a group of people in a selected area.
7	Distribution of vegetation	qualitative	The distribution of vegetation is evaluated on the basis of a spatial analysis.
8	Air pollution	n°(d)	The air pollution is evaluated with the n° of days in which the presence of particulate is higher than the international limit. The data are provided by the municipality or by reports on air quality.
9	Green public transport penetration	qualitative	The penetration of public transports is conducted on the basis of a qualitative analysis based on a map of the district.
10	Presence of ICT devices	qualitative	The presence of ICT systems (or more advanced ones) at the level of district microclimate assessment is considered in n° of systems into the whole district, with the specification of the use of these systems.
11	Innovative environment: presence of innovative technologies /services/ participatory approaches at the district level	qualitative	The presence of particularly innovative instruments of climate change adaptation and mitigation (included on the social/educative level) are assessed through a qualitative analysis, giving an insight of the presence and a detailed description of such instruments.

01 | Green City Circle, disegno dell'autore  
Green City Circle, author's design



scelto, ovvero il quartiere della Bolognina, nella città di Bologna<sup>5</sup> (Fig. 2).

Cinque fasi sono previste nel modello e sono riassunte come segue.

1. Fase Conoscitiva. Prevede l'analisi del contesto attraverso: a) documenti, report, dati storici (analisi bibliografica); b) analisi urbana e relazionale (urbanistica); c) analisi della dimensione sociale, culturale e creativa informale, anche attraverso strategie conoscitive innovative, come quelle dell'Osservazione Partecipante (sociologica); d) compilazione di una Checklist Preliminare, proposta dallo strumento, che permette di identificare i principali stress; e) analisi qualitativa e quantitativa basata sui KPIs. Il principale output di tale fase è costituito da un grafico radar della situazione iniziale di partenza, chiamato "Stato dell'Arte". Nel caso del quartiere Bolognina si è ottenuto il grafico mostrato in (Fig. 3).

Dal punto di vista della resilienza sociale e ai cambiamenti climatici, i principali fattori di rischio del contesto sono stati individuati da: presenza del fenomeno della *fuel poverty*<sup>6</sup> connessa all'obsolescenza energetica degli edifici (Fig. 4), estesa cementificazione del suolo che produce problematiche in caso di forti piogge, degrado urbano, assenza di spazi comuni opportunamente attrezzati, a fronte di una forte presenza di spazi adibiti ad auto e parcheggi (Fig. 5).

2. Definizione degli obiettivi e della costante temporale. Tale fase presuppone la definizione di obiettivi quali-quantitativi su un arco temporale predefinito di medio-lungo termine. Anche questa fase è supportata dalla fornitura di una Target List.

3. Definizione di 3 scenari. Il primo è lo scenario "*business as usual*" (Fig. 6) mentre il secondo e il terzo (estendibili a *n*) costituiscono le simulazioni di azioni. La (Fig. 7) mostra il grafico radar relativo ai due insiemi di soluzioni simulati sul quartiere.

cal analysis); d) by filling a Preliminary Checklist provided by the instruments; e) qualitative and quantitative analysis based on the set of 11 KPIs.

The major output of this step is a Radar Graph of the State of the Art, as showed in (Fig. 3).

Applying the first phase on the Bolognina context, two major stresses have been identified: the presence of the phenomenon of *fuel poverty*<sup>6</sup> connected with the energetic obsolescence of buildings (Fig. 4), high ground concreting producing shocks in case of important rainfalls, but also urban degradation, equipped public space absence, while the presence of cars is particularly high (Fig. 5).

2. Objective and timeframe definition. This step expects the definition of quantitative and qualitative objectives on a precise timeframe. Also this phase is supported by the presence of a Target

List helping into the definition of this step. In the case of Bolognina, the objective selected was to reduce energy consumption of the district by 50% before 2030.

3. Definition of 3 scenarios. The business as usual scenario applied to the selected district gave the result showed in (Fig.6); while the first and the second one are described in (Fig. 7). Scenario 1 is based on implementing actions for increasing the energy efficiency of buildings (for solving fuel poverty), while Scenario 2 is based on acting on the space in-between buildings: streets and courtyards.

4. Definitive action selection and implementation. The fourth step foresees the definitive selection of actions to be implemented into the district with the definition of an Implementation Plan, including business models, timing approach, milestones and citizens partici-

Il primo scenario ha ipotizzato di intervenire prevalentemente sugli edifici, attraverso un rinnovo di tipo energetico dell'esistente, mentre il secondo scenario ha ipotizzato di intervenire sullo spazio tra gli edifici: sezione stradale e corti interne.

4. Selezione delle azioni e implementazione. La quarta fase prevede la scelta dell'insieme di azioni da implementare e la stesura di un Piano di Implementazione che coinvolge la redazione di un *business plan*, la definizione di un *timing* preciso, di una serie di *milestones* e di strategie di coinvolgimento della popolazione e di partecipazione. Nel caso della Bolognina si è ipotizzato di implementare una serie di azioni provenienti da entrambi gli scenari simulati al fine di scatenare circoli virtuosi con un numero contenuto d'interventi (Gianfrate e Longo, 2017).

5. Monitoraggio, qualità e trasferibilità. L'ultima fase si articola in tre sotto-fasi: (i) la definizione di una strategia di monitoraggio; (ii) la stesura di un report di valutazione in grado di mostrare gli elementi di successo e insuccesso della strategia attuata; (iii) lo studio delle potenzialità di proseguimento dell'intervento, sia all'interno dello stesso contesto, sia in altri contesti.

## Conclusioni, risultati, limiti e impatti attesi

Il modello GCC presentato è stato studiato con l'obiettivo di fornire un aiuto concreto alla rigenerazione di quartieri urbani esistenti in ottica di resilienza, sostenibilità e *smartness*. Da questo punto di vista il principale merito del sistema è la sua aderenza a diverse tipologie di contesti urbani pur mantenendo una importante flessibilità data dal diverso grado di approfondimento ad esso applicabile. I due estremi di utilizzo possono, infatti, essere riassunti come segue:

Under this point of view, the major contribution of the model is its applicability on several different urban contexts, being sufficiently flexible to a multiplicity of degrees of depth and real situations. Two ways of usage are, in fact, possible:

- a basic level in which the public administration (PA) can use the model for starting a regeneration process or for communicating to politicians or citizens scenarios on a graphic and comparable way;
- a level of detail in which the model can be used on district already involved on a regeneration process for deepening actions' implementation or for monitoring results through KPIs.

## Conclusions, results, limits and expected impacts

The GCC model was developed with the aim of giving a real support into the regeneration of existing urban districts on the perspective of resilience, sustainability and smartness.

On the replicability point of view, the model can answer to the necessity of transfer processes in different contexts and it is also usable in case of mentor-



ing methodologies (Boulanger and Nagorny, 2018).

Contrariwise, the major limit of the model can be recognised on data availability. In fact, as the actual functioning of PA is mainly based on silos-thinking, the collecting of multi-disciplinary and interrelated data can be an obstacle. Then, the model was only simulated on one district, while the application to an additional one is under definition and study.

As a conclusion, the main research originality can be identified on the typology of the circular approach, which is project-based, multi-disciplinary, multi-layered and able to link together a theoretical approach with a practical one on regeneration of existing urban districts.

#### NOTES

1. With slow and progressive changes it is intended, for example, the heat is-

land phenomenon, but also heat waves, flooding and draughts caused by the change of precipitation and so on (Erell and Pearlmuter, 2011).

2. Scenarios can also be used with actions as a constant with the time as a variable.

3. With KPIs it is intended an indicator able to compare the actual situation of a system in relation with a situation objective (EEA, 2005).

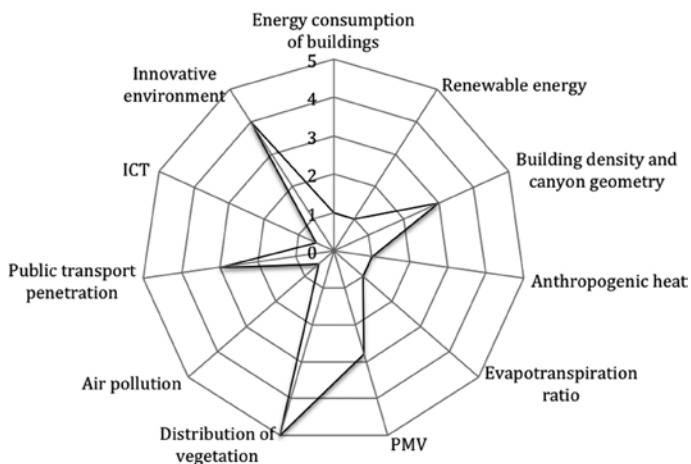
4. The selection of KPIs has been selected following the OECD guidelines (OECD, 2008). In particular, each indicator has been selected on the base of an accurate literature analysis. For each indicator several steps have been followed: description, definition of benchmark values (based on literature or on norms), normalization and score assignment (0 to 5). A deepen analysis on indicator selection will be subject of future publications.

5. Bolognina district is located on the north of the historical centre of the city of Bologna, behind the major train station. During the history, it was working class neighbourhood, framed by the presence of industries. Actually the majority of industries have closed and there is a mixed social composition. It is actually a place of high urban transformations.

6. Fuel poverty is a phenomenon involving low-income society, which sometimes cannot be able to afford the cost of energy inside their flats.



03 |



- un livello base, in cui la pubblica amministrazione (PA) può utilizzarlo con l'obiettivo di intraprendere uno studio più approfondito su un determinato quartiere ed anche comunicare al mondo politico o alla cittadinanza scenari e idee di progetto in maniera efficace e semplice, attraverso grafici tra loro confrontabili;
- un livello di approfondimento, poiché il modello può essere utilizzato su quartieri che hanno già intrapreso la transizione verso città *low carbon* e resilienti. In questo caso lo strumento può fornire un ulteriore grado di approfondimento ed essere, per esempio, sfruttato in occasione di processi partecipati, nonché di studio di nuove azioni.

Dal punto di vista della replicabilità si ritiene che il modello possa rispondere alle necessità di preferire ad una replicabilità 1:1 il concetto di trasferire un processo, sfruttabile nel caso di strategie di *mentoring* tra quartieri della stessa città o di città diverse (Boulangier e Nagorny, 2018).

Al contrario, il principale limite che si riconosce e che potrà essere colmato con ricerche future è la necessità di reperire un numero di informazioni multi-disciplinari. Tale aspetto può risultare complesso nell'attuale organizzazione della PA per settori distinti. Inoltre, ad oggi, il modello è stato simulato in maniera completa solo sul quartiere della Bolognina sebbene sia in corso la sua simulazione su un altro quartiere di Bologna, ovvero quello universitario scandito dalla presenza di Via Zamboni e di un importante patrimonio culturale.

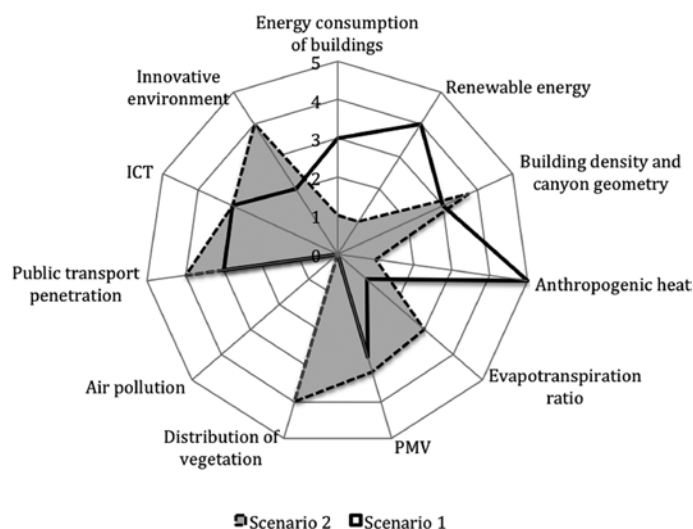
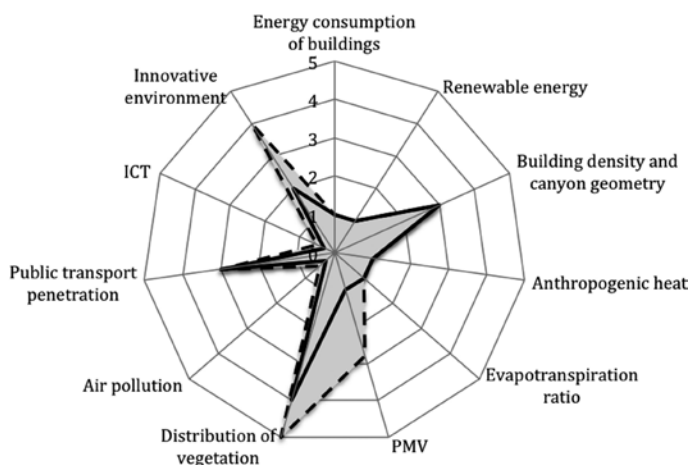
In conclusione, l'originalità della ricerca è principalmente connessa alla tipologia di approccio circolare e *project-based* che propone, alla multi-disciplinarietà dell'approccio, alla sua multi-scalarità e alla sua applicabilità in contesti diversi.



| 04



| 05



## NOTE

1. Con cambiamenti lenti e progressivi si intendono, ad esempio, il fenomeno delle isole di calore, delle ondate di calore, l'incapacità di un territorio di assorbire le piogge in eccesso, o la ciclica scarsità d'acqua (Erell e Pearlmutter, 2011).
2. La seconda modalità di costruzione degli scenari prevede, infatti, di mantenere costante le azioni, studiandole in relazione a tempi diversi. Questo approccio può essere definito *time-based*.
3. Con Indicatore Chiave di Performance (KPI) si intende un indicatore in grado di comparare le attuali condizioni di un sistema in relazione ad uno specifico sistema di riferimento. Tali indicatori, infatti, misurano la "distanza" tra la situazione attuale e la situazione di obiettivo (EEA, 2005).
4. Le modalità di selezione del set di 11 KPIs hanno ricalcato le linee guida fornite da (OECD, 2008) e in particolare sono stati scelti sulla base di: analisi di altri strumenti, coinvolgimento di esperti del settore, utilizzo di indicatori già esistenti basati su una solida letteratura di riferimento. Per ogni indicatore sono stati completati i seguenti passaggi: descrizione, analisi della soglia (o benchmark) ricavata dalla letteratura oppure dalle normative vigenti, normalizzazione e sistema di assegnazione di punteggio da 0 a 5, così da poter eseguire una resa attraverso grafici radar. Si rimanda la trattazione specifica relativa alla selezione degli indicatori a pubblicazioni future.
5. Il quartiere Bolognina è un quartiere geograficamente posizionato a nord del centro storico di Bologna, dietro la Stazione Centrale. Nella storia è stato un quartiere operaio ed industriale che ha subito notevoli modifiche nel corso degli anni. Attualmente presenta una composizione sociale ed economica complessa sebbene siano in corso importanti trasformazioni urbane.
6. Con *fuel poverty* si intende il fenomeno della povertà energetica che si verifica quanto esistono cittadini non in grado di fare fronte alla spesa per l'approvvigionamento energetico della propria abitazione.

## REFERENCES

Balducci, A. and Fedeli, V. (2007), "Tracce di quartieri", in Balducci, A. and Fedeli, V. (Ed.), *Territori della città in trasformazione. Tattiche e percorsi di ricerca*, Franco Angeli editore, Milano.

Barton, H. (2000), *Sustainable Communities. The Potential for Eco-Neighbourhoods*, Earthscan Publications Ltd, London, UK.

Boeri, A. and Gaspari, J. (2015), "Un approccio multi-layer alla rigenerazione urbana: efficienza energetica e ottimizzazione delle condizioni di comfort", *Techné*, Vol. 10, pp. 214-221.

Boulanger, S.O.M. and Nagorny, N. (2018), "Replication vs mentoring: Accelerating the process of spreading good practices for the low-carbon transition", *International Journal of Sustainable Development & Planning*, Vol. 13, No. 2, pp. 316-328.

Caragliu, A., Del Bo, C. and Nijkamp, P. (2011), "Smart Cities in Europe", *Journal of Urban Technology*, Vol. 18, pp. 65-82.

Carreño, M.L., Cardona, O.D. and Barbat, A.H. (2007), "Urban seismic risk evaluation: A holistic approach", *Natural Hazards*, Vol. 40, No. 1, pp. 137-172.

Claudel, M. and Ratti, C. (2016), "Dimensions of the Future City", in Nel-lo O. and Mele R (Ed.), *Cities in the 21st century*, Routledge, New York, pp. 162-180.

Coutard, O. et al. (2014), *Urban Megatrends: Towards a European Research Agenda*, European Commission, Brussels, pp. 1-17.

Cutter, S.L. et al. (2010), "Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions", *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, Vol. 7, No. 1, Article 51.

Crutzen, P.J. (2006), "The Anthropocene", in Ehlers, E., Krafft, T. (Ed.), *Earth System Science in the Anthropocene*, Springer, pp. 13-18.

Erell, E., Pearlmutter, D. and Williamson, T. (2011), *Urban microclimate. Designing the spaces between buildings*, Earthscan, London, Washington DC.

Espon (2013), *Natural Hazards and Climate Change in European Regions*, Territorial Observation No. 7, European Commission, Luxembourg, BE.

European Environment Agency (2005), *EEA core set of indicators, Technical Report 1/2005*, European Environment Agency, Luxembourg.

Floater, G. and Rode, P. (2014), *Cities and the New Climate Economy: the transformative role of global urban growth*, LSE Cities, London School of Economics and Political Science, London, UK.

Gaspari, J., Boulanger, S.O.M. and Antonini, E. (2017), "Multi-layered design strategies to adopt smart district as urban regeneration enabler", *International Journal of Sustainable Development & Planning*, Vol. 12, No. 8, pp. 1247-1259.

Gianfrate, V. and Danila, L. (2017), *Urban micro-design: Tecnologie integrate, adattabilità e qualità degli spazi pubblici*, FrancoAngeli.

Hajer, M. and Dassen, T. (2014), *Visualizing the challenge for 21st century urbanism*, naio10 publisher / PBL publishers, Amsterdam, NL.

IPPC (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*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.



Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)], IPCC, Geneva, Switzerland, p. 151.

Joint Research Centre-European Commission (2008), *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*, OECD publishing.

Leal Filho, W., Icaza, L.E., Neht, A., Klavins, M. and Morgan, E.A. (2018), "Coping with the impacts of urban heat islands. A literature based study on understanding urban heat vulnerability and the need for resilience in cities in a global climate change context", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 171, pp. 1140-1149.

Monfaredzadeh, T. and Berardi, U. (2014), "How can cities lead the way towards a sustainable, competitive and smart future?", *WIT Transactions on ecology and the environment*, January, pp. 1063-1074.

Nel-lo, O. and Mele, R. (Ed.) (2016), *Cities in the 21st century*, Routledge, New York, USA.

Norris, F. H., Stevens, S.P., Pfefferbaum, B., Wyche, K.F., Pfefferbaum, R.L. (2008), "Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities", *Am J Community Psychol*, Vol. 41, pp. 127-150.

Ogilvy, J.A. and Schwartz, P. (2002), *Creating Better Futures: Scenario Planning as a Tool for a Better Tomorrow*, Oxford University Press, Oxford, UK.

Olazabal, M., (2017), "Resilience, Sustainability and Transformability of Cities as Complex Adaptive Systems", in Deppisch, S. (Ed.), *Urban Regions Now & Tomorrow: Between vulnerability, resilience and transformation*, Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden, pp. 73-97.

Renschler, C. S., et al. (2010), *A Framework for Defining and Measuring Resilience at the Community Scale: The PEOPLES Resilience Framework*, MCEER.

Semi, G. (2010), *Losservazione partecipante. Una guida pratica*, Il Mulino, Bologna.

Sharifi, A. (2016), "A critical review of selected tools for assessing community resilience", *Ecological Indicators*, Vol. 69, pp. 629-647.

Steffen, W., Crutzen, P. J. and McNeill, J. R., (2007), "The Anthropocene: are humans now overwhelming the Great Force of Nature?", *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, Vol. 36, No. 8, pp. 614-621.

United Nation Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) (2015), *Hyogo Framework for Action 2005-2015*, available at: [www.unisdr.org](http://www.unisdr.org).

Yi, G. Dou, W. and Liu, N. (2017), "Planning resilient and sustainable cities: Identifying and targeting social vulnerability to climate change", *Sustainability* Vol. 9, No. 8, p. 1394.

Zalasiewicz, J., Williams, M., Haywood, A., and Ellis, M. (2011), *The Anthropocene: a new epoch of geological time?*, Royal Society Publishing, UK.

Paolo Carli<sup>a</sup>, Luca Maria Francesco Fabris<sup>a</sup>, Guido Granello<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Dipartimento di Architettura e Studi Urbani Politecnico di Milano, Italia

<sup>b</sup>Departamento de Arquitectura, Universidad de Alcalá, Spagna

paolo.carli@polimi.it

lucamariafrancesco.fabris@polimi.it

proyectar@guidogranello.eu

**Abstract.** Si presenta il lavoro del Politecnico di Milano nel progetto "Insieme si può fare: Sant'Agabio Resiliente" finanziato da Fondazione Cariplo ("Comunità Resilienti" 2016). Ispirandosi ai principi del movimento delle Transition Town, la ricerca interviene in un quartiere popolare e multietnico del Comune di Novara con azioni innovative sulla qualità dell'ambiente urbano. Il contributo originale del progetto è l'attivazione della resilienza in una comunità che si rinnova diventando solidale, inclusiva, attenta, partecipe e capace di impegnarsi in futuro in modo autonomo. Le strategie adottate hanno permesso il coinvolgimento di associazioni in attività pertinenti la resilienza ambientale e la facilitazione di azioni concrete capaci di generare una rispondenza empatica con la loro inclusività.

**Parole chiave:** progettazione ambientale, transition town, sicurezza, inclusione, auto-riqualificazione.

## Quadro di riferimento

Il progetto "Insieme si può fare: Sant'Agabio Resiliente" finanziato dalla Fondazione Cariplo (bando "Comunità Resilienti" 2016) è coordinato dall'associazione di promozione sociale Mille Città del Sole, con la partnership di Auser Filo d'Argento Onlus, Comune di Novara, DASTU (Dipartimento Architettura e Studi Urbani) - Politecnico di Milano, GMI (Giovani Musulmani Italiani), Il Frutteto Cooperativa sociale, Lucy in the sky, Mobàdara e, in qualità di sponsor tecnici o partner finanziatori, di ASSA S.p.a., ATC (Agenzia Territoriale per la Casa del Piemonte Nord) - Novara, Coldiretti Novara e Teleambiente.

S. Agabio (13.000 abitanti) è un quartiere di Novara con una vasta area industriale a prevalenza chimica, sviluppatosi negli anni '70, a partire da una massiccia concentrazione di edilizia residenziale pubblica. Il quartiere, caratterizzato da presenza operaia, è da sempre ricettore di immigrazione, prima italiana e poi straniera, con le relative difficoltà di inserimento ed integrazione nel restante contesto cittadino. Oggi è un quartiere a forte varie-

*Sant'Agabio Resiliente:*  
inclusion and solidarity  
for the urban  
environment

**Abstract.** This paper presents the work of the Politecnico di Milano for the "Together It Can Be Done: Sant'Agabio Resiliente" project funded by the Cariplo foundation (2016). Inspired by the principles of the Transition Towns movement, the study intervenes in a multiethnic neighborhood of the Municipality of Novara with innovative actions that enhance the quality of urban environment. The original contribution of the project was the activation of the resilience of a community that is in the process of rehabilitation with goals of solidarity, inclusiveness, participation, and autonomy for the future. The strategies adopted have allowed the involvement of associations in activities relevant to environmental resilience and the facilitation of concrete actions able to generate empathy.

**Keywords:** environmental design, transition towns, safety, inclusion, self-renovation.

tà etnica, in particolare vi risiedono nord africani, est-europei ed asiatici. L'idea di un quartiere resiliente nasce da tre anni di discussione e lavoro del Gruppo di Lavoro sul territorio ed è il frutto di centinaia di ore di incontri, studio e elaborazione. Il progetto si fonda su alcuni principi ispiratori, di seguito elencati in forma sintetica, promossi e condivisi all'interno del più vasto movimento internazionale delle Transition Town:

- rispettare i limiti delle risorse e creare resilienza, principio cardine che considera urgenti le necessità di riduzione delle emissioni e della dipendenza dai combustibili fossili.
- Promuovere l'inclusione e l'equità sociale partendo dal fatto incontrovertibile che le persone più svantaggiate siano quelle maggiormente colpite dalla scarsità di risorse.
- Adottare la sussidiarietà intesa come auto-organizzazione di un processo decisionale a un livello appropriato.
- Prestare attenzione all'equilibrio nel rispondere alle sfide globali, poiché spesso gli individui e i gruppi di cittadini possono sentirsi frustrati, esclusi o cooptati invece che aperti, integrati e propositivi. L'idea guida del progetto è creare spazi per bilanciare i tempi del lavoro, sviluppando relazioni collaborative e solidali, soprattutto in un contesto a rischio di emarginazione come S. Agabio.
- Essere parte di una rete sperimentale di apprendimento, restando tuttavia consci che la Transizione è un esperimento sociale globale in tempo reale e che essere parte di questa rete significa favorire il cambiamento nel modo più efficace possibile, attingendo alle reciproche esperienze e intuizioni del Gruppo di Lavoro, riconoscendone sia i fallimenti sia i successi.

## Reference framework

The "Together It Can Be Done: Sant'Agabio Resiliente" project funded by the Cariplo Foundation (2016 "Resilient Community" call) is coordinated by the association of social promotion Mille Città del Sole, with the partnership of Auser Filo d'Argento non-profit organization, Municipality of Novara, DASTU (Department of Architecture and Urban Studies) - Politecnico di Milano, GMI (Young Italian Muslims), Il Frutteto Social Cooperative, Lucy in the sky, Mobàdara and, as technical sponsors or financing partners, of ASSA Spa, ATC (Housing Territorial Agency of Northern Piedmont) - Novara, Coldiretti Novara and Teleambiente.

S. Agabio (13,000 inhabitants) is a district of Novara with a large, predominantly chemical industrial area developed in the '70s, that encompasses a

massive concentration of public housing. The district, characterized by the presence of workers, has always been a recipient of immigration, first Italian and then foreign, with the difficulties of inclusion and integration shared with the rest of the city. Today it is a district with a strong ethnic variety; in particular, there are North Africans, Eastern Europeans and Asians. The idea of a resilient neighborhood arises from three years of discussion and work of the Working Group on the territory and is the result of hundreds of hours of meetings, study and elaboration. The project is based on some inspiring principles, listed below in summary form, promoted and shared within the wider international Transition Towns movement:

- respect the limits of resources and create resilience, a key principle that considers urgent the need to reduce

- Condividere liberamente idee e possibilità, poiché quello delle Transition Town è un movimento aperto, popolare e dal basso, esattamente come questo progetto, in cui le idee possono essere utilizzate da chiunque in modo ampio ed efficace, incoraggiando la sua originalità e peculiarità, invece che limitandone la diversità.
- Collaborare e cercare sinergie. L'approccio del Gruppo di Lavoro è lavorare insieme come comunità, liberando il genio collettivo per ottenere un impatto più grande di quanto si possa fare individualmente. L'obiettivo è quello di sviluppare una cultura collaborativa, trovare collegamenti tra progetti diversi, creare processi decisionali aperti e progettare eventi e attività che aiutino le persone a creare inclusione.
- Promuovere una visione positiva e propositiva. L'obiettivo del movimento delle Transition Town non è il puro antagonismo allo status quo, ma bensì lo sviluppo e la promozione di possibilità positive in modi creativi, per coinvolgere ed includere le persone, incoraggiandole a immaginare il futuro che vorrebbero vivere. Esattamente quello che serve agli abitanti di S. Agabio.

## Modello ispiratore

Modello ispiratore del progetto è la città di Totnes, nel Devon (UK) ovvero la prima Transition Town, così definita nel 2005 dai suoi stessi abitanti, che hanno aderito con entusiasmo all'allora nascente movimento promosso da Rob Hopkins. Sono molte le analogie che si possono individuare tra il quartiere novarese di S. Agabio e la cittadina inglese. Entrambi hanno una popolazione inferiore ai 15.000 abitanti composta da un crogiuolo di etnie diverse, immigrate negli ultimi 50 anni. Inoltre sia Totnes sia S. Agabio insistono su un territorio ricco di opportunità dal

- emissions and dependence on fossil fuels.
- Promote inclusion and social equity starting from the incontrovertible fact that the most disadvantaged people are those most affected by scarcity of resources;
  - Adopt subsidiarity (understood as self-organization of a decision-making process) at an appropriate level.
  - Pay attention to the balance in responding to global challenges, as individuals and groups of citizens can often feel frustrated, excluded or co-opted rather than open, integrated and proactive. The project's guiding idea is to create spaces to balance work times, developing collaborative and supportive relationships, especially in a context at risk of marginalization such as S. Agabio.
  - Be part of an experimental learning network, while remaining aware

that Transition is a global social experiment in real time and that being part of this network means fostering change in the most effective way possible, drawing on the Working Group's mutual experiences and insights, recognizing both the failures and the successes.

- Share ideas and possibilities freely, because the Transition Towns is an open, popular and bottom-up movement, exactly like this project, where ideas can be used by everyone in a wide and effective way, encouraging originality and peculiarity, instead of limiting diversity.
- Collaborate and look for synergies. The Working Group approach is to work together as a community, freeing the collective genius to achieve a greater impact than can be done individually. The goal is to develop a collaborative culture, to find links

punto di vista ambientale, come dimostrano i numerosi corsi d'acqua che bagnano entrambe le località. Ma non solo, sono gli aspetti economico-produttivi che accomunano maggiormente queste due realtà e che trovano nel movimento delle Transition Town delle risposte concrete, naturalmente a gradi di maturazione diversa.

Il progetto "Insieme si può fare: Sant'Agabio Resiliente" si sviluppa sulla base delle azioni previste dal manuale applicativo delle Transition Town (Hopkins, 2008) senza approfondire tuttavia gli aspetti strettamente energetici, a favore di 3 assi principali di carattere più sociale e urbano, in cui la questione della transizione fossile-rinnovabile rimane il filo conduttore:

1. sviluppare la capacità di autoproduzione di alimenti di qualità utilizzando beni comuni;
2. migliorare la qualità dell'ambiente urbano;
3. intervenire per mitigare i rischi connessi alle possibili esondazioni del Terdoppio.

Infatti, nonostante la caratteristica principale del movimento delle Transition Town sia quella della transizione energetica, sono moltissimi i progetti sviluppati in quest'ambito che hanno come obiettivo la costruzione di una comunità coesa, sana e solidale, attraverso azioni che abbiano l'obiettivo di sviluppare le abilità dei membri della comunità, di accompagnare la comunità stessa grazie ad attività di mentoring per gli individui in difficoltà, di supportare le imprese locali e la loro ripresa economica. A questi si aggiungono i progetti legati alla produzione agricola e all'alimentazione sana che costituiscono la base del consenso da parte della comunità con cui costruire ulteriori azioni innovative che abbiano la capacità di aumentare la resilienza delle città e che trovano un ruolo centrale e fondativo nel progetto novarese. È inoltre molto interessante notare come Hopkins, fondatore del

- between different projects, to create open decision-making processes and to plan events and activities that help people create inclusion.
- Promote a positive and proactive vision. The goal of the Transition Towns movement is not the pure antagonism to the status quo, but rather the development and promotion of positive possibilities in creative ways, to engage and include people, encouraging them to imagine the future they would like to live. Exactly what is needed by the inhabitants of S. Agabio.

### Inspirational model

The inspiring model of the project is the city of Totnes, in Devon (UK), the first Transition Town, so defined in 2005 by its inhabitants, who enthusiastically joined the then nascent movement promoted by Rob Hopkins.

There are many similarities that can be found between the Novara district of S. Agabio and the English town. Both have a population of less than 15,000 inhabitants composed of a melting pot of different ethnic groups, who have immigrated in the last 50 years. Furthermore, both Totnes and S. Agabio exist in a territory rich in opportunities from an environmental point of view, as demonstrated by the numerous waterways that wet both locations. But it is the economic-productive aspects that most closely link these two realities and that find concrete answers in the Transition Towns movement, naturally with different degrees of maturation. The project "Together It Can Be Done: Sant'Agabio Resiliente" develops on the basis of the actions envisaged in the Transition Towns application manual (Hopkins, 2008) without deepening the strictly energy-based aspects, in

01 | Scorcio del quartiere S. Agabio. Al centro, in secondo piano, l'edificio dell'ATC in cui è ospitato, al piano terra, lo spazio di lavoro della ricerca S. Agabio Resiliente. In primo piano invece, lo spiazzo verde di 6000 mq in cui gli artisti dell'associazione ORSA stanno organizzando l'orto comune

*A glimpse of the S. Agabio district. At the center in background, the building of the ATC in which is housed, on the ground floor, the work space of the research S. Agabio Resiliente. In the foreground, the green space of 6000 square meters in which the ORSA association's gardeners are organizing the common vegetable garden*



movimento e suo principale portavoce, nasca scientificamente e professionalmente come esperto in ambiente e in permacoltura, rilevando le contraddizioni dell'attuale produzione alimentare in confronto con i principi dell'agricoltura sinergica ed evidenziando fin da subito la necessità urgente di cambiare il nostro paradigma produttivo (dalle risorse fossili a quelle rinnovabili) proprio a partire dall'agricoltura stessa.

### Metodologia del lavoro e ruolo del Gruppo di Ricerca

Innovare nel campo della ricerca significa trasformare i filoni investigativi e rivederli in un'ottica di bilanciamento tra le diverse metodologie specifiche e le risposte dell'ambiente circostante. Se da un lato la sensibilità ecologica nata negli anni '80 del secolo scorso ha permesso, attraverso una ricerca di tipo quantitativo, di aumentare le buone pratiche e ridurre sprechi e consumi, dall'altra ha creato, a livello planetario, uno scetticismo diffuso rispetto alla reale rispondenza tra le azioni intraprese e il reale impatto sulla diminuzione dei fenomeni legati al riscaldamento globale e al consumo delle risorse non rinnovabili. Gli agenti del cambiamento che promuovono i principi delle Transition Town si trovano così a dover sviluppare contemporaneamente metodi di tipo quantitativo positivista e qualitativo legato alle scienze sociali. Al fine di innescare processi evolutivi delle organizzazioni coinvolte, il lavoro duale è stato svolto presentando gli obiettivi desiderati e comparando la realtà novarese con numerose esperienze sia nazionali sia internazionali. A seguito di un momento di assestamento e metabolismo delle istanze resilienti, è stato innescato un processo di shadowing per seguire i partecipanti all'azione eliminando la barriera tecnica tipica dell'ambiente accademico e

favor of 3 main axes of a more social urban character, where the issue of fossil-renewable transition remains the common thread:

1. develop the ability to self-produce quality food using common goods;
2. improve the quality of the urban environment;
3. intervene to mitigate the risks associated with possible flooding of the Terdoppio River.

In fact, despite the main feature of the Transition Towns movement being that of energy transition, there are many projects developed in this area that aim to build a cohesive, healthy and supportive community, through actions that have the objective of developing the skills of community members, to accompany the community itself through mentoring activities for individuals in difficulty, to support local businesses and their economic re-

covery. Added to these are the projects related to agricultural production and healthy eating, which form the basis of consensus by the community with which to build further innovative actions that have the capacity to increase the resilience of cities and which find a central and foundational role in the Novarese project.

It is also interesting to note how Hopkins, founder of the movement and his main spokesman, evolved scientifically and professionally as an expert in environment and in permaculture, noted the contradictions between current food production and the principles of synergic agriculture and immediately highlighted the urgent need to change our productive paradigm (from fossil resources to renewable ones) starting with agriculture itself.

avvicinandosi ai soggetti nel proprio agire quotidiano per comprendere le reti sociali implicite su cui si basa il quartiere.

Conoscere le realtà oggetto di studio, condividere le difficoltà e le aspirazioni di ognuno hanno permesso una conoscenza bidirezionale in cui ricercatore e soggetto attivo spesso si sono confusi. Il metodo ha unito un processo di coaching e mentoring, osservazione ed evoluzione dell'implementazione stessa degli strumenti e obiettivi del movimento delle Transition Town. Le esperienze di ricerca condotte in ambiti analoghi – processo partecipativo per il Parco delle Cave di Brescia (Granello); mappatura esperta del Parco Forlanini a Milano (Carli); strategie di riqualificazione nelle IBA tedesche (Fabris) – hanno contribuito nella formazione e alla motivazione dei soggetti coinvolti. La rinuncia a essere mero osservatore o sviluppatore di istanze ha svolto un ruolo fondamentale di rottura delle resistenze dei soggetti che abitano il quartiere. Il cambio da soggetti resistenti a soggetti resilienti è stato accompagnato attraverso azioni concertate con l'associazione le Mille Città del Sole e gli altri soggetti partecipanti durante momenti conviviali, formativi e cooperativi.

Il gruppo di Ricerca del DASTU, abituato a favorire la partecipazione legata ad un contesto istituzionale organizzato, ha in-

### Work methodology and role of the research group

innovating in the field of research means transforming the investigative veins and reviewing them in a balancing perspective between the different specific methodologies and the responses of the surrounding environment. If on the one hand the ecological sensibility born in the '80s of the last century has allowed, through a quantitative research, an increase in good practices and a reduction of waste and consumption; on the other it has created, on a global level, a widespread skepticism about the correspondence between the actions undertaken and the impact on global warming and to the consumption of non-renewable resources. The agents of change that promote the principles of Transition Towns find themselves thus having to develop

simultaneously quantitative positivist and qualitative methods linked to the social sciences.

In order to trigger the evolutionary processes of the organizations involved, the research group presented the desired objectives and compared the reality of Novara with numerous national and international experiences. Following a moment of settling and metabolism of the resilient instances, a shadowing process was triggered to follow the participants to the action by eliminating the technical barrier typical of the academic environment and approaching the subjects in their daily actions to understand the implicit social networks on which the district is based.

Understanding the realities under study and sharing the difficulties and aspirations have allowed a bi-directional collaboration in which the roles of

02 | Una tipica vista del quartiere. Il tema dei rifiuti è stato identificato quale punto di sintesi di molti dei problemi del quartiere S. Agabio e delle loro possibili soluzioni. La scelta del Gruppo di lavoro di concentrarsi sui rifiuti costituisce un primo grimaldello per scardinare vecchie e malsane abitudini, contribuendo alla crescita sociale e ambientale del quartiere.

*A typical view of the district. The topic of waste has been identified as the point of synthesis of many of the problems for the S. Agabio district and of their possible solutions. Concentrating on waste is a first choice for the Work group to break old and unhealthy habits, contributing to the social and environmental growth of the neighborhood*

contrato una prima difficoltà nel dover affrontare un contesto le cui dinamiche non rispondevano alla lettura effettuata nella fase di progettazione con le associazioni del quartiere, le istanze del progetto infatti non erano state metabolizzate dalla cittadinanza né da buona parte delle associazioni coinvolte. Per quanto riguarda la componente urbana è bene definire che al fine di promuovere le Transition Town è necessario superare il concetto statico di centro-periferia in cui una dipende dall'altra e non può funzionare se non in rapporto di continua subordinazione. La sovrapposizione di diversi schemi di funzionamento della 'dimensione liquida' delle città moderne fa sì che le diverse culture, etnie e aspirazioni regolino il vivere collettivo rispondendo in un vortice positivo alla frammentazione e al disagio sociale (Bauman, 2010). Questa capacità di rispondere all'isolamento e alla perdita di interdipendenza ha fatto sì che le popolazioni di S. Agabio abbiano creato un continuum di reti spaziali e di significato denotando un quartiere basato sulla risultanza delle sue densità di flusso. Questo continuo rimodularsi a livello sociale è il software di funzionamento del quartiere su cui si è lavorato per poter cambiare alcune modalità organizzative. Un approccio di tipo olistico nella ricerca delle soluzioni ha permesso di risolvere dei punti di criticità intervenendo indirettamente sui problemi.

### **Sicurezza e rischio: due estremi della resilienza**

In questa logica diventa quindi centrale il tema della sicurezza urbana, intesa come forma di prevenzione del rischio; soprattutto in un contesto ambientalmente e socialmente problematico come quello di S. Agabio. Alla base di tutte le criticità del quartiere troviamo infatti la sua qualità intrinseca; la tipologia di insediamento e l'area in cui si

researcher and active subject have often been blurred. The method has combined a process of coaching and mentoring, observation and evolution of the implementation of the instruments and objectives of the Transition Towns movement. Research experiences conducted in similar fields – participatory process for the Pits' Park of Brescia (Granello); expert mapping of the Forlanini Park in Milan (Carli); reclaiming strategies in the German IBAs (Fabris) – have contributed to the training and motivation of the subjects involved. The renunciation of being a mere observer or developer of instances has played a fundamental role in breaking the resistance of the subjects who live in the neighborhood. The change from resistant subjects to resilient subjects was accompanied through concerted actions with the association "Mille Città del Sole" and the other participants

during convivial, formative and cooperative moments. The DASTU Research Group, used to foster participation linked to an organized institutional context, encountered a first difficulty in having to face a context whose dynamics did not respond to the reading carried out in the design phase with the neighborhood associations, in fact the project requests had not been metabolized by the citizenship nor by a large part of the associations involved. Regarding the urban component, it is good to define that in order to promote the Transition Towns it is necessary to overcome the static concept of center-periphery in which one depends on the other and cannot function except in a relationship of continuous subordination. The overlaying of different functioning patterns of the 'liquid dimension' of modern cities means that different cultures,



trova S. Agabio. Ognuna di queste tre tipologie è sotto-articolata in rischi più puntuali e definiti, ad esempio quelli specifici del quartiere sono articolati in: Rischio chimico, per la contiguità ad apparati produttivi potenzialmente pericolosi; Rischio idrogeologico, per la possibilità di esondazione del torrente Terdoppio; Rischio paesaggistico (e sanitario), legato alla scarsa qualità dell'arredo urbano, spesso vandalizzato, e della raccolta dei rifiuti.

A questo si devono aggiungere altri fattori di sicurezza legati al gruppo dei rischi che dipendono dalla tipologia di insediamento del quartiere di S. Agabio, quali: il degrado ambientale delle zone post-industriali, i fenomeni di isole e ondate di calore tipici dei quartieri a densità costruttiva elevata, la perdita del contatto tra popolazione e produzioni primarie (agricole). Tuttavia il progetto ha provato (e sta tuttora provando) a fornire soluzioni per alcuni fattori di rischio da gestire/risolvere alla scala locale quali la vulnerabilità a ogni genere di imprevisto e cambiamento connessa alla debolezza del tessuto sociale e la criminalità e i conflitti sociali connessi alla ghettizzazione delle etnie presenti con conseguente competizione per il controllo del territorio.

Alla luce di quanto fin qui verificatosi la ricerca ha concentrato le sue azioni sugli aspetti più legati al rischio sociale. In particolare

ethnic groups and aspirations regulate collective living by responding in a positive vortex to fragmentation and social discomfort (Bauman, 2010). This ability to respond to isolation and loss of interdependence has meant that the populations of S. Agabio have created a continuum of spatial and meaningful networks denoting a neighborhood based on the result of its flow densities. This continuous remodeling on a social level is the operating software of the neighborhood on which we worked to change some organizational methods. A holistic approach in the search for solutions has made it possible to resolve critical points by indirectly intervening on the problems.

### **Safety and risk: two extremes of resilience**

the theme of urban security becomes central, understood as a form of risk

prevention; especially in an environmentally and socially problematic context such as that of S. Agabio.

In fact, at the base of all the critical aspects of the district we find its intrinsic quality, the type of settlement, and the area where S. Agabio is located. Each of these three factors is subdivided into more precise and defined risks, for example those specific to the district are divided into: Chemical risk, due to the contiguity with potentially dangerous production equipment; Hydrogeological risk, due to the possibility of flooding of the Terdoppio river; Landscape (and health) risk, linked to the poor quality of urban furniture, often vandalized, and waste collection.

To this must be added other safety factors related to the group of risks that depend on the type of settlement of the district of S. Agabio, such as environmental degradation of the post-indus-



03 | Seminario di orticoltura per le scuole. Un associato dell'ORSA (Raffaele) spiega i vantaggi della auto-produzione agricola ai piccoli studenti dell'Istituto Comprensivo Statale Bellini di S. Agabio.

*Horticultural seminar for schools. A member of the ORSA (Raffaele) explains the advantages of agricultural self-production to the very young students of the school Istituto Statale Comprensivo Bellini of S. Agabio*

il Gruppo di Ricerca del DASTU si è fatto promotore attivo delle Azioni 1 (Insieme Produciamo), 2 (Insieme Curiamo Sant'Agabio) e 3 (Insieme Proteggiamo il Terdoppio), individuando in queste gli estremi per contribuire in modo sostanziale e fattivo alla ricerca a partire dai citati principi alla base del movimento delle Transition Town.

**Le 3 azioni “Insieme si può fare...”** Dopo la Conferenza di Rio del 1992, i principi compresi nell'Agenda 21 e i temi della sostenibilità ambientale sono diventati dominanti, facendo svanire quella sensazione di poter ‘ballare felicemente sul Titanic’ (Masi, 2010) per lasciare spazio a uno scetticismo latente sulle reali capacità di risoluzione dei problemi a scala planetaria. Le diverse azioni cardine del progetto “Sant'Agabio Resiliente” trovano nel leitmotiv ‘Insieme...’ la loro spina dorsale, una dimensione ‘locale’ sulla quale generare sinergie e collaborazioni.

Azione 1: Insieme Produciamo: riavvicinare la popolazione al territorio locale attraverso la metodologia del learning by doing. Attraverso laboratori, momenti di approfondimento e coaching si ridefinisce la dimensione collettiva della produzione. Le azioni che il programma sviluppa non assumono carattere di innovazione né di sviluppo tecnologico. Impastare, panificare, coltivare e far crescere alberi sono azioni che risalgono alle origini dell'umanità, ma qui assumono un'importanza fondamentale. La Transizione ridà un valore preciso a queste attività al fine di creare un processo collettivo virtuoso. Strumento di questa azione è l'istituzione di ORSA – (Associazione) Ortisti Resilienti S. Agabio – con il fine di gestire un'area di 6.000 mq di terreno incolto tra i caseggiati del quartiere dimenticata dalla progettazione ur-

trial areas, the phenomena of islands and heat waves typical of neighborhoods with high-build density, loss of contact between population and primary (agricultural) production. However, the project has tried (and is still trying) to provide solutions for some risk factors to be managed / resolved locally such as vulnerability to any kind of unforeseen change related to the weakness of the social fabric and the crime and social conflicts connected to the ghettoization of the ethnic groups present with consequent competition for the control of the territory.

Taking count of what has happened so far, the research has focused its actions on the aspects related to social risk. In particular, the DASTU Research Group has been active promoter of Actions 1 (Together We Produce), 2 (Together We Care for Sant'Agabio) and 3 (Together We Protect the Terdoppio

River), identifying in these three actions substantial and effective ways to contribute to solutions based on the principles of the Transition Towns movement.

### **The 3 actions “Together We Can Do...”**

After the Rio Conference of 1992, the principles included in Agenda 21 and the environmental sustainability themes have become dominant, extinguishing the feeling of being able to “dance happily on the Titanic” (Masi, 2010) to leave room for latent skepticism about the real ability to solve problems on a planetary scale. The various key actions of the “Sant'Agabio Resiliente” project find in their leitmotiv “Together ...” their backbone, a ‘local’ dimension on which to generate synergies and collaborations.

Action 1: Together We produce: bring the population closer to the local ter-



ritory through the learning-by-doing methodology. Through laboratories, moments of study and coaching, the collective dimension of production is redefined. The actions developed by the program do not take the form of innovation or technological development. Kneading and baking bread, cultivating and growing trees are actions that go back to the origins of humanity, but here they take on a fundamental importance. The Transition restores a precise value to these activities in order to create a virtuous collective process. Instrument of this action is the establishment of ORSA - (S. Agabio Resilient Orchards Association) - with the purpose of managing an area of 6,000 square meters of uncultivated land among the blocks of the district forgotten by urban planning. The original logic of the program included the involvement of citizens who had re-

quested the Municipality of Novara to manage a parcel of vegetables. The latter, interviewed at the turn of 2016-17, proved to be reluctant to participate in collective management; the ecological and biodynamic rules chosen for the management of the collective garden caused the perception of higher costs together with the difficulty of democratic management. In order to redefine the development strategy, it was decided to neglect the first season of planting by looking for immediate impacts through the involvement of various age groups on the topics of cultivation and production of food. A series of interactive lessons were organized to explain to children the origin of the foods at the base of the diet of the different cultures present in the neighborhood. At the same time, plowing and seeding workshops were activated, linking the land to the concepts of growth and rhythm

ritory through the learning-by-doing methodology. Through laboratories, moments of study and coaching, the collective dimension of production is redefined. The actions developed by the program do not take the form of innovation or technological development. Kneading and baking bread, cultivating and growing trees are actions that go back to the origins of humanity, but here they take on a fundamental importance. The Transition restores a precise value to these activities in order to create a virtuous collective process. Instrument of this action is the establishment of ORSA - (S. Agabio Resilient Orchards Association) - with the purpose of managing an area of 6,000 square meters of uncultivated land among the blocks of the district forgotten by urban planning. The original logic of the program included the involvement of citizens who had re-

degli adulti e definire un nuovo regolamento di ORSA per la creazione dell'orto comune nella primavera del 2018.

Altro obiettivo dichiarato è quello della raccolta delle acque di pioggia per l'irrigazione. Dopo un periodo di stasi, un condominio ha accettato la sfida, installando sistemi di raccolta delle acque piovane, convogliandole in 4 cisterne che permettono così una riserva idrica per l'orto durante tutto l'anno. Per definire e dimensionare la rete si è calcolato i volumi di acqua in relazione agli indici di piovosità media dell'area. Lo sviluppo dell'orto dimostra come all'interno delle Transition Town non tutti i soggetti e i processi possano svilupparsi con gli stessi ordini temporali. La resilienza infatti non conosce un prima e un dopo, ma è caratterizzata da una serie continua di momenti che contraddistinguono l'evoluzione della collettività.

Azione 2: Insieme Curiamo: Questa azione ha per obiettivo prevenire il degrado urbano e innescare un circolo di emulazione virtuosa tra i cittadini che valorizzi il senso del bene comune, spesso compromesso da consumi energetici con ripercussioni sul clima e sulla vita quotidiana. A partire dai principi delle Transition Town, punta a migliorare la gestione dell'ambiente urbano del quartiere risparmiando energia, riducendo rifiuti, abbellendo gli spazi comuni, tenendoli curati.

Si è individuato nel tema dei rifiuti il punto di sintesi di molti dei problemi sopra citati e delle loro possibili soluzioni, partendo dal presupposto che il valore aggiunto è dato dalla partecipazione diretta delle associazioni che diventano gli elementi di riferimento e di unione tra i soggetti interessati per mezzo di attività concrete, di buone pratiche diffuse sul territorio e dal coinvolgimento della popolazione scolastica delle primarie. La scelta di concentrarsi sui rifiuti costituisce un primo grimaldello per scardinare

vecchie e malsane abitudini, contribuendo alla crescita sociale e ambientale del quartiere.

Il primo passo della strategia è stato quello di individuare tra gli immigrati residenti in S. Agabio dei "Facilitatori dell'ambiente urbano", ai quali è stato erogato un corso sulle corrette modalità di raccolta differenziata, che mettesse i Facilitatori nella condizione di raggiungere anche in S. Agabio la percentuale di raccolta differenziata di Novara (72% contro il 50% del quartiere).

La figura del Facilitatore avrebbe dovuto essere la chiave per aiutare ad individuare le aree soggette all'abbandono illecito dei rifiuti e a costruire un quadro delle possibili risorse riutilizzabili per l'autocostruzione di nuovi spazi urbani nel quartiere. Attraverso questa Azione si avrebbe dovuto favorire ed aiutare i cittadini di S. Agabio nella diffusione del verde pubblico e dell'arredo urbano con "adozione" da parte dei residenti; nella diffusione di punti di raccolta differenziata per particolari frazioni importanti o pericolose (tappi di sughero e di plastica, pile e lampadine esauste, medicinali scaduti) che vengono raccolte solo in minima parte (meno del 30%), nella riduzione degli abbandoni di rifiuti al di fuori degli appositi contenitori.

Purtroppo l'Azione 2 non ha raggiunto gli obiettivi sperati a causa di numerosi fattori, primo la grande mobilità della popolazione immigrata fra cui erano stati selezionati i Facilitatori, molti dei quali, durante il corso, hanno trovato delle occupazioni più redditizie, allontanandosi dal progetto. Un altro elemento di insuccesso è stato il muro opposto dagli amministratori di condominio di S. Agabio che ha inibito il lavoro dei Facilitatori sulla raccolta differenziata negli stabili. Ciò, a cascata, ha prodotto un rallentamento dell'Azione 2, impedendo il contatto con le famiglie. La raccolta differenziata avrebbe dovuto essere il punto di

of natural times. The collaboration with the schools has allowed researchers to propose to teenagers the translation of a comic book created by the South African AfriGrow association on the theme of collective cultivation, reaching the goal of breaking the distrust of adults and defining a new regulation of ORSA for the creation of common garden in the spring of 2018.

Another stated objective is the collection of rainwater for irrigation. After a period of stagnation, a condominium has accepted the challenge, installing rainwater collection systems, conveying them in 4 tanks that allow a water supply for the vegetable garden throughout the year. To define and size the network, the volumes of water were calculated in relation to the average rainfall rates in the area. The development of the vegetable garden demonstrates that in the Transition Towns not

all the subjects and processes can develop at the same time. The resilience in fact does not know a before and after, but is characterized by a continuous series of moments that distinguish the evolution of the community.

Action 2: Together We Care: This action aims to prevent urban degradation and trigger a circle of virtuous emulation among citizens that values the sense of the common good, often compromised by energy consumption with repercussions on the climate and daily life. Starting from the principles of Transition Towns, it aims to improve the management of the urban environment of the neighborhood, saving energy, reducing waste, embellishing the common areas, keeping them well cared for.

The topic of waste has been identified as the point of synthesis of many of the problems mentioned above and of their

possible solutions, starting from the assumption that the added value is given by the direct participation of the associations that become the elements of reference and union between the stakeholders through concrete activities, good practices spread on the territory and the involvement of the primary school population. Concentrating on waste is a first choice to break old and unhealthy habits, contributing to the social and environmental growth of the neighborhood.

The first step of the strategy was to identify among the immigrants residing in S. Agabio the "Facilitators of the urban environment", to whom a course was provided on the correct methods of separate collection, which would put the Facilitators in the condition to reach in S. Agabio the percentage of separate waste collection in Novara (72% compared to 50% in the district).

The Facilitator figure should have been the key to helping identify areas subject to illicit waste abandonment and to building a picture of the possible reusable resources for the self-construction of new urban spaces in the neighborhood. Through this Action, the citizens of S. Agabio should have been encouraged and helped in the diffusion of public green spaces and urban furnishings with "adoption" by the residents; in the diffusion of separate collection points for particular important or dangerous fractions (cork and plastic corks, spent batteries and bulbs, expired medicines) that are collected only minimally (less than 30%), in the reduction of the abandonment of waste to the outside the appropriate containers.

Unfortunately, Action 2 did not achieve the desired objectives due to numerous factors: first the large mobility of the immigrant population among which

partenza per una ricognizione sul quartiere, per realizzare spazio pubblico laddove ci fossero discariche abusive, utilizzando i materiali recuperati dalla raccolta differenziata. Il risultato più concreto dell'Azione 2, in questa fase, è stata la survey sulla raccolta differenziata e gli stili di vita fra le poche famiglie che i Facilitatori sono riusciti a raggiungere. Il questionario ha fornito informazioni molto utili per gli sviluppi futuri dell'Azione 2 e la conoscenza del quartiere, delle sue criticità e possibilità.

Azione 3: Insieme proteggiamo: L'obiettivo di questa azione è il recupero della parte del Parco del Terdoppio rientrante nel verde di quartiere. Il Parco si sovrappone alla pianura risicola e presenta difficoltà di utilizzo per la presenza di rogge e fiumi, una progettazione errata e la scarsa manutenzione. Intervistate circa 50 persone, si sono comprese le motivazioni della disaffezione e si è sviluppata di una serie di proposte quali la richiesta di rendere accessibile l'argine del fiume per renderlo percorribile (l'accesso al fiume può diventare un'importante forma di conoscenza e comprensione delle dinamiche naturali nella quotidianità) e di rinfoltirne le piantumazioni. Per realizzare i miglioramenti descritti in modalità "resiliente" bisognerà attendere il 2018 quando gli abitanti della zona potranno operare in seno alla nuova associazione degli Orticoltori Resilienti.

## Scenari Futuri

Alla luce dell'evoluzione del progetto Sant'Agabio Resiliente si può affermare che il supporto teorico è un fattore fondamentale nell'attivazione della transizione delle comunità locali verso una nuova fase resiliente. La ricerca accademica infatti permette di ottimizzare le risposte a problematiche complesse sia dal punto di vista ambientale e sociale sia da quello tecnologico e pratico. Il dialogo tra ricercatori, operatori e istituzioni locali deve essere

the Facilitators had been selected, many of which, during the course, found more profitable occupations, moving away from the project. Another element of failure was the opposite wall by the condominium administrators of S. Agabio, which inhibited the work of Facilitators on separate collection in buildings. This, in cascade, produced a slowdown in Action 2, preventing contact with families. Separate collection should have been the starting point for a survey of the district, to create public space where there were illegal landfills, using the materials recovered from the separate collection. The most concrete result of Action 2, in this phase, was the survey on differentiated collection and lifestyles among the few families that Facilitators managed to achieve. The questionnaire provided very useful information for the future development of Action 2 and the knowledge of the

neighborhood, its critical issues and possibilities.

Action 3: Together we protect: The objective of this action is the recovery of the part of the Terdoppio Park which is part of the neighborhood green area. The Park is superimposed on the rice cultivated plain and presents difficulties of use due to the presence of ditches and rivers, incorrect planning and poor maintenance. Approximately 50 people were interviewed, the reasons for the disaffection were understood and a series of proposals was developed, such as the request to make the river embankment accessible to make it walkable (access to the river can become an important form of knowledge and understanding of natural dynamics in everyday life) and to renovate the plantings. To achieve the improvements described in "resilient" mode, it will be necessary to wait until Spring

continuo e attento per poter permettere uno sviluppo duraturo e sostenibile alle comunità coinvolte dai progetti. Sarebbe comunque da auspicare un ripensamento dei parametri usati dalle Istituzioni e dalle Fondazioni che promuovono questo tipo di progetti, un'impostazione su base annua infatti non permette uno sviluppo armonico delle azioni locali perché i tempi amministrativi, quelli partecipativi e quelli operativi spesso non possono essere sincronici. Una maggiore flessibilità dei dispositivi tecnici e di programma permetterebbe progetti consapevoli e duraturi, scevri da un mero fine sperimentale e capaci di non rendere la Resilienza l'ennesima promessa non mantenuta.

## REFERENCES

- Bove, A. and Ghiraldelli, C. (2013), "Informazioni dirette ed indirette nell'organizzazione dello spazio urbano", *Journal of Land Use, Mobility and Environment*, Vol. 6, No. 2, pp. 215-234.
- Bryman, A. and Burgess, R.G. (1994), "Developments in qualitative data analysis: an introduction", in Bryman, A., Burgess, R. G. (Eds.), *Analyzing qualitative data*, 2002, Routledge, London, UK, pp. 1-17.
- Chatterton, P. and Cutler, A. (2008), *The rocky road to a real transition: The transition towns movement and what it means for social change*, Trapese Publisher, UK.
- Corbetta, P. (1999), *Metodologia e tecniche della ricerca sociale*, il Mulino, Bologna.
- Fabris L.M.F. and Granello G. (2017), "Urban landscape as a key for community engagement: An example from Novara (Italy)", in Goodwin, D., Kotzen, B., Wall, E., Waterman, T. (Eds.), *Creation/Reaction*, University of Greenwich.
- Hopkins, R. (2008), *The transition handbook. From oil dependency to local resilience*, Green Books, London, UK.
- Masi, D.M. (2010), *Go green: il nuovo trend della comunicazione*, Fausto Lupetti Editore, Milano.

2018 when the inhabitants of the area will be able to operate within the new association of Resilient Horticulturists.

## Future Scenarios

In light of the evolution of the Sant'Agabio Resiliente project, it can be said that theoretical support is a fundamental factor in the activation of the transition of local communities towards a new resilient phase. In fact, academic research makes it possible to optimize the answers to complex problems both from an environmental and social point of view and from a technological and practical point of view. The dialogue between researchers, operators and local institutions must be continuous and careful to allow sustainable development to the communities involved in the projects. However, it would be desirable to re-think the parameters used by the institutions and

foundations that promote this type of project – an annual approach does not allow a harmonious development of local actions because the administrative, participatory and operational times often cannot be synchronic. A greater flexibility of the technical and program devices would allow conscious and lasting projects, devoid of a mere experimental end with Resilience the unmet promise.

Roberto Castelluccio,

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università degli studi di Napoli Federico II, Italia

roberto.castelluccio@unina.it

**Abstract.** L'esposizione al rischio dei centri urbani, edificati in distonia con il contesto ambientale, rende necessaria l'attuazione di politiche di sviluppo territoriale che considerino l'analisi dei rischi come pre-condizione essenziale alla pianificazione. L'approccio innovativo, proposto dal D.I.C.E.A. per la redazione del Piano di Emergenza del Comune di Pozzuoli, ha considerato il sistema residenziale come ulteriore fattore di rischio intrinseco, determinato dalle caratteristiche proprie degli edifici e dal rapporto con l'ambito urbano. In via sperimentale si è costruita la Carta della Vulnerabilità Edilizia per la definizione delle aree critiche, nelle quali avviare prioritariamente una pianificazione strategica degli interventi che abbia come obiettivo l'aumento della Resilienza Urbana.

**Parole chiave:** vulnerabilità edilizia, resilienza, rischio urbano, pianificazione strategica, Pozzuoli.

Gli effetti catastrofici conseguenti ai fenomeni sismici, e più in generale agli eventi naturali, hanno evidenziato l'incongruenza insediativa di molti sistemi urbani in relazione ai rischi ambientali dei territori nel quale sono inseriti; ne è scaturito un ampio dibattito circa la vulnerabilità e la resilienza delle città.

Analizzando l'evoluzione del rapporto tra edilizia ed ambiente si osserva che l'uomo ha urbanizzato i territori secondo una politica "energivora", sfruttando la propria capacità di produrre materiali ultrasensibili e sistemi tecnologici in grado di garantire la (presunta) sicurezza strutturale ed il comfort abitativo, tant'è che nel 2017 l'edilizia risulta il settore nel quale si consuma circa il 40% dell'energia primaria finale lorda della UE<sup>1</sup>. Si è passati dal massimo impiego delle risorse naturali con dispendio energetico nullo, tipico dell'archetipo della caverna<sup>2</sup>, all'indifferenza ambientale e dispendio energetico massimo.

Seguendo questo approccio le città hanno occupato, in maniera indiscriminata, alcuni territori assolutamente inadatti ad accogliere le funzioni abitative, esponendo la popolazione ad un ele-

vato fattore di rischio. Gli strumenti di pianificazione sono stati redatti trascurando l'aspetto della coerenza ambientale<sup>3</sup> se non nell'accezione paesaggistica; neanche l'approfondita caratterizzazione sismica del territorio ha comportato la conseguenziale apposizione del vincolo di inedificabilità, nelle zone con maggior probabilità di accadimento di terremoti di alta intensità. Le Norme Tecniche per le Costruzioni di fatto prescrivono un parametro di incremento delle forzanti di calcolo che concettualmente si traduce nella previsione di realizzare strutture con maggiore prestazione e dai costi più elevati in territori riconosciuti pericolosi. La politica energivora nel medio periodo si è mostrata insostenibile, anche in ragione dei conseguenziali cambiamenti climatici e dell'esaurimento delle risorse naturali erroneamente considerate inesauribili, determinando un rinnovato approccio energetico alla progettazione che si confronta con una condizione insediativa consolidata rispetto alla quale è complesso immaginare un sistema di interventi che possano equilibrare il rapporto tra Edilizia e Rischio.

La resilienza, intesa come la capacità di un sistema di ripristinare la propria efficienza a seguito di un evento disastroso, è il trend principale della moderna pianificazione urbana e progettazione edilizia<sup>4</sup>.

In questa ottica si pongono i "Piani di Emergenza Comunali", istituiti nel contesto normativo nazionale definito dalla legge 225/92 e dalla Direttiva P.C.M. del 2008 "Indirizzi Operativi per la Gestione dell'Emergenza" che possono configurarsi anche come strumenti di pianificazione strategica finalizzati alla riduzione della vulnerabilità territoriale<sup>5</sup>, secondo un rinnovato approccio progettuale integrato multi scalare e multi settoriale che trae origine dalla preliminare analisi dei rischi ambientali,

## Buildings as an urban risk factor

**Abstract.** Due to the risk exposure of urban centers, built in dystonia with the environmental context, it is necessary to implement territorial development policies which consider risk analysis as an essential condition for planning. The innovative approach proposed by the D.I.C.E.A. for the drafting of the Emergency Plan of the Municipality of Pozzuoli, considered the residential system as a further intrinsic risk factor, determined by the buildings characteristics and by the relationship with the urban environment. As an experiment the Building Vulnerability Charter was created to define critical areas, in which priority should be given to strategic planning of interventions aimed at increasing urban resilience.

**Keywords:** building vulnerability, resilience, urban risk, strategic planning, Pozzuoli.

The catastrophic effects resulting from seismic phenomena, and more generally from natural events, have highlighted the settlement inconsistency of many urban systems in relation to the environmental risks of the territories in which they are inserted; this has led to a wide debate about vulnerability and resilience of cities.

Analyzing the evolution of the relationship between building and environment. We observe that man has urbanized the territories according to an "energy-intensive" policy, exploiting its ability to produce ultra-resistant materials and technological systems able to guarantee the (presumed) structural safety and living comfort to the extent that, in 2017, the construction industry has consumed approximately 40% of the EU gross final energy primary<sup>1</sup>. We have gone from the maximum use of natural resources with zero energy

expenditure, typical of the cave archetype<sup>2</sup>, to the indifference towards the environment and maximum energy expenditure. Following this approach, the cities have indiscriminately occupied some territories that are completely unsuitable to accommodate housing functions, exposing the population high risk factors. The planning instruments have been drafted neglecting coherence with the environment<sup>3</sup> when not in the landscape meaning; even the in-depth seismic characterization of the territory has not led to the consequent affixing of the indefinability constraint in the areas with the highest probability of high-intensity earthquakes occurrence. In fact, the Technical Standards for Construction prescribe an increase of computational forcing parameters that conceptually are reflected in the expectation of realising structures with higher performance and higher costs in

considerati come fattori metaprogettuali per ri-pensare le Città in termini di piani di sviluppo, manutenzione e trasformazione. Dalle analisi sviluppate emerge che, in un contesto territoriale ed edilizio consolidato e caratterizzato da una Pericolosità (P), gli strumenti pianificatori devono prevedere un'alternanza di strategie adattive, che impattano sul fattore della Esposizione (E) proponendo nuove configurazioni degli assetti fisici dello spazio urbanizzato, e di strategie di mitigazione, che riducono il fattore della Vulnerabilità (V) intervenendo consapevolmente sul patrimonio edilizio esistente. Questo approccio metodologico progettuale consente infatti di ridurre il Rischio (R), inteso come misura dei danni attesi in un dato intervallo di tempo, agendo sui parametri Esposizione (E) e Vulnerabilità (V), funzionalmente connessi al Rischio stesso<sup>6</sup>.

Sulla scorta delle considerazioni svolte si è sviluppata la ricerca sui metodi di riduzione del Rischio dei sistemi urbani, con stretto riferimento alla configurazione urbanistica ed alla consistenza edilizia. I risultati sono stati quindi applicati al caso del Comune di Pozzuoli, nell'ambito della convenzione finalizzata alla "Valutazione degli scenari di rischio a supporto del Piano di Emergenza Comunale" stipulata dal D.I.C.E.A. dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, di cui l'autore è stato il Responsabile Scientifico.

Lo studio condotto, incentrato sull'analisi degli elementi tecnologici e non strutturali, ha evidenziato che gli edifici delle città definiscono un fattore di rischio anche in assenza di una forzante di carattere eccezionale, come può considerarsi il sisma o un evento idrogeologico. In definitiva, si riconosce che il sistema edilizio, nell'attuale configurazione e consistenza, può costituire un ulteriore scenario di rischio per la popolazione coinvolta (Esposi-

zione), sia in relazione alla propensione al danno (Vulnerabilità) sia alla tipologia delle sollecitazioni agenti (Pericolosità). Queste ultime sono di fatto rappresentate dagli agenti atmosferici e da forzanti ordinarie e cicliche che hanno certezza di evento, intensità costante ed affaticano continuamente gli elementi tecnologici e di completamento degli edifici. Tant'è che gli incidenti che si verificano nelle Città con maggior frequenza, sono riconducibili: alla vulnerabilità indotta dal sistema edilizio, al rapporto con l'ambito urbano di riferimento ed alla popolazione esposta; in termini edilizi ed urbanistici questi concetti si possono tradurre in: caratteristiche tecnologiche, stato di manutenzione, rapporto geometrico con gli spazi urbani e densità abitativa.

Sulla scorta di queste considerazioni, nel caso di Pozzuoli, è stata sviluppata anche la valutazione dello scenario di rischio determinato dal sistema edilizio residenziale e definito il corrispondente grado di Vulnerabilità indotto.

Lo studio ha avuto origine dalla caratterizzazione geologica del territorio e dall'analisi storico insediativa della Città. Pozzuoli sorge all'interno della caldera dei Campi Flegrei (Fig. 1) che ha generato le grandi eruzioni esplosive: dell'Ignimbrite Campana (39.000 anni addietro), che ha investito un'area di 30.000 Km<sup>2</sup> producendo il crollo e l'inabissamento di parte dell'edificio vulcanico, e del Tufo giallo napoletano (15.000 anni addietro), che ha investito un'area di oltre 1000 Km<sup>2</sup>. L'attività magmatica è stata costante nel tempo ed è tuttora in corso, come dimostrano le recenti eruzioni del Monte Nuovo, le fumarole della Solfatara ed i continui episodi di bradisismo che hanno generato una risalita di 3,5 m nell'intorno della città<sup>8</sup>.

Dall'analisi storica si evince che le popolazioni si sono inizialmente insediate nell'area flegrea per poter sfruttare la strategica

areas recognized as hazardous. The energy consuming policy in the medium term has proved unsustainable, also due to consequential climate changes and of exhaustion of natural resources erroneously considered inexhaustible, determining a renewed energetic approach to the design; this is confronted with a consolidated settlement condition which makes difficult to imagine a system of interventions that can balance the relationship between Construction and Risk.

Resilience, understood as the ability of a system to restore its efficiency following a disastrous event, is the main trend of modern urban planning and building design<sup>4</sup>.

From this point of view the "Municipal Emergency Plans" are set up, instituted in the national regulatory framework defined by the law 225/92 and by the Directive P.C.M. of 2008 "Operational

Guidelines for Emergency Management" that can also be configured as strategic planning instruments aimed at reducing territorial vulnerability<sup>5</sup>, according to a renewed integrated multi-scalar and multi-sector planning approach which originates from the preliminary analysis of environmental risks, considered as meta-planning factors to re-think the Cities in terms of development, maintenance and transformation plans.

The analyses developed show that, in a regional and building consolidated context, characterized by a danger (P), the planning instruments must provide for an alternation of adaptive strategies, which impact on the exposure factor (E), proposing new configurations of the physical assets of the urbanized space, and mitigation strategies, reducing the factor of vulnerability (V) by consciously intervening on the existing

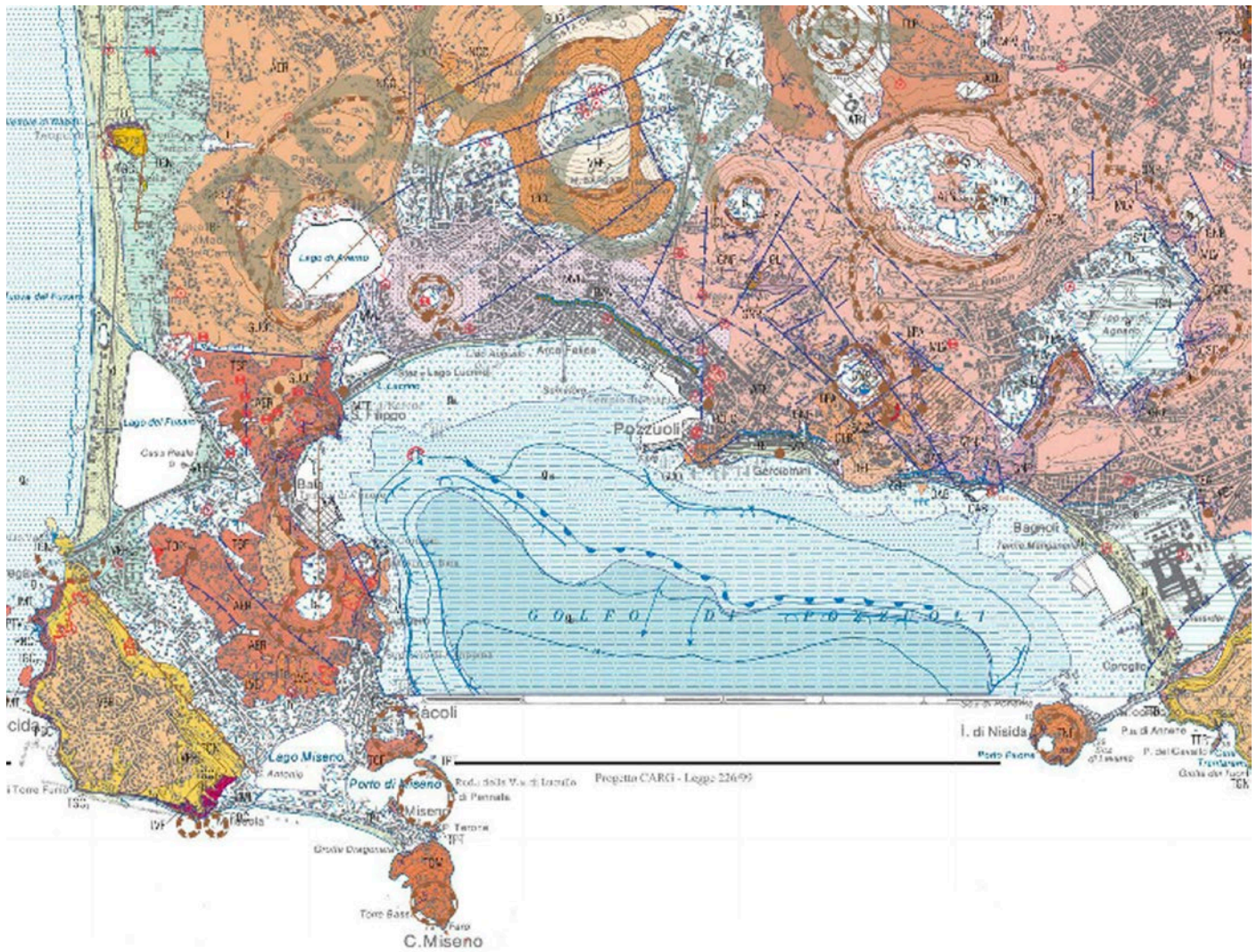
building heritage. This methodological approach to design in fact allows to reduce the Risk (R), understood as a measure of the expected damage in a given time frame, acting on the Exposure (E) and Vulnerability (V) parameters, functionally related to the Risk itself<sup>6</sup>.

Based on the considerations made, research on methods of reducing the risk of urban systems has been developed, with a close reference to urban planning and building consistency. The results were then applied to the case of the Municipality of Pozzuoli, as part of the convention aimed at "Evaluating risk scenarios supporting the Municipal Emergency Plan" stipulated by the D.I.C.E.A. University of Naples Federico II, of which the author of this paper was the Scientific Manager.

The study, focused on the analysis of technological and non-structural ele-

ments, has shown that the buildings of the cities carry a risk factor even if there are no forces of an exceptional nature, as can be considered the earthquake or a hydrogeological event. Ultimately, it is recognized that the building system, in the current configuration and consistency, may constitute a further risk scenario for the population (Exposure), both in relation to the propensity to damage (Vulnerability) and to the type of stresses (Danger). The latter are in fact represented by atmospheric agents and ordinary and cyclic forces that have certainty of event, constant intensity and continually strain the technological and completion elements of the buildings. This is confirmed by the fact that the accidents which more frequently occur in cities, can be traced back to: the vulnerability induced by the building system, the relationship with the urban area of reference and





the exposed population. In construction and urban terms these concepts can be translated into: technological features, maintenance status, geometric relationship with urban spaces and population density. Based on these considerations, in the case of Pozzuoli, the assessment of the risk scenario determined by the residential building system was also developed and the corresponding degree of induced vulnerability was defined.

The study originated from the geological characterization of the territory and from the analysis of the settlement history of the city.

Pozzuoli rises inside the caldera of Campi Flegrei (Fig. 1) which generated great explosive eruptions; the Ignimbrite Campana (39,000 years ago), which has invested an area of 30,000 Km<sup>2</sup> producing the collapse and sinking of part of the volcanic building, and

of the Neapolitan yellow Tuff (15,000 years ago), which has covered an area of over 1000 Km<sup>2</sup><sup>7</sup>. The magmatic activity has been constant the time and is still ongoing, as evidenced by the recent eruptions of Monte Nuovo, the fumaroles of Solfatara and the continuous episodes of bradyseism that generated a rise of 3.5 m in the city<sup>8</sup>.

The historical analysis shows that the populations initially settled in the Phlegrean area in order to exploit the strategic geographic position and enjoy the natural and landscape beauties, and that the territory has been cyclically abandoned due to the disastrous seismic events, connected to the volcanic activity, which destroyed part of the building and defensive fabric, clearly showing that the Phlegrean territory was not inclined to accommodate intensive urban systems. The first settlements date back to 530 B.C.

with the foundation of the city of Dicerachia, of the "righteous government", which developed under the protection of nearby Cuma. In 200 BC Puteoli became the seat of the military and commercial port of Imperial Rome and was the summer residence of the Emperors who, attracted by the natural beauties and the thermal activity, built wonderful villas. The decline of the Roman city occurred in the fifth century AD when the bradyseism caused the destruction of the port structures and of the wall system, paving the way for the barbarian invasions and forcing the population to withdraw in the upper part of the City. Only in the XIV century, under the Angevin domination, Pozzuoli, elected State City, found new impetus for the reconstruction of buildings and economic development, mainly focused on port functions and thermal activities. In 1538 a new erup-

tion led to the birth of Monte Nuovo and the disappearance of a part of Lake Lucrino, which sank in the new crater. The city, deeply affected by the results of the earthquake, was abandoned and the population headed for the nearby Naples. Not being able to bear this further demographic pressure, the viceroy Don Pedro de Toledo, engaged in the sanitary rehabilitation of the city hit by the plague of 1530, decided that Pozzuoli had to be immediately rebuilt and started important building works. To prove that the territory was safe again and to encourage the population to return, the viceroy built the Toledo Palace and choose it as his residence. Since the 16th century the city of Pozzuoli, in the absence of further significant volcanic events, began a new urban development concentrated around the Port and the Rione Terra. With the advent of the Republic, the city did not un-

posizione geografica e godere delle bellezze naturali e paesaggistiche, e che il territorio è stato ciclicamente abbandonato a causa dei disastrosi eventi sismici, connessi all'attività vulcanica, che hanno distrutto parte del tessuto edilizio e difensivo, evidenziando chiaramente che il territorio flegreo non era incline ad accogliere sistemi urbani intensivi.

I primi insediamenti risalgono al 530 a.C. con la fondazione della città di Dicerachia, del giusto governo, che si sviluppò sotto la protezione della vicina Cuma. Nel 200 a.C. Puteoli divenne sede del porto militare e commerciale della Roma Imperiale e fu sede estiva degli Imperatori che, attratti dalle bellezze naturali e dall'attività termale, edificarono meravigliose ville. Il declino della Città romana avvenne nel V secolo d.C. quando il bradisismo provocò la distruzione delle strutture portuali e del sistema delle mura, favorendo le invasioni barbariche e costringendo la popolazione a ritirarsi nella parte alta della Città. Solo nel XIV secolo, sotto la dominazione Angioina, Pozzuoli, eletta Città demaniale, trovò nuovo impulso per la ricostruzione edilizia e lo sviluppo economico, prevalentemente incentrato sulle funzioni portuali e sulle attività termali. Nel 1538 una nuova eruzione portò alla nascita del Monte Nuovo ed alla scomparsa di una parte del Lago Lucrino, che sprofondò nel nuovo cratere. La Città, profondamente colpita dagli esiti del terremoto, fu abbandonata e la popolazione si diresse verso la vicina Napoli. Non potendo sopportare questa ulteriore pressione demografica il viceré Don Pedro da Toledo, impegnato nel risanamento igienico sanitario della città colpita dalla peste del 1530, decise che Pozzuoli dovesse essere immediatamente ricostruita ed avviò importanti opere edilizie. Per dimostrare che il territorio era nuovamente sicuro ed invogliare la popolazione a tornare, il viceré fece costruire il

dergo substantial changes until the two bradyseismic crises of 1970 and 1983 and the earthquake of 1980 forced the population to leave the historic center and move first to the Toiano District and subsequently to the Monteruscello District, built in record time with the return to prefabricated buildings.

As a result of the building development, a demographic increase has also been determined, which as the 2011 census records, a population of over 80,000 inhabitants (Fig. 2) on a territorial area of about 44 Km<sup>2</sup> for a population density of about 1820 inhabitants/Km<sup>2</sup>. It can be deduced that notwithstanding the demonstrated inability for the the Phlegrean to absorb housing functions, an urban structure was nevertheless configured, particularly thickened in the center, that ignored environmental hazards, including those of a volcanic nature, producing a very high risk for

the resident population. A cartography was developed to reconstruct the settlement dynamics "Map of the Construction Age" (Fig. 3), in which were identified the areas built in the time intervals: Buildings existing in 1964 - Buildings built in 1980 - Buildings built in 1991 - Buildings built in 2004.

By overlapping the delimitation of the census areas to the cartography of the Building Age, 21 Sub-funds were identified.

For each Sub-Fund, following an important activity in situ and of an accurate technological analysis, the different Sub-compartments defined by buildings substantially homogeneous for the date of construction, structure and typology have been identified (Fig. 4). For each type of building, characteristic of the Sub-compartment, an analysis was developed according to the approach of the Standard UNI 8290

Palazzo Toledo che lesse a sua residenza. Dal XVI secolo la città di Pozzuoli, in assenza di ulteriori significativi eventi vulcanici, iniziò un nuovo sviluppo urbano concentrato intorno al Porto ed al Rione Terra. Con l'avvento della Repubblica la città non subì sostanziali cambiamenti fin quando le due crisi bradisismiche del 1970 e del 1983 ed il terremoto del 1980 costrinsero la popolazione ad abbandonare il centro storico e trasferirsi prima nel Rione Toiano e successivamente nel Quartiere di Monteruscello, costruiti in tempi record con il ricorso all'edilizia prefabbricata. Conseguentemente allo sviluppo edilizio si è determinato anche un incremento demografico che al censimento del 2011 registra una popolazione di oltre 80.000 abitanti (Fig. 2) su di una superficie territoriale di circa 44 Km<sup>2</sup> per una densità abitativa pari a circa 1820 ab/Km<sup>2</sup>.

Si deduce che nonostante il territorio flegreo non si fosse dimostrato incline ad assorbire funzioni abitative, si è di fatto configurato un assetto urbano, particolarmente addensato nel centro, che ha ignorato i pericoli ambientali, anche di carattere vulcanico producendo una condizione di rischio molto elevato per la popolazione residente.

Per ricostruire la dinamica insediativa è stata elaborata una cartografia "Carta della Vetustà Edilizia" (Fig. 3), nella quale sono state individuate le aree edificate negli intervalli temporali: Edifici esistenti al 1964 - Edifici realizzati al 1980 - Edifici realizzati al 1991 - Edifici realizzati al 2004.

Sovrapponendo la perimetrazione delle zone censuarie alla cartografia della Vetustà Edilizia sono stati individuati 21 Comparti. Per ogni Comparto, a seguito di un'attività di rilievo in campo e di un'accurata analisi tecnologica, sono stati individuati i diversi Sottocomparti definiti da edifici sostanzialmente omogenei per

(Classification and decomposition of the building system), with the help of a survey and parameters evaluation form specially designed (Fig. 5).

Experimentally, the technological elements defined as critical in relation to the induced vulnerability have been identified: Coatings, Balconies, Cornices and Roofing.

Depending on the type of coatings and roofing and the distribution and positioning of the cantilever elements, it has been assigning a numerical value increasing with the induced Vulnerability (V), variable between 1 and 5.

Subsequently, the maintenance status of each individual element was evaluated, associating it with a multiplier factor of Vulnerability, variable between 1 and 4.

Finally, the Exposure (E) of the population was evaluated in terms of the relationship between Building height

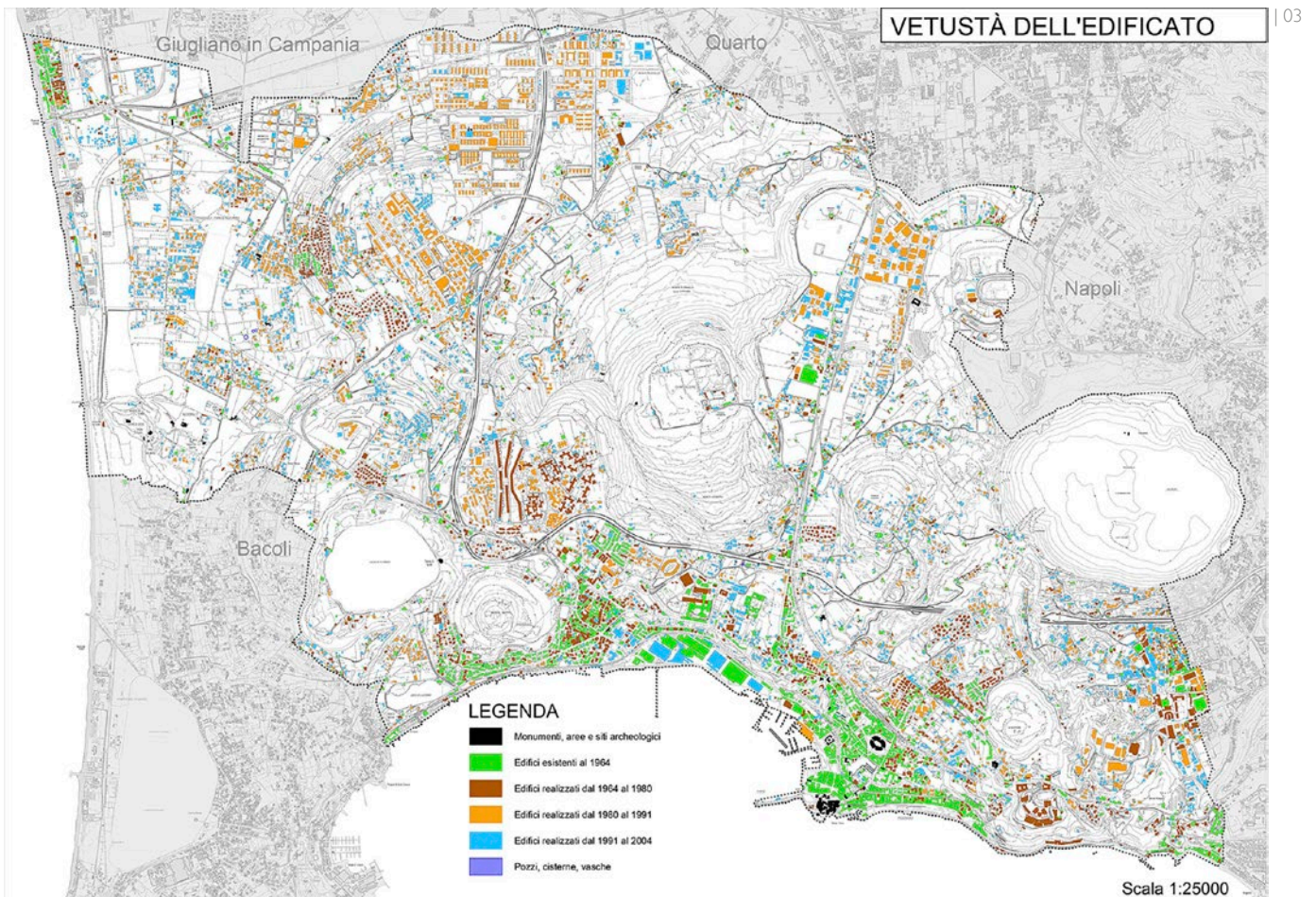
/ Road width and House Density for each sector, which defined a further multiplier coefficient of Vulnerability.

By translating the numerical values obtained in a chromatic scale, a mapping of the Residential Construction Vulnerability (Fig. 6) was obtained, which highlights the areas in which a greater risk determined by the building organisms is realized.

The result of the experimental analysis was used by the Municipal Emergency Plan designer to define the emergency management strategies, the location of safe areas and the identification of preferential evacuation routes.

The Local Administration will also have the possibility of defining a policy for the implementation of territorial resilience, impacting on the factors of Vulnerability and Exposure: encouraging the extraordinary maintenance of buildings that determine a greater





risk, reducing the population density in critical areas. At the same time, a strategic plan could be developed aimed to direct the urban development towards the areas with reduced vulnerability and define new directions for the design of buildings. The instrument, once placed online, can be updated and implemented on line in relation to the efforts made on

real estate, thereby stimulating the participation of the population in the process of making these areas safer. The experimental application still has much room for in-depth analysis, completion and optimization, but it certainly constitutes an innovative approach to the policies for the management of building assets and strategic urban planning.



epoca di costruzione, struttura portante e tipologia (Fig. 4). Per ogni Edificio Tipo, caratteristico del Sottocomparto, è stata sviluppata un'analisi secondo l'approccio della Norma UNI 8290 (Classificazione e scomposizione del sistema edilizio), con l'ausilio di una scheda di rilievo e valutazione dei parametri appositamente progettata (Fig. 5).

In via sperimentale sono stati individuati gli elementi tecnologici definiti critici in relazione alla vulnerabilità indotta: Rivestimenti, Balconi, Cornicioni e Manto di copertura.

In funzione della tipologia costruttiva dei Rivestimenti e del Manto di Copertura e della distribuzione e posizionamento degli elementi a sbalzo, è stato assegnando un valore numerico crescente della Vulnerabilità indotta (V), variabile tra 1 e 5.

Successivamente è stato valutato lo stato di manutenzione di ogni singolo elemento associando ad esso un fattore moltiplicatore della Vulnerabilità, variabile tra 1 e 4.

Infine è stata valutata l'Esposizione (E) della popolazione in termini di rapporto tra Altezza dell'edificio/Larghezza delle strade e di Densità Abitativa per singolo comparto, che hanno definito un ulteriore coefficiente moltiplicatore della Vulnerabilità.

Traducendo i valori numerici ottenuti in una scala cromatica si è ottenuta una cartografia della Vulnerabilità Edilizia Residenziale (Fig. 6) che evidenzia gli ambiti nei quali si concretizza un mag-

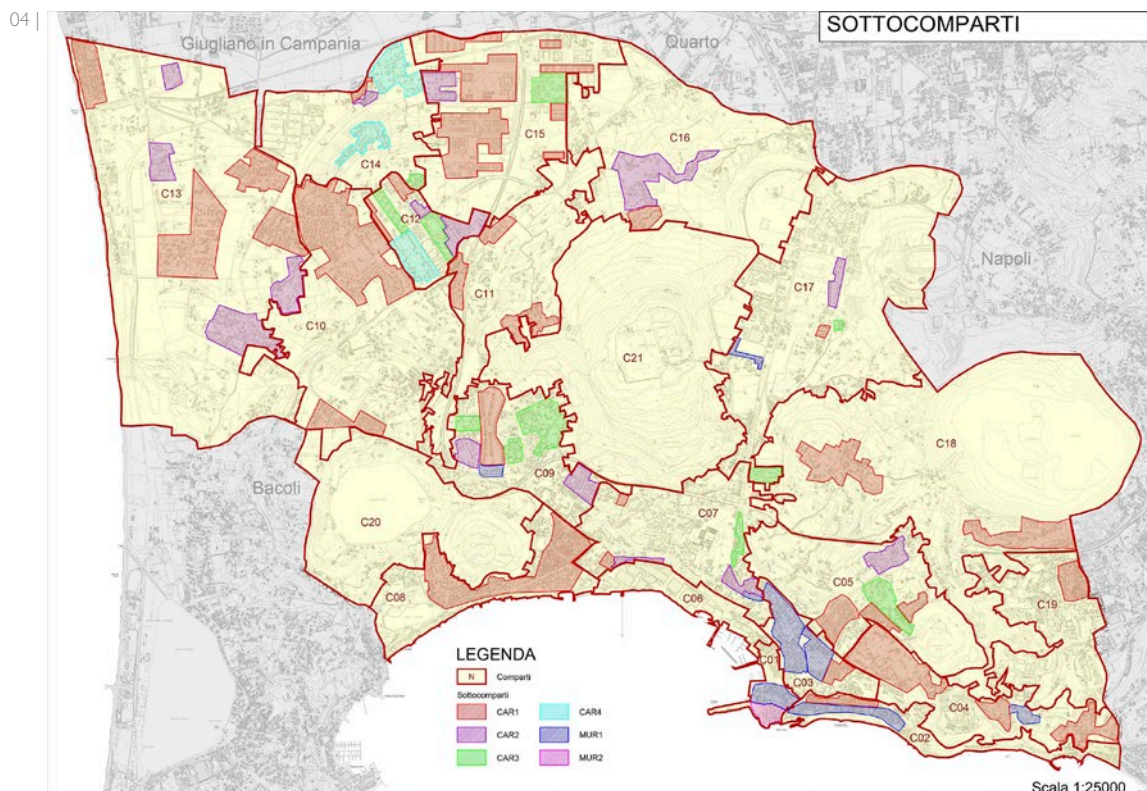
gior rischio determinato dagli stessi organismi edilizi.

Il risultato dell'analisi sperimentale è stato utilizzato dal progettista redattore del Piano di Emergenza Comunale per poter definire le strategie di gestione dell'emergenza, di localizzazione delle aree sicure e di individuazione di percorsi preferenziali di evacuazione.

L'Amministrazione Locale avrà inoltre la possibilità di definire una politica mirata di implementazione della resilienza territoriale, incidendo sui fattori di Vulnerabilità e di Esposizione: incentivando la manutenzione straordinaria degli edifici che determinano un maggior rischio, ovvero riducendo la densità abitativa nelle aree critiche. Contestualmente si potrebbe sviluppare un piano strategico teso a indirizzare lo sviluppo urbano verso le zone a Vulnerabilità ridotta e definire nuovi indirizzi per la progettazione degli edifici.

Lo strumento, una volta messo in rete, potrà essere aggiornato ed implementato on line in funzione degli interventi effettuati sugli immobili, stimolando così anche la partecipazione della popolazione al processo di messa in sicurezza del territorio.

L'applicazione sperimentale ha ancora molti margini di approfondimento, completamento ed ottimizzazione, ma certamente costituisce un approccio innovativo alle politiche di gestione del patrimonio edilizio e pianificazione urbana strategica.

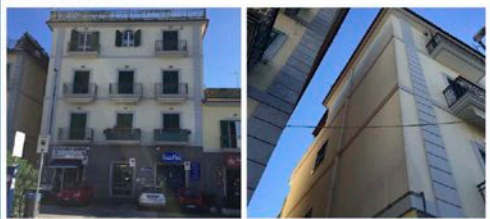


**A IDENTIFICAZIONE TIPOLOGIA EDILIZIA**

**A.1 LOCALIZZAZIONE**



**A.2 TIPOLOGIA EDILIZIA**



**B DATI METRICI**

**B.1 NUMERO DI PIANI**

Fuoriterra: 4  
Interrati: 0

**B.2 NUMERO DI CORPI SCALA: 1**

**B.3 ALTEZZA PIANO TERRA [m]: 4,00**  
**B.4 ALTEZZA PIANI INTERMEDI [m]: 3,50**

**B.5 DESTINAZIONE D'USO:** Residenziale  
**B.6 DESTINAZIONE D'USO P.T.:** Commerciale



Ingombro in pianta [mq]: 260

Altezza [m]: 14,50

Volume [mc]: 3700

CO3MUR1

**C SISTEMA TECNOLOGICO**

**C.1 STRUTTURA PORTANTE**

**C.1.1 FONDAZIONE:** diretta, continua

**C.1.2 STRUTTURA IN ELEVAZIONE**

Verticali: muratura di tufo

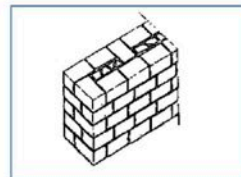
Orizzontali: solai in acciaio

Spaziali: ...

**C.1.3 STRUTTURE DI CONTENIMENTO**

Verticali: ...

Orizzontali: ...



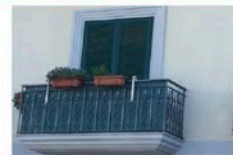
**C.2 CHIUSURA**

**C.2.1 CHIUSURA VERTICALE**



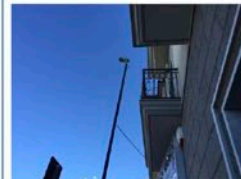
Pareti perimetrali: tamponatura intonacata

Aperture P.T.: ...

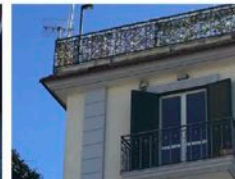


Infissi esterni: pvc, doppio battente

**C.2.2 CHIUSURA ORIZZONTALE SU SPAZI ESTERNI**



Balconi: c.a., 1,00 m



Cornicioni: 0,30 m

CO3MUR1

**C.2.3 CHIUSURA SUPERIORE**



Copertura: piana, calpestabile

**C.3 COLLEGAMENTI VERTICALI**

**C.3.1 COLLEGAMENTI INTERNI**



Collegamenti interni: c.a., doppia rampa

Collegamenti esterni: ...

CO3MUR1

**D VULNERABILITA' EDILIZIA**



- 1 - Vulnerabilità moderata
- 2 - Vulnerabilità media
- 3 - Vulnerabilità elevata
- 4 - Vulnerabilità molto elevata

**D.1 CRITICITA' TECNOLOGICHE**

Rivestimenti:	<input type="checkbox"/> Faccia vista	<input checked="" type="checkbox"/> Intonaco	<input type="checkbox"/> Clinker
Balconi:	<input type="checkbox"/> 1 facciata	<input checked="" type="checkbox"/> 2 facciate	<input type="checkbox"/> 3 facciate
	<input type="checkbox"/> Nessuno	<input checked="" type="checkbox"/> Su via di esodo	<input type="checkbox"/> Tutte
Cornicioni:	<input type="checkbox"/> 1 facciata	<input type="checkbox"/> 2 facciate	<input type="checkbox"/> 3 facciate
	<input type="checkbox"/> Nessuno	<input checked="" type="checkbox"/> Su via di esodo	<input checked="" type="checkbox"/> Tutte
Manto di copertura:	<input checked="" type="checkbox"/> Continuo	<input type="checkbox"/> Discontinuo	

**D.2 FATTORI DI RISCHIO**

Altezza edificio [m]: 14,50  
Larghezza strada [m]: 10,00  
Rapporto A/L: 1,4

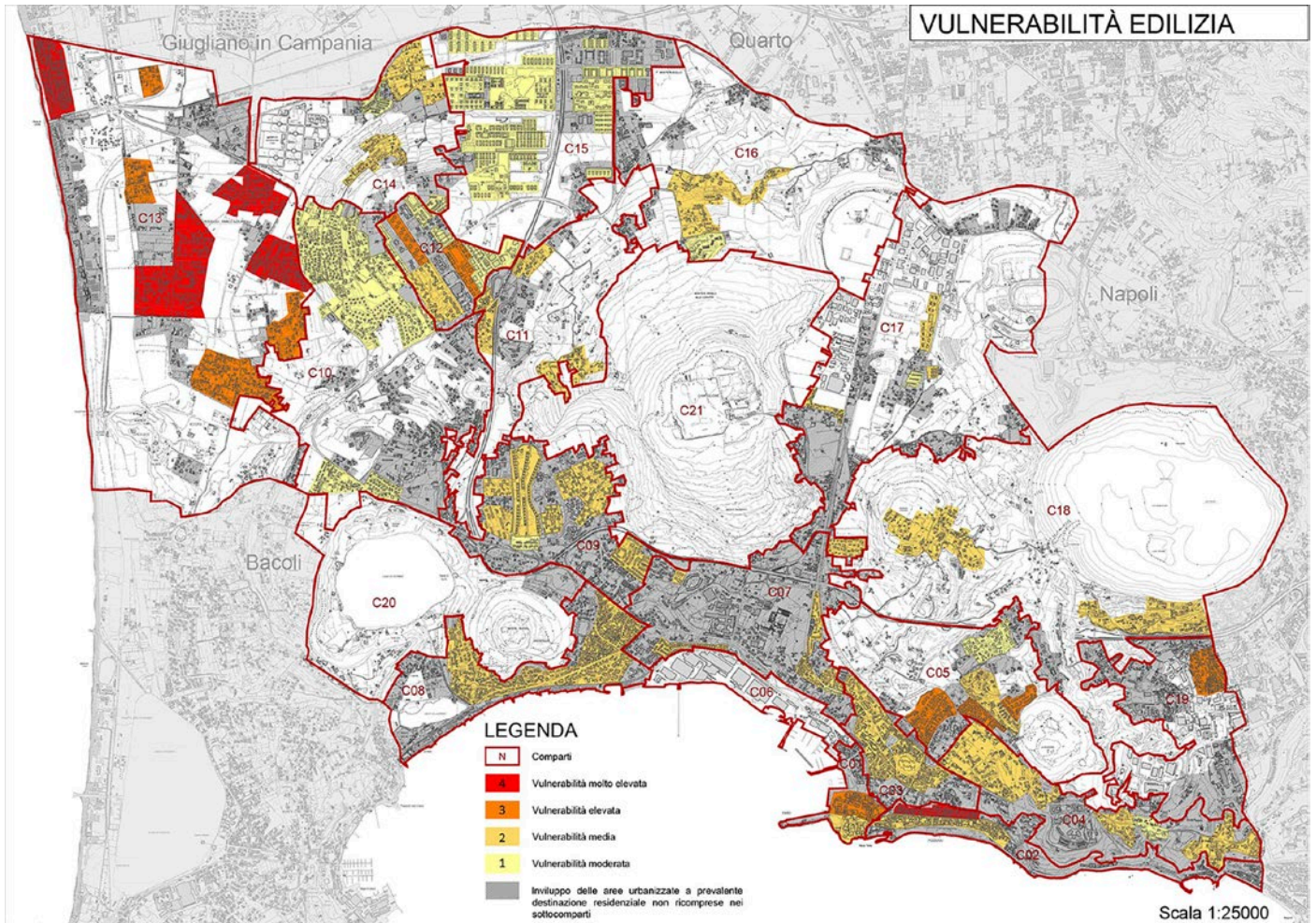
Abitanti sottocomparto: 2866  
Superficie sottocomparto [kmq]: 0,248  
Densità abitativa [ab./kmq]: 11556

**STATO DI MANUTENZIONE**

Rivestimenti:	<input type="checkbox"/> fatiscente	<input type="checkbox"/> mediocre	<input checked="" type="checkbox"/> discreto	<input type="checkbox"/> buono
Balconi:	<input type="checkbox"/> fatiscente	<input type="checkbox"/> mediocre	<input type="checkbox"/> discreto	<input checked="" type="checkbox"/> buono
Cornicioni:	<input type="checkbox"/> fatiscente	<input type="checkbox"/> mediocre	<input type="checkbox"/> discreto	<input checked="" type="checkbox"/> buono
Manto di copertura:	<input type="checkbox"/> fatiscente	<input type="checkbox"/> mediocre	<input type="checkbox"/> discreto	<input checked="" type="checkbox"/> buono

CO3MUR1





## NOTE

1. ENEA (2017), "Rapporto annuale efficienza energetica 2017" available at: [www.energiaefficiente.enea.it](http://www.energiaefficiente.enea.it).
2. De Sivo, B. e Fumo, M. (1987) "L'architettura dell'energia. Fondamenti e prospettive", Ed. Cuen, Napoli, It, pp. 33-60.
3. Trigila, A., Iadanza, C., Bussetini, M., Lastoria B., Barbano A. (2015), "Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio. Rapporto 2015", ISPRA, Rapporti 233/2015.
4. Perkins + Will (2014), "Design+ Insights Report", available at: [www.perkinswill.com](http://www.perkinswill.com).
5. Gerundo, R. (2017), "Protezione civile e governo del territorio: per una rigenerazione capillare resiliente", in: *Studio degli scenari di rischio a supporto del Piano di Protezione Civile del Comune di Pozzuoli*, Edizione Doppia Voce, Napoli, pp. 7-8.
6. Protezione civile Nazionale, "Descrizione del Rischio Sismico", available at: [www.protezionecivile.gov.it](http://www.protezionecivile.gov.it).
7. Orsi, G., De Vita, S., Di Vito, M., (1996), "The restless, resurgent Campi Flegrei nested caldera (Italy): constraints on its evolution and configuration." *J. Volcanol. Geotherm. Res.*
8. Barberi, F., Carapezza, M., Innocenti, F., Luongo, G. and Santacrose, R., (1989). "The problem of volcanic unrest: the Phlegraean Fields case history". *Atti Convegno Lincei 80*, pp. 387-405.

## REFERENCES

- Ance-Cresme (2012), "Nuovo rapporto Ance e Cresme: serve un Piano nazionale per la manutenzione e la messa in sicurezza del territorio dai rischi idrogeologici e sismici", available at: [www.camera.it/temiap/temi16/CRE-SME\\_rischiosismico.pdf](http://www.camera.it/temiap/temi16/CRE-SME_rischiosismico.pdf).
- Annechino, R. (1996), *Storia di Pozzuoli e della zona Flegrea*, Edizioni Adriano Gallina, Napoli.

## NOTES

1. ENEA (2017), "Rapporto annuale efficienza energetica 2017" available at: [www.energiaefficiente.enea.it](http://www.energiaefficiente.enea.it).
2. De Sivo, B. and Fumo, M. (1987) "L'architettura dell'energia. Fondamenti e prospettive", Ed. Cuen, Napoli, It, pp. 33-60.
3. Trigila, A., Iadanza, C., Bussetini, M., Lastoria B. and Barbano A. (2015), "Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio. Rapporto 2015", ISPRA, Rapporti 233/2015.
4. Perkins + Will (2014), "Design+ Insights Report", available at: [www.perkinswill.com](http://www.perkinswill.com).
5. Gerundo, R. (2017), "Protezione civile e governo del territorio: per una rigenerazione capillare resiliente", in *Studio degli scenari di rischio a supporto del Piano di Protezione Civile del Comune di Pozzuoli*, Edizione Doppia Voce, Napoli, It, pp. 7-8.
6. Protezione civile Nazionale, "Descrizione del Rischio Sismico", available at: [www.protezionecivile.gov.it](http://www.protezionecivile.gov.it).
7. Orsi, G., De Vita, S. and Di Vito, M., (1996), "The restless, resurgent Campi Flegrei nested caldera (Italy): constraints on its evolution and configuration", *J. Volcanol. Geotherm. Res.*
8. Barberi, F., Carapezza, M., Innocenti, F., Luongo, G. and Santacrose, R. (1989), "The problem of volcanic unrest: the Phlegraean Fields case history". *Atti Convegno Lincei 80*, pp. 387-405.

Baiani, S. and Valitutti, A. (2013), "Resilienza del territorio e del costruito. Strategie e strumenti operativi per la prevenzione, la mitigazione e l'adattamento di contesti fragili e sensibili", *Techne*, Vol. 5, pp. 95-100.

Castelluccio, R. (2017), *Studio degli scenari di rischio a supporto del Piano di Protezione Civile del Comune di Pozzuoli*, Ed. Doppia Voce, Napoli.

De Sivo, B. and Fumo, M. (1987), *L'architettura dell'energia. Fondamenti e prospettive*, Ed. Cuen, Napoli.

ENEA (2017), "Rapporto annuale efficienza energetica 2017", available at: [www.energiaefficiente.enea.it](http://www.energiaefficiente.enea.it).

INU Emilia Romagna (1994), *Rischio sismico e pianificazione dei centri storici*, Ed. Alinea, Firenze .

ISPRA, "Carta Geologica d'Italia", available at: [www.isprambiente.gov.it/Media/carg/campania.html](http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/campania.html).

Orsi, G., Civetta, L., D'Antonio, M., Di Girolamo, P. and Piochi, M., (1995). "Step-filling and development of a three-layers magma chamber: the Neapolitan Yellow Tuff case history", *Journal Volcanology Geothermal Research*, Vol. 67, pp. 291-312.

Polese, M., Verderame G.M., Manfredi G. and Cosenza E. (2004), "Modelli semplificati per le analisi di vulnerabilità a larga scala di edifici in c.a.", *XI Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia"*, Genova, pp. 25-29.

Zuccaro, G. (2005), *Inventario e vulnerabilità del patrimonio edilizio residenziale del territorio nazionale, mappe di rischio e perdite socio economiche*, GNDT, Roma.

Zuccaro, G. and Cacace, F. (2006), *Valutazione speditiva della vulnerabilità per gli edifici strategici della Regione Campania, Ingegneria sismica*, Ed. Patron, Bologna.

Eleonora Chesi, Paola Perazzo, Chiara Calderini, Andrea Giachetta,

Dipartimento di Scienze dell'Architettura, Scuola Politecnica dell'Università degli Studi di Genova, Italia

eleonora.chesi@gmail.com

paola.perazzo.93@gmail.com

chiara.calderini@unige.it

andrea.giachetta@arch.unige.it

**Abstract.** Il presente articolo affronta il tema della vulnerabilità sismica degli edifici industriali monopiano, proponendo la progettazione di un nuovo sistema di tamponamento capace di assecondare il movimento della struttura portante durante i terremoti. Obiettivi di tale soluzione a maggior resilienza, progettata con elementi prefabbricati e giunzioni struttura-involucro innovativi, sono il miglioramento delle prestazioni degli edifici industriali in caso di sisma e l'ottimizzazione strutturale del loro sistema portante con possibili conseguenze anche in termini di sostenibilità ambientale, considerata la possibile riduzione del materiale costruttivo e dell'energia inglobata in fase produttiva e di trasporto.

**Parole chiave:** progettazione anti-sismica, prefabbricazione, edilizia industriale, sistemi di involucro, sostenibilità.

## Introduzione: problemi degli edifici a destinazione produttiva in aree interessate da eventi sismici

Tra gli enormi danni prodotti dai più importanti eventi sismici nel nostro paese, molto significativi sono quelli legati ai settori agricolo e industriale. Per quanto riguarda quest'ultimo, la scar-

sa resilienza delle soluzioni costruttive prefabbricate, le più diffusamente impiegate per gli edifici produttivi, ha determinato crolli, danni e situazioni di inagibilità con gravi conseguenze dirette su persone e beni (talora con complicazioni legate alla pericolosità di lavoratori, semi-lavorati, sostanze o processi impiegati) e ripercussioni economico-sociali indirette, per il forzoso e spesso definitivo blocco delle attività.

Dai sopralluoghi effettuati (INGV, Protezione Civile, ENEA) per verificare lo stato del patrimonio edilizio dopo gli ultimi terremoti italiani (in particolare, quello dell'Emilia Romagna del 2012), emerge un numero rilevante di edifici produttivi danneggiati da eventi sismici (ANCE/CRESME, 2012). Solo in relazione

High resilience prefabricated systems for the industrial buildings in seismic areas

**Abstract.** This article deals with the topic of seismic vulnerability of single-storey industrial buildings, proposing the design of a new system able to support the movement of the load-bearing structure during earthquakes. The targets of this solution at greater resilience, designed with prefabricated elements and innovative structure-cladding junctions, are the improvement of the performances of the industrial buildings in case of earthquake and the structural optimization of their load-bearing system with possible consequences for environmental sustainability, considering the possible reduction of construction material and energy during the production and transport phase.

**Keywords:** seismic design, prefabrication, industrial buildings, cladding systems, sustainability.

al terremoto del 2012, i danni calcolati per edifici e impianti del comparto produttivo ammontano a oltre due miliardi di euro ai quali ne vanno sommati altri tre circa per perdite legate all'interruzione dei processi produttivi; diverse sono le vittime dovute alle conseguenze del terremoto su edifici industriali, nonostante le scosse più importanti non siano avvenute in orario lavorativo, e migliaia sono i posti di lavoro persi e ancora potenzialmente a rischio (Liberatore, 2013). Si tratta di un problema molto importante se si considera che, in Italia, oltre novantacinquemila strutture produttive sono potenzialmente esposte a rischi naturali elevati ricadendo in territori sensibili (ANCE/CRESME, 2012). La maggior parte delle strutture produttive esistenti in Italia sono di recente costruzione: solo il 7,5% risale al periodo precedente al 1950 e ben il 68% è posteriore al 1970 (ANCE/CRESME, 2012). Ciononostante, la grande maggioranza di questi edifici non sono conformi alle attuali prescrizioni normative antisismiche, dimostrandosi in molti casi incapaci di sopportare eventi sismici significativi. La legislazione in materia, infatti, ha attraversato un complesso iter che solo in anni recenti ha portato a classificare l'intero territorio nazionale a rischio sismico e a fare propri gli avanzamenti della ricerca nel campo dell'ingegneria sismica consolidatosi negli anni '80-'90.

La prima zonizzazione sismica, avvenuta attraverso il Regio Decreto 193 del 1909 emanato dopo i terremoti di Reggio Calabria e Messina del 1908, teneva conto dei territori colpiti da forti terremoti di cui si aveva notizia negli ultimi cento anni. La prima vera legge in materia antisismica è però la n. 64 del 1974 che ha

## Introduction: problems of industrial buildings in the areas affected by seismic events

Among the enormous damages caused by the earthquakes in our country, the most significant are those related to the agricultural and industrial sectors. The low resilience of the precast construction solutions, that are the most commonly used for the industrial buildings, has caused collapses, damages and inaccessibility with serious consequences on people and property (sometimes with great risks due to the dangerousness of worked products, semi-finished products, substances or processes used) and economic and social impacts for the forced and often definitive stop of the activities.

The inspections carried out (INGV, Civil Protection, ENEA) to check the state of the buildings after the last Italian earthquakes (in particular in Emilia

Romagna of 2012), have shown a significant number of industrial buildings damaged by seismic events (ANCE/CRESME, 2012).

Regarding the earthquake of 2012, the damages calculated for buildings and facilities of the production sector are more than two billion euros, about three billion have been added for losses due to the production interruption; there have been several victims due to the consequences of the earthquake on the industrial buildings, although the major shocks have not occurred during the working hours, thousands of jobs have been lost and still potentially at risk (Liberatore, 2013).

This is a very important problem if we consider that in Italy more than ninety-five thousand production facilities are potentially subjected to high natural risks (ANCE/CRESME, 2012).

Most of the existing production fa-

consentito, la suddivisione del territorio in tre categorie sismiche con la classificazione di circa il 45% del suolo italiano in una di tali categorie. Solo nel 2003, attraverso l'Ordinanza PCM 3274, tutto il territorio è stato classificato come sismico e suddiviso in quattro zone a differente livello di pericolosità. Soltanto nel 2008 però sono state emanate le nuove Norme Tecniche di costruzioni, vigenti ancora oggi.

La stragrande maggioranza di capannoni industriali nel territorio nazionale è costituita da edifici monopiano prefabbricati con strutture in calcestruzzo armato o acciaio, caratterizzate principalmente dalle grandi luci di copertura. Gli edifici realizzati con elementi prefabbricati in cemento armato sono generalmente costituiti da pilastri con plinti a pozzetto, travi di collegamento e travi reggi tamponamento, travi di copertura distinte in travi a doppia pendenza per copertura a falde inclinate e in travi piane, collegate agli elementi verticali tramite vincoli rigidi o di semplice appoggio. Gli edifici monopiano in acciaio sono caratterizzati da una maggiore leggerezza complessiva a parità di luce e di capacità di carico della struttura. Per la loro grande eterogeneità di destinazioni e forme possono essere presenti diversi elementi strutturali, tra cui i principali sono: montanti; travi di bordo; capriate di copertura, generalmente reticolari; arcarecci; controventi.

Nella maggior parte degli edifici monopiano, il sistema di chiusura verticale è caratterizzato da pannelli prefabbricati in cemento armato che differiscono per finitura superficiale, dimensioni, coibentazione ed alleggerimento. Esistono differenti sistemi di connessione del sistema di chiusura con quello strutturale in corrispondenza delle travi di copertura e di travi dedicate (travi porta-pannello) e/o in corrispondenza dei montanti vertica-

lities in Italy have been recently built: only the 7,5% is dated before 1950 and the 68% is after 1970 (ANCE/CRESME, 2012).

Nevertheless, the majority of these buildings are not in compliance with the current anti-seismic regulations, showing in many cases to be unable to bear significant seismic events. The legislation has led only recently to the classification of the whole national territory at seismic risk and to take in charge the progress of the research in the field of seismic engineering consolidated in the period between 1980 and 1990.

The first seismic zoning issued after the earthquakes of Reggio Calabria and Messina of 1908 through the Royal Decree 193 of 1909, took into account the territories affected by great earthquakes reported in the last hundred years. The first true law on anti-seismic matter, however, was the law No. 64 of 1974,

which allowed the division of the territory into three seismic categories with the classification of about 45% of Italian territory in one of these categories.

Only in 2003, through the decree PCM 3274, the whole territory was classified as seismic and divided into four zones with a different level of danger. In 2008 the new Technical Standards of Construction have been issued and still in force today.

The majority of industrial buildings in our country are single-storey buildings with reinforced concrete or steel structures, mainly characterized by large spans. The buildings constructed with precast reinforced concrete elements are generally made up of columns standing on foundations plinths, double slope or flat beams connected to vertical elements by rigid links or simple supports, and secondary beams supporting cladding and ceilings.

li. Principalmente, tali sistemi, dimensionati in funzione degli elevati pesi dei pannelli di tamponamento (elementi di grandi dimensioni alti fino a 10 metri con larghezze intorno ai 2,5 metri) devono far fronte alle sollecitazioni orizzontali (del vento e sismiche) e prevedono soluzioni di ancoraggio che dovrebbero garantire un certo grado di libertà allo spostamento. Le strutture produttive prefabbricate sopra sommariamente descritte hanno mostrato, rispetto agli eventi sismici, problemi di diversa natura, riconducibili non solo a carenze strutturali in sé (perdita di appoggio tra trave e pilastro – es. Ercolino, 2016) ma anche a problemi di connessione tra struttura e involucro. Infatti, il differente comportamento sismico della struttura portante e dell'involucro, nonché la scarsa affidabilità degli elementi di giunzione tra essi, hanno comportato in molti casi, anche quando la struttura non ha subito seri effetti, il danneggiamento, e in alcuni casi il crollo, dei pannelli di tamponamento con conseguenze anche importanti. Questa problematica è risultata determinante dalle analisi condotte su edifici produttivi danneggiati dal terremoto in Emilia-Romagna del 2012 (Liberatore, 2012).

In particolare, nelle strutture danneggiate dal sisma, si sono riscontrati problemi soprattutto in relazione alle connessioni pannello-pilastro e pannello-trave. Tali connessioni vengono infatti generalmente progettate per sostenere i carichi gravitazionali dei pannelli ed evitarne il ribaltamento dovuto alle sollecitazioni orizzontali; tuttavia, in molti casi, hanno dimostrato di essere state concepite senza tener conto in modo appropriato delle importanti sollecitazioni comportate dagli spostamenti laterali dell'edificio che avvengono in caso di sisma (Belleri, 2013).

Anche le connessioni concepite appositamente per permettere i mutui spostamenti necessari in caso di sisma hanno spesso mo-

Single-storey steel buildings are characterized by a greater overall lightness compared to span and load capacity of the structure. Several structural elements are present due to their great variety of destinations and shapes; the main ones are the following: columns; board beams; roof trusses, generally reticulated; purlins; bracings.

In most single-storey buildings, the vertical cladding system is characterized by prefabricated reinforced concrete panels that differ for the surface finishing, size, insulation and lightening.

There are different systems connecting the cladding with the structure in correspondence of the roof beams and lateral beams and/or columns. These systems, sized according to the high weights of the panels (large elements up to 10 meters height and normally about 2.5 meters large), must support horizontal loads (wind and earthquake)

and provide anchoring solutions ensuring a suitable displacement capacity to the structure. The precast industrial buildings above described have shown problems of different nature, with regard to seismic events, not only due to structural deficiencies (loss of support between beams and columns – eg Ercolino, 2016) but also to connection problems between the structure and the cladding. Indeed, the different stiffness of the bearing structure and the cladding, as well as the low reliability of the joining elements, have often produced damages and in some cases the collapse of the panels even when the structure has not suffered seriously. This problem was decisive in the analysis carried out on the industrial buildings damaged by the earthquake in Emilia-Romagna in 2012 (Liberatore, 2012).

In particular, in the structures damaged by the earthquake, there were problems

strato di non funzionare a dovere: tra esse, per esempio, molti dei sistemi di ancoraggio superiore trave-pannello realizzati attraverso due profili a canaletta, l'uno ancorato alla struttura principale e l'altro inserito all'interno dell'elemento di tamponamento durante il getto, generalmente collegati da un connettore a piastrina o a squadretta, talvolta zigrinata in modo da aumentare l'attrito e dissipare in parte la forza sismica. Dopo il sisma dell'Emilia Romagna, infatti, questo tipo di connessioni presentavano spesso problemi quali: una evidentemente insufficiente capacità di spostamento reciproco delle parti; un'elevata e non controllata coppia di serraggio che ha generato all'interfaccia dado-connessione un attrito tale da impedire lo scorrimento; lo slabbramento della canaletta di scorrimento a causa delle enormi forze orizzontali in gioco. I cedimenti delle connessioni, infine, possono essere causati proprio da una realizzazione del collegamento dei pannelli di tamponamento con la struttura principale in maniera troppo rigida, modificando lo schema statico e portando a comportamenti durante l'azione sismica diversi da quelli previsti in fase di progetto (Bournas, 2014).

### **Proposta progettuale per un sistema ad alta resilienza per l'edilizia industriale**

magistrale condotta presso il Dipartimento di Architettura e Design della Scuola Politecnica dell'Università di Genova (seguita da docenti di Tecnica delle costruzioni e Tecnologia dell'architettura) ha messo a punto alcune prime ipotesi volte a migliorare le performance dei sistemi prefabbricati per capannoni industriali

A fronte dei problemi rilevati, anche nell'ambito di iniziative dal consorzio ReLUI (Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica), una recente tesi

especially in relation to the column-panel and the panel-beam connections. Such connections are generally designed to support the gravitational loads of the panels and avoid the overturning due to the horizontal loads; however, in many cases, it has been shown that they have been conceived without taking into proper account the major loads caused by the lateral movements of the building occurring in case of earthquake (Belleri, 2013).

Also the connections have often shown that they do not work properly even if expressly designed to allow mutual movements in case of earthquake. Among them, for example, many of the top-anchoring beam-panel systems are realized through two channel profiles, one anchored to the main structure and the other inserted inside of the element, generally connected by a plate or square connector, sometimes milled to increase

the friction and dissipate part of the seismic force. After the earthquake in Emilia Romagna, indeed, this type of connections often had problems such as: an obvious insufficient capacity for mutual movement of the parts; a high and uncontrollable tightening torque which has generated a friction to the nut-connection interface to prevent the sliding; the tearing of the sliding channel due to the present huge horizontal forces. Finally, the failure of the connections can be caused by a too rigid connection of the panels to the main structure, modifying the static scheme and leading to situations during the seismic action different from those planned during the design phase (Bournas, 2014).

### **Project proposal for a high resilience system for industrial building**

Regarding the above problems, also in the context of the initiatives launched

puntando sul potenziamento delle loro prestazioni di resilienza per garantire una maggiore capacità adattiva dei componenti di involucro rispetto all'azione sismica.

Le soluzioni proposte riguardano la definizione di elementi prefabbricati di tamponamento e giunzioni struttura-involucro innovativi che permettano di meglio assorbire l'azione sismica; viene in particolare approfondita la possibilità di realizzazione di elementi di tamponamento semi-indipendenti dal telaio portante e capaci di sopportare spostamenti per scorrimento/rotazione tali da assecondare i movimenti della struttura durante un evento sismico. La soluzione proposta si basa su un'analisi dello stato dell'arte che ha previsto: un inquadramento normativo; una raccolta dati sui danni subiti dagli edifici industriali nei terremoti 2009-16; la disamina dei sistemi prefabbricati esistenti e delle soluzioni tecnologico-costruttive più diffuse per gli edifici industriali, anche rispetto a studi condotti in ambito internazionale (es. Fisher, 2004; Lamarche, 2009; Saatcioglu, 2013; Tremblay, 2013). In particolare, ci si è concentrati sul sistema di chiusura costituito da pannelli prefabbricati e relative connessioni, analizzando i processi produttivi (con visite in fabbrica) e di cantiere.

La classificazione dei pannelli presenti sul mercato ha permesso di valutare le dimensioni e le prestazioni che devono essere soddisfatte e, tra esse, ad esempio: facilità di realizzazione; durata nel tempo; resistenza agli urti; sicurezza rispetto al tipo di lavorazioni previste e a possibili effrazioni; tenuta al fuoco; sicurezza; isolamento termico e acustico; mantenimento delle caratteristiche di base dopo il sisma.

Nello specifico, lo studio si è concentrato sui sistemi di tamponamento per edifici industriali monopiano in acciaio. L'interesse verso questo tipo di edifici nasce dall'osservazione che a causa

by the ReLUI (University of Seismic Engineering Laboratory Network), a recent master thesis carried out at the Department of Architecture and Design of the Polytechnic School of the University of Genova (followed by the teachers of Structural Design and Architectural Technology) has developed some first hypotheses aimed to improve the performances of the precast systems for industrial sheds, focusing on the enhancement of their resilience performance to ensure a greater adaptive capacity of the cladding components to the seismic action.

The solutions proposed concern the definition of precast elements and innovative structure-cladding junctions that allow to better absorb the seismic action; in particular it has been examined the possibility to realize elements semi-independent from the supporting frame and capable to sup-

port displacements of the structure during seismic events. The proposed solution is based on an analysis of the state-of-the-art that has foreseen: regulatory framework; data collection on the damages suffered by the industrial buildings in the 2009-16 earthquakes; examination of existing precast systems and of the most widespread technological-constructive solutions for industrial buildings. In particular, we focused on the cladding system consisting of precast panels and related connections, analyzing the production processes (with visits to the factory and construction sites).

The classification of the panels on the market has allowed to evaluate the dimensions and the performances that must be satisfied, for example: easiness of realization; duration over time; impact resistance; safety regarding the type of planned



della loro elevata deformabilità e leggerezza, essi sono normalmente dimensionati a stato limite di esercizio piuttosto che a stato limite ultimo. In pratica, i limiti imposti sulle deformazioni negli stati limite di esercizio (finalizzati a limitare il danneggiamento degli elementi non strutturali e degli impianti), sono di solito più restrittivi dei limiti imposti sulle tensioni negli stati limite ultimi (finalizzati alla salvaguardia della vita e al controllo del collasso), anche se associati a terremoti meno intensi. Anche se può apparire paradossale, l'obiettivo di limitare il danneggiamento agli elementi non strutturali dell'edificio induce a progettare una struttura più robusta di quella necessaria a prevenirne il crollo. L'idea qui proposta è di progettare un sistema di tamponamento che sia in grado di sopportare grandi deformazioni angolari della struttura senza danni significativi e che, pertanto, consenta di ridurre il dimensionamento della struttura a quello minimo necessario per gli stati limite ultimi.

Per gli edifici industriali monopiano, la verifica degli stati limite di esercizio per le azioni orizzontali, consiste nel limitare la deformazione angolare della struttura. In particolare, tale deformazione è data dal rapporto tra lo spostamento orizzontale in sommità ( $\delta$ ) e l'altezza dell'edificio ( $h$ ) e, in assenza di carroponte, deve sempre risultare inferiore a 1/150 (§4.2.4.2.2 della NTC). Nel caso specifico di azioni orizzontali di natura sismica (§7.3.7.2), tale limite varia in funzione del tipo di tamponamento, essendo pari a 1/100 nel caso di «tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti di interpiano, per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura».

Lo studio quindi è stato orientato a progettare un sistema di tamponamento che potesse sopportare una deformazione angolare

della struttura decisamente maggiore di quella normalmente richiesta per gli stati limite di esercizio per questo tipo di edifici, cioè pari a circa 1/33.

Il processo metodologico per l'individuazione della soluzione più funzionale ha come punto di partenza l'idea di realizzare un sistema di tamponamento capace di assecondare il movimento della struttura portante provocato dall'azione sismica. Alcune delle prime ipotesi proposte, si sono basate sull'impiego di sistemi in grado di rendere il pannello di tamponamento deformabile in caso di sisma.

Tali soluzioni sono state confrontate con i parametri ricavati dallo studio dello stato dell'arte, riscontrando diversi limiti tra i quali: la difficoltà di realizzazione in fabbrica, per il numero di elementi e la complessità del progetto; la non prevedibilità del funzionamento dei sistemi, soprattutto nel lungo periodo; l'incognita sul mantenimento delle prestazioni dopo un'eventuale sisma. Conseguentemente ci si è orientati su un diverso approccio al problema esaminando una seconda categoria di soluzioni nelle quali si è cercato di rendere indipendenti gli elementi di tamponamento dal telaio strutturale (Fig. 1 alcuni modelli di studio ad esse relativi). Nella soluzione scelta e sviluppata il pannello non è vincolato alla struttura, ma è libero di muoversi, oscillando lateralmente all'interno di guide metalliche grazie alla forma arrotondata del lato inferiore e superiore. L'ipotesi prevede la distribuzione di calcestruzzo e alleggerimenti nel pannello in modo da abbassarne il baricentro e favorire il ricentraggio dell'elemento di chiusura dopo le oscillazioni dovute ad un eventuale evento sismico. Per poter studiare il sistema dal punto di vista geometrico lo spostamento laterale del pannello prefabbricato è stato analizzato attraverso l'utilizzo del software CAD 3D Inventor. I risultati

work and possible break-ins; fire retention; safety; thermal and acoustic insulation; maintenance of the basic characteristics after the earthquake. In particular, the study focused on the systems for steel single-storey industrial buildings. The interest in this type of buildings comes from the observation that they are normally sized to the serviceability limit state of rather than the ultimate limit state, due to their high deformability and lightness. In practice, for these type of buildings the limits imposed on deformations in the serviceability limit states (aimed at limiting the damage to non-structural elements and plants) results to be more restrictive than those imposed in the ultimate limit states (aimed at safeguarding of life and control of collapse), even if associated with less intense earthquakes. Although it may seem strange, the target of limiting the

damage to non-structural elements leads to design a more stiff and heavy structure than necessary to prevent the collapse. The idea proposed is to design a system able to bear large angular deformations of the structure without significant damages and to reduce the size of the structure to the minimum required for the ultimate limit states.

For single-level industrial buildings, the control of the serviceability limit states for horizontal actions consists in limiting the angular deformation (drift) of the structure. In particular, this deformation is given by the ratio between the horizontal displacement at the top ( $\delta$ ) and the height of the building ( $h$ ) and, in absence of a crane, it must always be less than 1/150 (§4.2.4.2.2 of the NTC). In the specific case of horizontal seismic actions (§7.3.7.2), this limit changes according to the type of cladding, being equal to 1/100 in the

case of cladding designed «not to be damaged for inter-storey movements, due to their intrinsic deformability or connections to the structure».

The study led therefore to design a cladding system capable to bear a drift of the structure greater than that normally required for the serviceability limit states for this type of buildings (1/33 versus 1/150), without getting damaged.

For the identification of the most functional solution, the methodological process started from the idea of creating a system able to support the horizontal movement of the bearing structure caused by the seismic action. Some of the first hypotheses were based on the design of systems able to make deformable the panel in case of an earthquake.

These solutions have been compared with a set of parameters obtained from the study of the state-of-the-art, finding different limits including: the difficulty

of realization in factory for the number of elements and the complexity of the project; the unpredictability of the functioning of the systems, especially in the long term; the uncertainty of maintaining the performances after an eventual earthquake. Consequently, we focused on a different approach, by examining a second category of solutions in which we tried to make the elements independent from the structural frame (Fig. 1).

In the developed solution the panel is not bound to the structure but it is free to move in its plane, oscillating laterally inside metal guides thanks to the rounded shape of the lower and upper side. The hypothesis foresees the distribution of concrete and lightening in the panel in order to lower its center of gravity and favor the re-centering of the cladding element after the oscillations due to a possible seismic event. In order



hanno permesso il dimensionamento ottimale dell'elemento di tamponamento e l'analisi delle interazioni possibili tra i diversi componenti edilizi durante il movimento laterale.

Il pannello proposto presenta una stratigrafia molto simile a quella dei pannelli a taglio termico oggi più diffusamente in uso, ma si differenzia da questi per la particolare disposizione dell'alleggerimento posto solo nella parte superiore. La forma del

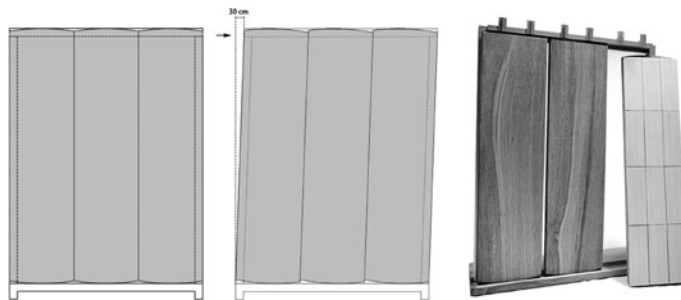
to study the system from a geometrical point of view, the lateral movement of the precast panel has been analyzed through the use of the 3D CAD software *Inventor*. The results allowed the optimal sizing of the elements and the analysis of the possible interactions between the different building components during the lateral movement.

The proposed panel presents a stratigraphy very similar to that of the thermal break panels today more widely used, but it differs from these due to the particular arrangement of the lightening placed in the upper part only. The shape of the panel, with base and semi-circular top, allows to move itself freely shifting in its plane of about 0.30 m on 10 m of height (Fig. 2).

The construction system that links the panels with the structure, has been conceived to allow the complete in-plane independence of the cladding

from the supporting system. The panel is placed, both above and below, in two "U" shaped guides that guarantee its in-plane movement but prevent its overturning. The two joints have been studied with commercial profiles (Fig. 3). Special solutions are provided at the panel-structure joint (based on the use of semi-spherical elements and spring systems placed in pockets provided in the panels) and panel-panel joints (based on male-female connections that limit the contact surfaces) to decrease the friction between the different elements and make possible the mutual sliding of the parts during the earthquake (Fig. 4).

In the event of an earthquake, the designed construction system is able to guarantee a higher degree of resilience than similar existing systems. Thanks to the lowered position of the center of gravity, after an earthquake the panel is



pannello, con base e sommità semicircolare, permette a quest'ultimo di muoversi liberamente spostandosi nel proprio piano di circa 0.30 m su 10 m di altezza (Fig. 2). Il sistema costruttivo che collega i pannelli con la struttura è pertanto concepito in modo tale da permettere la completa autonomia del tamponamento rispetto al sistema portante. Il pannello per potersi muovere è alloggiato, sia superiormente che inferiormente, in due guide a forma di "U" che garantiscono al sistema di tamponamento di scorrere ma evitano il ribaltamento fuori piano. I due giunti sono stati studiati con profili commerciali (Fig. 3).

Sono previsti particolari soluzioni in corrispondenza del giunto pannello-struttura (basate sull'impiego di elementi semisferici e sistemi a molla in tasche predisposte nei pannelli) e pannello-pannello (basate su giunti maschio-femmina che limitano le superfici di contatto) per diminuire l'attrito tra i diversi elementi e rendere possibile il mutuo scorrimento delle parti in fase di sisma (Fig. 4).

Il sistema costruttivo progettato dovrebbe poter così garantire, in caso di terremoto, un grado di resilienza superiore a quelli di analoghi sistemi esistenti, permettendo un movimento utile a non compromettere gli elementi portanti di chiusura e i loro giunti. Dopo il sisma, il pannello, grazie alla posizione ribassata del baricentro, dovrebbe essere in grado di riportarsi nel suo punto di equilibrio senza causare danni a cose o persone. Lo stu-

able to return to its equilibrium point without causing damage to things or people.

The study of feasibility of the system is not based only on the data obtained through the CAD software. First calculation checks have been carried out to size the profiles and to assess the technological feasibility of the proposed solution.

The production, moving and transport processes of the designed system are similar to those of traditional precast panels. The construction of the concrete element can be done at the factory inside a shaped formwork on the sides. The execution of the joints can take place in the workshop, therefore no particularly complex operations are necessary during the installation on site. To guarantee the optimal working of the system, an angular closing element has been designed, consisting of

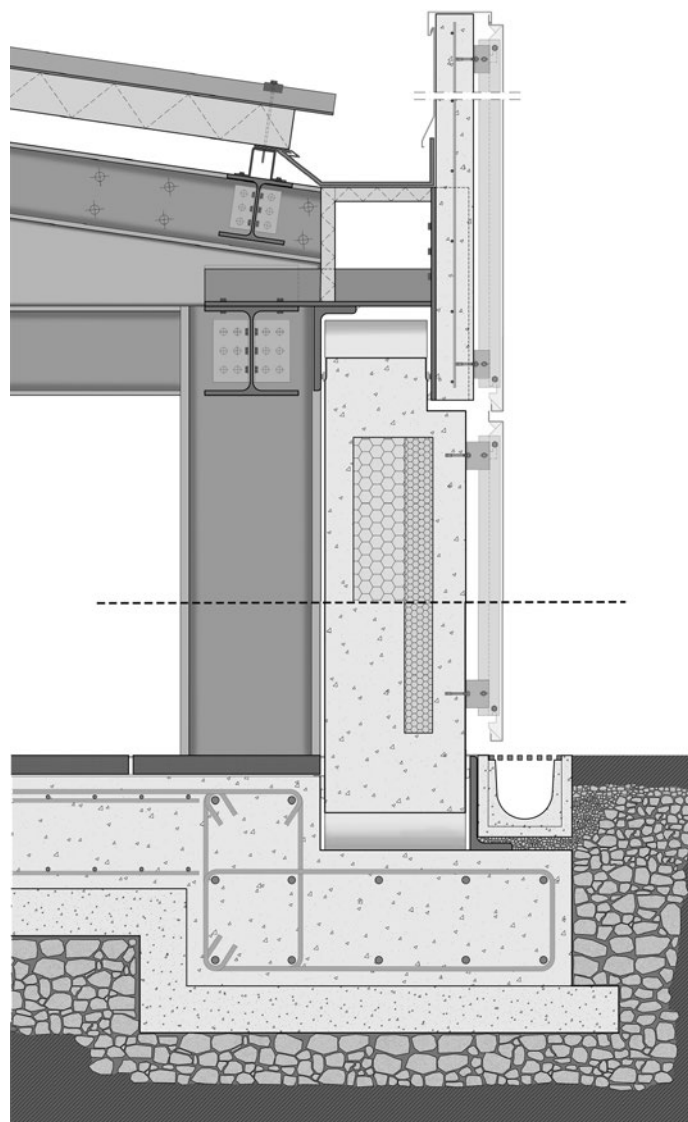
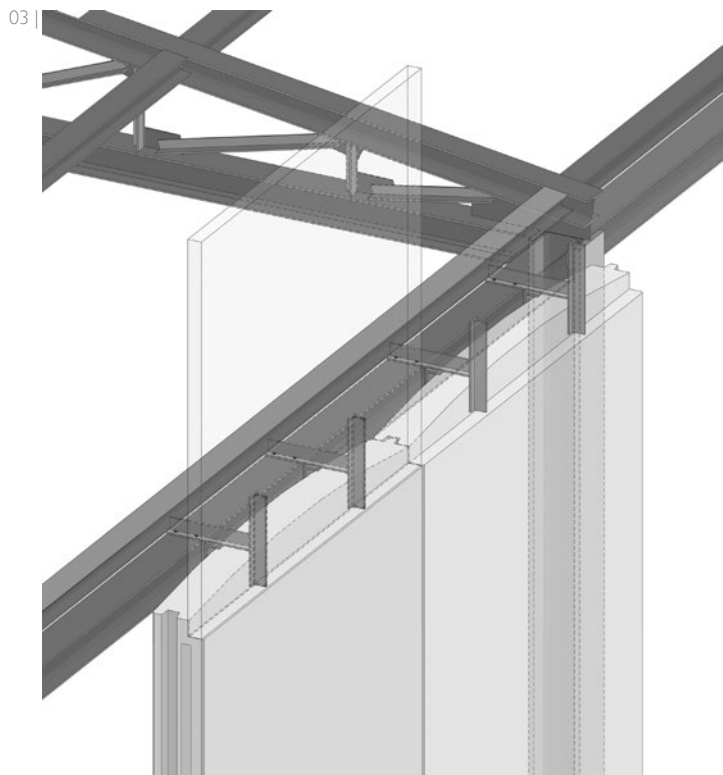
an insulated metal carter able to compress during the oscillations. For this reason, it is expected its replacement after an earthquake.

The types of coating for the precast system have been studied in order to improve the aesthetic quality of the industrial building and above all in order to limit the damages during the seismic events. For this reason, each precast panel is designed with its own independent coating that, during an earthquake, follows the movement of the panel which it is anchored to. This is a limit that could have aesthetic effects. The study has been carried out by imagining solutions with different materials; actually, it shows that the problem can be overcome easily by marking the joints of the elements that constitute the covering to make the vertical joint indistinguishable between the different panels (Fig. 5-7).

dio di fattibilità del sistema nel suo complesso non si basa soltanto sui dati ricavati attraverso il software CAD. Conseguentemente alla definizione dei giunti sono state svolte prime verifiche di calcolo con il dimensionamento dei profili e sono state condotte verifiche in merito alla fattibilità tecnologica attraverso una definizione di dettaglio della soluzione proposta.

I processi di produzione, movimentazione e trasporto che si possono prevedere per il sistema di tamponamento progettato sono analoghi a quelli dei pannelli prefabbricati tradizionali. La realizzazione dell'elemento in calcestruzzo può avvenire in fabbrica all'interno di una cassaforma sagomata ai lati. L'esecuzione dei giunti può avvenire in officina, pertanto non sono necessarie operazioni particolarmente complesse durante la messa in opera in cantiere. Per garantire il funzionamento ottimale del sistema è stato progettato un elemento di chiusura ad angolo, consistente in un carter metallico coibentato capace di comprimersi durante le oscillazioni. Per questo motivo è prevista la sua sostituzione in seguito ad un possibile evento sismico. Le tipologie di rivestimento per il sistema di tamponamento prefabbricato sono state studiate al fine di migliorare la qualità estetica del manufatto industriale e soprattutto in modo da limitare i danni durante eventi sismici. Per questa ragione ogni pannello prefabbricato è pensato con un proprio rivestimento

indipendente che, durante un terremoto, segue il movimento del pannello al quale è ancorato. Si tratta di un limite che potrebbe avere effetti estetici; lo studio effettuato immaginando soluzioni con differenti materiali mostra, in realtà, che il problema è superabile facilmente marcando le fughe degli elementi che costituiscono il rivestimento così da rendere indistinguibile il giunto verticale tra i diversi pannelli (Figg. 5, 6, 7). Si è verificato, inoltre, che fosse possibile garantire la realizzazione delle necessarie bucaure, portali di ingresso e punti di carico, compatibilmente con la flessibilità di involucro richiesta dal sistema studiato. Sono state svolte infine verifiche di dimensionamento su due sistemi di telai differenti, uno a nodi rigidi e l'altro incer-





05 | Render di progetto che mostrano diverse soluzioni di involucro

*Project rendering showing different housing solutions*

06 | Render di progetto che mostrano diverse soluzioni di involucro

*Project rendering showing different housing solutions*



| 05



| 06

nierato con controventi, riscontrando come, in entrambi i casi, con l'utilizzo del nuovo sistema, dimensionando correttamente l'edificio, si possa ottenere una diminuzione dell'uso di acciaio pari a circa il 10%.

### Conclusioni

Lo studio sinteticamente riportato non rappresenta evidentemente che un'ipotesi di lavoro da approfondire, in successive ricerche, con verifiche di calcolo e di laboratorio; tuttavia segna una strada che sembra promettente.

In sintesi, la riduzione dei danni ai tamponamenti in caso di un evento sismico potrà incidere sui tre pilastri della sostenibilità nella produzione degli edifici industriali:

- sostenibilità sociale: riducendo le interruzioni complete o parziali delle attività industriali, limitando le perdite in termini di posti di lavoro o, in casi estremi, la perdita di vite umane;
- sostenibilità economica: limitando le perdite economiche associate ai danni materiali agli impianti e alle attrezzature e quelle associate alle interruzioni di produzione;
- sostenibilità ambientale: limitando la produzione di rifiuti da demolizione/costruzione e l'impiego di risorse per la sostituzione; inoltre, l'eventuale riduzione delle strutture associate

ad una migliore strategia di progettazione, può ridurre ulteriormente l'impiego di materiali ad alta energia incorporata (acciaio).

La disponibilità di soluzioni tecnologiche finalizzate alla riduzione dei danni agli elementi non strutturali degli edifici, quali i tamponamenti, potrebbe inoltre avere delle ricadute anche in relazione ai contenuti della normativa tecnica in materia, con conseguenze legate in particolar modo alla possibilità di raggiungere migliori risultati in termini di ottimizzazione strutturale.





## REFERENCES

- Ance/Cresme (2012), "Primo Rapporto. Lo stato del territorio italiano 2012. Insediamento e rischio sismico e idrogeologico", available at: [http://www.cameraitalia.it/temi/temi16/CRESME\\_rischiosismico.pdf](http://www.cameraitalia.it/temi/temi16/CRESME_rischiosismico.pdf) (accessed 18 October 2017).
- Ercolino, M., Magliulo, G. and Manfredi, G. (2016), "Failure of a precast RC building due to Emilia-Romagna earthquakes", *Engineering Structures*, Vol. 118, pp. 262-273.
- Liberatore, L., Sorrentino, L., Liberatore, D. and Decanini L.D. (2013), "Failure of industrial structures induced by the Emilia (Italy) 2012 earthquakes", *Engineering Failure Analysis*, Vol. 34, pp. 629-647.
- Gruppo di Lavoro Agibilità Sismica dei Capannoni Industriali (2012), "Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici", available at: [http://www.reluis.it/images/stories/Linee\\_di\\_indirizzo\\_GDL\\_Capannoni.pdf](http://www.reluis.it/images/stories/Linee_di_indirizzo_GDL_Capannoni.pdf) (accessed 7 November 2017).
- Belleri, A., Bellotti, D., Nascimbene, R. and Riva, P. (2013), "Vulnerabilità riscontrate negli edifici industriali colpiti dal sisma del maggio 2012", available at: <http://www.ingegno-web.it/immagini/Articoli/PDF/iRFkgscc5o.pdf> (accessed 1 November 2017).
- ReLUISS-Assobeton (2007), "Strutture prefabbricate – Schedario dei collegamenti", available at: <http://www.reluis.it/images/stories/Schedario%20collegamenti%20in%20strutture%20prefabbricate.pdf> (accessed 7 November 2017).
- ReLUISS-Assobeton (2008), "Strutture prefabbricate – Catalogo delle tipologie esistenti", available at: <http://www.reluis.it/images/stories/Catalogo%20tipologie%20strutture%20prefabbricate.pdf> (accessed 7 November 2017).
- ReLUISS-Assobeton (2008), "Strutture prefabbricate – Schedario di edifici prefabbricati in c.a.", available at: <http://www.reluis.it/images/stories/Schedario%20edifici%20prefabbricati%20in%20ca.pdf> (accessed 7 November 2017).
- Fisher, M. (2004), *Industrial Buildings. Roofs to Anchor Rods*, American Institute of Steel Construction, USA.
- The Steel Construction Institute, SCI (2008), *Best Practice in Steel Construction - Industrial Building*, SCI, European Commission's Research Fund for Coal and Steel.
- Lamarche, C.-P., Proulx, J., Paultre, P., Turek, M., Ventura, C.E., Le, T. P. and Lévesque, C. (2009), "Toward a better understanding of the dynamic characteristics of single-storey braced steel frame buildings in Canada", *Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol. 36, No. 6, pp. 969-979.
- Saatcioglu, M., Tremblay, R., Mitchell, D., Ghobarah, A., Palermo D., Simpson R., Adebar P., Ventura and C., Hong H. (2013), "Performance of steel buildings and nonstructural elements during the 27 February 2010 Maule (Chile) Earthquake", *Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol. 40, pp. 722-734.
- Tremblay, R., Mitchell, D. and Tinawi, R. (2013), "Damage to industrial structures due to the 27 February 2010 Chile earthquake", *Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol. 40, pp. 735-749.
- Bournas, D.A., Negro, P. and Taucer, F.F. (2014). "Performance of industrial buildings during the Emilia earthquakes in Northern Italy and recommendations for their strengthening", *Bulletin of Earthquake Engineering*, pp. 2383-2404.

Moreover, we have verified that it is possible to guarantee the realization of the necessary openings, entrance portals and load points, in according with the flexibility of the cladding required by the studied system. Lastly, we carried out structural checks on two different frame systems, moment resisting frame and braced frame. We have found that, in both cases, the use of the new system, allows a reduction in steel use of around 10%.

## Conclusions

The study briefly reported presents a work hypothesis to be explored in further researches, with calculation and laboratory tests. However, it marks a road that looks promising. Shortly, the reduction of damage to cladding systems in case of seismic events will influence on three pillars of sustainability in the production of industrial buildings:

- social sustainability: reducing the complete or partial interruptions of industrial activities, limiting losses in terms of jobs or, in extreme cases, loss of human life;
- economic sustainability: limiting the economic losses associated with damages to plants and equipments and those associated with production interruptions;
- environmental sustainability: limiting the production of demolition / construction rubbish and the use of resources for the replacement; furthermore, the possible reduction of the structures associated with a better planning strategy can further reduce the use of high-energy materials (steel).

The availability of technological solutions aimed at reducing the damages to non-structural elements of buildings, such as cladding, could also have

repercussions also in relation to the contents of the technical legislation on the subject, with consequences particularly linked to the possibility of achieving better results in terms of structural optimization.

Giacomo Chiesa<sup>a</sup>, Massimo Palme<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, Italia

<sup>b</sup>Escuela de Arquitectura, Universidad Católica del Norte, Chile

giacomo.chiesa@polito.it  
mpalme@ucn.cl

**Abstract.** Viene presentata una metodologia per valutare le criticità locali e la resilienza ai cambiamenti climatici (CC) e al fenomeno dell'isola di calore urbano (UHI - Urban Heat Island). Nel paper si analizzano gli impatti previsti sulla domanda energetica locale dell'ambiente costruito a causa delle variazioni climatiche. Nello studio sono proposti degli indicatori relativi al clima per valutare un indice di vulnerabilità a CC e UHI in contesti edificati specifici. Inoltre, tali indicatori saranno applicati a un insieme di località nel Clima mediterraneo considerando diversi contesti locali per valutare la resilienza di un edificio residenziale tipo anche tramite l'ausilio di simulazioni energetico-dinamiche.

**Parole chiave:** isola di calore urbana, cambiamenti climatici, edifici resilienti, indicatori di resilienza climatica, vulnerabilità tecnologica e ambientale.

## Introduzione e obiettivi

I cambiamenti climatici (CC) e l'isola di calore urbano (UHI)

sono due fattori di rischio riconosciuti collegati agli impatti umani in grado di influenzare fortemente le prestazioni dell'ambiente costruito introducendo nuove caratteristiche di vulnerabilità (Chiesa, 2017; Santamouris, 2014; Matteoli e Pagani, 2010). Questi impatti possono modificare le prestazioni e l'efficienza dei sistemi tecnologici aumentando la domanda di energia e incidendo negativamente sulla qualità del comfort.

Il documento introduce un metodo per stimare la vulnerabilità locale (condizione site e hazard specific) a causa degli impatti negativi del cambiamento climatico e della UHI. Tale metodologia consente di comprendere e valutare possibili criticità e vulnerabilità per definire un approccio resiliente volto alla successiva definizione di strategie adattive. La procedura proposta, grazie alla sua semplice replicabilità, viene applicata per definire un protocollo volto a valutare l'entità locale dei rischi considerati.

Assessing climate change and urban heat island vulnerabilities in a built environment

**Abstract.** A methodology is presented to assess local criticalities and resilience to climate changes (CC) and UHI (Urban Heat Island). This analysis will consider the expected impacts on the local energy demand of the built environment due to climate-related variations. Climate-related indicators are proposed to assess a vulnerability index to CC and UHI in specific building-design contexts. Furthermore, these indicators will be applied to a set of locations in the Mediterranean climate while taking into consideration different local contexts to evaluate the resilience of a sample residential building by using, among other strategies, dynamic energy simulations.

**Keywords:** urban heat island, climate changes, resilient buildings, climate resilience indicators, technological and environmental vulnerabilities.

## Metodologia

L'entità locale dello stress climatico è valutata tramite l'implementazione degli scenari IPPC (rapporti V° e IV°) sui dati meteorologici tipici annuali (TMY) di una località. L'effetto UHI è valutato analizzando l'ambiente costruito a scala locale tramite una procedura in ambiente GIS (es. Palme et al, 2017) in grado di identificare i fattori di stress sui dati climatici locali (fase 1). Queste analisi sui due fattori di stress (hazard-specific), riferiti a diversi contesti locali (site-specific), saranno utilizzate per valutare la vulnerabilità di indici sintetici relativi alla domanda energetico-climatica (cfr. Chiesa e Grosso, 2015), volti all'identificazione di specifiche scelte progettuali, e per calibrarli in base a simulazioni energetiche dinamiche su un caso campione.

Per valutare la vulnerabilità ai cambiamenti climatici e alle isole di calore urbano di un ambiente costruito, sono introdotte due famiglie di indicatori, adattando un metodo sviluppato in una precedente ricerca (Chiesa e Grosso, 2015b). La prima serie fa riferimento a indicatori climatici (si veda Olgyay, 1963; Santamouris e Asimakopoulous, 1996) e include il calcolo degli indici locali di raffreddamento e riscaldamento – CDD (Cooling Degree Days) e HDD (Heating Degree Days) calcolati secondo la norma UNI EN ISO 15927-6:2008 – assumendo diverse temperature di riferimento - 20°C (DPR 412-93, allegato A) e 18,3°C (standard ASHRAE, Day et al 2006) per la stagione invernale; 26°C (Xuan e Ford, 2012; Chiesa, 2016), 22,5°C e 18,3°C (ASHRAE CDD65) per la stagione estiva – (passaggio 2). La seconda famiglia di indicatori include l'effetto dell'edificio, calcolando il fabbisogno energetico per il raffreddamento ( $Q_{cool}$ ) e il riscaldamento ( $Q_{heat}$ )

## Introduction & objectives

Climate changes (CC) and urban heat island (UHI) are two recognised factors of risk connected to human impacts which can greatly influence the performance of the built environment by introducing new vulnerability features (Chiesa, 2017; Santamouris, 2014; Matteoli and Pagani, 2010). These impacts may modify the performance and the efficiency of technological systems by increasing energy demand and stressing/downgrading comfort quality.

The paper introduces a method which estimates local (site and hazard specific) vulnerability due to adverse climate-change and UHI impacts. This method allows us to understand and assess possible weaknesses and vulnerabilities in order to define a resilient approach and in order to act correctly on the built-up environment. Furthermore, the proposed procedure will be used, thanks

to its simple replicability, to define a protocol to test the expected local magnitude of the risks under consideration.

## The proposed methodology

The local magnitude of climate-change stress will be evaluated by implementing the IPPC scenarios (V° and IV° reports) on typical meteorological data, while the UHI effect will be evaluated by analysing the local built environment using a GIS-based procedure (e.g. Palme et al., 2017) which is able to identify the relative stress factors on local climate data (step 1). These analyses of the two stress factors (hazard-specific), referred to diverse specific contexts (site-specific), will be used to evaluate inducted variations in synthetic climate-demand related indexes (see Chiesa and Grosso, 2015), which affect both building design choices and existing buildings, and to further calibrate

[kWh/m<sup>2</sup> a] utilizzando simulazioni energetico-dinamiche tramite EnergyPlus effettuate su un caso di riferimento composto da un tipico appartamento residenziale seguendo un approccio introdotto in letteratura (Chiesa et al., 2017). Gli indicatori relativi all'edificio sono utilizzati per calibrare quelli relativi al clima al fine di sviluppare una metodologia per valutare la qualità e la resilienza dell'ambiente di costruzione. Inoltre, considerando l'appartamento tipo, gli indicatori sono adattati per analizzare la vulnerabilità al cambiamento climatico di diverse scelte tecnologiche (livelli di isolamento, schermatura solare, ventilazione naturale) (fase 3).

### **Fase 1: generazione dei TMY modificati – Magnitudine locale dei rischi da UHI and CC**

Si introduce una metodologia di calcolo della magnitudine locale dei rischi connessi all'UHI e ai CC. Il metodo proposto utilizza due software: Urban Weather

Generator (Bueno et al., 2012), per generare un file \*.epw modificato dall'impatto negativo dell'UHI, e Meteororm per includere il fattore di stress climatico causato dai cambiamenti climatici futuri.

In particolare, l'Urban Weather Generator (UWG) è uno strumento di simulazione atmosfera-edificio che consente di stimare l'effetto "isola di calore urbana" e trasformare un file di dati meteorologici in un file di dati meteorologici "urbani". La generazione di condizioni meteorologiche urbane è condotta in UWG considerando l'influenza di molti parametri, quali per esempio le proprietà dei materiali (suoli, tetti, pareti), la forma urbana, la generazione di calore antropogenica (in strada e all'interno di edifici) e la presenza di aree verdi. Recenti studi di sensibilità (Nakano

et al., 2015; Palme et al., 2016; Salvati et al., 2016) hanno messo in evidenza che i parametri più importanti da valutare sono i tre parametri relativi alla forma urbana, le proprietà del materiale e il calore sensibile di natura antropogenica relativo alle strade. Il risultato della simulazione UWG è un file in formato \*.epw che utilizzabile nella simulazione EnergyPlus delle prestazioni degli edifici.

et al., 2015; Palme et al., 2016; Salvati et al., 2016) hanno messo in evidenza che i parametri più importanti da valutare sono i tre parametri relativi alla forma urbana, le proprietà del materiale e il calore sensibile di natura antropogenica relativo alle strade. Il risultato della simulazione UWG è un file in formato \*.epw che utilizzabile nella simulazione EnergyPlus delle prestazioni degli edifici.

them according to dynamic energy simulations of a sample case. In order to assess climate-change and urban-heat-island vulnerabilities in a built environment, two families of indicators are used by adapting a method developed in a previous research (Chiesa and Grosso, 2015b). The first family will refer to climate-based indicators (see also Olgyay, 1963; Santamouris and Asimakopoulou, 1996) and includes the calculation of local climate-cooling and heating indexes – CDD (Cooling Degree Days) and HDD (Heating Degree Days) calculated according to the UNI EN ISO 15927-6:2008 – assuming different reference base temperatures – 20°C (DPR 412-93, attachment A) and 18.3°C (ASHRAE Standard; Day et al., 2006) for winter; 26°C (Xuan and Ford, 2012; Chiesa, 2016), 22.5°C and 18.3°C (see ASHRAE CDD65) for summer – (step 2). The second family of indicators will include the building effect, by calculating the energy requirement for cooling ( $Q_{cool}$ ) and heating ( $Q_{heat}$ ) [kWh/m<sup>2</sup> y] using energy dynamic simulations performed in EnergyPlus. In this paper a typical residential apartment is used as a sample in line with an approach already introduced in literature (Chiesa et al., 2017). The building-related indicators are used to calibrate the climate-related ones in order to develop a devoted set of requirements to evaluate the quality and the resilience of the built environment. Furthermore, indicators are adapted to analyse the vulnerability of different technological choices on the sample apartment (levels of insulation; external blinds; natural ventilation) in climate changing scenarios (step 3).

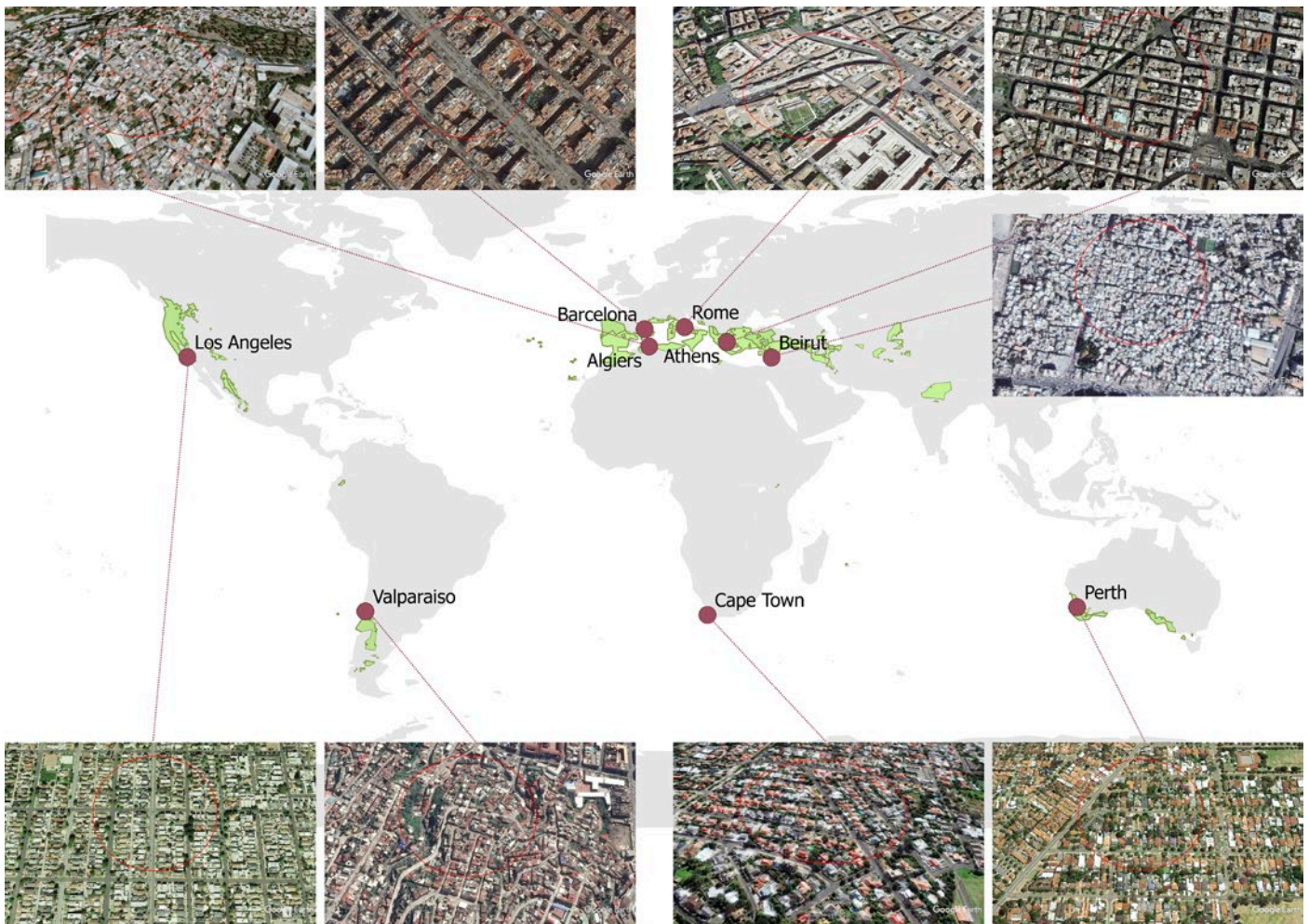
### **Step 1: generation of modified-TMY databases – local magnitude of UHI and CC risks**

In order to calculate the effect of the local magnitude of UHI and CC risks, a methodology is here introduced. The proposed method uses two softwares: Urban Weather Generator (Bueno et al., 2012) for generating a \*.epw-modified file due to the UHI adverse impact, and Meteororm to include the climate-stress factor due to future climate changes. These tools are described here below.

The Urban Weather Generator (UWG) is a coupled atmospheric-building simulation tool that allows us to estimate the urban heat island effect and to transform a "base" weather data file into an "urban" weather data file. The urban weather generation is conducted in UWG by considering the influence of many parameters, such as material

properties (soils, roofs, walls), the urban form, the anthropogenic heat generation in the street and inside buildings, the presence of green areas and so on. Sensitivity studies (Nakano et al., 2015; Palme et al., 2016; Salvati et al., 2017; Salvati, 2016) point out that the most important parameters to be assessed are the three urban-form related parameters, the material properties and the anthropogenic-sensitive heat produced directly in the street. The result of the UWG simulation is a file in \*.epw format that could be used in an EnergyPlus simulation of building performance. Meteororm (v7.1.11) is a well-known tool, whose first version was published in 1985, that allows us to obtain and manage weather data from historical records (weather stations, interpolation, or a mix of both). This tool, also has an option which predicts future weather for a specific location, in dif-

01 | Distribuzione e contesto di calcolo delle 9 località scelte per l'analisi, elaborazione da GoogleMap  
 Sky views of the 9 chosen locations and their localisation, authors' elaboration from GoogleMap



Tab. 1 - I 10 parametri utilizzati per definire l'impatto locale e la magnitudine dell'isola di calore urbano  
 The 10 chosen parameters used to define the local impact and magnitude of the UHI

	Algiers	Athens	Barcelona	Beirut	Los Angels	Rome	Cape Town	Perth	Valparaiso
Built Area / Site (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	0.72	0.61	0.45	0.70	0.48	0.53	0.47	0.43	0.64
Height Average (m)	4.2	17.5	18.2	4.1	3.8	15.5	6.5	6.0	3.5
Façade / Site (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	1.33	4.41	2.62	1.20	0.82	2.34	0.88	0.96	1.24
Green Area / Site (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	0.06	0.04	0.12	0.04	0.18	0.25	0.22	0.30	0.28
Emissivity (road)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.98	0.95	0.98	0.98	0.95
Albedo (road)	0.22	0.08	0.08	0.22	0.03	0.08	0.05	0.05	0.11
Emissivity (walls)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.98	0.95	0.98	0.98	0.95
Albedo (walls)	0.63	0.48	0.56	0.61	0.42	0.56	0.45	0.58	0.58
Emissivity (roofs)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.20	0.95	0.95	0.95	0.20
Albedo (roofs)	0.67	0.52	0.45	0.58	0.42	0.45	0.45	0.42	0.42
Traffic Average (W/m <sup>2</sup> )	3	18	20	3	25	15	22	22	5

database di casi studio. Per tutte le località sono stati prodotti quattro Anni Meteorologici Tipici (TMY): 1 = TMY corrente; 2 = TMY adattato all'UHI; 3 = TMY adattato al CC (2050 A1B); 4 = TMY adattato al CC e UHI (2050 A1B). La Figura 1 mostra le località scelte e le aree utilizzate per calcolare l'effetto UHI. In particolare, per tale analisi, sono stati valutati 10 parametri utilizzando Archgis e Google Earth: le 6 proprietà ottiche di suolo, pareti e tetti (riflesso della radiazione solare ed emissività della radiazione infrarossa) e i 4 parametri di morfologia urbana (area edificata, rapporto di facciata, area verde e altezza media). Il calore antropogenico, principalmente prodotto dalle automobili, è stato stimato in funzione della magnitudo stradale all'interno della zona considerata. La tabella 1 riporta questi dati per ogni località.

L'area edificata o superficie coperta del sito è definita come (1):

$$site\ coverage = \frac{\sum A_{bldg}}{A_{site}}$$

Dove  $A_{bldg}$  è l'impronta a terra di ogni edificio e  $A_{site}$  è l'area totale dell'area;

La superficie di facciata, o l'indice facciata-sito, è calcolato come (2):

$$facade\ to\ site\ ratio = \frac{\sum Ph_{wtd}}{A_{site}}$$

dove P è il perimetro a terra di ogni edificio,  $h_{wtd}$  è l'altezza pesata di ogni edificio (in base all'ingombro) e  $A_{site}$  è l'area totale di sito; L'area verde, o di copertura degli alberi, è definita come (3):

$$tree\ coverage = \frac{A_{green}}{A_{site}}$$

dove  $A_{green}$  è l'area a terra coperta da alberi.

ferent climate change scenarios. In particular, this tool is based on the application of the IPCC climate change scenarios (FAR; Meehl et al., 2007) to current TMY in order to obtain a modified \*.epw to be used in simulations while considering anomalies in temperature, precipitation and global radiation (Meteotest, 2017). For this paper the mid A1B scenario – balanced mix of energy sources in a high economic development context – is adopted.

Nine reference locations were chosen to represent typical Mediterranean climates – Cs in the Köppen-Geiger classification (Kottek et al., 2006) – distributed around the World considering a latitude between 30° to 45° and the proximity to the sea: Algiers (DZ); Athens (GRC); Barcellona (SPA); Beirut (LBN); Los Angeles (USA); Rome (ITA); Cape Town (ZAF); Perth (AUS); Valparaiso (CHL). For all lo-

cations, four Typical Meteorological Years (TMY) were produced: 1=current TMY; 2=UHI-morphed TMY; 3=CC-morphed TMY (2050 A1B); 4=CC&UHI-morphed TMY (2050 A1B). Those locations are able to represent the main urban morphologies of Mediterranean cities; nevertheless, further studies are under development to enlarge this database.

Figure 1 illustrates the areas chosen in the locations used to calculate the UHI effect. In particular, 10 parameters were assessed by using Archgis and Google Earth: the 6 optical properties of soils, walls and roofs (reflection of near solar radiation and the emissivity of infrared radiation) and the four urban morphology parameters (built-up area, façade ratio, green area and average height). Anthropogenic heat, principally produced by cars, was estimated based on road magnitude inside of the

## Fase 2: valutazione degli indicatori geo-climatici (edificio virtuale)

Dopo il calcolo dei TMY per diversi fattori di alterazione, è possibile definire una serie di indicatori per analizzare l'impatto dei CC e UHI prima della definizione di un edificio reale, facendo riferimento alle variabili climatiche. Questo approccio, basato sull'impatto "virtuale" di un edificio e utilizzabile sia per il metaprogetto, sia per le fasi successive, anche operative, può valutare gli impatti attesi legati allo stress sull'ambiente costruito. All'interno di questa tipologia di indicatori (vedi Chiesa e Grosso, 2015), si considerano per questo articolo l'HDD (Gradi Giorno di riscaldamento) e il CDD (Gradi Giorno di raffrescamento). Questi indicatori climatici sono direttamente correlati con la domanda di energia prevista dell'edificio, come sottolineato dall'utilizzo dell'HDD per la classificazione in zone climatiche del territorio italiano e per la definizione dei limiti di consumo e di altri valori (es. Trasmittanze massime). Inoltre, si è dimostrato come il CDD sia un parametro efficace per definire indirettamente la domanda locale di raffrescamento energetico degli edifici (Santamouris e Asimakopoulous, 1996; Chiesa et al., 2017). Al punto "discussione", questo parametro è convalidato sulle simulazioni definendo la temperatura di base ottimale per analizzare l'entità della vulnerabilità / resilienza della domanda di energia degli edifici sotto i fattori di stress CC e UHI.

La Figura 2 confronta l'HDD e il CDD per tutte le posizioni considerando i quattro TMY e impostando la temperatura di base di riferimento a 18,3°C. Come sottolineato dal grafico, l'UHI aumenta leggermente i valori di CDD, incrementando la vulnerabilità del raffreddamento, ma riduce significativamente l'HDD aumentando la resilienza nel periodo invernale. Tale ef-

considered zone. Table 1 reports these data for each location.

The built-up area or site coverage was defined by equation (1):

$$site\ coverage = \frac{\sum A_{bldg}}{A_{site}}$$

Where  $A_{bldg}$  is the footprint of each building in the site and  $A_{site}$  is the total site area;

The facade surface or façade to site ratio was defined by equation (2):

$$facade\ to\ site\ ratio = \frac{\sum Ph_{wtd}}{A_{site}}$$

Where P is the perimeter of each building in the site,  $h_{wtd}$  is the weighted building height (by footprint) and  $A_{site}$  is the total site area;

The green area or tree coverage was defined by equation (3):

$$tree\ coverage = \frac{A_{green}}{A_{site}}$$

Where  $A_{green}$  is the area covered by trees and  $A_{site}$  is the total site area.

## Step 2: assessment of geo-climatic indicators (virtual building)

After the calculation of TMYs under different alteration conditions, it is possible to define a series of indicators to analyse the impact of CC and UHI before the full-design of a real building with reference to climate-related issues. This approach, which is based on a "virtual" building impact and can be used for both meta-design (e.g. building programming), and further phases, including the operational one, can evaluate the expected stress-related impacts on the built environment. From this selection of indicators (see Chiesa and Grosso, 2015) the HDD and CDD are considered for this paper. These climatic indicators are directly related to expected building energy demand as underlined by the use of the HDD in the definition of Italian climate zoning for U-value and energy-needs bound-



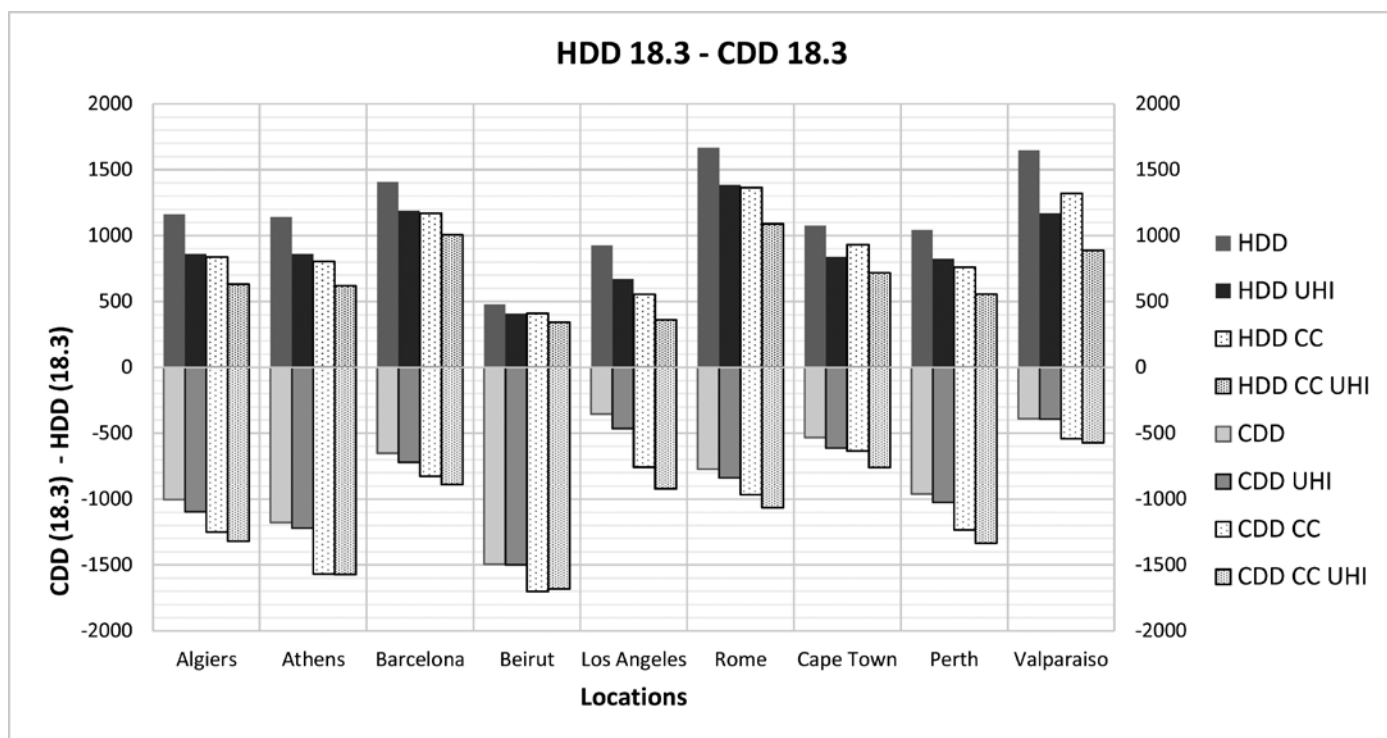
fetto, tuttavia, è meno visibile nel periodo estivo per le zone calde nel bacino del Mediterraneo (ad esempio Atene e Beirut). Una tendenza simile è evidente per il caso CC, per quanto l'aumento di tale indicatore sia notevolmente più alto in tutti i casi. Le variazioni previste di HDD e CDD consentono di definire l'entità dello stress da CC e UHI.

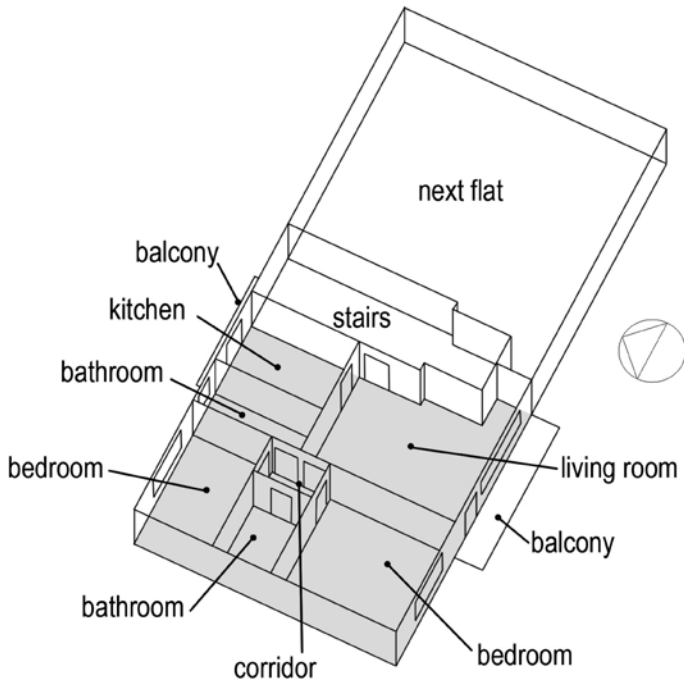
### Fase 3: valutazione degli indicatori di consumo di energia (sim. energetico-dinamiche)

Un alloggio residenziale tipo è stato simulato in EnergyPlus utilizzando l'interfaccia DesignBuilder. Il caso studio scelto è costituito da un appartamento di 74 m<sup>2</sup> localizzato in un piano intermedio in un edificio multipiano. L'organizzazione interna segue uno schema tipico (si vedano gli esempi sui manuali di architettura) ed è composta da un soggiorno, due camere da letto, due bagni e una cucina. Sono inclusi anche due balconi, uno rivolto a sud e uno rivolto a nord. Il piano simulato comprende l'alloggio di riferimento, uno spazio di distribuzione per scale e un secondo alloggio – Figura 3. Sono state simulate tre configurazioni di involucro per studiare l'effetto di diversi livelli di isolamento e per ognuna si sono anche simulati l'effetto di tende esterne e l'uso della ventilazione naturale. La Tabella 2 illustra i principali parametri utilizzati per le simulazioni, mentre i profili di utenza sono stati impostati da fonte Ashrae-Fundamen-

tals per la funzione principale di ogni stanza. Il setpoint di riscaldamento è stato fissato a 20 °C e quello di raffreddamento a 26 °C con un setback di 28 °C. Per ogni località sono state eseguite 9 simulazioni combinando i casi della Tabella 2 per ogni TMY (1 = 90-00 TMY; 2 = 90-00 TMY UHI; 3 = 2050A1B TMY; 4 = 2050A1B UHI TMY) per un totale di 324 analisi. I risultati principali delle simulazioni sono gli indicatori di fabbisogno di energia sensibile di riscaldamento e raffreddamento. Questi valori e le loro variazioni rappresentano un buon indicatore della magnitudine dello dei fattori di stress e della vulnerabilità del caso studio.

Considerando le caratteristiche del clima mediterraneo, l'analisi si focalizza sui comportamenti estivi. La Figura 4 illustra i valori di  $Q_{cool}$  nei casi Aa (Fig. 4.a) e Ca (Fig. 4.b) sul  $Q_{cool}$  rispetto ai corrispondenti valori per i casi Ab & Ac e Cb & Cc per tutti i TMY considerati. Questi grafici dimostrano che l'UHI e i CC hanno solo una leggera influenza sulle regressioni tra le diverse scelte tecnologiche, anche se influenzano fortemente i bisogni energetici che aumentano in tutti i casi. Tale considerazione permette di relazionare gli effetti di CC e UHI con una criticità nel consumo energetico sensibile dell'edificio che può ridurre considerevolmente l'impatto previsto di una scelta tecnologica nel garantire la qualità del comfort. Ciò suggerisce che gli approcci tecnologici adattativi debbano riferirsi a una condizione (hazard e site specific) in cui le esigenze di raffreddamento siano più elevate





di quelle attuali modificando il quadro di progetto tecnologico-esigenziale. La Tabella 3 riporta la percentuale di variazione della domanda di energia di raffreddamento [kWh/m<sup>2</sup> a] dovuta ai CC e all'UHI per ciascuna località rispetto al valore corrispondente dell'attuale TMY. Comportamenti diversi corrispondono a un valore di resilienza diverso del clima locale rispetto a UHI e CC. Nelle località in cui si evince una maggiore criticità, es. Los Angeles (clima più secco), sono necessarie contromisure tecnologiche specifiche, mentre le prestazioni delle attuali scelte tecnologiche devono essere verificate nelle future condizioni climatiche al fine di controbilanciare l'aumento significativo della domanda di raffreddamento e garantire il comfort interno. Naturalmente, l'aumento della  $Q_{cool}$  avrà un impatto anche sulla quantità di energia consumata dalle città, influenzando i costi energetici e la domanda di nuove centrali (soprattutto per la produzione di elettricità) e aumentando il rischio di blackout (Santamouris, 2007).

Tab. 2 - I parametri fondamentali impiegati per la simulazione  
 Main parameters used in the simulations

Case Labelling	Envelope parameters	sub-case labelling	Technological parameters
A	U-value wall (no insulation) = 1.589 W/m <sup>2</sup> K U-value window (Sgl Clr 6mm) = 6.121 W/m <sup>2</sup> K	a	No shading devices and no controlled natural ventilation are used
B	U-value wall (10 cm insulation) = 0.287 W/m <sup>2</sup> K U-value window (Dbl LoE arg) = 1.499 W/m <sup>2</sup> K	b	External blinds with high reflectivity slats. Controlled on solar energy on the window (> 120 W/m <sup>2</sup> ) and external air temperature (> 24°C). No controlled natural ventilation
C	U-value wall (30 cm insulation) = 0.109 W/m <sup>2</sup> K U-value window (Tpl LoEe arg) = 0.789 W/m <sup>2</sup> K	c	No shading devices. Controlled natural ventilation by zone, till 7 ACH on summer season. Controlled by external air temperature (max = 26°C; min = 18°C). Window openings as vasistas (5% of tot. area)

ary requirements. Furthermore, the CDD was demonstrated to be an effective parameter to indirectly define the local energy cooling demand of buildings (Santamouris and Asimakopoulou, 1996; Chiesa et al., 2017). In a further section, this parameter is validated on simulations by defining the best base temperature to analyse the magnitude of vulnerability/resilience of building energy demand under CC and UHI stresses.

Figure 2 compares the HDD and CDD for all locations while considering the four TMYs and setting the reference base temperature to 18.3°C. As is underlined by the graph, UHI slightly increases the CDD, with an expected rise of the cooling vulnerability, but significantly reduces the HDD by increasing resilience in the winter period thanks to a reduction in the expected energy heating demand. A similar trend is also

described for CC, even if the increase in the sensible cooling energy demand is quite evident in all cases. Nevertheless, for hot locations in the Mediterranean basin (e.g. Athens and Beirut) the effect of UHI is less visible in the cooling season. The expected variations of the HDD and CDD allow us to define the stress magnitude of CC and UHI.

**Step 3: assessment of energy-consumption indicators (dyn. simulated building)**

A sample residential flat unit was simulated in EnergyPlus by using the interface DesignBuilder. The chosen case study is a 74 m<sup>2</sup> flat localized on an intermediate floor in a multi-storey 2-flat-per-floor building. The internal layout of the flat is standard (see sample architect manuals): a living room, two bedrooms, two bathrooms, and a kitchen. There are also two balconies,

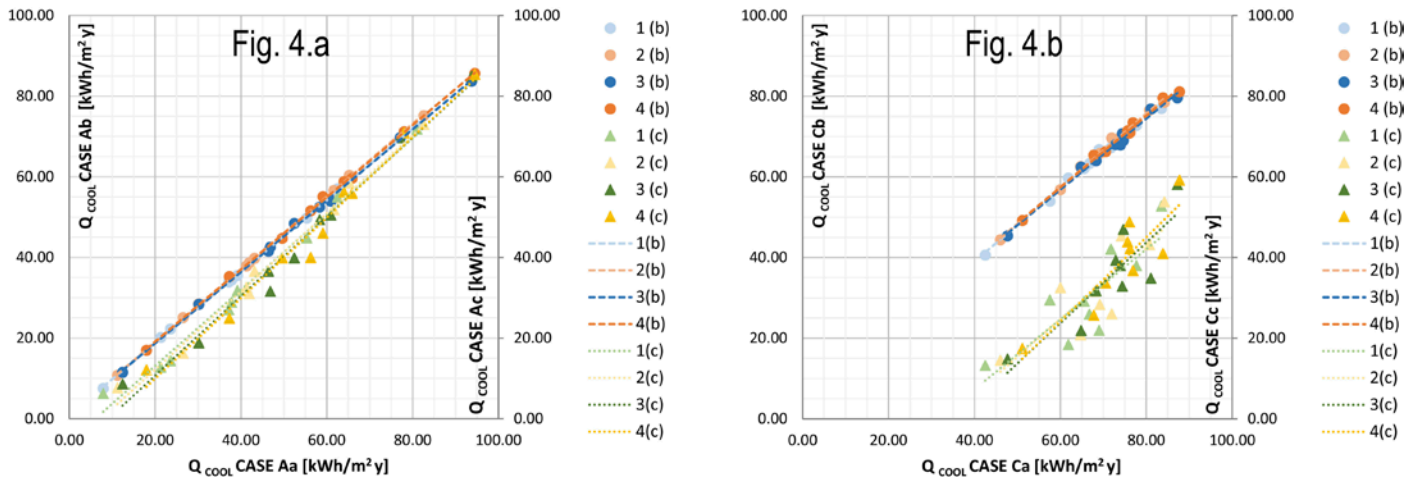
one facing south and one facing north. The sample floor includes the reference flat, a stair-elevator distributional space, and a second flat – see figure 3. Three envelope configurations were simulated to check the effect of different levels of insulation, while the effect of external blinds and natural ventilation was also simulated for each location and each insulation case. Table 2 illustrates the main parameters used for the simulations, while the occupational schedule was set as the Ashrae-fundamental-reference for each room's main usage. The heating set point was fixed to 20°C, and the cooling one to 26°C with a set-back of 28°C. For each location 9 simulations were performed combining the cases of table 2 for each TMY (1= 90-00 TMY; 2= 90-00 TMY UHI; 3= 2050A1B TMY; 4= 2050A1B UHI TMY) for a total of 324 analyses. The main results from the simulations

are the sensible heating and cooling energy demands of the sample flat. These values and their variations represent a good indicator of the stress magnitude on building performance.

Given Mediterranean climatic characteristics, the main results focus on the summer. Figure 4 plots the  $Q_{cool}$  in cases Aa (Fig. 4.a) and Ca (Fig. 4.b) on the  $Q_{cool}$  respectively for cases Ab&Ac and Cb&Cc for all considered TMYs. These graphs demonstrate that UHI and CC will only slightly affect the linear regression between different cases, but they greatly influence energy needs that rise in all cases. This suggests that adaptive technological approaches may refer to a condition (hazard and site specific) in which cooling demands are higher than at present, thus opening up the possibility of changing the technological design framework. Further analysis focuses on the study of these

04 | Confronto tra il fabbisogno sensibile di raffreddamento nel caso Aa rispetto ai casi Ab e Ac (Fig.4.a); e del caso Ca rispetto ai casi Cb e Cc (Fig. 4.b) per ogni località e per i diversi TMY (casi 1-4)

Comparisons of the sensible cooling of case Aa Vs cases Ab and Ac (Fig. 4.a); and of case Ca Vs cases Cb and Cc (Fig. 4.b) for all locations and different TMYs (cases 1 to 4)



Tab. 3 - Percentuale di variazione dalla simulazione corrispondente nel caso di TMY attuale (caso 1) considerando diversi valori di isolamento (A, B, C) senza (caso a) o con (caso c) l'impiego della ventilazione naturale controllata  
 Percentage of variation from the correspondent simulation case of TMY condition 1 (current values), considering different levels of insulation (A,B,C) without (case a) or with (case c) controlled natural ventilation

	Sim. Case	Algiers	Athens	Barcelona	Beirut	Los Angeles	Roma	Cape Town	Perth	Valparaiso
UHI	A2a	11%	4%	9%	2%	28%	10%	24%	13%	42%
	B2a	7%	5%	6%	1%	7%	6%	8%	6%	15%
	C2a	4%	3%	4%	1%	4%	4%	5%	4%	8%
	A2c	16%	6%	13%	2%	32%	15%	27%	15%	23%
	B2c	14%	8%	9%	2%	19%	10%	15%	10%	13%
	C2c	14%	8%	8%	2%	19%	10%	13%	9%	10%
Vulnerability		Low	VLow	Low	VLow	Medium	Low	Medium	Low	High
CC	A3a	10%	23%	23%	16%	99%	49%	42%	41%	57%
	B3a	-2%	9%	8%	7%	27%	33%	8%	18%	21%
	C3a	-5%	4%	4%	4%	17%	27%	5%	11%	12%
	A3c	13%	27%	27%	18%	119%	55%	47%	47%	37%
	B3c	2%	14%	11%	11%	62%	36%	21%	29%	16%
	C3c	0%	12%	9%	10%	59%	33%	19%	27%	12%
Vulnerability		Low	Medium	Medium	Medium	VHigh	High	High	High	High
CC + UHI	A4a	19%	25%	31%	17%	139%	63%	75%	59%	127%
	B4a	2%	12%	14%	8%	35%	41%	17%	24%	37%
	C4a	-2%	6%	8%	5%	22%	32%	10%	15%	20%
	A4c	25%	29%	38%	19%	178%	77%	95%	70%	94%
	B4c	13%	18%	19%	13%	91%	52%	43%	44%	40%
	C4c	11%	16%	16%	12%	87%	49%	40%	41%	32%
Vulnerability		Medium	Medium	High	Medium	VHigh	High	VHigh	High	VHigh

conditions. Table 3 shows the percentage of variation in the cooling energy demand [kWh/m<sup>2</sup> y] for each location when CC and UHI risks are considered with respect to the corresponding value in the base TMY (case 1). Different be-

haviours correspond to a difference in local climate resilience to UHI and CC. Where high increases are underlined, e.g. Los Angeles (drier climate), specific technological counteractions are needed, while current technological choices

have to be checked for performances in future TMY conditions in order to counterbalance the significant rise in cooling demand and to guarantee indoor comfort. Of course, the increase in cooling demand will also impact on

the amount of energy consumed by cities and influence energy costs and the demand for new power plants (especially for electricity production), thus increasing the risk of blackouts (Santamouris, 2007).

## Discussione

L'indice climatico CDD è stato confrontato con la domanda di raffreddamento [kWh/m<sup>2</sup> a] calcolata dalle simulazioni per supportare e calibrare tale parametro. Una relazione diretta tra la domanda di raffreddamento climatico-virtuale e la  $Q_{cool}$  dell'appartamento tipo è evidente per ogni caso, specialmente quando la temperatura di base è impostata a 18,3°C - Figura 5 (a). Questo risultato conferma la validità dell'indicatore  $CDD_{18.3}$  come metodo per definire l'entità dei rischi CC e UHI sulla domanda di raffreddamento prevista degli edifici. Tuttavia, per temperature di riferimento differenti, le  $R^2$  ottenute dalla relazione CDD- $Q_{cool}$  sono inferiori ( $R^2 = 0,60$  per il caso A4a 26°C, 0,80 per 22,5 °C) o scarsamente significative (0,3 per B4a a 26°C, 0,48 a 22,5°C; 0,24 per C4a a 26°C, 0,4 a 22,5°C). Inoltre, la stessa figura suggerisce che la temperatura di base può essere ulteriormente ridotta quando si considerano alti valori di isolamento, assumendola intorno a 10°C come nel caso CDD50 definito da ASHRAE. Inoltre, come già sottolineato dalla Figura 4, la Figura 5 (b) mostra che lo stress da CC influenza solo leggermente la legge di regressione, ma, modificando significativamente i consumi e il CDD, cambia il quadro (punto cartesiano) in cui vengono valutate le scelte tecnologiche. Ad esempio, superando in modo climatico il punto di equilibrio in cui i livelli di isolamento alti (B) o molto alti (C) associati alla ventilazione naturale sono più efficienti dei bassi valori di isolamento (A).

## Conclusioni

La ricerca proposta introduce e calibra due serie di indicatori in grado di rappresentare la vulnerabilità locale agli stress climatici (UHI e CC) considerando sia un approccio "virtuale" al compar-

### Discussion

The climate-related parameter CDD was compared to the cooling demand [kWh/ m<sup>2</sup> y] calculated by simulations to support and calibrate this indicator. A direct relation is underlined between the climate-virtual cooling demand and the energy demand of the sample flats for each case, especially when the base temperature is set to 18.3 °C – see for example Figure 5a. This result validates the  $CDD_{18.3}$  indicator as a method to define the magnitude of the CC and UHI risks to the expected cooling demand of buildings. Nevertheless, if different set temperatures are considered, the obtained  $R^2$  of CDD- $Q_{cool}$  relation are lower ( $R^2=0.60$  for case A4a 26°C; 0.8 for 22.5°C) or even not significant (0.3 for B4a at 26°C; 0.48 at 22.5°C; 0.24 for C4a at 26°C; 0.4 at 22.5°C). Furthermore, the same figure suggests that the base temperature may

even be reduced when high insulation values are considered, as much as 10°C as in the CDD50 defined by ASHRAE. Furthermore, as already underlined by Figure 4, Figure 5b shows that the CC stress will influence only slightly the regression law, but, since it affects the framework in which technological choices are evaluated. For example, by climatically passing the balance point where high (B) or very high (C) insulation levels coupled with natural ventilation are more efficient than low insulation values (A).

### Conclusions

The proposed research introduces and calibrates two series of indicators which are able to represent local vulnerability to climate stresses (UHI and CC) by considering both a "virtual" building approach and a "real"

to edilizio, sia un approccio "reale" (simulazioni dinamiche). Le differenze nei gradi giorno di riscaldamento e raffreddamento locali dovute alle condizioni di CC e UHI possono essere analizzate utilizzando la metodologia proposta per valutare la qualità e la resilienza di un processo di progettazione sostenibile per edifici nuovi o interventi di retrofitting energetico sotto i rischi di variazione climatica nei contesti climatici mediterranei. I risultati sottolineano come l'indice CDD possa essere utilizzato in un protocollo per valutare lo stress atteso sui consumi energetici degli edifici e possa essere correlato all'effetto delle diverse scelte tecnologiche. Tuttavia, ulteriori analisi sono in fase di sviluppo per implementare altri parametri legati al clima e per analizzare l'effetto di un più ampio insieme di scelte tecnologiche in condizioni di CC e UHI in un insieme più vasto di località e tipologie edilizie.

La ricerca è stata co-finanziata dal fondo 59\_ATEN\_RSG16CHG (Italia) e dal fondo FONDECYT 11140578 (Cile).

## REFERENCES

- Bueno, B., Norford, L.K., Hidalgo, J. and Pigeon, G. (2012), "The urban weather generator", *Journal of Building Performance Simulation*, Vol. 6, No. 4, pp. 269-281.
- Chiesa, G. (2017), "Evaluating Early Design Choices under the Potential Effects of Climate Change", *SMC*, No. 6, pp. 24-28.
- Chiesa, G. (2016), "Geo-climatic applicability of evaporative and ventilative cooling in China", *International Journal of Ventilation*, Vol. 15, No. 3-4, pp. 205-219.
- Chiesa, G. and Grosso, M. (2015), "Geo-climatic applicability of natural ventilative cooling in the Mediterranean area", *Energy and Buildings*, Vol. 107, pp. 376-391.

building approach (dynamic simulations). Differences in local heating and cooling degree-days due to CC and UHI conditions can be analysed using the proposed methodology to evaluate the quality and the resilience of a sustainable design process for both new and retrofitted buildings faced with climate variation risks in Mediterranean climate contexts. Results underline that the CDD index may be used in a protocol to evaluate the expected stress in building energy consumption and can be correlated to the effect of different technological choices.

Nevertheless, further analyses are under development to implement other climate-related parameters and to analyse the effect of a larger set of technological choices under CC and UHI conditions in a larger set of locations and building typologies.

The research was co-funded by the Italian grant 59\_ATEN\_RSG16CHG and by the Chilean project FONDECYT No. 11140578.

05 | (a) relazione tra l'indicatore climatico CDD e l'indicatore di edificio  $Q_{cool}$  per differenti temperature di riferimento ( $CDD_{26}$ ;  $CDD_{22.5}$ ;  $CDD_{18.3}$ ) caso Aa; (b) relazione tra il  $CDD_{18.3}$  e il  $Q_{cool}$  nei casi Ac, Bc e Cc sottoposti a cambiamenti climatici (blu-sopra) e nei casi Aa, Ba e Ca sotto l'effetto della UHI (giallo-sotto)

(a) relation between CDD climate-indicator and the  $Q_{cool}$  building-one for different base temperature ( $CDD_{26}$ ;  $CDD_{22.5}$ ;  $CDD_{18.3}$ ) for case Aa; (b) relation between  $CDD_{18.3}$  and  $Q_{cool}$  of cases Ac, Bc and Cc under the effect of Climate Changes (blue) and for cases Aa, Ba and Ca under the effect of UHI (yellow)

Chiesa, G. and Grosso, M. (2015b), "The influence of different hourly typical meteorological years on dynamic simulation of buildings", *Energy Procedia*, Vol. 78, pp. 2560-2565.

Chiesa, G., Simonetti, M. and Ballada, G. (2017), "Potential of attached sun-spaces in winter season comparing different technological choices in Central and Southern Europe", *Energy and Buildings*, Vol. 138, pp. 377-395.

Day, T. et al. (2006), *Degree-days: theory and application*, TM41:2006, CI-SBE, London.

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, Geneva, Switzerland.

Kottke, M. et al (2006), "World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated", *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 15, No. 3, pp. 259-263.

Matteoli, L. and Pagani, R. (Eds.) (2010), *Cityfutures. Architecture Design Technology for the Future of the Cities*, Hoepli, Milano.

Meehl, G.A., et al. (2007), "Global Climate Projections", in Solomon, S. et al. (Eds.) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 747-845.

Meteotest (2017), *Meteonorm handbook part I*, Meteotest, Bern.

Nakano, A., Bueno, B., Norford, L. and Reinhart, C. (2015). "Urban Weather Generator User Interface Development: New Workflow for Integrating Urban Heat Island Effect in Urban Design Process", *Proceedings of the 9th International Conference on Urban Climate*.

Olgay, V. (1963), *Design with climate*, Princeton University Press, Princeton.

Palme, M., Inostroza, L., Villacreses, G., Lobato-Cordero, A. and Carrasco, C. (2017), "From urban climate to energy consumption: enhancing building performance simulation by including the urban heat island effect", *Energy and Buildings*, Vol. 145, pp. 107-120.

Palme, M., Carrasco, C. and Lobato, A. (2016). "Quantitative Analysis of Factors Contributing to Urban Heat Island Effect in Cities of Latin-American Pacific Coast", *Procedia Engineering*, No. 169, 199-206.

Santamouris, M. (2014), "On the energy impact of urban heat island and global warming on buildings", *Energy and Buildings*, Vol. 82, pp. 100-113.

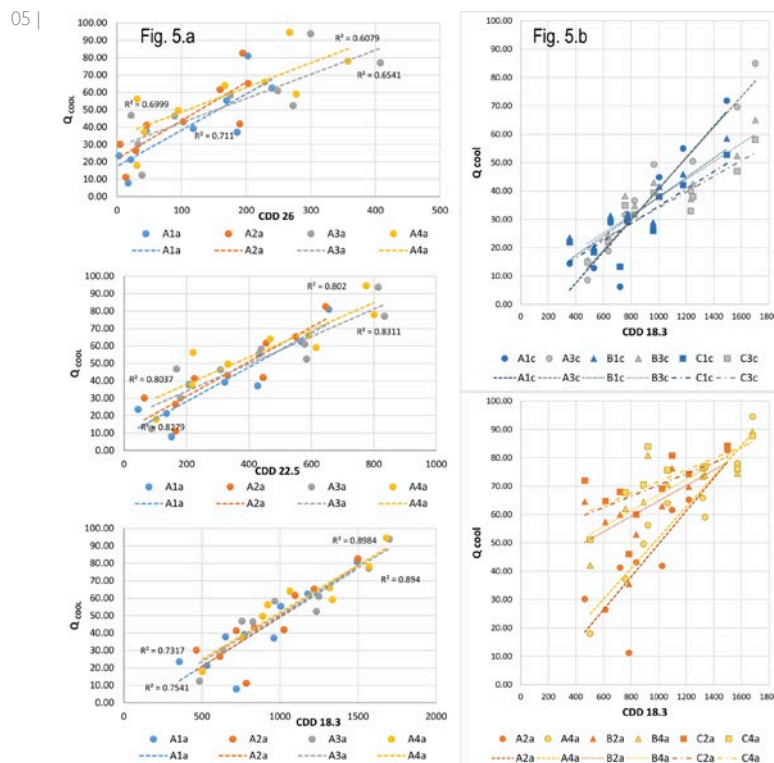
Santamouris, M. (Ed.) (2007), *Advances in passive cooling*, Earthscan, London.

Santamouris, M. and Asimakopoulou, D. (Eds.) (1996), *Passive Cooling of Buildings*, James & James, London.

Salvati, A. (2016), *The compact city in Mediterranean climate: heat island, urban morphology and sustainability*, Doctoral dissertation, Barcelona.

Salvati, A., Palme, M. and Inostroza, L. (2017), "Key Parameters for Urban Heat Island Assessment in A Mediterranean Context: A Sensitivity Analysis Using the Urban Weather Generator", *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, Vol. 245, No. 8.

Xuan, H. and Ford, B. (2012), "Climatic applicability of draught cooling in China", *Architectural Science Review*, Vol. 55, pp. 273-286.





Valeria D'Ambrosio,

Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II, Italia

valeria.dambrosio@unina.it

**Abstract.** Il contributo riporta i risultati del Progetto di ricerca "METROPOLIS - Metodologie e Tecnologie integrate e sostenibili per l'adattamento e la sicurezza dei sistemi urbani", finanziato nell'ambito del PONREC 2007-2013. Tra gli esiti del lavoro, il paper è focalizzato sull'elaborazione di un modello per la misurazione della vulnerabilità climatica in ambito urbano. Dalla sua applicazione deriva la valutazione degli impatti e la successiva programmazione di azioni correttive di adattamento per l'incremento della resilienza edilizia e urbana attraverso azioni di retrofit tecnologico. La sperimentazione del modello ha riguardato il sistema urbano della città di Napoli, scomposto nel sottosistema fisico e della popolazione per i fenomeni di *heat wave* e di *pluvial flooding*.

**Parole chiave:** rischio climatico, progettazione adattiva, progettazione ambientale, vulnerabilità climatica, resilienza urbana.

## Vulnerabilità, adattamento, resilienza

Le tematiche dell'incremento della resilienza climatica stanno interessando numerosi contesti urbani anche al fine di diffondere buone pratiche di progettazione tecnologica e ambientale (EEA, 2016), in una fase in cui i processi di *downscaling* perfezionano le attuali strategie di area vasta sia attraverso l'utilizzo di categorie di opere edilizie progettate per ridurre la vulnerabilità, sia attraverso il coinvolgimento degli abitanti mediante l'informazione e azioni *bottom up*. Ciò richiede che nei processi di progettazione alla scala locale le soluzioni costruttive, le prestazioni tecnologiche e ambientali, i principi insediativi e l'innovazione tecnologica rappresentino un contributo all'incremento della resilienza al fine di ridurre l'incidenza degli impatti climatici alla scala degli edifici e degli spazi aperti (Ministero dell'Ambiente, 2017).

Il lavoro di ricerca fa riferimento alla fase conclusiva del Progetto "METROPOLIS - Metodologie e Tecnologie integrate e sostenibili per l'adattamento e la sicurezza dei sistemi urbani", finanziato nell'ambito del PONREC 2007-2013<sup>1</sup>, che ha previsto l'elaborazio-

ne di un modello per la misurazione della vulnerabilità climatica in ambito urbano, con la valutazione degli impatti derivanti da specifiche tipologie di *hazard* e la successiva programmazione di azioni correttive di adattamento per incrementare la resilienza edilizia e urbana attraverso azioni di retrofit tecnologico. La sperimentazione del modello ha riguardato la città di Napoli ed è stato applicato al sistema urbano scomposto nel sottosistema fisico (edifici e spazi aperti) e della popolazione, in relazione ai fenomeni di ondata di calore (*heat wave*) e di allagamenti correlati a piogge intense (*pluvial flooding*), attraverso l'elaborazione di quadri prestazionali, soluzioni tipo e un *core set* di indicatori tecnologici, ambientali e socio-economici. Nel caso studio sono stati simulati gli scenari di impatto a medio e lungo termine su popolazione ed edifici e la loro riduzione mediante interventi di adattamento.

Il tema della modellazione della vulnerabilità ai fenomeni climatici è da tempo affrontato attraverso metodi e approcci di matrice statistica e la restituzione dei livelli di vulnerabilità è prevalentemente riferita alla valutazione della componente socio-economica. L'approfondimento della conoscenza del sistema fisico consente al contrario di poter considerare con maggiore dettaglio la valutazione della propensione al rischio basandosi sulle caratteristiche dei sistemi insediativi e delle caratteristiche tecnologiche degli elementi urbani e degli edifici. Considerando l'incidenza delle condizioni fisiche e delle prestazioni di edifici e spazi aperti sui livelli di adattamento, si può fornire una risposta strutturata e di lungo termine per una città resiliente al cambiamento climatico attraverso soluzioni progettuali e tecnologiche adattive. Negli studi più approfonditi (quali quelli dell'Intergovernmental Panel on Climate Change o dell'European Environment Agency) l'adattamento è considerato una misura centrale per l'incremen-

## Climate vulnerability, impact scenarios and adaptation strategies for resilient cities

**Abstract.** This paper deals with the results of the Research Project "METROPOLIS - Integrated and sustainable methods and technologies for resilience and safety in urban systems", funded under PONREC 2007-2013. Among all the results of the work, the paper is focused on the development of a model to measure climate vulnerability in urban areas. The application of the model provides the assessment of impacts and the subsequent planning of corrective actions to increase building and urban resilience by means of technological retrofitting. The testing of the model for heat waves and pluvial flooding has been implemented in the urban system of Naples City which has been divided into the physical subsystem and the population subsystem.

**Keywords:** climate risk, climate adaptive design, environmental design, climate vulnerability, urban resilience.

## Vulnerability, adaptation, resilience

The issues related to the increasing of climate resilience involve several urban contexts also for the purpose of spreading good practices of technological and environmental design (EEA, 2016), now that *downscaling* processes are refining the modern large-scale strategies both using building categories designed to reduce vulnerability and involving inhabitants through information and *bottom up* actions. This means that on local scale design processes, building solutions, technological and environmental performance, settlement principles and technological innovation should represent a contribution to the improvement of resilience to reduce climate impacts on buildings and open spaces (Ministry of the Environment "Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici - PNACC", 2017).

The research refers to the final stage of the Project "METROPOLIS - Integrated and sustainable methods and technologies for resilience and safety in urban systems", funded under PONREC 2007-2013<sup>1</sup>. It is based on the development of a model to measure climate vulnerability in urban areas assessing the impacts caused by specific hazard typologies and the subsequent planning of corrective adaptation actions to increase building and urban resilience by means of technological retrofits. The testing of the model was implemented in Naples and applied onto the urban system divided into the physical subsystem (buildings and open spaces) and the population subsystem in relation to heat waves and pluvial flooding caused by heavy rains. Performance standards have been developed, as well as standard solutions and a core set of technological, environmental,

to della resilienza dei sistemi urbani fisici e sociali. Molti autori inquadrano il concetto di resilienza in base a parametri specifici che, partendo dai sistemi socio-ecologici, ben si adattano alle città viste nella loro componente fisica (Mezzi e Pelizzaro, 2016). Tra le azioni che possono contribuire all'incremento dei livelli di resilienza va considerata l'individuazione delle fragilità e delle soglie critiche a cui un sistema può essere sottoposto identificandone le condizioni di vulnerabilità (Zolli e Healy, 2014).

### **Il modello per la misurazione della vulnerabilità climatica in ambito urbano**

La misurazione della vulnerabilità va collocata nel campo degli approcci valutativi attraverso la correlazione necessaria tra gli ambiti del Disaster Risk Reduction (DRR) e del Climate Change Adaptation (CCA), secondo un approccio metodologico multidisciplinare teso alla modellazione della vulnerabilità degli elementi esposti al rischio e alla quantificazione degli impatti attesi. Tali approcci risultano coerenti con le politiche internazionali, quali l'Accordo di Parigi sul clima e l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, che possono essere applicate solo con il concorso di più soggetti – abitanti, enti pubblici, stakeholders – e attraverso azioni *bottom up*.

La metodologia utilizzata ha previsto un approccio di tipo analitico-deduttivo al fine di raccogliere dati e informazioni per la costruzione del modello gerarchico per la misurazione del livello di vulnerabilità climatica dei sottosistemi fisico e sociale. Il modello infatti è finalizzato alla valutazione della vulnerabilità di un sottosistema mettendo in relazione le sue caratteristiche intrinseche con l'incidenza dei principali effetti di un fenomeno climatico intenso (D'Ambrosio e Leone, 2017).

and socio-economic indicators. In the case study medium and long-term impact scenarios on the population and buildings were simulated as well as the reduction of their impact by means of climate-adaptive actions.

The subject of models for climate vulnerability has been addressed for a long time with methods and approaches based on statistics and the assessment of vulnerability levels has been mainly referred to the socio-economic component. Deepening the knowledge of the physical system allows us to consider in a more detailed manner the assessment of the risk exposure, as we can work on the features of the settlement systems and the technological features of urban elements and buildings. Considering the effects of physical conditions and performances of buildings and open spaces on the adaptation levels,

we can give a long-term comprehensive answer for a city that is resilient to climate change by means of design solutions and adaptive technologies. In more detailed studies (as in those by the Intergovernmental Panel on Climate Change or by the European Environment Agency), adaptation is considered a central measure to increase resilience of physical and social urban systems. Many authors define the concept of resilience referring to specific parameters that moving from socio-ecological systems adapt themselves easily to cities considered in their physical components (Mezzi e Pelizzaro, 2016). Among all actions that can contribute to the improvement of resilience levels, there is the detection of weaknesses and critical thresholds to which a system may be subject, identifying vulnerability conditions (Zolli e Healy, 2014).

La costruzione del modello è avvenuta in quattro fasi:

- la scomposizione del sistema urbano nei sottosistemi edifici, spazi aperti e popolazione;
- la definizione delle caratteristiche intrinseche dei sottosistemi che influenzano la risposta ai fenomeni climatici di *heat wave* e di *pluvial flooding*;
- la costruzione di un *core set* di indicatori in grado di restituire la risposta prestazionale di singoli elementi costitutivi;
- l'attribuzione di pesi attuata in relazione agli obiettivi di *decision making e knowledge management* (attraverso l'utilizzo di conoscenza esperta e di processi di simulazione e taratura) per valutare l'incidenza degli indicatori sulla vulnerabilità dei sottosistemi.

A valle delle quattro fasi la costruzione del modello ha condotto all'elaborazione di carte tematiche della vulnerabilità dei sottosistemi.

L'utilizzo del modello gerarchico di tipo multidimensionale ha permesso la gestione di dati multiscalarari ed eterogenei relativi a sistemi complessi, secondo una modalità avanzata di elaborazione in ambiente GIS, appropriata per la possibilità di sviluppare in contesti georeferenziati processi di analisi spaziale, classificazioni, operazioni di *knowledge management*, individuazione di *hot spot* attraverso procedure di interrogazione del modello.

### **La misurazione dei livelli di vulnerabilità attraverso un core set di indicatori tecnologici e ambientali**

L'impostazione di un *core set* di indicatori ha consentito di coniugare molteplici aspetti fisici e prestazionali al fine di sviluppare valutazioni attendibili del grado di vulnerabilità degli elementi del sistema edilizio.

#### **Measuring climate vulnerability in urban areas - The Model**

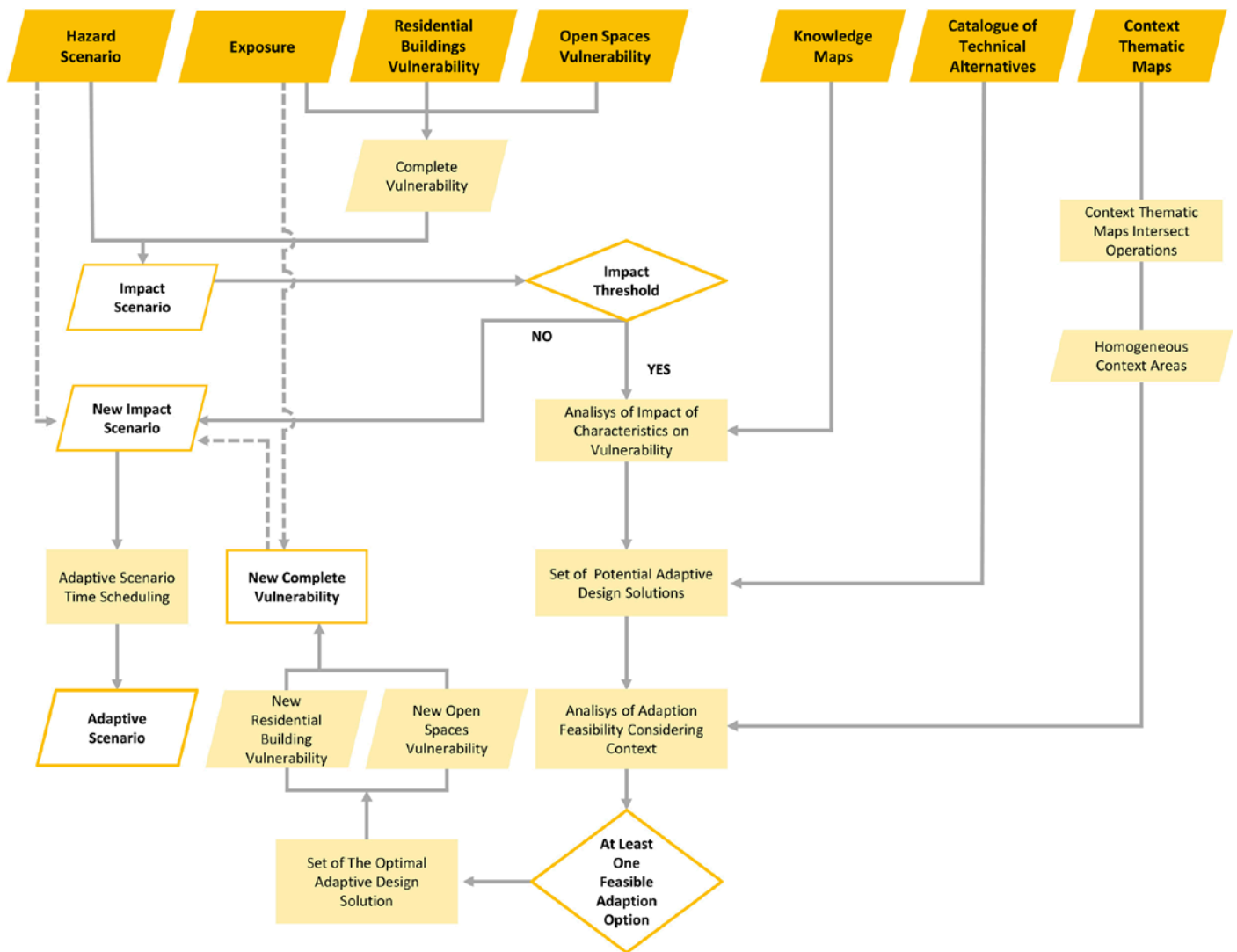
Measuring vulnerability is part of the assessment approach based on the necessary correlation between the Disaster Risk Reduction (DRR) and the Climate Change Adaptation (CCA), following a multidisciplinary methodological approach that aims at modelling the vulnerability of the elements exposed to risks and quantifying the expected impacts. These approaches are consistent with the international policies such as the Paris Agreement and the 2030 Agenda for Sustainable Development that can be implemented only with the involvement of all stakeholders – inhabitants, public authorities – and *bottom up* processes.

The applied methodology has an analytic-deductive approach to collect data and info to develop a hierarchical model for measuring climate vulner-

ability levels of the physical and social subsystems. The model aims at assessing the vulnerability of a subsystem by relating its intrinsic features with the incidence of the main effects of an extreme climate event (D'Ambrosio e Leone, 2017).

The model has been developed in four different stages:

- breakdown of the urban system into subsystems – buildings, open spaces, population;
- definition of the intrinsic features of the subsystems that affect the response to heat waves and pluvial flooding;
- development of a core set of indicators that can show the performance of single elements;
- assignment of weighted values based on the targets of decision making and knowledge management (using expertise, simulation processes and



calibration) to assess the incidence of the indicators on the vulnerability of subsystems.

Downstream of the 4 stages, the development of the model generated thematic maps that provide the vulnerability of subsystems.

The use of a multidimensional hierarchic model allows managing multi-scale and heterogeneous data referred to complex systems in an advanced GIS elaboration that, in georeferenced contexts, can develop processes of spatial analysis, classifications, knowledge management, and identification of hot spots through model query procedures.

#### Measuring vulnerability levels with a core set of technological and environmental indicators

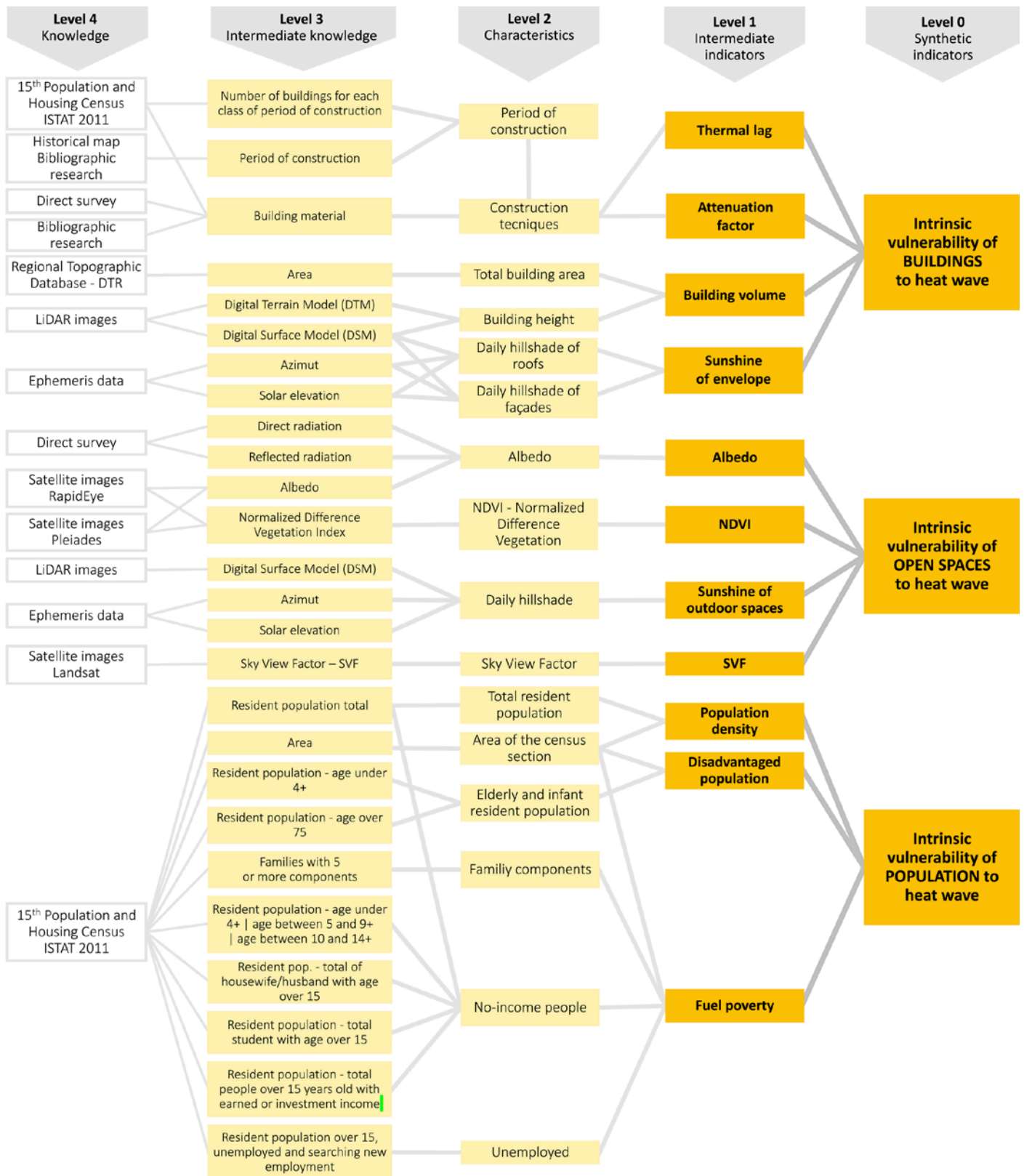
Coding a core set of indicators allows the combination of several physical aspects and performances to develop

reliable assessments of the vulnerability levels of the elements of the building system. For each of them characterizing and recurring features and performances have been identified to make comparable all the descriptive data and performances deriving from measuring the indicators related to them. This approach endorses the principle of the measurability of critical factors also through a standardization process of indicators - with the transformation of their respective scales to allow comparison (Spath et al., 2006) - and aims at defining homogeneous vulnerability classes for each of them.

The criteria to build and select indicators allows to provide the measurability of the aspects that characterise the studied system and of the performances both at the urban scale and the district/block scale, down to the single building. Therefore, besides the well-

established ones, other indicators have been proposed to represent at a more detailed scale the behaviour of parts and elements of the built system against the potential impacts giving priority, where possible, to the easy construction opposed to the data collection. Official databases have been used with a view to the replicability of the model in different urban contexts, (ISTAT, regional CTR, DTM, DSM, etc.). Referring to *heat waves*, a set of indicators has been identified based on the typo-morphological and technological aspects as well as on the presence and intensity of green areas, both considered as the main features of settlements and urban elements that can affect temperature, ventilation, and relative humidity during extreme climate phenomena (EEA, 2012; Swart et al., 2012). To measure the behaviour of buildings' envelopes against heat waves,

discrepancy, and mitigation indicators (behaviour during summertime) have been considered together with quantitative indicators related to volume and sunlight (to calculate the volume that is potentially subject to overheating and the incidental solar radiation onto facades and rooftops). For the indicators concerning open spaces, the relationship between urban forms and environmental conditions of sunlight and ventilation has been referred to (Sky View Factor) (Ratti, 2003). Remotely sensed databanks (Weber et al., 2015) have been used for the features of the materials' superficial reflectance (albedo) and of vegetation (Normalized Difference Vegetation Index). Lastly, the indicators for the population component have been developed in line with what is reported in several studies and scientific papers and therefore considering population density, vulnerable population



Per ciascuno di essi si sono individuate caratteristiche e prestazioni ritenute connotanti e ricorrenti per rendere confrontabili i dati derivanti dalla misurazione di indicatori ad esse correlati, sia prestazionali che descrittivi. Questa scelta aderisce al principio della misurabilità dei fattori critici anche attraverso un processo di normalizzazione degli indicatori stessi – con una trasformazione delle rispettive scale per renderli comparabili tra di loro (Spath et al., 2006) – finalizzata a definire, per ciascuno di essi, classi di vulnerabilità omogenee.

I criteri di costruzione e selezione degli indicatori hanno consentito di restituire, mediante un approccio interscalare, la misurabilità degli aspetti connotanti il sistema osservato e delle prestazioni offerte tanto alla scala urbana che a quella di distretto/quartiere fino a quella dell'edificio. Per questo motivo, accanto a indicatori consolidati in letteratura, ne sono stati proposti altri necessari per rappresentare, a scala più dettagliata, i comportamenti di parti ed elementi del sistema costruito rispetto ai potenziali impatti, privilegiando, ove possibile, la facilità di costruzione rispetto alla reperibilità del dato. In un'ottica di replicabilità del modello in diversi contesti urbani, si è scelto di utilizzare anche dati ufficiali (ISTAT, CTR regionale, DTM e DSM, ecc.). Per il fenomeno dell'*heat wave* si è proceduto all'individuazione di un set di indicatori che riconosce negli aspetti tipo-morfologici e tecnologici, nonché nella presenza e intensità del verde, le principali caratteristiche degli insediamenti e degli elementi urbani, in grado di incidere sugli aspetti di temperatura, ventilazione e umidità relativa durante i fenomeni climatici intensi (EEA, 2012; Swart et al., 2012). Per misurare il comportamento all'*heat wave* dell'involucro degli edifici sono stati presi in considerazione indicatori di sfasamento e attenuazione (per il comportamento in

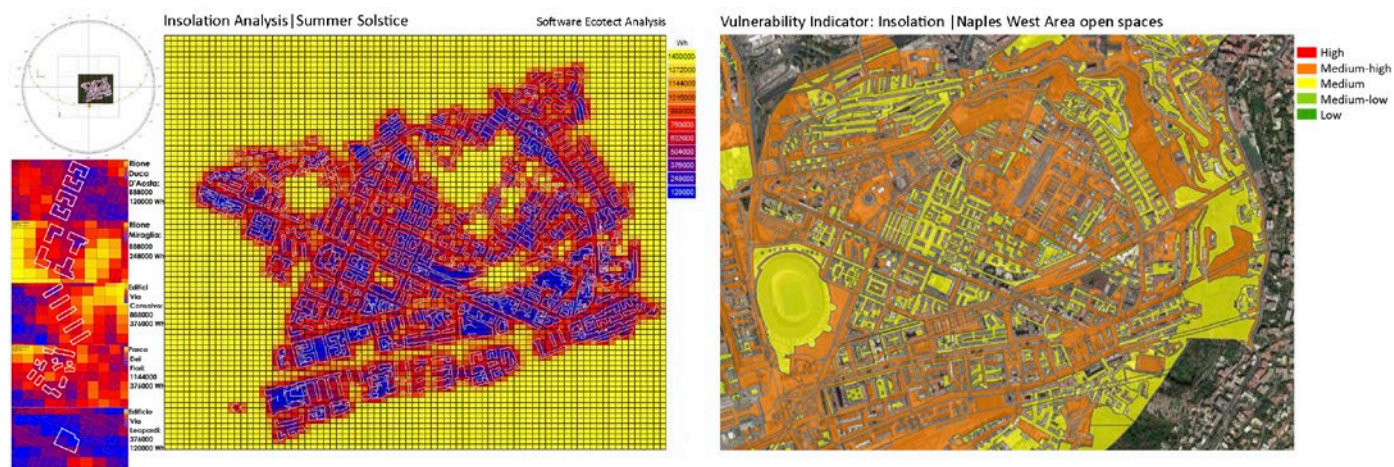
regime estivo) e indicatori quantitativi correlati al volume e al soleggiamento (per calcolare il volume potenzialmente soggetto a surriscaldamento e la radiazione solare incidente in facciate e in copertura). Per gli indicatori relativi agli spazi aperti si è fatto riferimento al rapporto tra forma urbana e condizioni ambientali di soleggiamento e ventilazione (*Sky View Factor*) (Ratti, 2003). Per le caratteristiche di riflettanza superficiale dei materiali (albedo) e della vegetazione viva (*Normalized Difference Vegetation Index*) sono state utilizzate anche dati da telerilevamento (Weber et al., 2015). Infine, per la componente della popolazione, gli indicatori sono stati sviluppati in coerenza con quanto riportato nei numerosi studi e documenti scientifici considerando la densità di popolazione, le fasce deboli di popolazione e la *fuel poverty* rispetto all'utilizzo di fonti energetiche (EEA, 2012).

Per la costruzione degli indicatori di vulnerabilità al fenomeno del *pluvial flooding* si sono adottati criteri e processi analoghi, proponendo sia indicatori già ampiamente utilizzati in letteratura che indicatori specificamente costruiti in relazione al fenomeno climatico considerato (Swart et al., 2012; Timmerman et al., 2017). Gli indicatori per il sistema degli edifici misurano la vulnerabilità in relazione al perimetro esposto ad eventuali fenomeni di allagamento in virtù della presenza di corti, cortili e spazi aperti interni all'edificio (rapporto di copertura), o per la presenza di marciapiedi (percentuale di edificio su marciapiede), all'uso del piano terra (usi piano terra) e ai m<sup>2</sup> di copertura che favoriscono il deflusso delle acque piovane in relazione alla sua tipologia ed estensione (tipologia di copertura).

Per gli spazi aperti, accanto a indicatori correlati alla capacità dei suoli di consentire l'assorbimento e l'infiltrazione delle acque superficiali (permeabilità dei suoli), si è ritenuta necessaria la co-

03 | Strumenti IT di supporto alla definizione delle classi di vulnerabilità degli indicatori (elaborazione in Ecotect G. De Stefano)

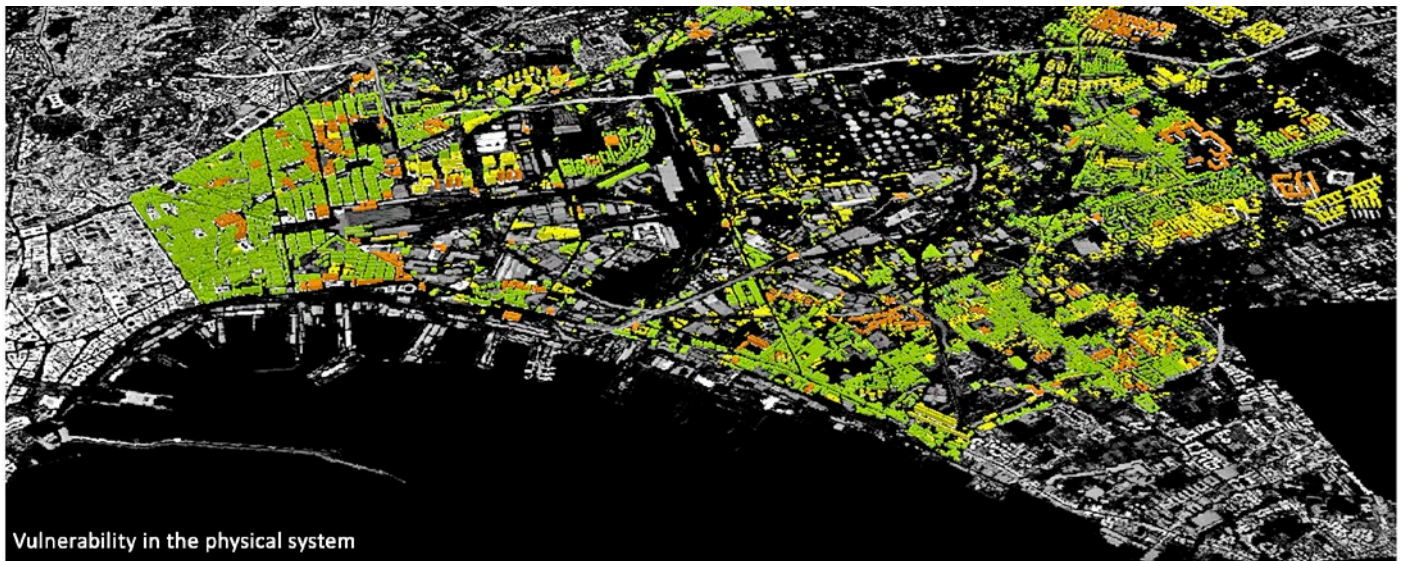
IT support tools for defining the vulnerability classes of indicators (Ecotect processing G. De Stefano)





04 | Vulnerabilità, impatti e scenari di adattamento a breve e medio termine nell'area orientale di Napoli. Gli scenari di adattamento sono stati elaborati considerando come soglia di impatto il valore di classe media attuando interventi di retrofit su edifici e spazi aperti con valori di impatto peggiori rispetto alla media.

*Vulnerability, impacts and adaptation scenarios in the short and medium term in the East of Naples. The adaptation scenarios are elaborated considering as impact threshold the medium class implementing retrofit interventions on buildings and open spaces with impact values worse than the average*



Impact scenario on resident population



Adaptation scenario



- High
- Medium-high
- Medium
- Medium-low
- Low

and fuel poverty compared to the use of energy resources (EEA, 2012). Developing the vulnerability indicators against pluvial flooding, similar criteria and processes have been adopted, both proposing indicators already extensively used in the literature and new indicators specifically built for the considered climate event. (Swart et al., 2012; Timmerman et al., 2017). The indicators for the system of buildings measure the pluvial flooding vulnerability in relation to the exposed perimeter, considering the presence of courtyards and open spaces in the building (building coverage ratio), the presence of sidewalks (building/sidewalk ratio), the ground floor use (ground floor uses) and the roofing surfaces that facilitate the outflow of rainwater in relation with its typology and extension (roof typology). For open spaces, besides the indicators related to the capacity of soils to ensure

absorption and infiltration of superficial water (soil permeability) more complex indicators have been considered necessary to show the capacity of collecting systems to guarantee the rainwater flow (wastewater disposal capacity, maintenance standards of collecting systems). For the population subsystem, besides the indicators of resident population density and vulnerable population the attraction capacity indicator has been considered to assess the attractiveness based on the number of workers and student. To identify range and benchmark of performances, the indicators have been calibrated to the environmental and technological features of the context through adjustment processes and simulations (D'Ambrosio e Leone, 2017). For the experimental application in the research areas in Naples, 5 vulnerability classes have been classified to which

data representations are correlated for each indicator through a calibration process that summarises the incidence rates of parts and technical elements in relation with various technological and environmental indicators using IT simulations. The use of GIS technologies and the attribution of weights per indicator allows the elaboration of vulnerability maps of the physical system (buildings and open spaces) and of the population. The model's reliability has been tested on significant samples of the urban system's physical subsystem. The credibility of the results has been checked comparing data at different scales in the same urban context and assessing the impact of the margin of error, thus showing that the vulnerability data developed at the scale of 1:5000 are comparable to the more detailed ones developed with the downscaling process.

**Impacts and climate adaptive measures. Experimentation in Naples urban districts related to heat waves**  
Among the areas where to check possible levels of considerable climate criticality in the city of Naples, the research has selected those ones showing such an articulation and complexity to be able to provide a reliable case study of different vulnerability conditions (the selection is based on the typo-morphological and technological features consolidated in different periods in history). The western area (the districts of Bagnoli, Cavalletteri d'Aosta, Fuorigrotta) and the eastern one (from the edge of the historic centre to the Ponticelli district) are the two contexts where the model has been tested. Both are characterized by the presence of homogeneous areas (before 1800, modern, and contemporary areas) with a wide range of construction technologies from tufa stone blocks to



struzione di indicatori più complessi che restituissero la capacità delle reti fognarie di accogliere il deflusso delle acque meteoriche (capacità di smaltimento del sistema fognario, grado di manutenzione del sistema fognario). Per il sottosistema popolazione, accanto agli indicatori di densità di popolazione residente e di fasce deboli, è stato considerato quello relativo alla capacità attrattiva finalizzato alla valutazione dell'attrattività in relazione alla presenza di lavoratori e studenti. Per individuare range e benchmark prestazionali, gli indicatori sono stati calibrati in relazione alle caratteristiche ambientali e tecnologiche del contesto attraverso processi di taratura e di simulazione (D'Ambrosio e Leone, 2017).

Nell'applicazione sperimentale in aree studio di Napoli, si è scelto di effettuare una classificazione in 5 classi di vulnerabilità, alle quali sono rapportate le rappresentazioni dei dati per ciascun indicatore attraverso un processo di calibrazione che ha sintetizzato l'incidenza percentuale di parti ed elementi tecnici in relazione ai vari indicatori tecnologici e ambientali utilizzando strumenti di simulazione IT. Attraverso l'utilizzo di tecnologie GIS e l'attribuzione di un sistema di pesi per ogni indicatore, sono state elaborate le carte tematiche di vulnerabilità del sistema fisico (edifici e spazi aperti) e della popolazione.

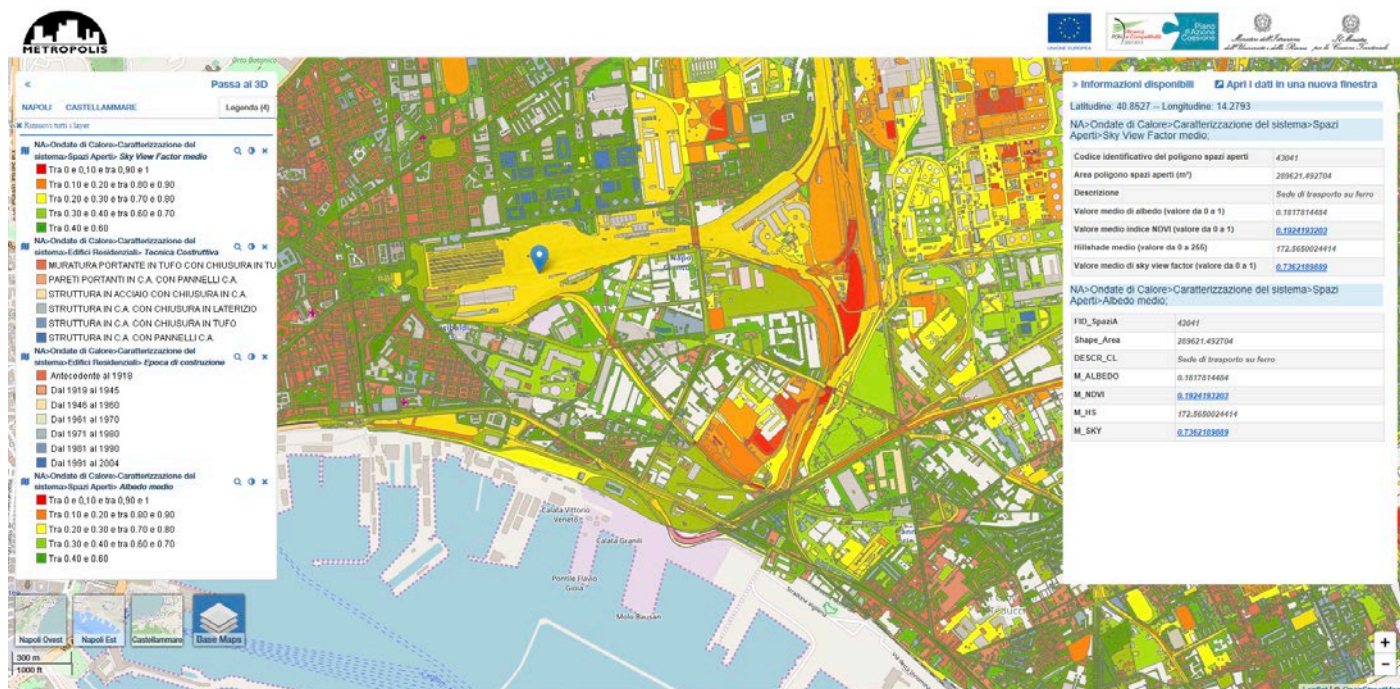
La verifica di affidabilità del modello è stata attuata con la sua applicazione su campioni significativi del sottosistema fisico del sistema urbano. L'attendibilità dei risultati è stata verificata con-

frontando, in uno stesso contesto urbano, dati a scale differenti e valutando per essi l'incidenza del margine di errore, dimostrando che i dati di vulnerabilità elaborati alla scala 1:5000 erano confrontabili con quelli più dettagliati elaborati attraverso un processo di *downscaling*.

### Impatti e misure di adattamento climatico. La sperimentazione su distretti urbani di Napoli in relazione al fenomeno dell'heat wave

di differenti condizioni di vulnerabilità (la selezione è stata condotta a partire dalle caratteristiche tipo-morfologiche e tecnologiche consolidate in differenti epoche storiche). L'area occidentale (quartieri di Bagnoli, Cavalleggeri d'Aosta, Fuorigrotta) e quella orientale (dal margine del Centro Antico fino al quartiere di Ponticelli) hanno rappresentato i due contesti in cui è stata sperimentata l'applicazione del modello. Entrambi sono caratterizzati dalla presenza di zone omogenee (pre-ottocentesche, moderne e contemporanee) con un'ampia casistica di tecnologie costruttive che vanno, rispettivamente, dai sistemi in blocchi di tufo a quelli in cemento armato gettato in opera e in c.a. prefabbricato, quest'ultimo prevalente negli interventi edilizi post sisma del 1980.

Fra le aree in cui verificare eventuali livelli di maggiore criticità climatica della città di Napoli, sono state selezionate quelle che contengono una articolazione e una complessità tali da poter restituire una casistica attendibile



TARGET	PARTS OF THE URBAN SYSTEM	INDICATORS	ADAPTATION SOLUTIONS																
<p>HEAT WAVES</p>	<p>BUILDINGS</p>	Volume																	
		Sunshine																	
		Thermal lag																	
		Attenuation factor																	
	<p>OUTDOOR SPACES</p>	Sunshine																	
		SVF																	
		Albedo																	
		NDVI																	
<p>PLUVIAL FLOODING</p>	<p>BUILDINGS</p>	Building coverage ratio																	
		Ground floor uses																	
		Building/sidewalk ratio																	
		Roof typology																	
	<p>OUTDOOR SPACES</p>	Soil permeability																	
		Wastewater disposal capacity																	
		Maintenance standards of collecting systems																	

Legend

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Sloping roof addition</li> <li>2. Ventilated façade</li> <li>3. Green façade (green wall)</li> <li>4. Green façade (climbing plants)</li> <li>5. Green roof (extensive)</li> <li>6. Green roof (intensive)</li> <li>7. Cool roof</li> <li>8. Ventilated flat roof</li> <li>9. Selective glass</li> <li>10. Solar shading</li> <li>11. External insulation</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>12. Sloping roof insulation (ventilated roof)</li> <li>13. Flat roof insulation (warm roof)</li> <li>14. Fixed coverings</li> <li>15. Removable coverings</li> <li>16. Tree row</li> <li>17. Green pergolas</li> <li>18. Natural aggregates</li> <li>19. Open joint paving</li> <li>20. Grassed open joint paving</li> <li>21. Porous surface</li> <li>22. Cool paving</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>23. Cool paving painting</li> <li>24. Green areas</li> <li>25. Bioswale</li> <li>26. Basins and fountains</li> <li>27. Watersquares</li> <li>28. Retention basins</li> <li>29. Pilotis ground floor</li> <li>30. Raised ground floor</li> <li>31. Sidewalk construction</li> <li>32. Collection and reuse of meteoric water</li> <li>33. Drains systematic maintenance</li> </ul> |
|--|--|--|

reinforced concrete and prefab concrete, the last one especially used after the earthquake in 1980. The application of the vulnerability model in the study areas shows a situation of widespread criticality against heat wave. The level of integrated vulnerability of the three subsystems (buildings, open spaces, population) reaches average values (class 3) in the eastern area, whereas in the western one it reaches frequently medium-high levels (class 2). The aspects of the performance of buildings are those affect-

ing the urban system vulnerability the most, in relation with the building techniques, the envelope properties and the population density. Particularly vulnerable are the modern and contemporary areas of the city where you find mainly reinforced concrete buildings with double leaf walls of bricks or lava concrete. The less vulnerable buildings are those built before 1800 with tufa blocks and load bearing masonry. The system vulnerability is comparable with short-term heat wave impact scenarios (2010-2040) elaborated through the

development of hazard scenarios in the event of extreme weather for consecutive days (D'Ambrosio and Di Martino, 2016) and considering the resident population as the exposed value. The hazard scenarios show critical conditions in the mid-term (2041-2070) for up to 31 consecutive days and in the long-term (2071-2100) for up to 60 days, under the assumption that CO<sub>2</sub> emissions remain constant (RCP 4.5)<sup>2</sup> (Mercogliano et al., 2016). The simulation of heat wave impacts on the study area in the mid-term shows

critical levels in the whole urban system with impacts class 1 and 2 (high and mid-high), even though today's vulnerability is acceptable, except in some critical contexts. The experimentation shows therefore the inadequacy of the urban system to combat extreme climate events in the years to come.

**Reduction of vulnerability in the physical system by means of climate adaptive solutions**  
 A catalogue of alternative techniques for building and open spaces has been



Dall'applicazione del modello di vulnerabilità alle aree di studio è emersa una condizione di criticità diffusa rispetto al fenomeno dell'*heat wave*. Il livello di vulnerabilità integrata dei tre sottosistemi (edifici, spazi aperti e popolazione) raggiunge valori medi (classe 3) nell'area orientale mentre, in quella occidentale, in molti casi la vulnerabilità raggiunge livelli medio-alti (classe 2). A incidere sulla vulnerabilità del sistema urbano sono gli aspetti legati prevalentemente alle prestazioni degli edifici, analizzate in relazione alle tecniche costruttive e alle proprietà dell'involucro oltre che alla densità abitativa. Particolarmente vulnerabili risultano le parti di città di impianto moderno e contemporaneo, nelle quali ricadono in prevalenza gli edifici in cemento armato con chiusura in muratura a doppia foderia in blocchi di laterizio o lapillo-cemento. Gli edifici meno vulnerabili risultano essere quelli di impianto pre-ottocentesco in muratura portante in blocchi di tufo. La condizione di vulnerabilità del sistema risulta confrontabile con scenari di impatto all'*heat wave* a breve termine (2010-2040) elaborati attraverso la costruzione di scenari

di *hazard* espressi in termini di durata di giorni consecutivi di presenza del fenomeno intenso (D'Ambrosio e Di Martino, 2016) considerando come valore esposto la popolazione residente. Gli scenari di pericolosità hanno evidenziato condizioni critiche con durata del fenomeno, a medio termine (2041-2070), fino a 31 giorni consecutivi e a lungo termine (2071-2100) fino a 60 giorni, ipotizzando costanti le emissioni di CO<sub>2</sub> (RCP 4.5)<sup>2</sup> (Mercogliano et al., 2016).

Dalla simulazione degli impatti dell'*heat wave* sull'area di studio a medio termine emergono livelli critici per l'intero sistema urbano, con classi di impatto 1 e 2 (alto e medio-alto) nonostante, ad oggi, la vulnerabilità risulti accettabile, eccetto alcuni contesti critici. La sperimentazione dimostra dunque le inadeguatezze del sistema urbano di poter contrastare, nei prossimi anni, eventi climatici intensi.



## La riduzione della vulnerabilità del sistema fisico attraverso soluzioni di adattamento

Per la misurazione dell'adattamento è stato elaborato un catalogo di alternative tecniche per edifici e spazi aperti, costruito a partire dall'ampia letteratura tecnica e dalla manualistica nazionale e internazionale. Il catalogo comprende una selezione delle soluzioni più efficaci rispetto ai fenomeni di *pluvial flooding* e di *heat wave* e con elevato grado di replicabilità, di diffusione nella pratica edilizia e in grado di garantire la riduzione dei consumi energetici, delle emissioni di gas serra e degli impatti, nonché il miglioramento del comfort, della sicurezza e della vivibilità. Le categorie di intervento e le alternative tecniche sono state definite rispetto a variabili relative a tipologie di materiali, spessori e percentuale di applicazione a parti ed elementi del sistema fisico (D'Ambrosio e Leone, 2017). Le soluzioni di retrofit tecnologico del catalogo sono state messe in relazione con il sistema degli indicatori attraverso l'elaborazione di specifici algoritmi con i quali è stata simulata, nella fase di sperimentazione, l'incidenza sull'indicatore al variare delle opzioni tecnologiche predisposte. Ciò è stato possibile considerando un campione statisticamente significativo di edifici e spazi aperti nell'area studio, effettuando simulazioni con software dedicati<sup>3</sup> attraverso lo sviluppo di un processo operativo organizzato per fasi<sup>4</sup>.

I risultati dimostrano che i tessuti meno vulnerabili, quali quelli correlati alla città compatta, risultano meno adattivi rispetto alle parti di città consolidata dove, pur partendo da una condizione di vulnerabilità peggiore, si possono ottenere riduzioni anche di 2 classi della vulnerabilità, in particolare per gli edifici con sistemi di chiusura in blocchi di laterizio a doppia fodera.

developed to measure adaptation. It is based on the wide technical literature and national and international manuals. The catalogue is a selection of the most effective solutions against pluvial flooding and heat waves with a high degree of replicability, diffusion in building practices and the ability of guaranteeing the reduction in energy consumption, greenhouse gas emissions and impacts as well as the improvement of comfort, safety, and liveability. The categories of actions and technical alternatives are defined on variables depending on the typology of materials, thicknesses and application rates to parts and elements of the physical system (D'Ambrosio e Leone, 2017). Technological retrofit solutions in the catalogue are related to the system of indicators with specific algorithms that have been processed to simulate the impact on the indicator to the change

of the given technological options. This has been achieved using a statistically significant sample of buildings and open spaces in the study area and making simulations with dedicated software<sup>3</sup> developing an operational process<sup>4</sup> divided into phases. Results show that less vulnerable fabrics, those in the compact city, are less adaptive compared to the parts of the consolidated city where, in spite of worse vulnerability conditions you can get also 2 classes reduction in vulnerability, especially for the buildings with double leaf walls.

The final phase of the research, the demonstrator project, has provided a Web-GIS platform developed on digital interfaces with scenarios of vulnerability, hazard, and adaptation to simulate the improvement of urban resilience after retrofitting<sup>5</sup>. Adaptive actions can be measured and simulated

La fase finale della ricerca ha previsto, nel progetto dimostratore, una piattaforma Web-GIS sviluppata secondo interfacce digitali con gli scenari di vulnerabilità, rischio e adattamento, per simulare il miglioramento delle condizioni di resilienza urbana in seguito agli interventi di retrofit tecnologico<sup>5</sup>. Le azioni di adattamento vanno misurate e simulate per un supporto alle decisioni degli Enti pubblici al fine di orientare e ottimizzare – secondo strategie sostenibili, programmate e integrate – gli investimenti per la riqualificazione urbana.

Il potenziale competitivo della ricerca si colloca pertanto su linee di sviluppo ritenute strategiche dalla comunità internazionale ed è basato sulla capacità di comporre in maniera innovativa fattori e sottosistemi del sistema urbano di norma considerati separatamente. Lo strumento della Piattaforma Web-GIS costituisce un elemento di rilevanza per la costruzione di metodologie e scenari trasferibili in altri contesti. Sviluppandosi all'interno di un Distretto tecnologico, la ricerca ha fruito delle opportunità offerte da una struttura configurata come un cluster in cui convergono saperi specialistici e apporti di partners industriali finalizzati ad una efficace condivisione delle conoscenze e al loro trasferimento sul territorio. Lo sviluppo di metodi e tecnologie integrati attraverso l'utilizzo e l'elaborazione di molteplici tipologie di dati (dati aerofotogrammetrici, dati da telerilevamento LIDAR, serie climatiche, rilevamenti in situ, ecc.) finalizzate alla conoscenza del sistema urbano, hanno consentito di strutturare sistemi informativi multilivello per la valutazione degli impatti e delle soluzioni adattive.

Lo sviluppo della ricerca, pur nei limiti imposti dalle inerzie della realtà operativa e della *governance* amministrativa, è orientato alla individuazione delle dimensioni conformi dei distretti urba-

to support public authorities in decision making to guide and optimize the investments for urban requalification, following programmed and integrated sustainable strategies.

The competitiveness of this research lies in the lines of development that the international community considers strategic and is based on the capacity of composing in an innovative way the factors and subsystems of the urban system that are usually considered separately. The Web-GIS platform is a relevant tool in the development of methodologies and scenarios that can be transferred to other contexts. The research has been carried on in a technological district and therefore could benefit from the opportunities offered by such a structure that is configured as a cluster where expertise and contributions of industrial partners merge to share knowledge effectively and trans-

fer it onto the territory. The development of integrated technologies and methods using and processing several data typologies (aerophotogrammetric data, LIDAR remote sensing data, climate datasets, field measurements etc.) aimed at studying the urban system, has provided multilevel information systems to assess impacts and adaptive solutions.

Despite the limits imposed by the inertia of reality and governance, the research aims at identifying dimensions of compliance in urban districts to mitigate impacts efficaciously, maximise resilience and support professionals in managing climate emergencies on the territory.

### NOTES

1. The paper refers to the component developed by the Department of Architecture of Università di Napoli Federico



ni per interventi efficaci per la mitigazione degli impatti, la massimizzazione della resilienza e il supporto agli operatori preposti alla gestione dell'emergenza climatica sul territorio.

#### NOTE

1. Il contributo fa riferimento alla componente sviluppata dal Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II. Il progetto è stato attuato dal Distretto ad Alta Tecnologia per l'Edilizia Sostenibile della Regione Campania STRESS Scarl, con le Università di Napoli Federico II e del Sannio, Centri di ricerca, partners industriali ed Enti nazionali e internazionali (Comune di Napoli, Protezione civile, Autorità di Bacino, Centro Euro-mediterraneo sui Cambiamenti Climatici).

2. Gli scenari di Hazard sono stati elaborati all'interno del progetto di ricerca a partire dai modelli di previsione RCP 4.5 e RPC 8.5 (Representative Concentration Pathways) che stimano un andamento costante o in crescita di emissioni e concentrazioni di gas serra, aerosol, gas chimicamente attivi e variazioni di uso del suolo (Intergovernmental Panel on Climate Change). I dati di proiezione climatica sull'area di studio di Napoli utilizzati per la modellazione degli scenari di hazard sono stati elaborati dal Centro Euro-mediterraneo sui Cambiamenti Climatici.

3. Ad esempio PAN 6.0 per i valori di sfasamento e attenuazione, Autodesk Ecotect Analysis 2011 per i valori di soleggiamento dell'involucro e di Sky View Factor, EnviMET 3.1 Beta 5 per i valori di NDVI, etc.

4. La modellazione tridimensionale dell'area di studio (edifici, pavimentazioni, vegetazione, etc.), la configurazione dei software (dati climatici, caratteristiche dell'edificio, etc.), l'esecuzione delle simulazioni (stato attuale e previsionale), la lettura ed estrazione dei risultati.

5. <http://webgis.progetto-metropolis.it>.

II. The project has been implemented in the High Technology Research Center for Sustainable construction STRESS Scarl of the Campania Region, together with the Università di Napoli Federico II e del Sannio, Research Centers, industrial partners and national and international Bodies (Comune di Napoli, Protezione civile, Autorità di Bacino, The Euro-Mediterranean Center on Climate Change).

2. Hazard scenarios have been developed within the project starting from RCP 4.5 and RPC 8.5 forecasting models (Representative Concentration Pathways) that estimate steady or increasing trends in the emission and concentration of greenhouse gas, aerosol, chemically active gases and variations in the use of the soil (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate projection data on the study area in Naples, used in the development of

hazard scenarios, were processed by The Euro-Mediterranean Center on Climate Change.

3. For instance, PAN 6.0 for discrepancy and mitigation values, Autodesk Ecotect Analysis 2011 for the sunlight values on envelopes and Sky View Factor, EnviMET 3.1 Beta 5 for NDVI values, etc.

4. The 3D modelling of the study area (buildings, paving, vegetation etc.), software configuration (climate data, buildings' features etc.) simulations (state of the art and projections), reading and extraction of results.

5. <http://webgis.progetto-metropolis.it>.

#### REFERENCES

D'Ambrosio, V. and Leone, M.F. (Eds.) (2017), *Environmental Design for Climate Change adaptation. 2. Tools and Guidelines for Climate Risk Reduction*, Clean, Napoli.

European Environment Agency (2012), *Environmental indicator report 2012. Ecosystem resilience and resource efficiency in a green economy in Europe*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

European Environment Agency (2016), *Urban adaptation to climate change in Europe 2016, Transforming cities in a changing climate*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge and New York, Cambridge University Press.

Mercogliano, P., Rianna, G. and Zollo, N.C. (2016), "Climate change scenarios at urban scale: the downscaling issue", in D'Ambrosio, V., Leone, M.F. (Eds.), *Environmental Design for Climate Change adaptation 1. Innovative models for the production of knowledge*, Clean, Napoli, pp. 208-217, available at: <http://www.sitda.net/index.php/biblioteca-sitda.html> (accessed 22 May 2018).

D'Ambrosio, V. and Di Martino, F. (2016), "The Metropolis research. Experimental models and decision-making processes for the adaptive environmental design in climate change", *UPLanD - Journal of Urban Planning, Landscape & environmental Design*, No. 1, available at: [www.upland.it](http://www.upland.it) (accessed 22 May 2018).

Pelizzaro, P. and Mezzi, P. (2016), *La città resiliente. Strategie e azioni di resilienza urbana in Italia e nel mondo*, Milano.

Ratti, C., Raydan, D. and Steemers, K. (2003), "Building form and environmental performance: archetypes, analysis and an arid climate", *Energy and Buildings*, Vol. 35, pp. 49-59.

Swart, R., Fons, J., Geertsema, W., van Hove, B., Gregor, M., Havranek, M., Jacobs, C., Kazmierczak, A., Krellenberg, K., Kuhlicke, C. and Peltonen, L. (2012), *Urban Vulnerability Indicators. A joint report of ETC-CCA and ETC-SIA, Technical Report 01/2012*, European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation (ETC/CCA) and European Topic Centre on Spatial Information and Analysis (ETC/SIA).

Weber, S., Sadoff, N., Zell, E. and De Sherbinin, A. (2015), "Policy-Relevant Indicators for Mapping the Vulnerability of Urban Populations to Extreme Heat Events: A Case Study of Philadelphia", *Applied Geography*, No. 63, pp. 231-243.

Timmerman, J. et al., (2017), *Map book urban vulnerability to climate change - Factsheets*, European Environment Agency, European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation, European Topic Centre on Spatial Information and Analysis.

Zolli A. and Healy A.M. (2014), *Resilienza. La scienza di adattarsi ai cambiamenti*, Rizzoli, Milano.

Alessandro D'Amico, Edoardo Currà,

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università di Roma La Sapienza, Italia

alessandro.damico@uniroma1.it

edoardo.curra@uniroma1.it

**Abstract.** Le città storiche sono un valido esempio di resilienza in ambito sismico e i terremoti ne hanno influenzato profondamente l'evoluzione tipologica e costruttiva. Il miglioramento di tale proprietà dipende fortemente dall'efficacia degli strumenti preventivi. Tra stato dell'arte e letture analitiche si propone uno sviluppo delle strategie di preparazione alla crisi fondato sulla conoscenza organizzata dei dati storico-costruttivi e di vulnerabilità alla scala di aggregato, integrati con un approccio urbanistico/sistemico alla scala di tessuto. Gli esiti valorizzano due aspetti fondamentali: da un lato il rapporto tra modificazioni della costruzione storica e vulnerabilità sismica relativa degli aggregati nel tessuto urbano, dall'altro la definizione di priorità di intervento edilizio e urbano.

**Parole chiave:** urban disaster resilience, disaster management, seismic vulnerability, priority assessment, built heritage.

## Introduzione

Il contributo illustra in sintesi alcuni esiti principali di ricerche che negli ultimi anni si sono focalizzate sull'impatto degli eventi di tipo sismico sui centri minori dell'Appennino Centrale e sul ruolo del patrimonio costruito nella definizione e nell'incremento della resilienza urbana ai disastri<sup>1</sup>.

Il Pre-Disaster Recovery Planning (PDRP - pianificazione di recupero pre-disastro) consiste nell'approntamento degli strumenti più idonei per l'implementazione della resilienza in ambito urbano (UNISDR, 2015). Fino ad oggi si sono principalmente sviluppati e sperimentati i dispositivi per la gestione delle fasi di crisi ed emergenza, con episodiche sperimentazioni per la definizione di piani preventivi. Scopo principale di tali strumenti è quello di strutturare una programmazione efficace nella prima fase del Disaster Life Cycle (DLC) (Fig.1) e supportare con contenuti e indirizzi la redazione dei Piani di Ricostruzione (PdR) veri e propri.

L'UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) e l'IRP (International Recovery Platform), due isti-

tuzioni leader nel campo del DRM (Disaster Risk Management), definiscono il PDRP come «il processo proattivo di anticipare problemi di recupero futuri, lo sviluppo di un piano di recupero basato su scenari e la costruzione della capacità di migliorare i risultati del recupero stesso – il tutto prima che un disastro accada» (UNISDR IRP, 2012).

Il PDRP è ritenuto, pertanto, il processo più idoneo per garantire che le comunità “ricostruiscano meglio” (build back better) a seguito di una catastrofe naturale.

## Dalla ricostruzione alla pianificazione preventiva

Nella pianificazione le prime ricerche strategiche hanno dato luogo a sperimentazioni riconosciute come modelli di riferimento per gli studi successivi. Tra tutte emerge, non solo cronologicamente, la ricerca PEPPER del 1987 (Pre-Earthquake Planning for Post-Earthquake Rebuilding), condotta dalla Spangle Associates e confluita nel piano per Los Angeles. Il terremoto che nel 1994 colpì Northridge, LA, permise dopo poco tempo di evidenziare limiti e vantaggi di questo primo approccio, basato sull'assunto che pianificazione e programmazione possono ridurre costi di recupero e ricostruzione, accelerare il ritorno alla normalità e migliorare le prestazioni urbane post ricostruzione (Spangle et al., 1997; Becker 2011).

La redazione fu accompagnata da processi partecipativi secondo 10 ambiti tematici che vanno dall'Organization and Authority, al Residential, Commercial and Industrial Rehabilitation, fino al Public Information Plans. Ogni ambito è caratterizzato da tre fasi di azione. Il 75 % delle azioni è incentrato in una fase pre-evento e il restante su una fase post-evento di breve durata. Una terza

Urban resilience in the historical centres of Italian cities and towns. Strategies of preventative planning

**Abstract.** Historical cities and towns are a valid example of resilience in a seismic context, and earthquakes have profoundly influenced their typological and constructional evolution. The improvement of this characteristic depends on a great deal on the efficiency of preventative tools. Between state of the art and analytic interpretation, the development of crisis preparation strategies based on the organised knowledge of historical-constructional data and of large scale vulnerability, integrated with an urbanistic/systematic approach at the other end of the scale is proposed. The outcomes give value to two fundamental aspects: on one hand, the rapport between modifications of historical structures and relative seismic vulnerability of the aggregate of the urban fabric, on the other, the definition of priority of constructional and urban intervention.

**Keywords:** urban disaster resilience, disaster management, seismic vulnerability, priority assessment, built heritage.

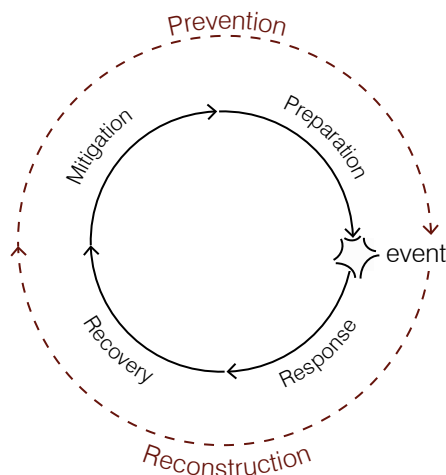
## Introduction

This contribution briefly illustrates some of the principal outcomes of the research which has been focused in recent years on the impact of seismic events on small towns of the Central Apennines, and on the role of built heritage in the definition and the incrementation of urban resilience to disasters<sup>1</sup>.

Pre-Disaster Recovery Planning (PDRP) consists of readying the most suitable tools for the implementation of resilience in an urban context (UNISDR, 2015). Thus far, development and experimentation have concentrated on apparatus concerned with the management of crises, with only sporadic experimentation interested in pro-

grammes of prevention. The main objective of those tools is the structuring of an efficient plan in the first phase of the Disaster Life Cycle (DLC) (Fig. 1), and to support the overseeing of reconstruction plans (PdR). The UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) and the IRP (International Recovery Platform), two leading institutions in the field of DRM (Disaster Risk Management), define the PDRP as «the proactive process of predicting the problems for future rescues, the development of a rescue plan based on scenarios and the construction of the ability to improve the results of the rescue itself - all before a disaster occurs» (UNISDR IRP, 2012). The PDRP is, therefore, held to be best practice to allow communities to “build back better” following a natural disaster.

## Disaster Life Cycle



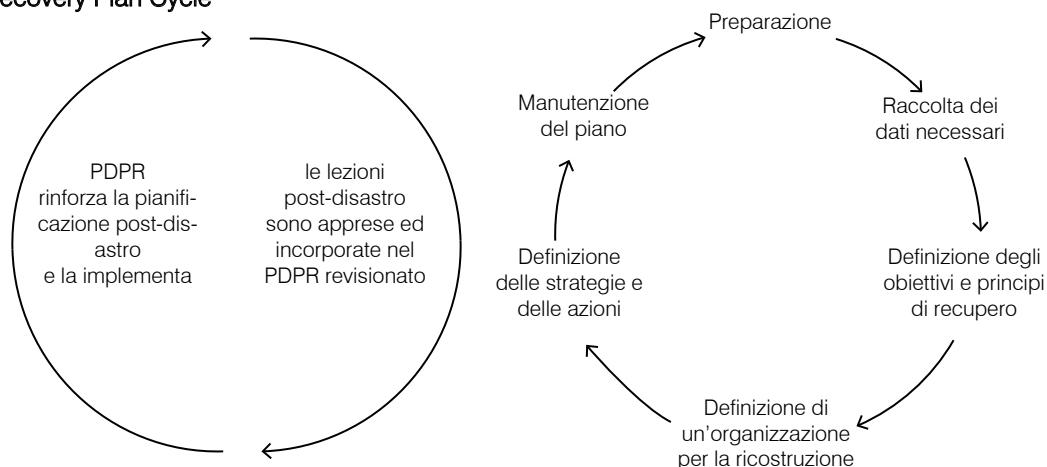
**Mitigation** - Minimizzare gli effetti del disastro.  
Esempi: norme edilizie e urbanistiche; analisi della vulnerabilità; educazione pubblica.

**Preparedness** - Pianificare come reagire.  
Esempi: piani di preparazione; esercizi e formazione per l'emergenza; sistemi di allarme.

**Response** - Agire nell'emergenza.  
Esempi: ricerca e soccorso; aiuti di emergenza.

**Recovery** - Riportare la comunità alla normalità.  
Esempi: alloggi temporanei; borse di studio; cure mediche; piani di ricostruzione.

## Recovery Plan Cycle



### From reconstruction to preventative planning

Primary strategic research into planning has given rise to experiments which have been recognised as reference models for subsequent studies (Becker, 2011). Notable, not only for chronological reasons, is the 1987 PEP-PPER research project (Pre-Earthquake Planning for Post-Earthquake Rebuilding), carried out by Spangle Associates, which led to the plan for Los Angeles. The 1994 earthquake that hit Northridge, LA, allowed the swift highlighting of the limits and advantages of this preliminary approach, based on the assumption that preventive planning can significantly reduce the costs of recovery and reconstruction, accelerating the return to normality, and improving post-reconstruction urban performance (Spangle et al., 1997; Becker, 2011). The drafting of the plan also

made use of participatory processes in the definition of the contents according to ten thematic fields: from Organization and Authority, to Residential, Commercial, and Industrial Rehabilitation, up to Public Information Plans. Each field is characterised by three phases of action: before the event, in the immediate aftermath of the event, and the post-event long term. 75% of actions are concentrated in the prevent phase, and the rest is almost entirely in the immediate aftermath. The post-event long term is primarily characterised by the continuation or revision of the actions carried out in the emergency phase. In presenting PEP-PPER, Spangle warned specialists about the post-disaster phase thus: «You will be catapulted in a world of immediate decisions regarding life and death, on mountains of requests for building permission

[...] Everybody will want a plan, but few will want to take the time needed to plan. You will have to be able to find answer to problems which you previously hadn't even considered. [...] The inadequacies of the plan and of the existing applications will be obvious». Also, for this reason, and for the reduced recurrence interval of damaging earthquakes at Los Angeles, the group concentrated itself on the readying of a pre-earthquake plan based on the revisions of the operational times and the increase of the coordination and the effectiveness of the actions, since they had been already implemented in the preventative phase. At the beginning of the twenty-first century, some fundamental principles of PEP-PPER were collected by the Hyogo Framework for Action 2005-2015 (UNISDR, 2005), which was drafted by the UNISDR and shared by the mem-

ber states of the United Nations. It was followed ten years later by the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (UNISDR, 2015), which defines four priorities in the field of DDR (Disaster Risk Reduction):

1. Understanding the risk of disasters.
2. Reinforcing governance for the management of the risk of disasters.
3. Investing in the reduction of disaster risk to improve resilience.
4. Improving disaster preparation to ensure an effective first response, and to implement "Build Back Better" practices in recovery, rehabilitation, and reconstruction.

With regard to priority number four, the greatest advancement in research activity, experimentation, and planning can be observed in reconstruction procedure, with few recovery cases based on preventative planning. In the document the necessity to develop

fase post-evento a lungo termine si caratterizza principalmente nella prosecuzione o revisione di azioni attivate in fase emergenziale.

Nel presentare PEPPER, Spangle ammoniva così i tecnici riguardo la fase post-disastro: «Sarete catapultati in un mondo di decisioni immediate sulla vita o la morte, su cumuli di domande di permesso di costruzione [...]. Tutti vorranno un piano, ma pochi si vorranno prendere il tempo necessario per pianificare. Dovrete essere capaci di avere risposte a problemi a cui prima non avevate neanche pensato. [...] Le inadeguatezze nei piani e nelle applicazioni esistenti saranno palesemente evidenti». Anche per questo, e per il ridotto periodo di ritorno di terremoti dannosi a Los Angeles, il gruppo si concentrò sull'approntamento di una pianificazione pre-terremoto impostato su revisioni programmate dei problemi previsti e delle azioni di risposta. Il terremoto del 1994 ha confermato la riduzione dei tempi operativi e l'incremento del coordinamento e dell'efficacia delle attività, poiché già impostate in fase preventiva.

All'inizio del XXI secolo, alcuni principi fondamentali del PEPPER sono raccolti dallo Hyogo Framework for Action 2005-2015 (UNISDR, 2005), redatto dall'UNISDR e condiviso dagli Stati membri delle Nazioni Unite, seguito dopo dieci anni dal Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (UNISDR, 2015). Quest'ultimo definisce 4 priorità di intervento nel campo del DRR (Disaster Risk Reduction):

1. Comprendere il rischio di catastrofi.
2. Rafforzare la governance per la gestione del rischio di catastrofi.
3. Investire nella riduzione del rischio catastrofi ai fini della resilienza.

guidelines for the preparation for post-disaster reconstruction is emphasised, with particular investment needed in planning for the whole affected area and in the improvement of building standards, learning from past recovery and reconstruction programmes.

As we have seen, a comparative reading of the most recent "Piani di Ricostruzione" (PdR, reconstruction plans), drafted after recent disastrous events in Italy has proven useful. Particular attention has been paid to the process set in motion following the Abruzzo earthquake of 2009 with the Studio Descrittivo dei Piani di Ricostruzione in Abruzzo (SDePRA, the descriptive study of reconstruction plans in Abruzzo).

Analytic scrutiny of fifty-seven plans for reconstruction in the affected localities has shown a consolidated body of fundamental analysis and interpretation, inherent to the urban develop-

ment of historic town centres. Furthermore, after the institution of the USRC (Special Office for the Reconstruction of the Towns and Villages of the Crater - Ufficio Speciale per la Ricostruzione dei Comuni del Cratere), all plans require a time line chart and an economic plan for action.

Among the various data collected, the most evident is that the average time between the seismic event and the consignment of the individual plan is four years (Fig. 2). There is a wide margin for preventative planning to improve this time frame, which represents a very low resilience for the urban system's return to conditions of normal function. The SDePRA, in highlighting the foundations of the reconstruction plans, informs the path to be taken for the preparation of the model of action for the Plan of Preparation (PdP).

4. Migliorare la preparazione ai disastri per una risposta efficace e per realizzare pratiche di "Build Back Better" ("Ricostruire meglio") nel recupero, nella riabilitazione e nella ricostruzione. Riguardo alla "Priorità 4" il maggiore avanzamento dell'attività di ricerca, sperimentazione e pianificazione si può riscontrare nelle pratiche di ricostruzione, con pochi e isolati casi di recupero impostato su pianificazione preventiva. Nel documento si sottolinea inoltre la necessità di sviluppare linee guida per la preparazione della ricostruzione post-disastro, investendo sulla pianificazione del territorio e sul miglioramento degli standard costruttivi, imparando dai programmi di recupero e di ricostruzione passati.

Per quanto detto si è dimostrato efficace impostare una lettura comparata dei più recenti Piani di Ricostruzione redatti dopo gli ultimi eventi calamitosi sul territorio italiano, in particolare si è prestata attenzione ai processi in atto a partire dal sisma Abruzzo 2009 con lo Studio Descrittivo dei Piani di Ricostruzione in Abruzzo (SDePRA).

La disamina analitica dei 57 PdR dei comuni del cratere ha mostrato un insieme consolidato di analisi e letture fondamentali, inerenti l'evoluzione urbana del centro storico, le caratteristiche costruttive dell'edificato e le valutazioni sul danno e agibilità degli edifici. Inoltre dopo l'istituzione dell'USRC (Ufficio Speciale per la Ricostruzione dei Comuni del Cratere) in tutti i piani viene richiesta la presenza di un cronoprogramma e un quadro economico degli interventi.

Tra i vari dati rilevati il più evidente è il tempo medio di 4 anni trascorso tra l'evento sismico e la consegna del singolo piano (Fig. 2), con un ampio margine per la pianificazione preventiva per migliorare questo valore che mostra una resilienza decisa-

#### **Constructional element in the field of the process of preventative planning (PdP)**

In the DRR the move from a tactical approach, focused on the immediate reaction to the event, to a strategic one, focused on long term management, requires an increase in resilience. This is defined as «the ability of a system, community or society exposed to hazards to resist, absorb, accommodate, adapt to, transform and recover from the effects of a hazard in a timely and efficient manner, including through the preservation and restoration of its essential basic structures and functions through risk management» (UNISDR, 2011). This definition highlights the contribution of the engineering approach, in contrast to the ecological approach first theorised by Holling. From an engineering perspective, the resilience of a city or a metropolitan area

depends on the ability of all of the physical components of the system, including buildings and infrastructures, in a more articulated way in comparison to the algebraic sum of the performances of the single components, focusing on the time for a return to a global equilibrium following the event (D'Amico et al., 2014). The major element which emerges is that of "time", in particular in the realisation of the PdR which accepts the survey content, urban interpretation and planning from the PdP. The fine-tuned model is based on an organised familiarity with data concerned with construction, evolution, and vulnerability at the level of the aggregate, and it prefigures the pre-event non emergency phase of drafting. Statistical predictive scenarios of damage, based on the analysis of seismic vulnerability, substitute the analysis of the obvious damage, a founding element of the PdR.

mente bassa per il ritorno del sistema città verso una condizione di normale operatività. Lo SDePRA, evidenziando le basi dei piani di ricostruzione, informa le linee di indirizzo per la predisposizione del modello di processo del Piano di Preparazione (PdP).

### Gli elementi edilizi nell'ambito del processo di Pianificazione Preventiva (PdP)

Nel DRR per passare da un approccio tattico, finalizzato alla reazione immediata all'evento, ad uno strategico, incentrato sulla gestione a lungo termine occorre quindi incrementare la resilienza, definita come «la capacità di un sistema, comunità o società esposta a rischi di resistere, assorbire, adattarsi e recuperare dagli effetti di un rischio in modo tempestivo ed efficiente anche attraverso la conservazione delle sue strutture e funzioni di base essenziali» (UNISDR, 2011). Questa definizione evidenzia il contributo dell'approccio ingegneristico, in contrapposizione a quello ecologico inizialmente teorizzato da Holling. Nella visione ingegneristica, la resilienza di una città o di un'area metropolitana dipende dalla capacità di tutti i componenti fisici del sistema, compresi edifici e infrastrutture, in modo più articolato rispetto alla somma algebrica delle prestazioni dei singoli componenti, concentrandosi in particolare sul tempo di ritorno ad un equilibrio globale a seguito del disturbo (D'Amico et al., 2014). Ne emerge al massimo il valore del fattore "tempo", in particolare nella realizzazione del PdR che recepisca dal PdP i contenuti di rilievo, lettura urbana e programmazione.

Il modello messo a punto si fonda su una conoscenza organizzata dei dati costruttivi, evolutivi e di vulnerabilità alla scala di aggregato e ne prefigura la redazione in fase pre-evento, fuori

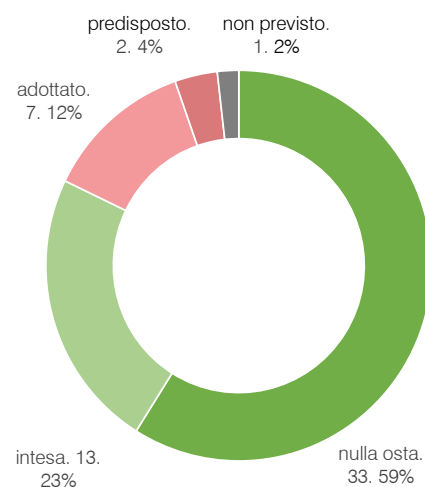
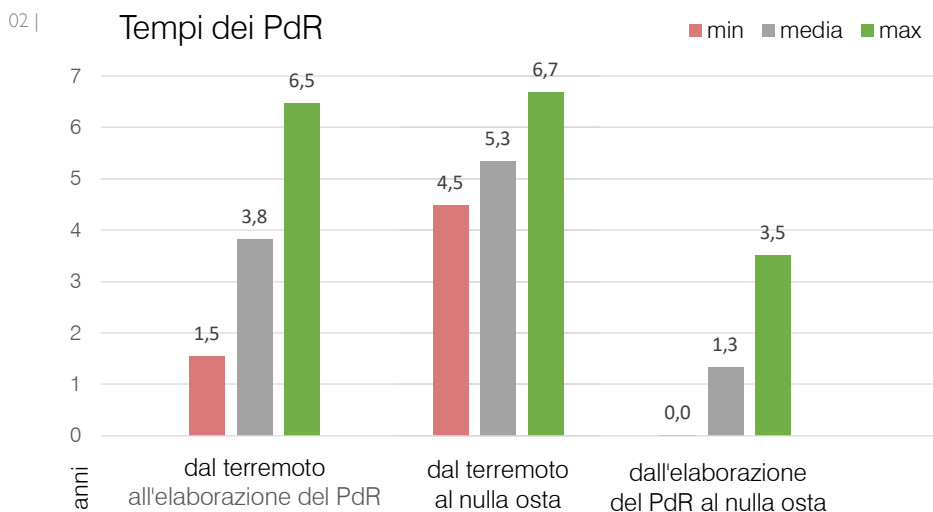
dall'emergenza. Gli scenari predittivi del danno statistico, basati su analisi di vulnerabilità sismica, sostituiscono l'analisi del danno manifesto, parte fondante dei PdR.

In accordo con quanto definito dal Sendai Framework, il modello è stato strutturato come un processo iterativo, continuamente implementabile. Data l'aleatorietà dell'evento calamitoso, ogni giorno potrebbe manifestarsi un elemento disturbativo, per cui lontano dagli eventi passati ci si trova nel quadrante del DLC immediatamente precedente al disastro (Fig. 1).

Per la definizione e la sperimentazione del modello si è ricorso a due casi studio appartenenti alle categorie di comuni piccoli e medi, che costituiscono oltre il 90% del totale dei comuni italiani per circa il 70% della popolazione residente: San Gemini (TR), piccolo comune (classe di popolazione <5mila abitanti) e Rieti, comune di medie dimensioni (tra 5mila e 50mila abitanti). Entrambi sono caratterizzati da un centro storico proporzionalmente esteso e ben conservato e ricadono in zona con pericolosità sismica medio alta (zona 2).

Sui due casi si è proceduto alla definizione degli elementi della componente edilizia del processo di PdP, svilupparli in fase preventiva, ossia la lettura delle età del costruito degli organismi edilizi del centro storico, delle caratteristiche costruttive dell'edificio e di vulnerabilità relativa degli aggregati nel tessuto urbano (Fig. 3).

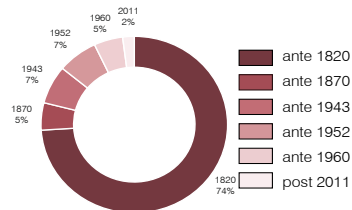
La lettura a scala urbana delle età del costruito degli organismi edilizi all'interno della città storica è stata operata secondo metodologia osservazionale e ricorrendo alle rappresentazioni catastali e tecniche, integrate dalla altra cartografia disponibile (CSLLPP, 2012). Sulla base dell'età del sedime edificato, desunta dalle cartografie, si è proceduto ad una validazione o correzio-



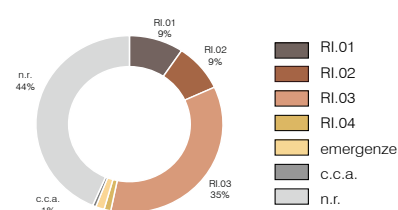


Analysis of Building Age, Constructional Characteristics, and Relative Vulnerability using the case studies of Rieti and San Gemini (D'Amico, 2017).

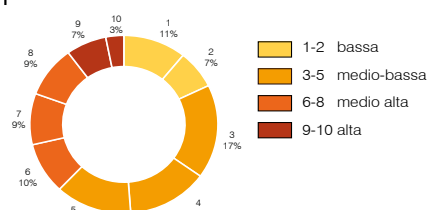
Analisi delle età del costruito



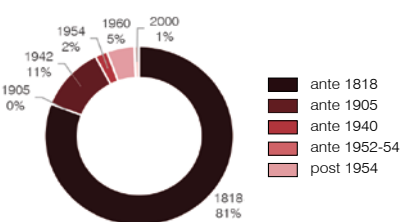
Analisi delle caratteristiche costruttive



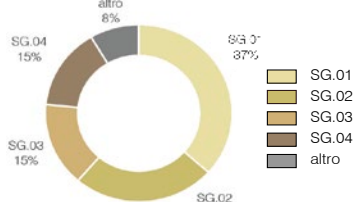
Analisi di vulnerabilità



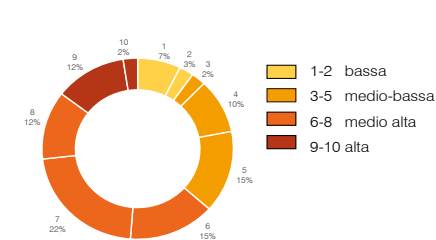
Analisi delle età del costruito



Analisi delle caratteristiche costruttive



Analisi di vulnerabilità



ne dell'età del costruito con osservazione diretta. Il documento di sintesi di questa lettura è la carta delle età del costruito, in inglese "Map of the Age of the Built Heritage" (MABH) (Currà et al., 2016). Per una determinata area geografica, alle classi cronologiche possono corrispondere statisticamente le proprietà tipologico-costruttive degli organismi edilizi e, inoltre, si ravvisano anche sequenze tipo di interventi di modificazione recente principalmente legate alla evoluzione delle disposizioni normative in merito di consolidamento strutturale.

Per compatibilità con le altre fasi del DRR la lettura delle tecniche costruttive è stata strutturata a partire dall'analisi delle schede AEDES e CARTIS<sup>2</sup> elaborate dal Dipartimento di Protezione Civile e ReLUIS, identificando le tipologie costruttive prevalenti nel tessuto storico in analisi. Rispetto alla scheda Aedes, ai fini proposti, in luogo del rilievo di danno o di agibilità è emerso necessario procedere ad un maggiore dettaglio nella definizione delle tipologie costruttive, cui associare dispositivi integrati tra progetto e prevenzione (Currà et al., 2016).

La lettura della vulnerabilità del tessuto edilizio fa riferimento agli studi condotti da Cremonini (Cremonini, 2004) per il rilievo simultaneo degli aspetti geometrici, strutturali e stratigrafici a livello di aggregato, e agli studi di Oliveri e Fazio (Olivieri, 2004) per la definizione dei livelli di vulnerabilità relativa degli aggregati. In analogia con gli studi citati sono stati considerati parametri descrittivi delle caratteristiche morfologiche e tipologiche dell'aggregato: rapporto con la morfologia del terreno, rapporto con gli aggregati circostanti, andamento planimetrico, discontinuità dell'andamento planimetrico, andamento altimetrico, differenza di livelli monte-valle, grado di commistione tipologica, presenza di strutture tipologiche particolari, grado di stratifica-

zione, grado di alterazione tipologica e strutturale complessiva. Dagli indicatori si nota quanto sia complesso scindere gli aspetti di vulnerabilità diretta da quelli di vulnerabilità indotta quando si parla di aggregati in un tessuto storico. Alcuni dei parametri descritti sono chiaramente indicatori della vulnerabilità intrinseca del manufatto (come le discontinuità plano-altimetriche), mentre altri considerano le interazioni esterne, quali l'andamento morfologico del terreno o con gli aggregati circostanti e con cui l'evoluzione stessa dell'aggregato si è indissolubilmente legata nella formazione del tessuto urbano. Tali indicatori derivano dall'analisi osservazionale condotta sul caso studio di Nocera Umbra e dagli studi di Borri e Avorio, inerenti la costruzione in muratura, portando alla definizione di una scala di "vulnerabilità relativa degli aggregati", ossia la suscettività al danneggiamento e alla perdita di organizzazione dovuta al complesso dei fattori di rischio, cui ogni singolo aggregato è soggetto.

#### **Risultati: classificazione dell'ambiente costruito ai fini della definizione di priorità di intervento**

La lettura del dato materiale del patrimonio costruito ha permesso di evidenziare due macro-categorie di aggregati (Fig. 4): quelli con percentuali di omogeneità cronologica ed edilizia superiori al 75%, che hanno mostrato principalmente valori medio-bassi di vulnerabilità relativa all'interno del tessuto (evidenziati in verde), e quelli con percentuali inferiori e con uno scostamento tra i due valori superiore al 25% che presentano valori medio-alti di vulnerabilità (in rosso). Nella prima categoria vanno evidenziati gli aggregati con un discostamento tra i valori di percentuale omogenea di età costruita e caratteristiche costruttive inferiore al 25% con uno dei due

In accordance with the Sendai Framework, the model has been structured following an iterative process, continuously implementable. Given the randomness of the calamitous event, a disturbing element could occur every day. Thus even long after past events, we find ourselves in the quadrant DLC which immediately precedes the disaster (Fig. 1).

For the definition and experimentation of the model, two case studies have been consulted. They are concerned with the category of small and medium sized local council areas, which make up over 90% of the total of Italian local government bodies and concern c. 70% of the population: San Gemini (TR), a small local council area (population < 5,000 inhabitants) and Rieti, a mid-sized local council (between 5,000 and 50,000 inhabitants). Both are characterised by well conserved historic

centre covering an area in proportion to their populations and which falls in an area of medium-high seismic risk (zone 2).

In both cases the definition of constructional elements in the process of the PdP, to be developed in a preventative phase. This involves the study of building ages, constructional characteristics of the built environment, and vulnerability relative to the overall urban fabric (Fig. 3).

The establishment of the ages of buildings within the historic centre of the city or town was carried out both using observational methods and with reference to council and architectural records, integrated with other available maps (CSLLPP, 2012). The age of the built-up area, inferred from maps, was used either to confirm or correct the observed age of buildings. The document which provides a summary

of this study is the "Map of the Age of Built Heritage" (MABH) (Currà et al., 2016). For a specific geographical area, there can be a statistical correlation between time periods and construction types of individual buildings, and, furthermore, types of recent architectural modifications linked to the evolution of the regulatory requirements regarding structural consolidation are apparent. In order to be compatible with the other phases of the DDR, the study of construction techniques has been structured from the analysis of the data provided by the forms AEDES and CARTIS<sup>2</sup>, carried out by the Department of Public Protection (Dipartimento di Protezione Civile) and ReLUIS (the Italian network of university laboratories concerned with seismic activity), identifying prevalent construction types in the historic fabric under analysis. Regarding the Aedes

form, it has become apparent that it is necessary to proceed in greater detail to the definition of constructional typologies, with which to associate integrated equipment between planning and prevention on the site where damage or structural integrity is observed (Currà et al., 2016).

The interpretation of the vulnerability of the built fabric makes reference to the studies carried out by Cremonini (Cremonini, 2004) for the simultaneous study of structural and stratigraphic aspects of the overall collection of buildings, and to the studies of Olivieri and Fazio (Olivieri, 2004) for the definition of levels of vulnerability relative to the overall collection of buildings. Analogous to the studies cited, descriptive parameters of the morphological and typological characteristics of the group have also been considered: the relation to the morphology of the ter-

sempre al 100%, che presentano valori più alti di vulnerabilità (in verde più chiaro in figura), rispetto a quelli dove entrambi i parametri sono alla percentuale completa. Sono presenti alcune esclusioni e particolarità, riguardanti aggregati comprendenti strutture tipologiche particolari o specialistiche: l'aggregato A20 che si aggrappa alle mura di cinta e l'A23 interamente costituito dal monastero, nel caso studio di San Gemini, ne sono un esempio. Su un totale di 156 aggregati analizzati tra i due comuni, le percentuali sono confrontabili con circa il 10% di casi particolari sul singolo comune, il 35% di aggregati con medio-bassa vulnerabilità e alte percentuali di dato omogeneo nelle caratteristiche del costruito, e la restante parte ricade invece nella seconda categoria (rossi). Nel caso di Rieti su 115 aggregati, per 10 non è stato possibile completare l'analisi costruttiva per mancanza di dato.

**La strategia conclusiva di preparazione al disastro: definizione delle priorità di intervento**

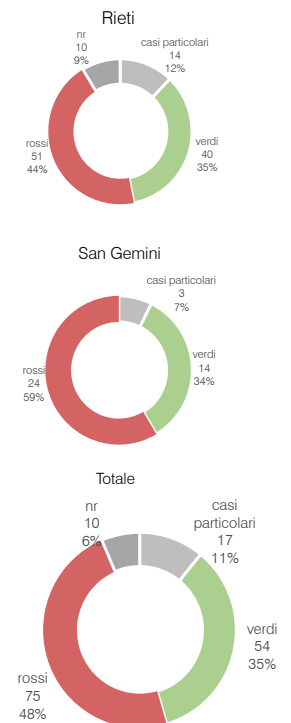
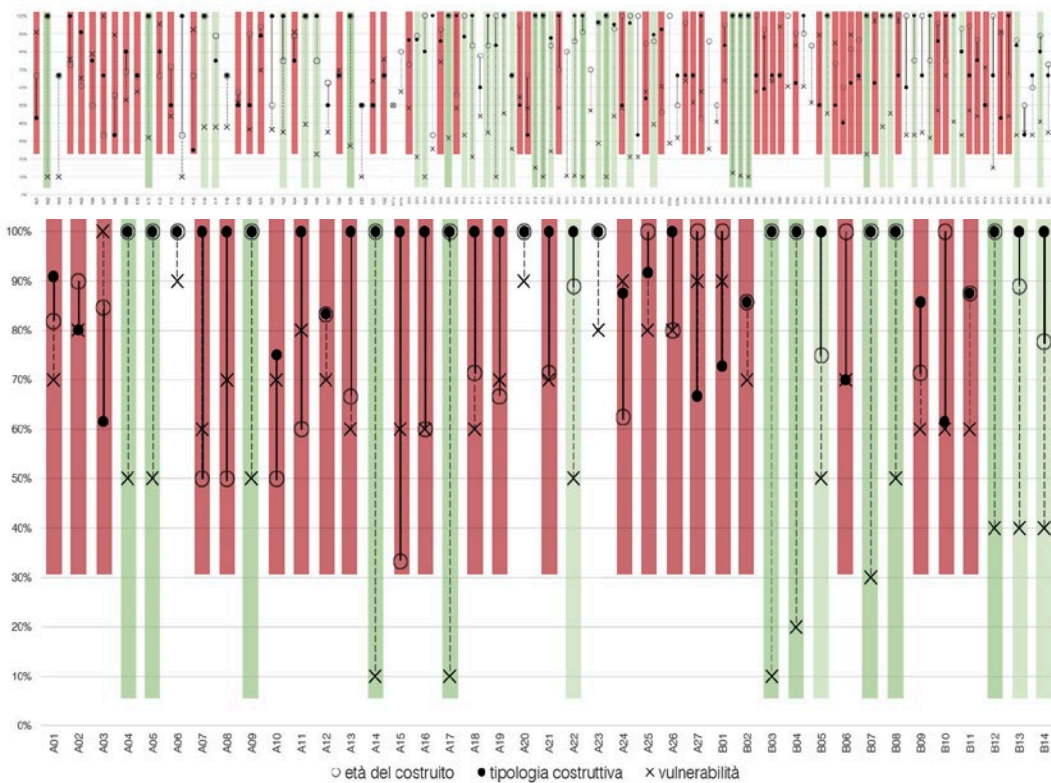
L'insediamento urbano è vulnerabile in quanto sistema, e pertanto vi è bisogno di un approccio su ampia scala per definire le strategie e gli indirizzi di gestione. Occorre dunque ricordare e sottolineare l'importanza di entrambi gli approcci che principalmente studiano l'ambiente co-

struito in relazione al DRR, tanto quello urbanistico/sistemico quanto quello strutturale/analitico e le possibili correlazioni qualitative e quantitative fra i due.

La strategia si costruisce basandosi sulla cosiddetta "tirannia dell'Urgenza", ossia la pressione schiacciante di agire in fretta, la maggiore sfida per i responsabili e i progettisti della ricostruzione (UNISDR and IRP, 2012). Attraverso un approccio di tipo matriciale si coniugano i dati delle analisi sul dato costruito e quelli di lettura sistemica a scala di tessuto, per un'ottimizzazione temporale della gestione del processo e della pianificazione preventiva, finalizzata alla definizione di un ordine di priorità di intervento.

La matrice generata, denominata "Matrice delle Priorità", è strutturata sulla base del principio decisionale alla base degli scritti di Covey. L'economista configura lo strumento operativo che prende il nome di "Quadranti di Covey" o "Matrice di Eisenhower", partendo dall'assunto che "ciò che è importante raramente è urgente e ciò che è urgente raramente è importante" – Eisenhower (Covey, 1989) – pertanto, le parole chiave per la comprensione del modello sono due: "Urgenza" e "Importanza"

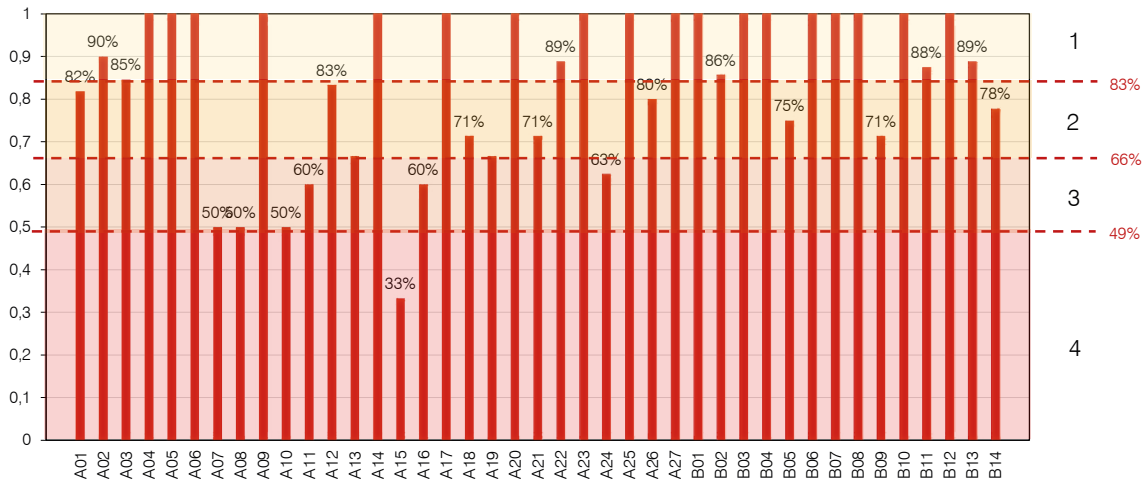
Le analisi relative al costruito storico hanno un elemento di oggettività, impostate su analisi di dati, cartografie e indagini,



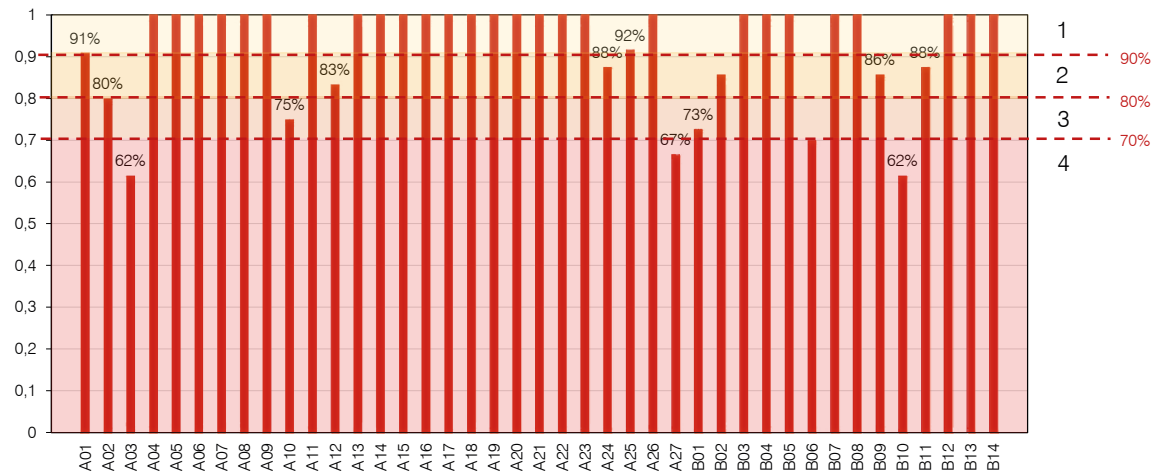
05 | Grafici con le percentuali di dato omogeneo per singolo aggregato per Età del Costruito, Caratteri Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per il caso di San Gemini, con la divisione in range e relativo valore attribuito

Graphs with percentages of a homogeneous nature per individual building group for Building Age, Constructional Characteristics, and Relative Vulnerability for each building group for the case of San Gemini, with the division in range and relative attributed value

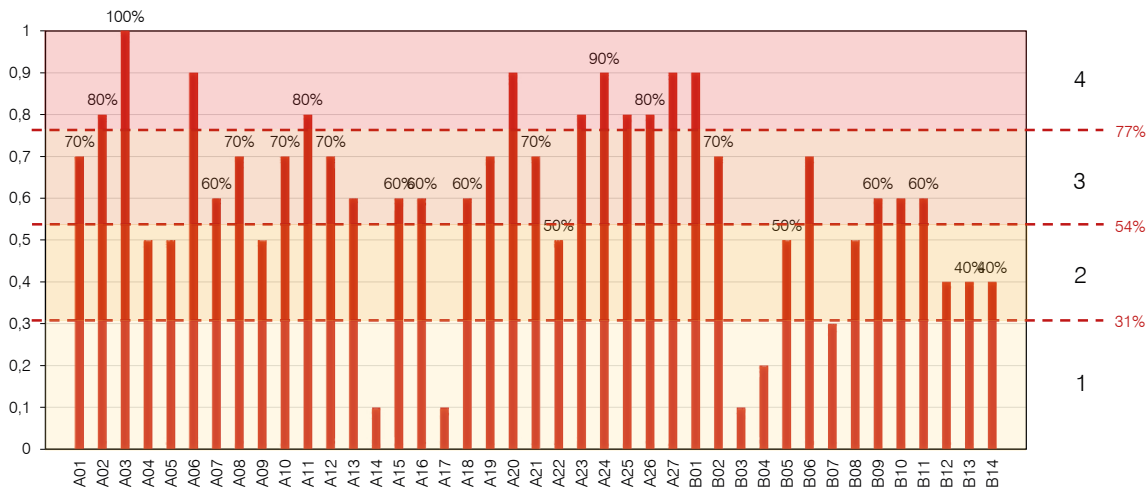
percentuale omogenea in aggregato di età del costruito



percentuale omogenea in aggregato dei caratteri costruttivi



vulnerabilità relativa dell'aggregato





definiscono l'elemento di "urgenza", legato a condizioni che richiedono attenzione nell'immediato. Per queste analisi sono stati impostati 4 range di valori (Fig. 5), definiti in maniera relativa sul singolo caso studio, avendo validità e scopo locale.

La lettura di un tessuto per sistemi funzionali e la gestione del rischio di un territorio, sono invece legati all'approccio sistemico e di scelte strategiche, per cui associate alla definizione di "importanza". Questi elementi svolgono il ruolo di fattori amplificativi (x1,5) del dato oggettivo e sono definiti dalla lettura sistemica del tessuto urbano, scaturiscono dalle analisi e studi del settore, in particolare Cremonini (2004), tra cui si citano: il sistema della attività commerciali, il sistema dei beni culturali, il sistema dei luoghi di relazione, il sistema degli edifici strategici e critici, il sistema dell'accessibilità, delle vie di fuga e degli spazi sicuri.

Tra i fattori amplificativi è fondamentale aggiungere la compresenza di altri fattori di rischio in una determinata area urbana (ad es. il rischio idrogeologico). I valori così ottenuti da un lato come somma dei tre parametri delle analisi sul costruito, e dall'altro come moltiplicazione di tale dato per il numero di fattori amplificativi presenti sono poi stati normalizzati in scala 10 sul totale dei valori di "urgenza" e "importanza" per tutti gli aggregati della singola città storica in esame; definendo in tale modo una coppia di valori (x,y) di ingresso nella matrice per ciascun aggregato (Fig. 6).

$$U=[età\ costruito]+[caratteri\ costruttivi]+[vulnerabilità\ relativa]$$

$$I = U \times \sum \text{fattori}$$

Il risultato di questa elaborazione permette di definire dunque "Urgenza" e "Importanza" relativa di intervento su una parte

ritory, the rapport with surrounding groups of buildings, the planimetric trend, interruption of the planimetric trend, altimetric trend, difference between mountain-valley levels, level of typological commingling, presence of specific typological structures, degree of stratification, degree of typological alteration and structural complexity.

From the indicators, we can see how complex it is to distinguish between direct aspects of vulnerability and those of induced vulnerability when we speak of groups of buildings in an historic fabric. Some of the parameters described are clearly indicators of the intrinsic vulnerability of the structure (such as plani-altimetric interruption), while others consider external interactions, such as the morphological tendency of the territory with surrounding groups of buildings. Thus the development of the group of buildings itself is

inextricably linked to the formation of the urban fabric. These indicators derive from the observational analysis carried out in the case study of Nocera Umbra, and in the studies of Borri and Avorio, which were carried out on masonry structures, leading to the definition of a scale of "vulnerability relative to the group", or rather the susceptibility to the damage and loss of organisation owing to a collection of risk factors to which every single group is subject.

#### **Results: classification of the built environment for the purposes of the definition of the priority of intervention**

The interpretation of the material data of the built heritage has allowed two macro-categories of building groups to be highlighted (Fig. 4): those with percentages of chronological homogeneity above 75%, which have mainly shown

di città, cercando di guidare il processo di preparazione in fase preventiva, o in caso sfortunato di fungere da base per quello di ricostruzione in fase post-disastro.

Il metodo e l'efficacia della matrice sono stati verificati applicandoli, post quem, ad uno dei comuni colpiti dal sisma dell'Abruzzo del 2009, Ovindoli, avente un PdR realizzato dall'Università di Roma "La Sapienza" (Resp. scientifico: Prof.ssa L. Caravaggi). Il confronto tra l'applicazione della matrice delle priorità e il cronoprogramma allegato al PdR evidenzia una buona corrispondenza del dato, in entrambi i casi definito su 4 categorie (Fig. 7). Vi sono due eccezioni: l'aggregato 06, salito di una categoria, costituito prevalentemente da abitazioni secondarie per le quali non erano reperibili nel PdR neanche gli esiti di agibilità; l'edificio 09, da prima categoria all'ultima, dove il dato di importanza così elevato potrebbe essere legato a fattori non esplicitati nel piano o alla possibilità di sistemare in tempi rapidi l'oggetto di un'unica proprietà rispetto agli aggregati.

#### **Conclusioni**

La ricerca condotta ha perseguito l'obiettivo di costruire indirizzi e strategie per integrare il concetto di resilienza urbana nella logica quotidiana della gestione del territorio, che ormai deve affrontare le tematiche di rischio e sicurezza come dato fondamentale e non legato solo a specialismi chiamati in causa a fronte di danni ormai manifesti.

Lo studio ha evidenziato come sia possibile agire su una delle proprietà maggiormente implementabili della resilienza urbana, ossia sulla "rapidità". Le proprietà della Resilienza sono identificabili come 4: Rapidity, Robustness, Redundancy e Resourcefulness, basandosi sugli studi di Bruneau, O'Rourke, Reed e Cimel-

medium-low levels of vulnerability relative to the overall fabric (highlighted in green), and those with a lower percentage and with a deviation between the two measurements of more than 25% which present medium-high levels of vulnerability (in red).

In the first category the groups of buildings with a deviation between the homogeneous percentage of building age and constructional characteristics below 25%, with one of the two constantly at 100%, which demonstrate higher levels of vulnerability (marked in pale green on the diagram) are to be highlighted with respect to those where both of the parameters are at 100%. Some exceptions and peculiarities are to be noted regarding groups containing unusual or specialist structural typologies: in the case study of San Gemini examples include group A20 which hugs the city wall, and A23 which is

entirely made up of a monastery. Of a total of 156 aggregates analysed between the two districts, the percentages are comparable with circa 10% of unusual cases in a single district, 35% of groups with medium-low vulnerability and high percentages of homogeneous data in construction characteristics, and the remaining part falls instead in the second category (red). In the case of Rieti it was not possible to complete the constructional analysis of 10 out of 115 groups, owing to a lack of data.

#### **Conclusive disaster preparation strategy: definition of action priorities**

Urban settings are vulnerable as systems, and an wide approach is necessary to define management strategies. It is therefore important to remember and underline the importance of both approaches which mainly study the built environment in relation to the

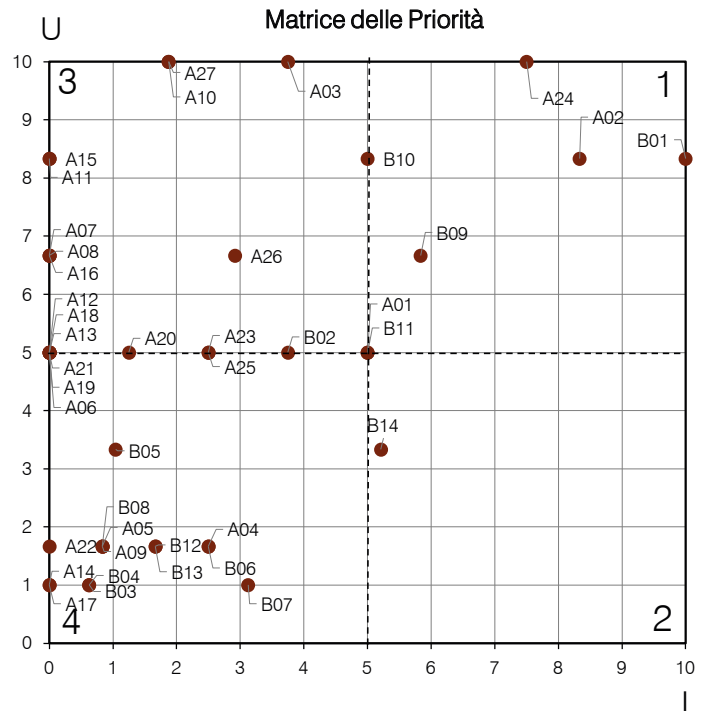


06 | Tabella esplicativa per la parametrizzazione dei valori e dei fattori amplificativi (sopra). Matrice esplicativa dei valori di input per "urgenza" e "importanza" (sinistra). Matrice delle Priorità per il caso studio di San Gemini (destra)

Explanatory table for the parameterisation of the amplifying values and factors (above). Explanatory matrix of input values for "urgency" and "importance" (left). Priority Matrix for the case study of San Gemini (right)

	Età del costruito		Caratteri Costruttivi		Vulnerabilità		presenza Str. Strategiche	sovrapposizione altri rischi	presenza luoghi identità	interferenza infrastrutture strategiche	sistema att economiche	sistema spazi aperti	# fattori	Urgenza	Urgenza normalizzata	Importanza	Importanza normalizzata
A01	82%	2	91%	1	70%	3			si	si	si	si	4	6	5	36	5
A02	90%	1	80%	3	80%	4	si		si	si	si	si	5	8	8	60	8
A03	85%	1	62%	4	100%	4			si	si	si	si	2	9	10	27	4
A04	100%	1	100%	1	50%	2		si	si	si	si	si	3	4	2	18	3
A05	100%	1	100%	1	50%	2		si	si	si	si	si	1	4	2	6	1
A06	100%	1	100%	1	90%	4							0	6	5	0	0
A07	50%	3	100%	1	60%	3							0	7	7	0	0
A08	50%	3	100%	1	70%	3							0	7	7	0	0
A09	100%	1	100%	1	50%	2		si	si	si	si	si	1	4	2	6	1
A10	50%	3	75%	3	70%	3	si						1	9	10	14	2
A11	60%	3	100%	1	80%	4							0	8	8	0	0
A12	83%	1	83%	2	70%	3							0	6	5	0	0

	100 < X < 80	80 < X < 60	60 < X < 40	X < 40	Urgenza
Età del Costruito	1	2	3	4	10
Caratteri Costruttivi	1	2	3	4	10
Vulnerabilità	4	3	2	1	10
fattore amplificativo1	1,5	1,5	1,5	1,5	
fattore amplificativo2	1,5	1,5	1,5	1,5	
fattore amplificativo3	1,5	1,5	1,5	1,5	
<b>Importanza</b>	27	31,5	36	40,5	<b>25,88</b>
					<b>30</b>



DDR, both the urbanistic/systemic element and the structural/analytic component, and the possible qualitative and quantitative correlations between the two.

The strategy is built upon the so-called "Tyranny of the Urgent", that is the pressing need to act in haste, the major challenge for the supervisors and planners of the reconstruction (UNISDR and IRP, 2012). By using a matrix approach, the data of the analyses of the built data and those of systematic interpretation at the scale of the built fabric can be joined, with the objective of defining a priority of actions.

The matrix generated, named the "Matrix of Priorities", is built on the decision principle at the root of the writings of Covey. The economist sets out the operative tool known as the "Covey Quadrant" or the "Eisenhower Matrix", starting from the assumption that

"what is important is rarely urgent, and what is important is rarely urgent" - Eisenhower (Covey, 1989). Thus there are two key words for understanding the model: "Urgency" and "Importance".

The analyses regarding historic buildings have an element of objectivity, based on the analysis of data, cartography, and investigations. They define the element of "urgency", linked to conditions which require immediate attention. Four ranges of measurement have been set for the three analyses of the material data (Fig. 5), defined in relation to the individual case study, with local scope and validity.

Readings of a fabric for its functional systems and territorial risk management are instead linked to the systemic approach and strategic choices, which is why they are associated with the definition of "importance". These elements carry out the role of amplifying factors

(x 1.5) of the objective data to define its importance, defined by the systemic interpretation of the urban fabric, spring from the analyses and sector studies, in particular Cremonini (2004), among which are cited: the system of commercial activity, the heritage system, the system of public spaces, the system of strategic and critical buildings, the system of accessibility, of escape routes, and of safe spaces.

Among the amplifying factors, it is fundamental to add the presence of other risk factors in a determined urban area (for example hydrogeological risk). The values thus obtained on the one hand as a sum of the three parameters of the analysis of the built area, and on the other as a multiplication of that datum by the number of amplifying factors present, were then normalised in scale 10 of the total of the values of "urgency" and "importance" for all of the building

groups of the individual historic town or city being studied; thus defining a pair of values (x,y) of entrance in the matrix for each group (Fig 6).

$$U = [\text{age of the built heritage}] + [\text{constructional characteristics}] + [\text{relative vulnerability}]$$

$$I = U \times \sum \text{factors}$$

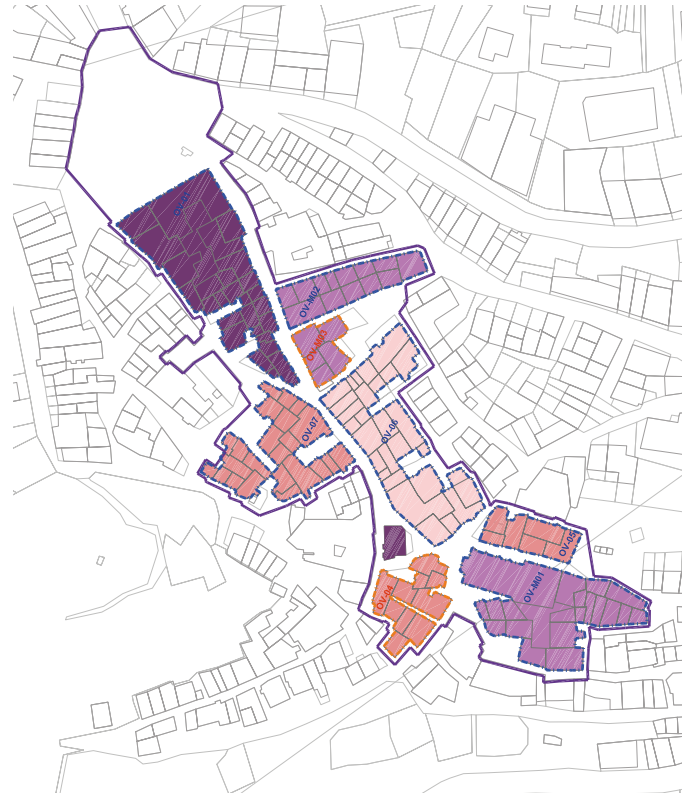
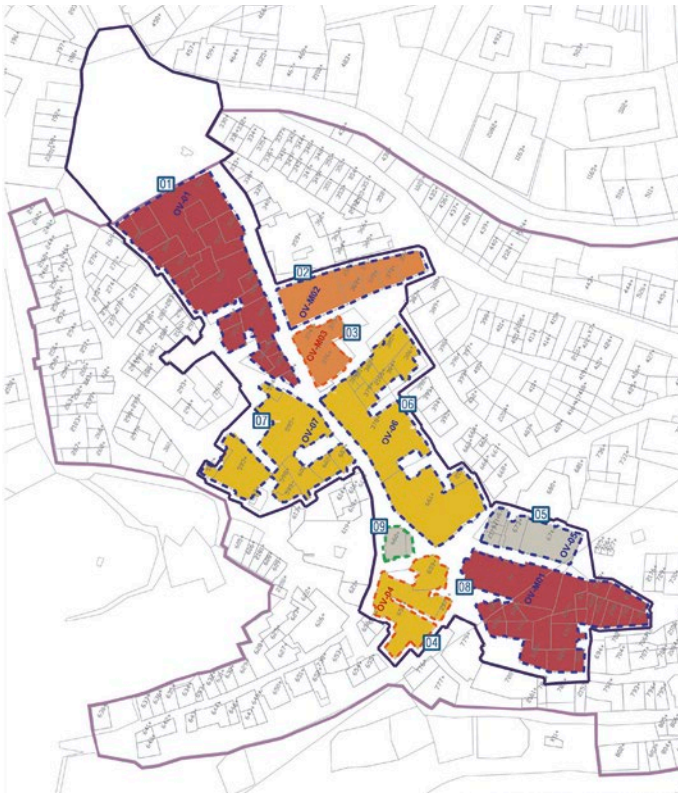
The result of this process allows the definition, therefore, of "Urgency" and "Importance" in relation to intervention in one part of the town. This seeks to guide the process of preparation in the preventative phase, or in the case of misfortune to serve as a foundation for the post-disaster phase of reconstruction.

The method and efficacy of the matrix have been proven by application, after the fact, to Ovindoli, one of the towns

	Età del costruito			Caratteri Costruttivi			Vulnerabilità			presenza Str. Strategico	sovrapposizione e altri rischi	sistema residenziale (abitaz princ)	presenza luoghi identità	sistema beni culturali	interferenza infrastrutture strategiche	sistema att economiche	sistema spazi aperti	# fattori	Urgenza	Urgenza normalizzata	Importanza	Importanza normalizzata
	%	4	3	4	3	2	4	3	2													
A01	53%	4	57%	4	80%	4					si	si	si	si	si	si	5	12	10	90	10	
A02	86%	2	71%	3	40%	2					si	si	si	si	si	si	5	7	4	53	6	
A03	67%	3	67%	3	30%	1					si	si	si	si	si	si	4	7	4	42	5	
A04	50%	4	50%	4	50%	2				si							2	10	8	30	3	
A05	100%	1	80%	2	60%	3					si					si	2	6	3	18	2	
A06	73%	2	67%	3	80%	4					si	si	si	si	si	si	3	9	7	41	5	
A07	30%	4	67%	3	70%	3					si	si	si	si	si	si	2	10	8	30	3	
A08	78%	2	50%	4	100%	4					si	si	si	si	si	si	4	10	8	60	7	
A09	100%	1	100%	1	10%	1					si	si	si	si	si	si	4	3	1	18	2	

Carta delle Priorità, graficizzazione della Matrice

Fasi del Cronoprogramma dal PdR di Ovindoli, elaborato 4.4.b



hit by the Abruzzo earthquake of 2009 with a PdR realised by the University of Rome “La Sapienza” (Scientific supervisor: Professor L. Caravaggi). The comparison between the application of the priority matrix and the time frame linked to the reconstruction plan highlights a clear correspondence of data, in both cases defined in four categories (Fig. 7). There are two exceptions: The first is building group 06, which rose by one category with respect to the initial information which was probably too low owing to a lack of data. Indeed, this group is primarily made up of secondary properties for which not even information of structural integrity was available. The second is the individual building 09, which from the first category moved to the last. Here the heightened level of importance could be linked to other factors which are not well laid out in

the plan, or to the possibility of fixing the building more quickly than the groups given that it had a single owner.

**Conclusions**  
 The research which has been carried out has followed the objective of building strategies for the integration of the concept of urban resilience into the everyday thinking regarding territorial management, which now has to face up to the problems of risk and security as a basic requirement, and not only linked to specialistic interventions called in after damage has already been caused. The study has shown how it is possible to act on one of the most implementable properties of urban resilience: rapidity. Four properties of Resilience are identifiable: Rapidity, Robustness, Redundancy, and Resourcefulness. This definition of the four “R” or Resilience are based on the studies of Bruneau,

O’Rourke, Reed, and Cimellaro, which were carried out at the Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER) (D’Amico et al., 2014). Rapidity, in this case, of the management and choice of operational options both in the pre-disaster phase, in order to optimise possible sequences of action for the improvement of the global behaviour of an historical fabric, and in the post-disaster reconstruction phase. Furthermore, the relevance of a multidisciplinary approach is necessary for a clear and immediate reading of the superimposition of risks, and of the importance of the urban systems necessary for the conservation of base level activity in an historic town centre. These are also useful as a motor for post-disaster reconstruction further down the line, placing itself in the context of a well thought out course of action on the built environment as an

aggregate, which cannot only concern itself with individual projects without considering the wider architectural context.

**NOTES**  
 1. In the sphere of activity of the research group of the Faculty of Civil and Industrial Engineering of the University of Rome “La Sapienza”, coordinated by Prof. E. Currà, the following are noted: a PhD entitled Resilienza Urbana ai Disastri. Il ruolo del patrimonio costruito “Urban resilience to disasters. The role of built heritage”, (A. D’Amico, Relatori: E. Currà, S. Podestà, I. Cremonini); the Ricerca di Ateneo 2016 Lettura dei tessuti storici urbani finalizzata alla valutazione della vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi “Interpretation of historic urban fabrics for the purpose of evaluating the seismic vulnerability of building groups”;

laro, condotti presso Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER) (D'Amico et al., 2014). Rapidità, in questo caso, di gestione e scelta delle opzioni operative sia nella fase pre-disastro, per poter ottimizzare la possibile sequenza di interventi per il miglioramento del comportamento globale di un tessuto storico, che nella fase di ricostruzione ex-post. Inoltre, la rilevanza dell'approccio multidisciplinare risulta necessaria per una lettura chiara ed immediata della sovrapposizione dei rischi, dell'importanza dei sistemi urbani necessari alla conservazione delle attività basilari per la vita di un centro storico e utili come volano e motore per la ricostruzione eventuale post disastro, ponendosi nell'ottica di una ragionata modalità di azione sull'edificato in aggregato, che non può interessarsi solo del singolo intervento edilizio prescindendo dal contesto costruito di più ampia scala.

#### NOTE

1. Nell'ambito dell'attività del gruppo di ricerca della Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale dell'Università di Roma "La Sapienza", coordinato dal prof. E. Currà, si segnalano: un dottorato di ricerca con tesi dal titolo "Resilienza Urbana ai Disastri. Il ruolo del patrimonio costruito" (A. D'Amico, Relatori: E. Currà, S. Podestà, I. Cremonini), la Ricerca di Ateneo 2016 "Lettura dei tessuti storici urbani finalizzata alla valutazione della vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi", i workshop sperimentali del corso di Progetti per il Risanamento e la Ristrutturazione Edilizia. Inoltre il gruppo ha collaborato alla ricerca "Studi e ricerca preliminari per la riqualificazione del Centro Storico e del paesaggio storico di San Gemini" (Accordo di Collaborazione Scientifica tra il Comune di San Gemini, il DIAP, resp. F. Toppetti, e il "Critevat", resp. E. Currà, 2015).

experimental workshops of the following course: Progetti per il Risanamento e la Ristrutturazione Edilizia (Plans for constructional restoration and reconstruction). Furthermore, the group has also been involved in the research project Studi e ricerca preliminari per la riqualificazione del Centro Storico e del paesaggio storico di San Gemini, "Studies and preliminary research for the redevelopment of the historic centre and landscape of San Gemini" (Agreement of scientific collaboration between the Council of San Gemini and the DIAP, supervisor F. Toppetti, and the "Critevat", supervisor E. Currà, 2015).

2. The AeDES form is the primary level of information regarding the nature of the damage, emergency and rescue activities, and structural security for ordinary buildings in the immediate aftermath of a seismic event. CARTIS

2. La scheda AeDES è la scheda di 1° livello di rilevamento di danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica; CARTIS è la scheda di 1° livello per la caratterizzazione tipologico-strutturale dei comparti urbani costituiti da edifici ordinari, progetto ReLUIIS, Università degli Studi di Napoli Federico II, Giulio Zuccaro (coord.) e il Dipartimento di Protezione Civile, unità di ricerca UNIRM1 – Sapienza (Resp. L. Sorrentino, G. Monti).

#### REFERENCES

- Becker, J., Saunders, W., Hopkins, L. and Wright, K. (2011), "Planning for community recovery and restoration before disaster strikes", in: *Community Disaster Recovery and Resiliency: exploring global opportunities and challenges*, Crc press, pp. 525-550.
- CSLLPP, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2012), *Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti d'indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici*.
- Covey, S.R. (1989), *7 Habits of Highly Effective People: Restoring the Character Ethic*, Simon & Schuster, New York, USA.
- Cremonini, I. (2004), *analisi, valutazione e riduzione dell'esposizione e della vulnerabilità sismica dei sistemi urbani nei piani urbanistici attuativi*. Regione Emilia Romagna, Bologna.
- Currà, E., D'Amico, A. and Nettekoven, M. (2016) "Seismic vulnerability and urban morphology, tools for urban and building integration", in: *City as Organism new visions for urban life*, U+D edition, Roma, pp 473-484.
- D'Amico, A. and Currà, E., (2014), "The role of urban built heritage in qualify and quantify resilience. Specific issues in Mediterranean city", *Procedia Economics and Finance*, Vol. 8, pp. 181-189.
- Olivieri, M. (Ed.) (2004), Regione Umbria. *Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra*, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica Quaderno 44, Anno X.
- Spangle Associates and Robert Olson Associates, Inc. (1997), *The Recovery and Reconstruction Plan of the City of Los Angeles: Evaluation of its Use after the Northridge Earthquake*, Portola Valley.
- UNISDR (2015), *Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030*.
- UNISDR (2005), *Hyogo framework for action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters*.
- UNISDR (2011), *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development*, UNISDR Practical Action 2012, Geneva.
- UNISDR, IRP, (2012), *Guidance Note on Recovery: Pre-Disaster Recovery Planning*, available at: <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/31963> (accessed 15 September 2017).

Angelo Figliola<sup>a</sup>, Monica Rossi<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Dipartimento di Pianificazione Design Tecnologia dell'Architettura, Università La Sapienza di Roma, Italia

<sup>b</sup>Institut für Hochbau, Baukonstruktion und Bauphysik, HTWK Leipzig, Germania

angelo.figliola@uniroma1.it  
monica.rossi@htwk-leipzig.de

**Abstract.** Il contributo presenta i risultati di una ricerca applicata finalizzata allo sviluppo di una metodologia operativa e del relativo *workflow* computazionale per la progettazione di architetture resilienti in grado di rispondere in maniera responsiva al variare delle condizioni ambientali. La metodologia proposta consiste in un processo di *form searching* che prevede una serie di fasi consequenziali e interrelate finalizzate, alla riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio e al miglioramento delle condizioni di confort indoor e outdoor. L'analisi dei processi, oltre a definire i limiti e le potenzialità dell'approccio progettuale proposto, apre il dibattito sugli strumenti di progettazione parametrica che permettono di esplorare sistematicamente lo spazio delle opportunità progettuali.

**Parole chiave:** architetture resilienti, performance – based design, digital form – finding, computational workflow, efficienza energetica.

## Architettura resiliente e informazione dei processi

Il concetto di resilienza in riferimento ad un'architettura identifica la capacità della stessa di assorbire gli stress a cui è sottoposta e di adeguarsi ai cambiamenti esterni di ogni tipo, al fine di ridurre il fabbisogno di risorse primarie e l'impatto ambientale. È possibile operare un parallelismo tra il concetto di architettura resiliente e quello di architettura responsiva in quanto in entrambi i casi l'organismo edilizio assume la capacità di mediare e reagire in maniera dinamica agli input esterni, fungendo da interfaccia tra due sistemi complessi: quello spazio-funzionale interno e quello ambientale esterno, influenzato da fattori climatici ed ambientali (Turrin, 2014). Affinché tale relazione risulti resiliente è possibile sfruttare le potenzialità di alcune innovazioni tecnologiche come dispositivi responsivi cinetici o basati sull'utilizzo di materiali innovativi. Se i benefici derivati dal loro utilizzo rappresentano un dato di fatto, altrettanto evidenti sono le criticità quali l'elevato costo e la difficoltà di applicazione a scale progettuali differenti. Al fine di ottimizzare il processo pro-

gettuale di edifici responsivi, negli ultimi anni sono stati messi a punto sistemi di informazione dei processi progettuali *performance-based PB*, (Kolarevic e Malkawi, 2005) finalizzati alla messa a punto di metodologie operative innovative sulla base delle quali la generazione formale viene informata dalle *performance* che diventano input progettuale piuttosto che mero parametro quantitativo di verifica (Fig.1). La responsività visivamente dinamica, ottenuta mediante la riconfigurazione morfologica dei sistemi diventa statica attraverso l'informazione dei processi progettuali. All'interno di questo scenario la computazione digitale e gli strumenti parametrici svolgono un ruolo fondamentale in virtù della loro capacità di concentrare in un unico *workflow*: generazione formale, simulazione di fenomeni e ottimizzazione delle prestazioni. La metodologia operativa prevede la definizione di un meta-design (Kolarevic, 2015) attraverso il quale definire i limiti del *form searching* e al contempo di stimolare il processo creativo. A riguardo, risulta necessario avviare una riflessione sulla metodologia progettuale e sul relativo apparato strumentale, *toolkit*, da impiegare nella progettazione di architetture resilienti in grado di semplificare il processo progettuale e facilitare l'analisi dei risultati per agevolare il processo decisionale. Lavorare sul concetto di resilienza, intesa come capacità intrinseca dei luoghi e degli edifici di ripristinare le condizioni di equilibrio del sistema, permette di trasformare sistemi *low performance - high carbon* in sistemi *high performance - low carbon* e creare vere e proprie *living communities* (Coyle, 2011) che agiscono e interagiscono come organismi naturali, in grado di operare da agenti concilianti piuttosto che di compromesso tra due forze contrapposte di attivazione e restrizione.

## Computational workflow for resilient architectures

**Abstract.** The paper shows the results of an applied research aimed at developing an operative methodology and its corresponding computational workflow for the design of resilient architectures able to responsively react to the variation of the environmental conditions. The proposed methodology consists in a form-searching process built-up by a series of consequential and interrelated phases aimed at reducing the energy needs of the building and improving indoor and outdoor comfort conditions. The analysis of the processes, above defining the limits and potentials of the chosen design approach, opens the debate on parametric tools that allow to systematically explore the space of design possibilities.

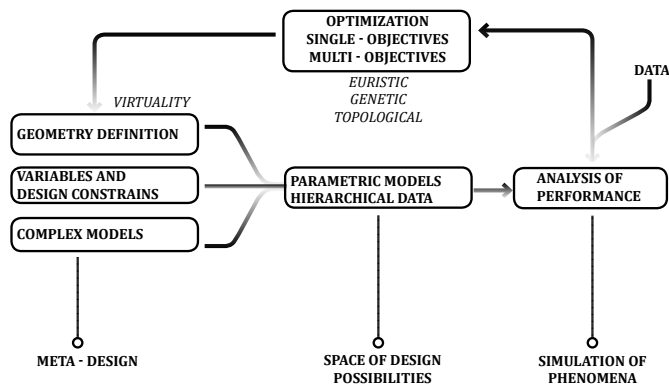
**Keywords:** resilient architectures, performance – based design, digital form – finding, computational workflow, energy efficiency.

## Resilient architectures and informative processes

The concept of resilience relating to architecture identifies its ability to absorb stresses to which it is exposed and to adapt to external changes of any kind in order to reduce the demand for primary resources and its subsequent environmental impact. It is possible to find a parallelism between the concept of resilient architecture and responsive architecture as in both cases the architectural organism assumes the ability to mediate and react dynamically to external inputs acting as an interface between two complex systems: the internal space and the external environmental one, influenced by climatic and environmental factors (Turrin, 2014). In order for this relationship to be resilient, it is possible to exploit the potential of some technological innovations such as kinetic devices or based

on the use of innovative materials. If the benefits deriving from their use are a fact, also critical issues such as the high cost and the difficulties of application at different design scale are obvious. In the last few years, information systems for performance-based (PB) design processes have been developed in order to optimize the design process of responsive buildings (Kolarevic & Malkawi, 2005) aimed at fine-tuning innovative operative methodologies based on which the formal generation process is informed by the performances that become design input rather than a mere quantitative parameter used to verify building performances (Fig. 1). The visually dynamic responsiveness, obtained through the morphological reconfiguration of the systems, becomes static through the information of the design processes. Within this scenario, digital computation and para-

Resilient architecture: computational workflow



### Strategia data-driven

L'utilizzo di dati nel processo progettuale rappresenta una delle maggiori opportunità offerta dalla computazione digitale e dalle tecnologie emergenti. La possibilità di accedere a una quantità pressoché illimitata di dati, la crescente capacità di processarli per estrarre informazioni utili alla risoluzione di determinate problematiche e l'economicità di questi processi, cambia inevitabilmente le modalità di progettazione. La loro influenza nel settore delle costruzioni ha favorito la definizione di un nuovo paradigma progettuale che prevede l'impiego di dati come combustibile per alimentare il processo creativo e incrementare la qualità delle scelte effettuate (Deutsch, 2015). Questa strategia può essere definita come *data-driven design* (Proving Ground, 2016) e la sua applicazione nella pratica architettonica-costruttiva è favorita dall'impiego di tecniche generative e parametriche di progettazione e in generale dall'ubiquità della computazione digitale. Con il termine *data-driven* si identifica un processo at-

metric tools play a fundamental role by virtue of their ability to concentrate in a single workflow the morphological generation processes, the simulation of phenomena and the optimization of the performance. The operative methodology foresees the definition of a meta-design (Kolarevic, 2015) through which to define the limits of the form searching and at the same time to stimulate the creative and explorative process. In this regard, it is necessary to start a reflection on the design methodology and the related instrumental apparatus, *toolkit*, to be used in the design of resilient architectures and capable of simplifying the design process and facilitating the analysis of results to facilitate decision making. Working on the topic of resilience, as the intrinsic capability of places and buildings to restore the equilibrium of the system, allow to transform low performance - high

carbon systems into high performance - low carbon systems (Coyle, 2011) that act and interact as natural organisms able to operate as conciliatory agents rather than as compromise agents between two opposing forces of activation and restriction.

#### Data-driven strategy

The use of data in the design process, represent one of the big opportunities offered by digital computation and emerging technologies. The possibility to access an almost unlimited quantity of data, the growing ability to process them to extract information useful for resolving certain issues and the cost-effectiveness of these processes inevitably change the way we design. Their influence in the construction sector has led to the definition of a new design paradigm that involves the use of data as fuel to feed the creative process and

traverso il quale dati qualitativi e quantitativi vengono utilizzati come parametri guida al fine di prendere decisioni progettuali informate. Il riferimento alla curva di *MacLeamy* è evidente quanto appropriato: l'informazione del processo progettuale nella fase preliminare permette di massimizzare l'impatto delle scelte effettuate in termini prestazionali e diminuire i costi relativi alla loro applicazione. L'applicazione della strategia sopra descritta nella *early-stage* della progettazione di architetture PB ha portato allo sviluppo di numerose ricerche (Raji et al., 2017) perlopiù focalizzate all'esplorazione della relazione che intercorre tra forma e performance energetiche, in relazione alle differenti zone climatiche di applicazione. L'analisi dello stato dell'arte evidenzia come la valutazione delle performance sia perlopiù legata alla variazione di un singolo *benchmark* relativo alla geometria dell'edificio. I risultati ottenuti hanno dimostrato come la variazione di un singolo parametro non può essere significativo per valutare le performance energetiche di sistemi complessi quali gli edifici.

### Adaptive Building & Skin, AB&S

La ricerca presentata in questo articolo e denominata *Adaptive Building & Skin* (AB&S), si inserisce nel campo del *data-driven strategy* con l'intento di sviluppare una metodologia operativa innovativa, supportata da un *workflow* computazionale, per la progettazione di architetture resilienti. Elemento innovativo della ricerca è la messa a punto di un *toolkit* che è in grado di gestire, in aree climatiche differenti, le diverse scale del progetto: urbana, edilizia e di dettaglio, sulla base di un processo di *digital form finding* strutturato in tre fasi consequenziali in cui gli output della fase precedente costituiscono gli

increase the quality of the choices made (Deutsch, 2015). This strategy can be defined as data-driven design (Proving Ground, 2016) and its application in the architectural practice is favoured by use of generative and parametric design techniques and in general by the ubiquity of digital computing. In summary, the term data-driven identifies a process through which qualitative and quantitative data are used as driving parameters in order to make informed design decisions. The Reference to *MacLeamy's* curve is evident as appropriate: the information of the design process in its early stage allows to maximize the impact of design choices in terms of performance and to decrease the costs related to their application. The application of the strategy described above at the early-stage of the design of PB architectures has led to the development of numerous researches

(Raji et al., 2017) mainly focused on the exploration of the relationship between form and energy performance, in relation to different climate zones of application. The analysis of the state of the art shows how the performance evaluation is mostly linked to the variation of a single benchmark related to the geometry of the building, the compactness; the obtained results showed how the variation of a single parameter cannot be significant to evaluate the energy performances of complex systems such as buildings.

#### Adaptive Building & Skin, AB&S

The proposed research, called *Adaptive Building & Skin* (AB&S), is part of the data-driven strategy with the aim of developing an innovative operative methodology, supported by a computational workflow, for the design of resilient architectures. The innovative element



input per la fase successiva. I *toolkit* attualmente a supporto dei progettisti nella concezione di edifici PB possono essere ricondotti a tre categorie: software di verifica rapida, CFD e programmi per la valutazione del comfort outdoor. I programmi della prima categoria, spesso sviluppati in ambito accademico (e.g. *CasaNova*, *ArchiSUN*), non supportano geometrie complesse e forniscono come output solo i dati relativi al consumo energetico. Quelli appartenenti alla seconda categoria (e.g. *Energy Plus*, *Trynsis*) forniscono output anche sul livello di comfort indoor, gestiscono geometrie complesse, ma per il loro utilizzo sono necessarie competenze specifiche differenti da quelle del progettista e sono estremamente costosi. I software della terza categoria, seppur vantaggiosi dal punto di vista economico, forniscono solo informazioni sul comfort outdoor. In riferimento alla panoramica sugli strumenti disponibili, AB&S risulta innovativo in quanto si propone di quantificare già nelle prime fasi del processo progettuale il fabbisogno energetico e il livello di comfort indoor e outdoor in relazione alla variazione morfologica.

AB&S non vuole sostituirsi al progettista nella definizione formale e costruttiva dell'edificio, ma intende costituire un supporto alla progettazione, individuando non un'unica possibile soluzione, ma un range di soluzioni, calcolando per ognuna di queste le conseguenze in termini di consumo energetico per riscaldamento e raffrescamento e livello di comfort indoor e outdoor. È il progettista a scegliere tra le possibili soluzioni quella che intende perseguire e inserire come input nella fase successiva.

Nello specifico, gli obiettivi di AB&S possono essere così riassunti:

- semplificare il processo di generazione formale attraverso la creazione mediante un software di *visual scripting* di un *tool*

is a toolkit that can handle the different scales of the design project (urban, building and detail scale) in different climate zones, based on a *digital form finding* process and structured in three consecutive phases in which the output of the previous phase is the input for the next phase. The toolkits currently supporting designers in the design of PB buildings can be divided into three categories: rapid verification software, CFDs and programs for the evaluation of outdoor comfort. The programs of the first category, often developed in the academic field (e.g. *CasaNova*, *ArchiSUN*) do not support complex geometries and supply as output only the data related to the energy demand. Those belonging to the second category (e.g. *Energy Plus*, *Trynsis*) also provide output on the level of indoor comfort, manage complex geometries, but for their use specific skills are needed, dif-

ferent from those of the designer and are extremely expensive. The third category software, although advantageous from the economic point of view, only provide information on outdoor comfort. With reference to the overview of the available tools, AB&S aims to innovate the design process by integrating in the early-stage the assessment of the energy needs and the level of indoor and outdoor comfort in relation to the morphological variation. AB&S does not want to replace the designer in the spatial and constructive definition of the building, but intends to support the design, not identifying a single possible solution, but rather a range of solutions; calculating for each of them the consequences in terms of energy consumption for heating, cooling and the corresponding level of indoor and outdoor comfort. It is the designer who chooses from the range of possible so-

lutions the one he intends to pursue and insert as input in the next phase. Specifically, the AB&S objectives can be summarized as follows:

- to simplify the generative process through the proposition of an intuitive tool<sup>1</sup> that allows to explore the space of design possibilities with the integration of environmental and energetic simulations in the same workflow;
- to unite in a single workflow the main stakeholders involved in the design process in order to define objectives, generate alternatives and perform analyses, evaluate options and make decisions;
- to simplify the decision-making phase of design processes based on qualitative and quantitative parameters (benchmarks);
- to limit the consumption of primary resources, the environmental impact

### Workflow computazionale per architetture resilienti

La metodologia proposta prevede il conseguimento di una serie di obiettivi intermedi che concorrono al raggiungimento di una soluzione progettuale ottimizzata i cui *benchmark* sono la riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio [kWh/m<sup>2</sup>a]; il miglioramento delle condizioni di comfort indoor (PMV, *Predict Mean Vote* [-]) e outdoor (UTCI, *Universal Thermal Climate Index* [°C]) in relazione alle differenti aree climatiche in cui il progetto è collocato. In riferimento alle molteplici e consolidate linee di ricerca sulle tematiche dell'architettura resiliente, il *workflow* proposto presenta il suo aspetto innovativo nell'approccio multi-scalare e multisettoriale come "intelligente integrazione tra tecnologia e natura" (7Group et al., 2011). L'approccio integrativo al progetto permette di lavorare sulle potenzialità dell'intero sistema partendo dalla consapevolezza che ottimizzare indipendentemente le singole fasi del processo progettuale tende a peggiorare le prestazioni del sistema

and consequently reduce the vulnerability of the built environment.

### Computational workflow for resilient architectures

The proposed methodology foresees to obtain a series of intermediate objectives that contribute to the achievement of an optimized design solution that presents as benchmark parameters the reduction of energy consumption of the building [kWh/m<sup>2</sup>a] and the improvement of indoor comfort conditions (PMV, *Predict Mean Vote* [-]) as well as outdoor (UTCI, *Universal Thermal Climate Index* [°C]) in relation to the different climate zones in which the project is located. Referring to the many and consolidated research paths on the issues of resilient architecture, the proposed workflow presents its innovative aspect in the multi-scalar and multi-sector approach as "intelligent

nel suo complesso. L'utilizzo di AB&S facilita la collaborazione tra esperti di differenti settori e facilita l'integrazione del know-how a disposizione in relazione alle varie tematiche. Nello specifico, la metodologia operativa proposta è alla base di un processo sistematico, collaborativo e iterativo che prevede i seguenti step:

- formulazione della gamma di alternative progettuali da esplorare da parte del team di progettazione;
- generazione delle alternative, dove viene definita la struttura gerarchica dei dati attraverso sistemi parametrici per produrre cataloghi digitali di soluzioni progettuali;
- analisi delle performance in relazione ai parametri performativi scelti come *benchmarks*;
- visualizzazione dei dati e facilitazione del processo decisionale.

Il *workflow* computazionale è organizzato secondo le seguenti scale del progetto (Fig. 2):

Micro-urbana – Partendo dalle richieste della committenza come la funzione e la superficie interna lorda dell'edificio (input) il *toolkit* genera un catalogo digitale di soluzioni progettuali di cui definisce volume ed orientamento dell'edificio rispetto ai punti cardinali (output) che garantiscono un fattore di forma (S/V), in grado di ottimizzare i consumi energetici per il luogo specifico di progetto. Definito il volume e l'orientamento, si definisce la sua collocazione nel lotto (output) ottimizzando sia il fabbisogno energetico per il riscaldamento e il raffrescamento che il livello di comfort outdoor (UTCI).

Edificio – Sulla base della morfologia dell'edificio e la sua collocazione nel sito (input), definiti nella fase precedente, viene ottimizzato il rapporto tra superficie opaca e trasparente (output) nelle quattro facciate al fine di minimizzare il consumo energetico per il riscaldamento, il raffrescamento e l'illuminazione.

integration between technology and nature" (7Group et al., 2011). The integrative approach to the design process allows to work on the potentials of the entire system starting from the awareness that optimizing every single phase of the project tends to worsen the performance of the system as a whole. To build-up and explore a series of design opportunities, the design team needs an intuitive toolkit through which it facilitates the collaboration between different professions and integrate the know-how at disposal on the different topics. Specifically, the proposed operating methodology forms the basis for a systematic, collaborative and iterative process that includes the following steps:

- formulation of the range of design alternatives to be explored by the design team;
- generation of alternatives, where the hierarchical structure of data is de-

defined through parametric systems to produce digital catalogues of design solutions;

- analysis of performance in relation to the parameters chosen as benchmarks;
- data visualization and decision-making facilitation.

The computational workflow is organized according to the following project scales (Fig. 2):

Micro-Urban scale – Starting from the requests of stakeholders, as the functional programme and the gross indoor surface area of the building (input), the toolkit generates a digital catalogue of design solutions of which it defines the volume and the orientation of the building in relation to the cardinal points (output) which provide a form factor,  $S / V$ , able to optimize energy consumption for the specific project site. Defined the volume and the ori-

Involucro – Nell'ultimo step viene progettato l'involucro partendo dal rapporto tra superficie opaca e trasparente (input) determinato in precedenza. Le performance delle differenti soluzioni di involucro sono verificate su una test-room virtuale dotata di cinque superfici adiabatiche<sup>2</sup> e una con l'involucro da valutare. Le differenti soluzioni sono generate diversificando la morfologia della superficie i materiali della parete opaca e di quella trasparente. Nell'ottimizzazione dell'involucro, basata sulle decisioni dei progettisti e sui vincoli economici della committenza, i *benchmarks* utilizzati sono il fabbisogno energetico per il riscaldamento e il raffrescamento e livello di comfort indoor (PMV). Gli aspetti teorici e metodologici precedentemente elencati sono stati traslati in un *workflow* computazionale utilizzando il programma di modellazione 3D, *Rhinoceros*®, e un *plug-in open source*, *Grasshopper*® Gh<sup>3</sup>, che hanno permesso di semplificare il processo di generazione formale e di analisi delle performance rendendolo accessibile anche agli utenti non esperti o comunque non in possesso di conoscenze specifiche di computazione digitale. Parte dello stesso *workflow* è l'analisi energetico-ambientale condotta attraverso l'*add-on* di Gh *Honeybee*, come interfaccia grafica del software *OpenStudio*®, per la costruzione delle zone climatiche, e *Energy Plus*® come motore di calcolo. Un ulteriore *add-on*, *Ladybug*<sup>4</sup>, viene utilizzato per importare il file climatico relativo al sito nel quale il progetto è collocato scegliendo il file climatico in formato *EPW* in diretta connessione con il sito dell'Organizzazione Mondiale Meteorologica. Infine, per la costruzione delle stratigrafie sia opache che trasparenti è stata utilizzata l'integrazione con i software *Window*® e *Therm*® sviluppati dal Laboratorio LBNL di Berkeley. L'impiego di questi *tools* non fa altro che semplificare e rendere intuitivo il processo di simulazione e analisi

entation, the next phase will define the position on the building site (output) optimizing both the energetic consumption for heating and cooling and the level of outdoor comfort (UTCI).

Building scale – On the basis of the morphology of the building and its location on the site (input) as defined in the previous phase, the ratio between opaque and transparent surface (output) in the four façades is optimized in order to minimize the energy consumption for heating and cooling and lighting.

Skin scale – In the last step the envelope is designed starting from the relationship between the opaque and transparent surface (input) as determined previously. The performances of the different skin solutions are verified in a virtual test-room equipped with five adiabatic surfaces<sup>2</sup> and one with the envelope to be evaluated. The different

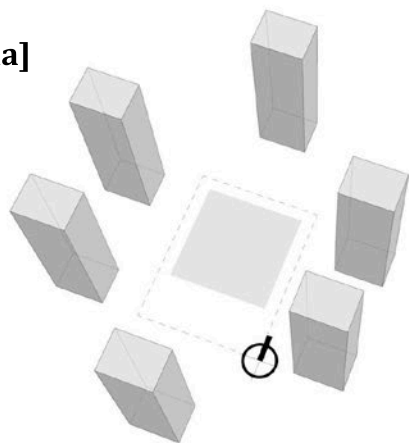
solutions are generated by diversifying the morphology of the surface, the materials of the opaque and transparent walls. In the optimization of the envelope, based on the decisions of the designers and the economic constraints of the client, the benchmarks used are the energy demand for heating and cooling and the level of indoor comfort (PMV). The theoretical and methodological aspects previously mentioned were translated into a computational workflow using the 3D modelling program *Rhinoceros*®, and an open source plug-in, *Grasshopper*® Gh<sup>3</sup>, which allow to simplify the process of formal generation and the analysis of performance, making it accessible also to non-expert users or in any case not in possession of specific knowledge of digital computation. Part of the same workflow is the energy-environmental analysis conducted through the add-on of Gh

### [1 / Micro-urbana]

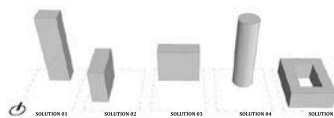
Urban site  
 Climatic area

Design requirements

Surface (m<sup>2</sup>)  
 Public space (m<sup>2</sup>)  
 Programm



Building orientation  
 Building dimension (x, y, z)  
 S/V ratio  
 Urban green %

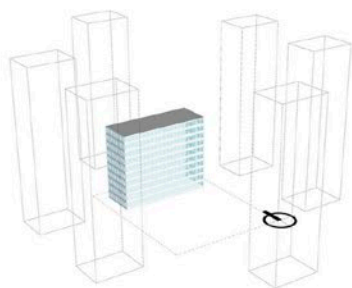


Energy for cooling and heating kwh/m<sup>2</sup> a  
 UTCI outdoor comfort

(DESIGN DATA)

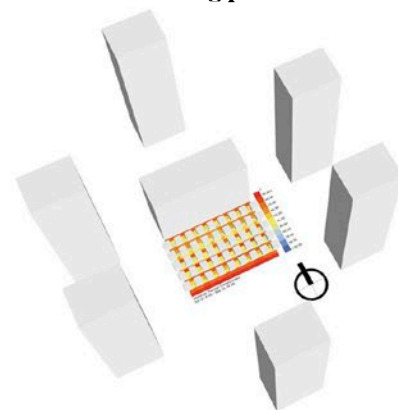
(INPUT)

(OUTPUT)



Energy for cooling and heating kwh/m<sup>2</sup> a

Glazing Ratio GR  
 Windows to Walls ratio

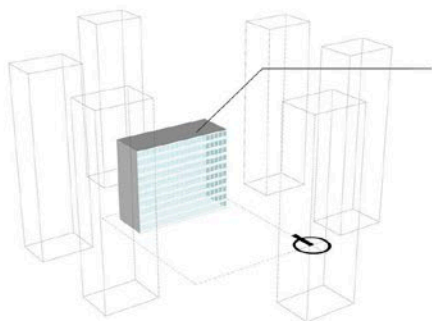


Building morphologies  
 Building position on site

(OUTPUT)

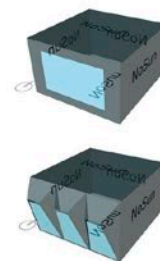
(INPUT)

[2 / Building]



DESIGN OUTPUT 05

Glazing types  
 Materials  
 Opaque wall



Energy for cooling and heating kwh/m<sup>2</sup> a  
 PMV  
 PPD

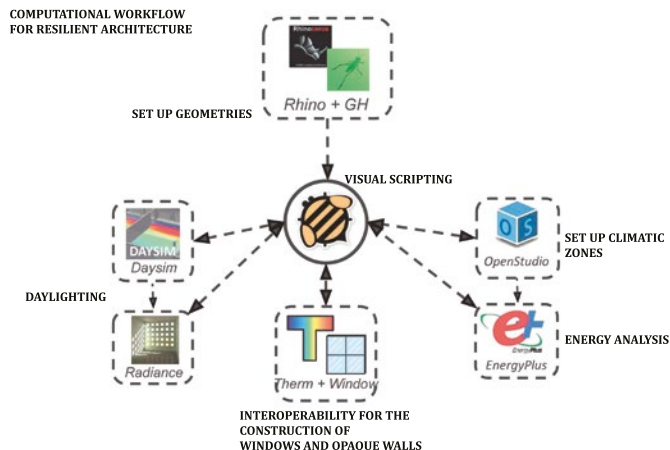
Glazing Ratio GR  
 Windows to Walls ratio

[3 / Building Skin]

(INPUT)

(OUTPUT)

Cluster for the simplification of the generative process at the variation of the data utilized as input in synergy with the different stakeholders involved in the design process, designed by Angelo Figliola



delle performance creando una relazione di *feedback loop* tra generazione formale e parametri quantitativi derivati dal calcolo.

**AB&S 2.0: output sperimentale**

Berlino<sup>5</sup> si è deciso di ottimizzare e verificare ulteriormente il *workflow* in una zona climatica differente ed in particolare ad Abu Dhabi, area climatica desertica o semi-desertica. In questa seconda sperimentazione il *workflow* si arricchisce di un *tool* semplificato, in grado di agevolare il processo di generazione formale al variare dei dati utilizzati come input in sinergia tra i differenti attori coinvolti nel processo progettuale. Il *cluster* è costituito da un semplice modello parametrico che crea alternative a partire da input progettuali grazie al quale le informazioni vengono strutturate per generare le diverse ipotesi progettuali e successivamente condurre le analisi energetico-ambientali.

Micro-urbana – A partire da dati prestabiliti come le dimensioni del sito, la superficie utile lorda che si intende realizzare e i dati climatici di Abu Dhabi, viene utilizzato il *cluster* per generare diverse ipotesi progettuali (morfologia dell'edificio) (Fig. 3).

Honeybee, as a graphical interface of the software OpenStudio ©, for the construction of climate zones, and Energy Plus © as a computational engine. A further add-on, Ladybug<sup>4</sup>, is used to import the climate file related to the site where the project is located by choosing the climate file in EPW format in direct connection with the World Meteorological Organization website. Finally, the integration of the software Window© and Therm ©, developed by the Berkeley LBNL Laboratory, was used for the construction of both opaque and transparent stratigraphy of the building skin. The use of these tools does nothing more than simplify and make intuitive the process of simulation and analysis of performance by creating a feedback loop relationship between formal generation and quantitative parameters derived from the calculation.

**AB&S 2.0: experimental output**  
Following an AB&S experimentation in the project of an office building located in Berlin<sup>5</sup> it was decided to further optimize and verify the workflow in a different climatic zone and in particular in Abu Dhabi, a desert or semi-desert climate area. In this second experimentation, the workflow is enriched with a simplified tool, able to facilitate the formal generation process as the used data is used as input in synergy between the different actors involved in the design process. The cluster consists of a simple parametric model that creates alternatives starting from design inputs, thanks to which the information is structured to generate the different design hypotheses and subsequently to conduct the energy-environmental analyses.  
Micro-urban scale – Starting from pre-established data such as site dimen-

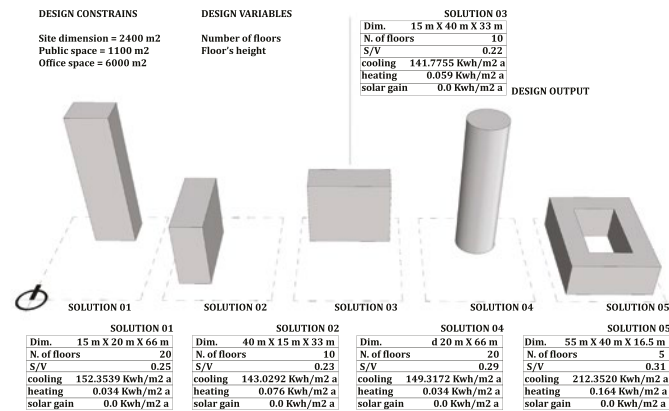
Il modello parametrico è stato strutturato in modo che possano essere generati solo volumi riconducibili ad edifici realizzabili e fornendo ai progettisti la possibilità di variare in maniera intuitiva le coordinate geometriche (x, y, z, raggio e diametro). La morfologia viene definita da parametri come l'altezza e il numero dei piani, il volume e la superficie esterna. Tali parametri, definiti al fine di determinare un fattore di forma S/V ottimale per la zona climatica scelta, possono essere in parte fissati dal progettista o lasciati generare direttamente dal *tool*. In questa prima fase sono state analizzate cinque ipotesi progettuali tenendo in considerazione i parametri sopra elencati e valutando i consumi energetici su base annuale espressi in kWh/m<sup>2</sup>a. Il rapporto S/V rappresenta un parametro da monitorare in relazione ai consumi energetici. La forma che garantisce i consumi minori, dati i vincoli progettuali, è un parallelepipedo 40 x 15 x 33 m (10 piani di 3,3 m) e rapporto S/V di 0,22 (Fig. 4). La morfologia, output della prima fase, è propedeutica ad affrontare il problema alla scala urbana tenendo in considerazione le prescrizioni relative alla dimensione del lotto pari a 60 x 40 m e lo spazio aperto di pertinenza di circa 1000 m<sup>2</sup>. Grazie all'intuitività del *cluster*, la manipolazione delle coordinate geometriche permette di varia-

sions, the gross useful area to be built and the climatic data of Abu Dhabi, the cluster is used to generate different design hypotheses (building morphology) (Fig. 3). The parametric model has been structured providing designers the ability to vary in an intuitive manner the geometric coordinates (x, y, z, radius and diameter) in the way that only buildable volumes can be generated. The morphology is defined by parameters such as the height and number of floors, the volume and the external surface. These parameters, defined in order to determine an optimal S/V shape factor for the chosen climate zone, can be partly set by the designer or allowed to be generated directly by the tool. In this first phase five design hypotheses were analyzed taking into consideration the parameters listed above and evaluating the energy consumption on an annual basis expressed

in kWh/m<sup>2</sup>a. In relation to the climatic of Abu Dhabi the S/V ratio does not represent an important parameter but rather a data to be monitored in relation to energy consumption. The morphology which ensures lower consumption, given the design constraints, is a parallelepiped 40 x 15 x 33 m (10 floors of 3.3 m) and S/V ratio of 0.22 (Fig. 4). The morphology, output of the first phase, is preparatory to face the problem at the urban scale taking into account the requirements for the size of the building site equal to 60 x 40 m and the open space of about 1000 m<sup>2</sup>. Thanks to the intuitive nature of the cluster, the manipulation of geometric coordinates makes it possible to diversify the location of the building with respect to the four cardinal points and to evaluate its energy consumption. A new evaluation parameter is introduced at this stage: the different loca-

04 | Soluzioni progettuali individuate nella fase I, micro-urbana, della metodologia operativa e valutazione dei benchmarks di progetto (cooling, heating e solar gain), disegno di Angelo Figliola

Design solutions selected in the phase I of the design process related to the micro-urban scale and evaluation of the design's benchmarks (cooling, heating and solar gain), designed by Angelo Figliola



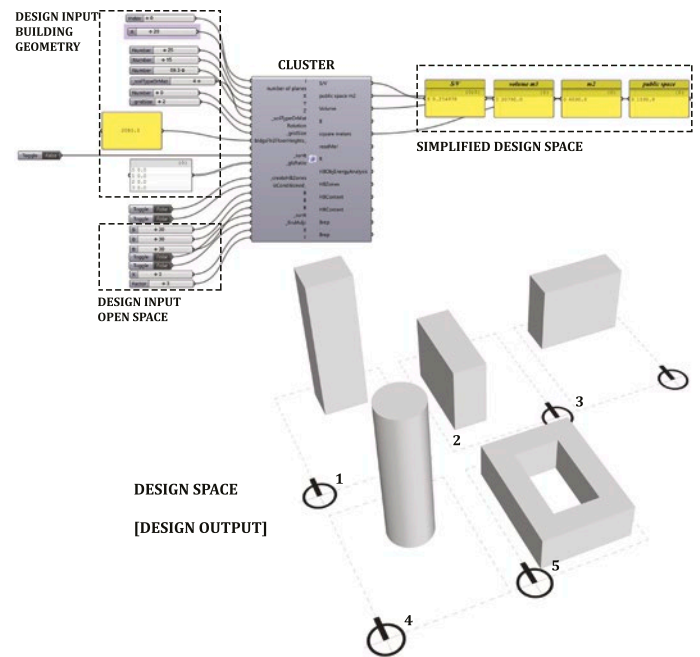
re la collocazione dell'edificio rispetto ai quattro punti cardinali e valutarne i consumi energetici. Un ulteriore parametro valutativo introdotto in questa fase è il livello di comfort outdoor (UTCI). Le diverse collocazioni dell'edificio sul sito sono valutate anche considerando la possibilità di aggiungere della vegetazione per mitigare lo stress climatico derivato dalle alte temperature. L'UTCI è stato calcolato considerando la stagione estiva, giugno-settembre, dato che la variazione delle temperature è minima nel corso dell'intero anno. La combinazione dei due parametri valutativi ha permesso di selezionare la soluzione ottimale: l'edificio è collocato nella porzione nord del sito con le facciate principali esposte in direzione nord-sud (Fig. 5). La presenza della vegetazione permette di mitigare lo stress termico negli spazi esterni seppure le condizioni di comfort non sono garantite. Edificio – Una volta definita la morfologia dell'edificio e identificata la migliore collocazione sul sito di progetto, attraverso il cluster

tions of the building on the site are also evaluated according to the levels of outdoor comfort considering the possibility of adding vegetation to mitigate the climatic stress deriving from high temperatures. The UTCI has been calculated considering the summer season, June-September, since the variation in temperatures is minimal throughout the year. The combination of the two evaluation parameters made it possible to select the optimal solution: the building is located in the north portion of the site with the main façades facing north-south (Fig. 5). The presence of vegetation makes it possible to mitigate the thermal stress in outdoor spaces even if the comfort conditions are not guaranteed. Building scale - Once the morphology of the building has been defined and the best location on the project site is identified, through the cluster it is possible

to vary the ratio between opaque and transparent surface, glazing ratio, GR. In this phase, five different design solutions were analysed, varying the GR percentages of the four façades. The solution chosen as output shows a percentage of glass surface equal to 40% for the north wall and 50% for the south wall while the surfaces exposed to the east and the west are completely opaque (Fig. 6). The choice made by informing the computational process has validated the indications of the relevant literature (Hausladen et al 2011). Skin scale - Starting from the GR determined in the previous phase, the study of the envelope is carried out on a test-room the size of a typical office (4.5 x 4.5 x 3.3 m), with five adiabatic surfaces and the surface-test facing south. The analysis was carried out by varying the materials of the opaque and transparent parts as well as the morphological

05 | Valutazione dell'indice UTCI, Universal Thermal Climate Index [°C], nella stagione estiva, giugno-settembre, variando la posizione dell'edificio sul sito di progetto e progettando lo spazio verde, disegno di Angelo Figliola

Evaluation of UTCI index, Universal Thermal Climate Index [°C], in summer season, June-September, related to the variation of the building position on project site and with the design of public green space, designed by Angelo Figliola

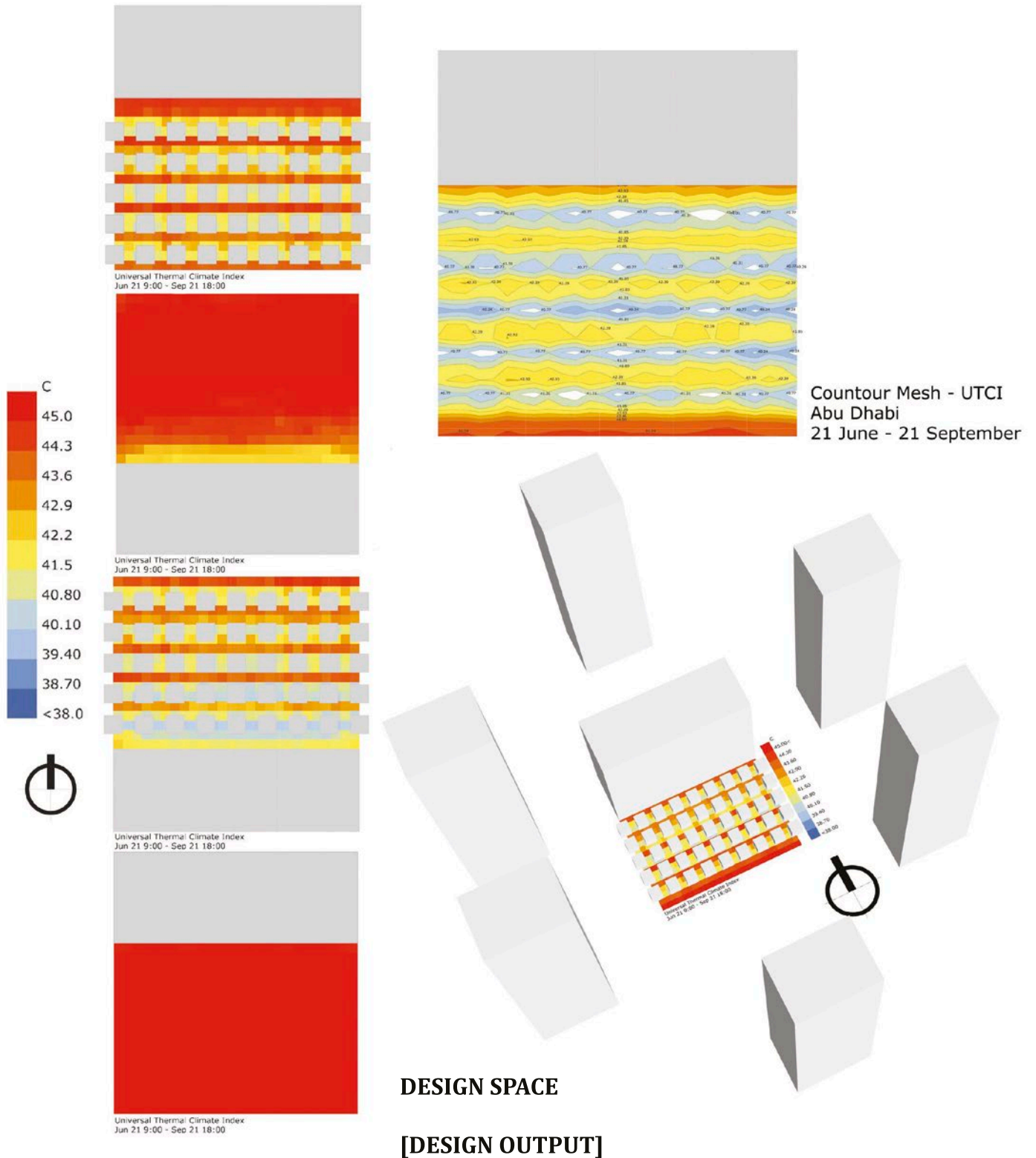


ster è possibile variare il rapporto tra superficie opaca e trasparente, *glazing ratio*, GR. In questa fase sono state analizzate cinque differenti soluzioni progettuali variando le percentuali di GR delle quattro facciate. La soluzione scelta come output presenta una percentuale di superficie vetrata pari al 40% per la parete nord e del 50% per quella sud mentre completamente opache le superfici esposte a est e ovest (Fig. 6). La scelta operata mediante l'informazione del processo computazionale ha convalidato le indicazioni della letteratura in merito (Hausladen et al. 2011).

configuration. Starting from data available in the literature, the stratigraphy of the opaque wall has been changed taking into account the maximum value of the acceptable thermal transmittance for this climatic zone, 0.42 W/mK (Al-Shaalan et al., 2014), while for the transparent surface has been considered and tested three different types of glass, mono-layer, low-e and reflective. With regard to the morphological configuration has been considered a flat surface with GR equal to 50% with three different combinations about the opaque part and transparent materials in order to assess the annual energy consumption and the indoor comfort level. The results obtained have been used as a benchmark compared to the variation of the morphological configuration. An irregular diamond surface was tested to which the same materials were applied. From the experimental

tion conducted it is possible to notice that only thanks to the morphology is obtained an energy saving on an annual basis and an improvement of indoor comfort (Fig. 7). Following a series of simulations, a configuration with PCM, Phase Change Material, and reflecting glass of the SunGuard Solar Silver 20 type with transmittance of 1 W/m<sup>2</sup>K, a light transmission of 17% and a solar factor of 15% was selected. The annual energy consumption, due to cooling, is 131.72 kWh/m<sup>2</sup>a with a PMV between 0.0 and 0.5 for 70% of the year (Fig. 8), extremely positive values compared to the standard of tower office buildings in Abu Dhabi. **Conclusions** The conducted experimental application allowed us to test and validate the proposed methodology in the light of the introduced innovations. From



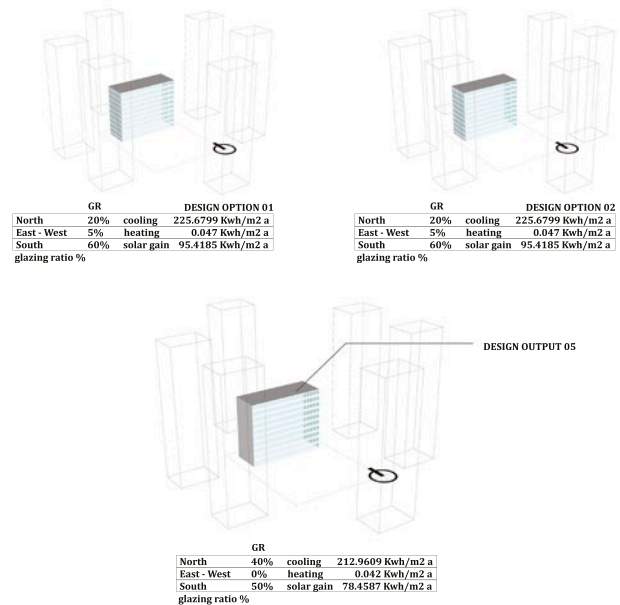


Comparison of different design possibilities for the building skin configuration and energetic performances evaluation as well as the indoor comfort parameters, designed by Angelo Figliola

Involucro – Partendo dal GR determinato nella fase precedente, lo studio dell'involucro è effettuato su una *test-room* delle dimensioni di un ufficio tipo (4,5 x 4,5 x 3,3 m), con cinque superfici adiabatiche e la superficie-test esposta a sud. L'analisi è stata condotta variando i materiali della parte opaca e di quella trasparente oltre che la configurazione morfologica. Partendo da dati reperibili in letteratura la stratigrafia della parte opaca è variata tenendo in considerazione il valore massimo della trasmittanza termica accettabile per questa zona climatica, 0,42 W/mK (Al-Shaalan et al., 2014), mentre per la parte trasparente sono state considerate tre diverse tipologie di vetro, mono strato, *low-e* e riflettente. Per quanto riguarda la configurazione morfologica è stata considerata una superficie piana con GR pari a 50% con tre diverse combinazioni in merito a materiali della parte opaca e trasparente al fine di valutare i consumi energetici annuali e il livello di comfort indoor. I risultati ottenuti sono stati utilizzati come *benchmark* rispetto al variare della configurazione morfologica. Inoltre è stata testata una superficie diamantata irregolare alla quale sono stati applicati gli stessi materiali. Dalla sperimentazione condotta è possibile notare come solo grazie alla morfologia si ottiene un risparmio energetico su base annuale e un miglioramento del comfort indoor (Fig. 7). A seguito di una serie di simulazioni è stata selezionata una configurazione con PCM, *Phase Changing Materials*, e vetro riflettente di tipo *SunGuard Solar Silver 20* con trasmittanza pari a 1 W/m<sup>2</sup>K, una trasmissione luminosa del 17% e un fattore solare del 15%. Il consumo energetico annuale, dovuto al raffrescamento, è di 131. 72 kWh/m<sup>2</sup>a con un PMV compreso tra 0.0 e 0.5 per il 70% dell'anno (Fig. 8), valori estremamente positivi rispetto allo standard degli edifici per uffici a torre ad Abu Dhabi.

a comparison with the other design methods for PB architectures it is possible to identify three innovative aspects: the first concerns the extension of the variable benchmark parameters, no longer related to the single form factor, and the multi-scalar approach; the evaluation of indoor and outdoor comfort parameters at the same time as the energy needs; the use of an open-source toolkit and a simple and intuitive cluster to guide the form searching process. The various phases analytically described above have shown that it is possible to transfer the design complexity of the digital space, derived from the processes of PB optimization, in the construction of resilient architectural organisms aimed at reducing the need for primary resources as well as ensuring the satisfaction of indoor and outdoor comfort conditions by introducing benchmarks such as UTCI and

PMV parameters. The development of the case study has shown that a simple and efficient toolkit allows managing the entire design process, from the urban to the skin scale, even to users with non-specialist knowledge or to small-medium design offices while ensuring a high degree of customization of design solutions and a significant reduction in terms of time and investment on the necessary know-how. To operate within this scenario, the use of heuristic optimization algorithms it is essential to ensure that performance does not become merely numerical parameters but a source of formal exploration and process information. The performance parameters, used as input to the design process, can be optimized in relation to a space of design possibilities defined by the designer himself by defining a meta-project described within the cluster. Resilience, as the ability to mediate



## Conclusioni

L'applicazione sperimentale condotta ha permesso di testare e validare la metodologia operativa proposta alla luce delle innovazioni introdotte. Da un confronto con gli altri metodi progettuali è possibile individuare tre aspetti innovativi: 1) l'estensione dei parametri variabili di *benchmark* con un approccio multi-scalare; 2) la valutazione dei parametri di comfort indoor e outdoor contestualmente al fabbisogno energetico; 3) l'impiego di un toolkit open-source e di un *cluster* semplice e intuitivo per guidare il processo di *form searching*. Le varie fasi descritte analiticamente hanno evidenziato come sia possibile trasferire la complessità progettuale dello spazio digitale, derivata dai processi di ottimizzazione PB, nella costruzione di organismi architettonici resilienti finalizzati a ridurre il fabbisogno di risorse primarie oltre che a garantire il soddisfacimento delle condizioni di comfort indoor e outdoor, introducendo *benchmarks* quali i pa-

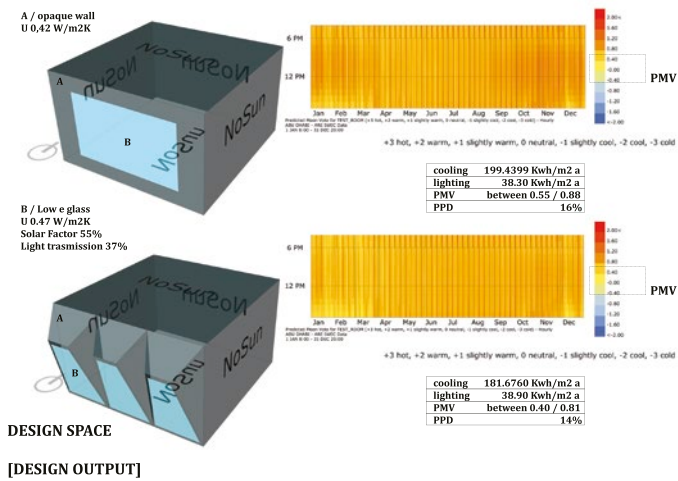
between internal and external complex systems, is thus expressed through a specific morphological configuration informed by geometric parameters, functional characteristics and building site through the construction of the meta-project. The next phase of the research will concern the further simplification of the cluster, the increase in the range of variable input parameters, the continuation of the tests in different climatic zones and real buildings and the development of an evaluation process that integrates the outdoor and indoor comfort parameters more closely, with energy consumption on an annual basis.

## NOTES

1. Programming language based on graphical manipulation of program elements rather than on specific textual input.

2. Insulated surfaces that do not exchange energy and matter with the external environment.
3. Rutten, D., Grasshopper, version 0.9.0072 (McNeel, 2014), <http://www.grasshopper.com/>.
4. Roudsari, M.S., LadyBug and Honeybee, <http://www.ladybug.tools/>.
5. The research was presented at Advanced Building Skin 2017 conference in Bern.

Optimized solution: design configuration with PCM material, Phase Change Material, and reflective glass, SunGuard Solar Silver 20, designed by Angelo Figliola



NOTE

1. Linguaggio di programmazione basato sulla manipolazione grafica degli elementi del programma piuttosto che attraverso specifiche testuali.
2. Superfici isolate che non scambiano energia e materia con l'ambiente esterno.
3. Rutten, D., Grasshopper, version 0.9.0072 (McNeel, 2014), available at: <http://www.grasshopper.com/>.
4. Roudsari, M.S., LadyBug e Honeybee, available at: <http://www.ladybug.tools/>.
5. La ricerca è stata presentata al convegno *Advanced Building Skin*, Berna 2017.

REFERENCES

Al-Shaalan, A. M., Ahmed, W. and Alohal, A. (2014), "Design Guidelines for Buildings in Saudi Arabia Considering Energy Conservation Requirements", *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 548-549, pp. 1601-1606.

Coyle, S. (2011), *Sustainable and Resilient Communities: A Comprehensive Action Plan for Towns, Cities, and Regions*, Wiley, Hoboken, NJ, USA.

Deutsch, R. (2015), *Data-driven design and construction: 25 strategies for capturing, analyzing and applying building data*, Wiley, Hoboken.

Hausladen, G., Liedl, P. and De Saldanha, M. (2011), *Building to Suit the Climate: A Handbook*, Birkhauser Architecture, Basel, CH.

Kolarevic, B. and Malkawi, A. (2005), *Performative architecture: beyond instrumentality*, Spon Press, New York, USA.

Kolarevic, B. (2015), "From Mass Customisation to Design 'Democratisation'", *AD Architectural Design*, No. 238, pp. 48-54.

Proving Ground (2015), *Using data in your design process*, available at: <http://provingground.io/2015/08/27/using-data-in-your-design-process/> (accessed 27 August 2016).

Raji, B., Tenpierik, M., Van den Dobbelsteen, A. (2017), "Early-Stage Design Considerations for the Energy-Efficiency of High-Rise Office Buildings", *Sustainability*, Vol. 9 No. 4, pp. 2-28.

7Groups, Reed, B. and Fedrizzi, R. (2011), *The Integrative Design Guide to Green Building: Redefining the Practice of Sustainability*, Wiley, Chicester, UK.

Turrin, M. (2014), *Performance Assessment Strategies. A computational framework for conceptual design of large roofs*, Delft University of Technology, Faculty of Architecture and The Built Environment, Architectural Engineering + Technology Department, Delft, NL.

Paola Gallo, Rosa Romano,

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Firenze, Italia

paola.gallo@unifi.it

rosa.romano@unifi.it

**Abstract.** L'articolo presenta l'esperienza di ricerca progettuale per la riqualificazione della favela Serrinha di Florianópolis, condotta nell'ambito di un accordo di collaborazione internazionale tra l'Università degli Studi di Firenze e l'Universidade Federal de Santa Catarina in Brasile. L'obiettivo di questo lavoro è quello di evidenziare come sia possibile avviare un processo virtuoso di rigenerazione della città informale finalizzato all'incremento della resilienza e alla riduzione dell'impatto ambientale delle soluzioni adottate, con particolare attenzione alla sostenibilità sociale ed economica degli interventi proposti e basato sulla definizione di soluzioni tecnologiche per una riqualificazione sostenibile, promuovendo il coinvolgimento degli abitanti e degli attori locali.

**Parole chiave:** progettazione sostenibile, resilienza, città informale, sostenibilità ambientale.

## Introduzione

Per la prima volta nella storia, oltre la metà della popolazione mondiale vive in insediamenti urbani ad alta densità abitativa. Questo fenomeno ha determinato una crescita delle metropoli contemporanee a ritmi elevati e riguarda una popolazione povera con evidenti svantaggi di natura economica, sociale e culturale, che si adatta a vivere in insediamenti costituiti da abitazioni precarie senza infrastrutture di supporto. Si tratta di abitati informali, quasi sempre illegali e fuori dal controllo delle istituzioni, che talora possono diventare scenari paradigmatici di *resilience thinking*, nei quali è possibile avviare indagini ed esperienze progettuali finalizzate ad ottimizzare la relazione che si stabilisce tra l'ambiente costruito e l'esigenza di adattamento/trasformazione dello stesso, in ragione degli impatti e dei cambiamenti ambientali e antropici che intervengono a modificarne i livelli di prestazione e la complessiva efficienza. Nonostante la precarietà e temporaneità di questi brani di città informale, la cui gemmazione sembra avvenire secondo leggi casuali, è, infatti, quasi sempre possibile trovare una regola di crescita improntata su proces-

Rethinking the edge: the built environment and resilience in the informal city

**Abstract.** The article presents a design research experience concerning the requalification of the Serrinha favela in Florianópolis, conducted as part of an international collaboration agreement between Florence University and Universidade Federal de Santa Catarina in Brazil. The aim of this work is to highlight how a process involving the virtuous regeneration of the informal city can be launched, aimed at increasing resilience and reducing the environmental impact of the solutions chosen, with particular attention to the social and economic sustainability of the actions proposed and based on the definition of technological solutions for sustainable requalification, promoting the involvement of inhabitants and local players.

**Keywords:** sustainable design, resilience, informal city, environmental sustainability.

si sociali di sviluppo urbano che devono essere regolati e affrontati secondo nuove dinamiche progettuali, capaci di individuare le potenzialità di co-evoluzione dell'ambiente costruito e dell'utenza e basate su strategie, adattive e di mitigazione, ispirate dai principi della sostenibilità ambientale.

Spesso, infatti, i modelli secondo cui si attuano i processi di pianificazione di tali insediamenti generano criticità legate alla carenza di linee di indirizzo tecnico-operative in grado di supportare l'elaborazione di scenari attendibili. Ciò determina l'esigenza di affrontare il problema secondo un nuovo atteggiamento finalizzato ad agire preventivamente nei confronti delle cause che provocano il rischio incrementando la qualità degli insediamenti nel rapporto con il territorio. Elevare il livello qualitativo significa superare la condizione di precarietà, normalmente associata al concetto di provvisorio, e recuperare un livello di vivibilità più prossimo a quello ordinario, anche se in un regime transitorio. (Bologna, 2016)

Un caso rappresentativo di città informale soggetta a processi di formalizzazione sostenibile e resiliente è quello delle *Favelas* Brasiliane, nelle quali vivono oggi oltre 11 milioni di persone, in 3,2 milioni di abitazioni precarie e irregolari, poste sotto ogni genere di rischio.

Nonostante ciò, negli ultimi decenni le lotte popolari e la riflessione etica e giuridica hanno portato anche il Brasile a riconoscere esplicitamente il diritto alla città (legge 10.257 del 2001), inteso come:

- diritto a città sostenibili, al risanamento ambientale, alle infrastrutture urbane, ai trasporti e ai servizi pubblici, al lavoro e al tempo libero per le generazioni presenti e future;
- gestione democratica dei programmi di sviluppo urbano, con la partecipazione della popolazione e delle associazioni,

## Introduction

For the first time in history, over half of the world's population lives in urban settlements with high population density. This phenomenon has led to the rapid growth of contemporary metropolises and for the most part affects poor populations with clear economic, social and cultural disadvantages, which adapt to living in settlements made up of substandard housing with no supporting infrastructure. These are informal settlements that are almost always illegal and beyond the control of institutions. They can sometimes become paradigmatic scenarios of resilience thinking in which studies and design experiences can be initiated with the aim of optimizing the distinctive relationship established between the built environment and the need to adapt/transform it, based on the environmental and anthropic impacts and

changes that inevitably alter its performance levels and overall efficiency. Despite the precarious and temporary nature of these segments of the informal city, the reproduction of which seems to occur under casual laws, it is in fact almost always possible to find a growth rule shaped by social urban development processes that must be regulated and addressed according to new design dynamics capable of identifying the co-evolution potential of the built environment and of users and based on adaptation and mitigation strategies inspired by environmental sustainability principles.

Often, in fact, the models underlying the implementation of regional and planning processes for these settlements generate critical issues linked to the lack of technical and operating guidelines capable of supporting the development of reliable scenarios. This determines

- sviluppo di una riflessione critica sulle azioni da intraprendere per bonificare e trasformare in chiave sostenibile anche la città informale.

È questo il caso dei programmi *Morar Carioca*<sup>1</sup> e *Miha Casa Miha Vida*<sup>2</sup>, accomunati dall'obiettivo di proporre nuovi modelli di sviluppo sociale, urbano, economico ed ambientale capaci di trasformare le *favelas* da luoghi di margine e degrado, in polarità nelle quali sia possibile condurre uno stile di vita convenzionale (Bologna et al., 2016).

L'idea di «migliorare le favelas invece di sostituirle è diventata l'ambizioso obiettivo per interventi pubblici e privati» (Davis, 2006). Quest'obiettivo è stato adottato anche nell'ambito dell'attività di ricerca descritta in queste pagine; attività che ha portato un gruppo multidisciplinare ed internazionale di studenti, ricercatori e docenti, a riflettere su nuovi modelli di trasformazione dell'informalità, partendo dall'analisi partecipata della realtà della *favela Serrinha* di Florianópolis, con la speranza di dimostrare come sia possibile valorizzare gli archetipi culturali della città informale per realizzare contesti urbani resilienti e sostenibili dal punto di vista ambientale e sociale.

### Ambiente costruito e città informale

Il tema del rapporto tra disegno della città (e del territorio) e definizione (e contenimento) dei

marginari urbani, organizzazione del sistema insediativo rurale e delle sue interazioni con l'urbano, ha attraversato le riflessioni di *planners* e ricercatori nel corso della storia dell'urbanistica e della pianificazione, introducendo categorie e criteri orientati a combinare almeno tre aspetti: misura, qualità ed equilibrio tra le risorse (sostenibilità) (Perrone, 2011).

the need to address the problem with a new approach aimed at taking preventive action against the causes that lead to the risk, increasing the quality of the settlements in relation to the territory. Raising the qualitative level means overcoming the condition of uncertainty, normally associated with the concept of temporary, and recovering a level of liability closer to the norm, even under a transitional regime (Bologna, 2016). A representative case of an informal city subject to sustainable and resilient formalization processes is that of the Brazilian favelas, in which over 11 million people live today in 3.2 million precarious and illegal homes subject to all kinds of risk.

In spite of this, in recent decades people's struggles, along with ethical and juridical considerations, have led even Brazil to explicitly recognize the right to the city (Law 10,257 of 2001), «un-

derstood as the right to a sustainable city, environmental clean-up, urban infrastructures, public transport and services, work and free time for present and future generations; as the democratic management of urban development programmes, with the participation of the population and associations», leading to the development of a critical consideration of the actions to be taken to reclaim and transform even the informal city from a sustainable perspective. This is the case of the *Morar Carioca*<sup>1</sup> and *Miha Casa Miha Vida*<sup>2</sup> programmes, which have a shared objective of proposing new social development, urban, economic and environmental models capable of transforming the favelas from places on the edge marked by degradation into polarities where it is possible to lead a conventional lifestyle. (Bologna et al., 2016)

Un'affermazione questa che sottende il concetto che, «per far fronte al problema della sovrappopolazione con una strategia di pianificazione a misura di territorio» (Perrone, 2011), non si può ragionare senza considerare un sistema più specifico, ossia quello della popolazione e del contesto ambientale, studiandone relazioni e interazioni, con l'esigenza di conciliare crescita economica ed equa distribuzione delle risorse in un nuovo modello di sviluppo sostenibile.

Tale approccio metodologico deve essere adottato anche e soprattutto nello studio e nella progettazione dei contesti urbani informali, che coesistono congiuntamente ai contesti formali nella dicotomia spaziale e sociale della città contemporanea.

La città informale assume così «un ruolo innovativo, anche e soprattutto nelle dinamiche legate alla pianificazione dei nuovi tessuti urbani a scala globale» (Friedman, 2009).

Il riferimento in tal senso è il concetto di informalità che, secondo la definizione di UN Habitat, garantisce la presenza di servizi urbani (quali abitazioni, occupazione e infrastrutture) seppur al di fuori dei quadri normativi statali, degli interventi pubblici e dei sistemi fiscali. (UN Habitat, 2009)

Nasce così un nuovo concetto di città informale che è al contempo effimera, sostenibile e resiliente, caratterizzata da una vivacità sociale che trova espressione nel ricorso a modelli costruttivi a basso impatto ambientale basati sull'utilizzo di materiali e componenti riciclati e riciclabili (plastica, legno, elementi metallici e tessuti) spesso recuperati dalle discariche della città formale. (Mehrotta, Vera, Mayoral, 2009)

La città informale diventa paradossalmente il luogo nel quale sperimentare la creazione di soluzioni tecnologiche, economiche e tacitamente sostenibili, che potranno essere replicate ed appli-

The idea of «improving the favelas instead of replacing them has become the ambitious goal for public and private works» (Davis, 2006). This goal was also adopted as part of the research described in these pages. The research led a multidisciplinary and international group of students, researchers and professors to consider new models of transforming the informality, starting with an analysis that involved the *Serrinha* favela of Florianópolis, in the hope of demonstrating how it is possible to enhance the cultural archetypes of the informal city to create resilient and sustainable urban contexts from an environmental and social perspective.

### The built environment and the informal city

The topic of the relationship between the design of the city (and of the territory) and the definition (and contain-

ment) of the urban boundaries, the organization of the rural context and its interactions with the urban environment, has been considered by planners and researchers throughout the course of the history of urban design and planning, introducing categories and criteria inclined to combined at least three aspects: quantity, quality and balance between the (sustainable) resources. (Perrone, 2011)

This assertion underlies the concept that, to address the overpopulation problem with a planning strategy fit for the territory (Perrone, 2011), you cannot reason without considering a more specific system, that of the population and environmental context, studying their relationships and interactions, with the need to conciliate economic growth and the equal distribution of resources in a new sustainable development model.



cate anche nell'ambiente costruito caratterizzante la città formale. Non è un caso che la città informale invada sempre di più il territorio urbano, organizzandosi come un insediamento autonomo, auto-progettato e auto-costruito.

La sostenibilità di questi contesti al margine si esplicita, inoltre, nella capacità degli abitanti informali di utilizzare ed aggregare materiali poveri ed a basso impatto ambientale in processi di auto-costruzione che portano alla realizzazione di opere architettoniche elementari capaci di adattarsi, resistendo o modificandosi, alle sollecitazioni ambientali esterne per raggiungere e mantenere un livello accettabile di funzionamento, nell'ottica del concetto stesso di resilienza.

Una questione fondamentale in questo dibattito è, infine, la necessità di definire la città informale come luogo vissuto dai suoi abitanti, misurando potenzialità e criticità legate al suo tessuto ed alla capacità di garantire mezzi di sussistenza basilari, oltre che il benessere di ogni suo cittadino (Aravena e Iacobelli, 2012). In tal senso la città informale si trasforma da città virtuale, fatta di mappe e statistiche, in città materiale, in cui le persone sono chiamate a vivere ogni giorno.

È da questa riflessione che parte il lavoro di ricerca e sperimentazione descritto nei prossimi paragrafi e focalizzato sulla progettazione sostenibile della città informale con una particolare attenzione alla definizione di soluzioni tecnologiche resilienti capaci di incrementare le potenzialità sociali ed ambientali di questi delicati contesti urbani in continua evoluzione.

This methodological approach must be adopted even and above all in the study and design of informal urban contexts, which co-exist alongside formal contexts in the spatial and social dichotomy of the contemporary city.

The informal city thereby assumes an innovative role, even and above all in the dynamics linked to the planning of new urban fabrics on a global scale (Friedman, 2009).

An apt reference is the concept of informality which, according to the definition of UN Habitat (UN Habitat, 2009), guarantees the presence of urban services (such as housing, employment and infrastructures) albeit outside state regulatory frameworks, public projects and tax systems.

Thus, a new concept of the informal city emerges, which is at the same time ephemeral, sustainable and resilient, characterized by social vitality

expressed in the use of construction models with low environmental impact based on the use of recycled and recyclable materials and components (plastic, wood, metal elements and fabric) often recovered from the landfills of the formal city. (Mehrotra, Vera, Mayoral, 2009)

The informal city paradoxically becomes a place in which to test the creation of technological, economical and tacitly sustainable solutions that can also be replicated and applied to the built environment characterizing the formal city.

It is no coincidence that the informal city increasingly encroaches on the urban territory, setting itself up as an independent settlement, self-designed and self-built.

The sustainability of these marginal contexts is also explicit in the capacity of the informal inhabitants to use and

## **Il seminario Abitabilità in aree di rischio. Riqualficazione sostenibile in area urbana**

Il seminario Abitabilità in Aree a Rischio, organizzato presso il corso di Laurea in Architettura dell'Università degli Studi di Firenze<sup>3</sup>, presenta l'esperienza di ricerca progettuale per la riqualficazione della *favela Serrinha* di Florianópolis, operata nella cornice di un accordo di collaborazione internazionale con l'*Universidade Federal de Santa Catarina* in Brasile<sup>4</sup>. Il seminario ha affrontato il tema della città informale, ovvero il fenomeno di nascita e crescita di insediamenti caratterizzati da abitazioni precarie, carenza di infrastrutture e difficili condizioni di vita, con lo scopo non di riprogettare il quartiere, ma di inserire infrastrutture e servizi che, legandosi e integrandosi all'interno della comunità, potessero innescare dinamiche sociali caratterizzate dal miglioramento della qualità della vita dei suoi abitanti.

La *Serrinha* (Figg. 1-2) è un'area urbana a carattere prevalentemente residenziale, sviluppatasi a partire dagli anni '60 nel versante est del Morro da Cruz nella città di Florianópolis composta da un insediamento formale e da uno informale con un tessuto urbano senza soluzione di continuità.

A partire dalla lettura delle trasformazioni urbane di questo settore della città, il seminario si è mosso attraverso una profonda analisi urbana, utile a contestualizzarne la comparsa nel 1960 e la successiva espansione. La *favela Serrinha* si è evoluta quale centro strategico delle dispute sul diritto alla casa ed attualmente ospita un grande numero di famiglie povere attratte dalle crescenti opportunità occupazionali della vicina realtà urbana, oltre che dalla sua accessibilità e vicinanza ai servizi pubblici.

Un'opportunità questa per gli studenti che hanno partecipato al

amass poor materials with low environmental impact in self-build processes which lead to the creation of basic architecture capable of adapting, resisting or changing the external environmental stresses to reach and maintain an acceptable level of operation, from the very perspective of resilience. A fundamental issue in this debate is, finally, the need to define the informal city as a place experienced by its inhabitants, measuring the potential and critical issues linked to its fabric and to the capacity to guarantee the basic means to live, in addition to the well-being of all its citizens (Aravena and Iacobelli, 2012). In this sense the informal city transforms from a virtual city, made up of maps and statistics, into a material city in which people are invited to live each day.

This reflection forms the starting point for the research and testing described

in the following paragraphs, focused on the sustainable design of the informal city with particular attention to the definition of resilient technological solutions capable of increasing the social and environmental potential of these delicate urban contexts undergoing constant development.

### **Habitability in risk areas seminar. Sustainable requalification in an urban area**

The Habitability in risk areas seminar, organized as part of Florence University's Architecture Degree<sup>3</sup>, presents the design research experience concerning the requalification of the *Serrinha* favela in Florianópolis, conducted under an international collaboration agreement with Universidade Federal de Santa Catarina in Brazil<sup>4</sup>. The seminar addressed the topic of the informal city, that is the phenomenon of the es-



tablishment and growth of settlements characterized by precarious housing, a lack of infrastructure and difficult living conditions, with the purpose not of redesigning the quarter but of introducing infrastructures and services which, by creating links and integrating into the community, could trigger social dynamics leading to an improved quality of life for its inhabitants.

Serrinha (Fig. 1, Fig. 2) is a predominantly residential urban area developed from the '60s on the east side of the Morro da Cruz hill in the city of Florianópolis, made up of a formal settlement and an informal one with a seamlessly integrated urban fabric.

Starting with an examination of the intense urban transformations that occurred in this sector of the city, the seminar provided an in-depth urban analysis which was useful to contextualize its emergence in 1960 and subse-

quent expansion. The Serrinha favela has developed as a strategic centre of disputes over the right to housing and currently hosts a large number of poor families attracted by the growing employment opportunities of the nearby urban context, in addition to its accessibility and proximity to public services.

This represented an opportunity for students who attended the seminar to come into contact with an informal, chaotic and complex city characterized by a self-organization system which, despite the presence of social situations involving danger, the young architects learned to love and appreciate during the months they spent carrying out in-the-field research. In fact, the spontaneous environment the students' inquiring minds were presented with was recognized as rich in functional and complex solutions; a place full of

identity, to be observed and analysed in search of its identity, social and architectural characteristics. In this context, the built space does in fact represent an extremely important element; it is more than just a roof over one's head, it speaks of social dignity and beauty, and is something that, through specific stylistic and aesthetic connotations, is capable of encouraging dialogue and participation.

The seminar used this spirit of collaboration between the place and the community, and the constructed environment and the territory to be preserved, as a launch pad. The work initiated was characterized from the very first weeks by a spirit of participation and cooperation which enabled the students to interact positively with the inhabitants of the favelas, identifying new design dynamics based on additive and mitigation strategies, inspired

by environmental sustainability rules (Fig. 3-4-5).

### **Rethinking the edges: a Master Plan for a resilient community**

The design seminar was initially held for one and half months in the Serrinha favela in Florianópolis and was continued in the following months at Florence University. The main guidelines of the design, identified by the professors of reference, covered the topic of "participation" understood as a democratic planning and programming tool capable of supporting the development of the informal city, learning how to work "with" and not for "someone." The main aim was to redefine the limit between the formal and the informal city, rethinking the space from an environmental sustainability perspective and reinterpreting it in order to transform it into a marginal physical





identity where «the boundary is not that at which something ends, but, as the Greeks recognized, the boundary is that from which something begins its essence» (Heidegger, 1976). The research experience conducted during the seminar, which concluded with a discussion of eight master's degree theses produced at the DIDA

department of Florence University, concerned the multi-scalar breakdown of the concept of limit understood as: a physical limit, capable of slowing unsustainable expansion; a social limit, aimed at ensuring permeability between the informal city and the formal city; an economic limit, to incentivize exchanges and promote a local micro-

economy; and a cultural limit, to reinforce the identity of the community. Principles that led students to the resilient design of the common Master Plan (Fig. 6) developed in the early months of the seminar and based on the concepts of:  
– the redefinition of the boundaries of the favela through the creation of a network of infrastructures and

equipped public spaces capable of counteracting the phenomenon of the illegal occupation of common spaces. The idea was to transform these no man's lands into liveable areas for gathering and attraction points for the development of spontaneous activities linked to social life and the local micro-economy.



seminario, per entrare in contatto con una città informale, caotica, complessa, caratterizzata da un sistema di auto-organizzazione, che nonostante la presenza di situazioni sociali di pericolo, hanno imparato ad apprezzare ed amare nei mesi di ricerca sul campo. Infatti l'ambiente spontaneo che si è presentato agli occhi attenti dei ragazzi è stato riconosciuto come ricco di soluzioni funzionali e complesse; un luogo pieno di identità, da osservare alla scoperta dei suoi caratteri sociali ed architettonici. Lo spazio costruito rappresenta in questo contesto un elemento di estrema importanza; è qualcosa di più di un tetto sulla testa, qualcosa che parla di dignità sociale e di bellezza, e che, attraverso precisi connotati stilistici ed estetici, è in grado di favorire il dialogo e la partecipazione.

Con questo spirito di collaborazione tra luogo e collettività, realtà costruita e territorio da preservare, il seminario ha mosso i primi passi. Il lavoro è stato caratterizzato dallo spirito di partecipazione e cooperazione che ha permesso agli studenti di interagire positivamente con gli abitanti della *favela*, individuando nuove dinamiche progettuali, basate su strategie adattive e di mitigazione, ispirate dalle regole della sostenibilità ambientale (Figg. 3-4-5).

**Ripensare i margini: un Master Plan per una comunità resiliente**

Il seminario progettuale svolto inizialmente nella *favela* e proseguito poi nella sede di Firenze, ha individuato come indirizzo principale della progettazione il tema della "partecipazione", inteso come strumento di pianificazione e programmazione democratica capace di supportare lo sviluppo della città informale imparando al lavorare "con" e non "per chi". L'obiettivo principa-

Il seminario progettuale svolto inizialmente nella *favela* e proseguito poi nella sede di Firenze, ha individuato come indirizzo principale della progettazione il tema della "partecipazione", inteso come strumento di pianificazione e programmazione democratica capace di supportare lo sviluppo della città informale imparando al lavorare "con" e non "per chi". L'obiettivo principa-

ramic viewpoints overlooking the sea and the surrounding landscape;

- A sustainable approach in which technical knowledge plays a role, recognizing a further need for sustainable action through an approach knowledgeable about construction and its repercussions on the world around it; all this in a time frame that considers the development of the present and future as mutually dependent. The quality of the urban space, therefore accepting the objective of the essential condition of eliminating the environmental impact of human actions. Design that aims to provide citizens with a good quality of life, considering the importance of the community as a place for living and interacting with the world.
- Innovation and participation in the cognitive process, based on repeat-

le era quello di ridefinire il limite tra città formale e città informale, ripensando lo spazio nell'ottica della sostenibilità ambientale e della resilienza, reinterpretandolo così da trasformarlo in un'identità fisica di margine che non è il punto in cui una cosa finisce ma, come sapevano i greci, «ciò a partire da cui una cosa inizia la sua essenza» (Heidegger, 1976).

L'esperienza di ricerca condotta durante il seminario, concluso con la discussione di 8 tesi di laurea magistrale, ha riguardato la declinazione multiscalare del concetto di limite come: limite fisico, capace di frenare l'espansione insostenibile; limite sociale con l'obiettivo di garantire la permeabilità tra città informale e città formale; limite economico per incentivare gli scambi e promuovere una microeconomia locale; limite culturale al fine di rafforzare l'identità della comunità.

I principi che hanno guidato la progettazione resiliente del Master Plan (Fig. 6) sono stati basati sui concetti di:

- ridefinizione dei margini della *favela*, con la creazione di una rete di infrastrutture e spazi pubblici attrezzati, capaci di contrastare il fenomeno di occupazione abusiva degli spazi comuni. L'idea è stata quella di trasformare queste no *man's land* in luoghi di aggregazione vivibili ed in attrattori per lo sviluppo di attività spontanee legate alla vita sociale ed alla microeconomia locale;
- permeabilità tra città formale e informale, lavorando sulle aree di interconnessione tra la *Serrinha* e il tessuto urbano circostante, progettando interventi per rafforzare il rapporto di scambi e connessioni fisiche e sociali ed incrementare il trasferimento culturale;
- potenziamento dell'economia locale, con il rilancio di percorsi turistici sicuri all'interno della *favela*, creando attraversamenti

- Permeability between the formal city and the informal city, working on interconnected areas between Serrinha and the surrounding urban fabric, designing works to strengthen the weak relationship of exchanges and physical and social connections and to increase cultural transfer.
- The strengthening of the local economy, with the relaunch of safe tours for tourists within the favela creating pedestrian walkways in direct continuity with the city centre, already known at tourism level. The projects therefore aimed to create urban episodes that would promote local economic growth, even through the definition of spaces set aside for zero-kilometre cultivation or direct sales, without overlooking the recreational and leisure aspect with the design of museum spaces marked by the presence of pano-



04 | Incontro con alcuni degli abitanti della Serrinha finalizzati all'individuazione delle strategie progettuali da adottare per la redazione del progetto di riqualificazione.

*Meeting with some of the residents of the Serrinha favela aimed at identifying the design strategies to be adopted in order to draw up the requalification project.*

05 | Alcuni degli studenti coinvolti in visita alla scuola elementare della Serrinha

*Some of the students visiting the Serrinha elementary school*

04 |



05 |



able models and sustainable and resilient technologies which directly involve the community through participatory self-build processes with the aim of turning the marginal or interstitial spaces into spontaneous points of attraction capable of dynamically resisting the functional requirements of the user and external climatic stresses.

The Master Plan then led to the drafting of the following design guidelines (Fig. 7):

- accessibility: proposing the creation of new stretches of road to provide connections between Serrinha and the main road network of the formal city. New roads that define the two boundaries of the community: the first which would facilitate vehicle, pedestrian and bicycle access to a part of the residential area which is difficult to cross, and the second to

create a direct connection with the university area in the formal city.

- Slow mobility: with the requalification of the existing road and the creation of new cycle and pedestrian paths, even in green areas, to offer the possibility of getting around using sustainable means; a territorial development idea which, through slow mobility, manages to enhance local resources, not only materials ones but also and above all cultural ones.
- Waste recycling: with the proposal to introduce, in a territory of high environmental interest, demonstration actions aimed at the prevention, treatment and enhancement of waste (urban, construction materials, etc.) "in loco" in order to create a solid and efficient economic and social network that represents the start of a sustainable management path for the informal urban space.

pedonali in continuità con il centro della città. I progetti sono stati quindi finalizzati alla creazione di episodi urbani che favorissero la crescita dell'economia locale, anche attraverso la definizione di spazi dedicati alla coltivazione a chilometro zero o alla vendita diretta, senza tralasciare l'aspetto ludico ricreativo con la progettazione di punti panoramici verso il mare ed il paesaggio circostante;

- approccio sostenibile, in cui il sapere tecnico trova espressione nei processi di costruzione "consapevole" e nelle ripercussioni che questi hanno sul mondo circostante. Qualità dello spazio urbano quindi che rispetta la condizione essenziale di azzerare l'impatto ambientale dell'azione umana, mirando alla qualità del vivere, considerando l'importanza della comunità come luogo dell'abitare.
- innovazione e partecipazione al processo conoscitivo, basate su modelli ripetibili e tecnologie sostenibili e resilienti che coinvolgono direttamente la comunità tramite processi partecipativi di autocostruzione, con l'obiettivo di rendere gli spazi marginali o interstiziali attrattori per lo sviluppo di attività spontanee e capaci di resistere in modo dinamico alle esigenze funzionali dell'utenza ed alle sollecitazioni climatiche esterne.

Il Master Plan ha poi condotto alla stesura dei seguenti indirizzi progettuali (Fig. 7):

- Accessibilità: proponendo la realizzazione di nuovi tratti stradali per rendere possibili i collegamenti della Serrinha con la viabilità principale della città formale. Nuove strade che definiscono i due margini della comunità: la prima che ne facilita l'accesso carrabile, pedonale e ciclabile ad una zona dell'abitato attualmente difficile da raggiungere, la seconda capace di creare un collegamento diretto con l'area universitaria nella città formale.

- Urban gardens: the use of urban agriculture to help transform the ground into a production and sustenance asset that would assist the development of the local economy, socialization and environmental education. The design of urban gardens for private use is also aimed at preventing the probable illegal reoccupation of land at risk of landslides; through the planting of suitable crops these gardens ensure excellent protection against erosion and soil slippage.

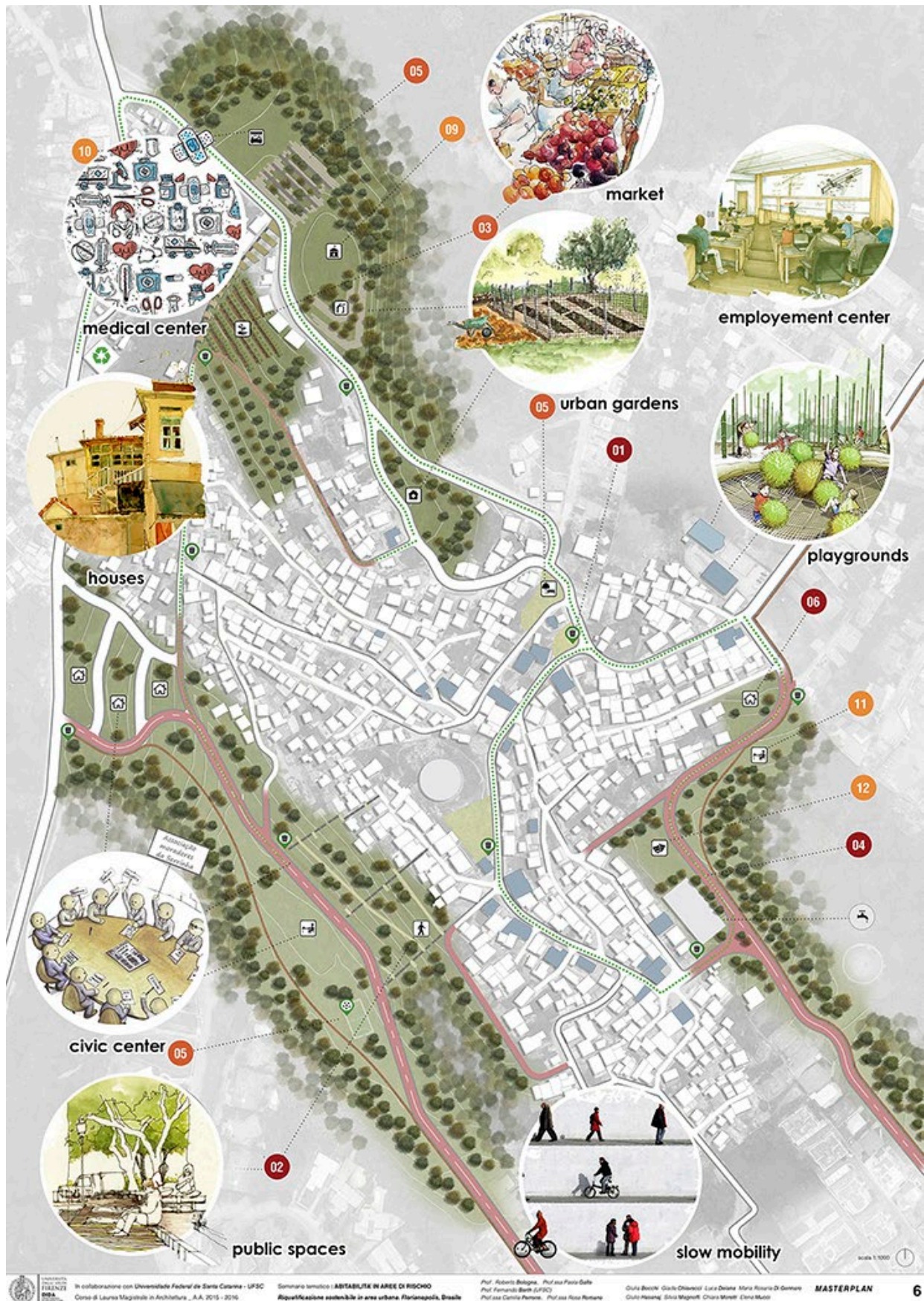
- Public spaces network: the configuration of the public spaces network, a real design of urban sequences, is capable of bringing out the supporting backbone of the Serrinha system. The master design plan proposes the reuse of degraded or unused areas found within the community in order to transform them into equipped

green areas or recreational and dynamic spaces.

- The residential system: with residential building works to be completed according to the guiding criteria of sustainability and resilience, to stimulate a process of improving the lives of the inhabitants, in compliance with the cultural and identity characteristics of the lifestyle in the community. A typology and technology for a settlement marked by integration into the community and in response to the expectations and aspirations of the inhabitants, such as expandability, affordability, privacy and safety, all proposing the active participation of the population through self-build processes.

The eight degree theses were then developed with an approach based on the distribution of services via the network as a multi-purpose system capable of inte-





In collaborazione con Università Federal de Santa Catarina - UFSC  
Corso di Laurea Magistrale in Architettura, A.A. 2015 - 2016

Seminario tematico **ABITABILITÀ IN AREE DI RISCHIO**  
Ripartizione sostenibile in area urbana, Florinapolis, Brasile

Prof. Roberto Bologna, Prof.ssa Paola Dalla  
Prof. Fernando Barbi (UFSC)  
Prof.ssa Carolina Perinetti, Prof.ssa Rita Romano

Giulia Benini, Giulia Ottaviani, Luca Deiana, Maria Ritauro Di Gemma  
Giulia Pissone, Silvio Magnoli, Chiara Morini, Elena Murolo

**MASTERPLAN**

6



## SERRINHA RESILIENTE

resiliente agg. dal lat. *resiliens* -entis -rimbalzare-  
Il termine resiliente indica la capacità di un individuo, di una comunità, una città di reagire, adattarsi e sopravvivere prescindendo da esperienze traumatiche. L'obiettivo da perseguire è la riorganizzazione della Serrinha finalizzata alla ricerca di un nuovo equilibrio sempre dinamico e mai statico. Tale equilibrio vuole essere raggiunto attraverso il progetto di una **rete di infrastruttura polivalente**: fisica, economica, sociale e culturale.

### STRATEGIE PROGETTUALI

Le strategie rappresentano le linee guida per ciascuna decisione progettuale: ogni intervento nasce come risposta a una o più tematiche emerse dall'analisi della Serrinha, con lo scopo di risolvere le problematiche e valorizzare le potenzialità, seguendo sempre il principio di RESILLENZA.

#### 1. RIDEFINIRE I MARGINI

I limiti fisici della favela sono in continuo cambiamento e condizionati da una rapida espansione informale. La comunità ferma la sua espansione rispettando un limite fisico quando tale confine offre un servizio pubblico a vantaggio della stessa. Una rete di infrastrutture e spazi pubblici attrezzati può rappresentare un limite rispetto alla continua occupazione abusiva dei vuoti e può inoltre rafforzare l'identità comunitaria.

#### 2. PERMEABILITÀ TRA CITTÀ FORMALE E INFORMALE

Progettare interventi per rafforzare il debole rapporto tra le comunità formale e sociale tra la Serrinha e il tessuto urbano circostante. La strategia di progetto prevede di lavorare sulle aree di interconnessione tra i due poli formal-informali, messe non tanto come limiti temporali, quanto come opportunità per l'interscambio culturale e disciplinare.

#### 3. POTENZIAMENTO DELL'ECONOMIA LOCALE

L'introduzione di nuove attività commerciali locali, sullo sviluppo dell'economia locale, il rafforzamento del tessuto urbano della comunità. La creazione di attività e beni comunitari lavorati inoltre uno scambio con l'economia esterna alla favela, generando nuove fonti di reddito e di impiego.

#### 4. APPROCCIO SOSTENIBILE

In architettura e nella pianificazione urbana la sostenibilità riguarda il modo di costruire, di abitare, di gestire e usare la città e il paesaggio. È la consapevolezza dell'impatto ambientale di ogni azione umana. La qualità dello spazio urbano che rispetta la natura, deve essere l'obiettivo della progettazione urbana e condizione essenziale per la sostenibilità. Una progettazione sostenibile mira alla qualità del vivere dei cittadini, considerando l'importanza della comunità come luogo dell'abitare, "luogo di relazione con il mondo".

#### 5. INNOVAZIONE E PARTECIPAZIONE AL PROCESSO COGNITIVO

La strategia progettuale si basa su modelli ripetibili e tecnologie sostenibili che coinvolgono in maniera diretta la comunità tramite processi partecipativi di auto-costruzione. La qualità della progettazione e della gestione dello spazio dell'abitare dipendono anche dalla volontà di rendere i cittadini partecipi delle scelte progettuali. L'obiettivo finale vuole essere quello di creare un processo partecipativo e strumenti utili affinché l'individuo riesca a costruire nella comunità in maniera autonoma e consapevole.

### INTERVENTI PROGETTUALI



#### 01 CICLO DEI RIFIUTI

Il progetto propone di introdurre in un territorio ad alto interesse ambientale, delle azioni dimostrative mirate alla prevenzione, trattamento e valorizzazione dei rifiuti in loco (raccolta differenziata). Lo scopo è creare una rete concettuale ed efficace che rappresenti l'arrivo di un percorso di gestione sostenibile dei rifiuti, in un'ottica di un ciclo di raccolta adeguato e un efficiente sistema di informazione e formazione ambientale per la comunità e può essere sostenuto dalla vicinanza del centro di riciclaggio presente nel Morro da Cruz.



#### 06 RICOLOCAMENTO CASE

Le zone della Serrinha ad alto rischio idrogeologico sono caratterizzate dalla presenza di molte abitazioni in condizioni precarie. Tali residenze vengono perciò rimosse dalla prefettura per motivi di sicurezza. L'idea progettuale è quindi la ricostruzione di abitazioni a chi non ha il denaro per acquistarle, in zone adatte. La strategia prevede tre operazioni di riqualificazione: la demolizione di progettazioni puntuali con moduli abitativi da inserire nel contesto urbano, proponendo inoltre la partecipazione attiva della popolazione attraverso processi di auto-costruzione.



#### 11 CENTRO FORMATIVO PROFESSIONALE

Il centro di formazione professionale si occupa di fornire requisiti base per un tipo di costruzione sostenibile, con materiali locali e tecniche costruttive che non permettono il ruolo della mobilità e il riciclo. La posizione del centro è emblematica, in quanto corrispondente all'area che da sempre è stata oggetto di conflitto di proprietà, ovvero quella del centro tra l'università UFSC e l'abitato della Serrinha. Tale centro diventerà così il mediatore ideale tra le due parti, dando a ciascuna un ruolo specifico e interessi comuni e attenuando così i conflitti presenti nell'area.



#### 02 SLOW MOBILITY

Vivere la città è un elemento fondamentale per chi vi abita. La realizzazione e l'installazione di percorsi pedonali e ciclabili, il trattamento e la valorizzazione dei rifiuti in loco (raccolta differenziata), il progetto prevede di connettere la parte sud della favela al centro dell'insediamento attraverso un sistema di rampe pubbliche, realizzando quindi un nuovo modo di circolazione pedonale in un'area caratterizzata da forte pendenza. Un'azione costruttiva viene realizzata nel periodo in prossimità degli orti urbani attraverso la realizzazione di un edificio scolastico. Tali interventi sono affiancati da una riqualificazione esistente e dalla creazione di percorsi occupazionali, anche nel verde, che offra alla comunità possibilità di muoversi in maniera più sostenibile.



#### 07 SCUOLA PER L'INFANZIA

L'istruzione è un diritto fondamentale per ogni bambino e per ogni comunità. L'architettura scolastica può stimolare l'aggregazione, fantasia e creatività, essendo strumento di promozione per il progresso sociale collettivo. L'educazione infantile è un tema che interessa da vicino gli abitanti della Serrinha, i quali desiderano fortemente la realizzazione di un edificio scolastico, in grado di accogliere parte dell'elevato numero di bambini della comunità. Il progetto prevede quindi un'infrastruttura con aule e scuola materna (da 0 a 6 anni), come previsto dall'istituzione brasiliana) che rappresenti uno spazio sicuro, di sviluppo, svago e socializzazione.



#### 12 CENTRO RICREATIVO

Si tratta di un approccio innovativo alla riqualificazione di aree inutilizzate nel centro della città e alla realizzazione di edifici pubblici in aree che non permettono il ruolo della mobilità e il riciclo. Lo scopo è raggiunto attraverso la realizzazione di un edificio temporaneo che ospita eventi di installazione e che può essere smontato e rimontato in altre parti del quartiere. L'idea di base è di fornire alla comunità un servizio attraverso i principi di auto-costruzione e sostenibilità.



#### 03 ORTI URBANI

La Serrinha presenta aree ad alto rischio idrogeologico. L'utilizzo dell'agricoltura urbana in tali zone aiuta a trasformare il suolo in un bene produttivo e di sostentamento. Utili allo sviluppo dell'economia locale, alle specializzazioni e all'educazione ambientale. L'area individuata per la creazione degli orti è caratterizzata da ridotte in grado di precarietà a causa della morfologia del terreno, e perciò saranno riutilizzate. Tale progettazione vuole imporre la produzione riciclabile di rifiuti e il ruolo del bene, attraverso l'alternanza di orti e piante di frutto. Il cui frutto sarà un'occasione produttiva contro l'erosione e lo sfruttamento del terreno.



#### 08 SANITÀ

L'idea di inserire un presidio sanitario nella comunità della Serrinha è direttamente connessa al diritto alla salute inteso come "diritto sociale", e vuole sottolineare l'importanza dell'equità della salute per tutti i cittadini, senza discriminare la sua condizione economica e sociale. Ad oggi le persone che abitano nella Serrinha non dispongono di un ambulatorio di "guardia", né di un'idea di base che provvenga alle cure più elementari. La creazione di una unità sanitaria di base, vicina a dove le persone vivono, lavorano e studiano, svolge un ruolo centrale nel garantire l'accesso della popolazione a servizi sanitari di qualità.



#### 04 ACCESSIBILITÀ

La carenza di connessioni dell'abitato informale con la viabilità principale della città viene ricolta con la creazione di due nuovi tratti stradali che rendono possibile il raggiungimento della Serrinha dai poli principali della città formale. Le nuove strade definiscono una 'marginale sud-ovest' della comunità, facilitando l'accesso ciclabile, pedonale e ciclabile a una zona dell'abitato attualmente difficile da attraversare. I tratti 'marginale sud-est', collegando l'insediamento con l'Università Federale di Santa Catarina, i tratti permettono inoltre l'arrivo a nuovi edifici pubblici progettati.



#### 09 CENTRO CIVICO

Il centro civico culturale si propone di ricreare un luogo dove le comunità possano incontrarsi tra di loro, generando ambienti per la collettività, inteso ed esteso. Il terreno esistente e la piazza possono rappresentare sono gli spazi pubblici entro i quali sorgere. L'obiettivo è di rendere un punto di riferimento per la cultura del luogo e un catalizzatore urbano dell'area.



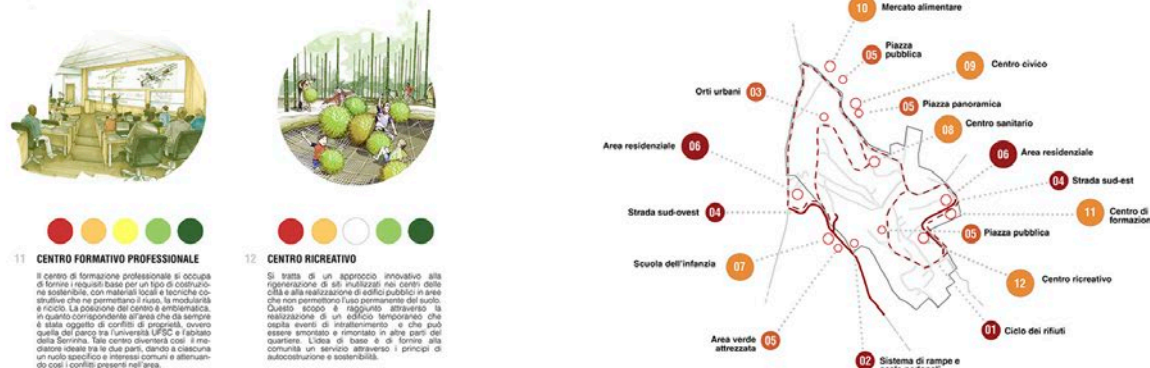
#### 05 RETE DI SPAZI PUBBLICI

Il progetto propone il riutilizzo di zone degradate o inutilizzate in aree di svago attrezzate o in luoghi creativi e dinamici. Il nuovo sistema di spazi pubblici rappresenta perciò una rete fisica di collegamento tra le infrastrutture progettate e un insieme di zone di svago e di relazioni nel tempo libero dell'abitato informale. Gli spazi si offrono inoltre come situazioni interessanti e stimolanti. Luoghi di socializzazione per la comunità, aperti e flessibili, adatti a accogliere architetture e programmi temporanei per l'agggregazione.



#### 10 MERCATO ALIMENTARE

Il progetto, di natura economica e sociale prevede la collaborazione di un gruppo di consumatori e di agricoltori e di artigiani che vuole contribuire alla crescita di una economia diversa da quella che domina gli scambi e la qualità delle relazioni umane. Il mercato che si va a costruire è un mercato Popolare, ciò significa che non deve diventare un mercato di nicchia ed esclusivo, ma che invece, attraverso una pratica di prezzi il più possibile contenuti, consenta di essere sempre più ai settori sociali svantaggiati. L'obiettivo è che diventi un contesto negoziato, partecipato, accessibile e comunicativo.



- *Slow mobility*: con la riqualificazione delle strade esistenti e la creazione di nuovi percorsi ciclopeditoni, per offrire la possibilità di muoversi in maniera sostenibile; un'idea di sviluppo territoriale che, attraverso la mobilità lenta, riesca a valorizzare le risorse locali, non solo materiali, ma anche e soprattutto culturali.
- Ciclo dei rifiuti: con la proposta di introdurre, in un territorio ad alto interesse ambientale, azioni dimostrative mirate alla prevenzione, al trattamento ed alla valorizzazione dei rifiuti (urbani, materiali da costruzione, ecc.) per creare una rete economica e sociale concreta ed efficiente che rappresenti l'inizio di un percorso di gestione sostenibile dello spazio urbano informale.
- Orti urbani: utilizzo dell'agricoltura urbana per trasformare il suolo in bene produttivo e di sostentamento, utile allo sviluppo dell'economia locale, alla socializzazione e all'educazione ambientale. La progettazione di orti urbani ad uso privato, ha lo scopo inoltre di impedire la probabile rioccupazione abusiva dei suoli a rischio frane, che attraverso l'uso di colture adatte, garantiscono un'eccellente protezione contro l'erosione e lo smottamento del terreno.
- Rete di spazi pubblici: disegno delle sequenze urbane con l'obiettivo di far emergere la spina dorsale portante del sistema infrastrutturale della *Serrinha*, attraverso il riutilizzo di zone degradate o inutilizzate esistenti nella comunità, tramutate in aree di verde attrezzato o in luoghi ricreativi.
- Il sistema abitativo: con interventi di edilizia residenziale da realizzare secondo i criteri della sostenibilità e della resilienza, per stimolare un processo migliorativo, nel rispetto dei caratteri culturali e identitari della comunità ed in risposta alle

sue aspettative ed aspirazioni, in riferimento alle esigenze di: espandibilità, economicità, privacy e sicurezza.

Le otto tesi di laurea, infine, sono state elaborate con un approccio che si è basato sulla distribuzione a rete dei servizi come sistema polivalente, capace di integrare i singoli progetti proposti su tutta l'area della *favela*.

I lavori hanno riguardato i seguenti argomenti:

- una scuola per l'infanzia, per stimolare l'aggregazione, la fantasia e la creatività, come strumento di promozione del progresso sociale collettivo;
- un centro sanitario di base, vicino al luogo dove le persone vivono, lavorano e studiano, per garantire l'accesso della popolazione a servizi sanitari di qualità e sottolineare l'importanza dell'equità della salute per tutti, senza discriminare la condizione economica e sociale;
- un centro civico, come spazio organizzato e attrezzato per contenere servizi collettivi che prediligono la dimensione relazionale e culturale tra le persone;
- un edificio destinato ad ospitare il mercato ed il ristorante popolare, per ripensare e riarticolare le funzioni commerciali della *favela*, nell'ottica di restituirle una polarità cittadina generatrice di servizi e un luogo di riferimento e di identità per la comunità;
- un centro formativo professionale, con l'obiettivo di fornire i requisiti base per un approccio sostenibile alle costruzioni, riattivando il processo di autocostruzione come confronto tra le parti per generare nuove competenze ed una presa di coscienza delle potenzialità delle proprie risorse;
- un quartiere residenziale che risponda ai criteri della sosteni-

grating the individual projects proposed throughout the entire area of the favela. The discussions, therefore focused on an in-depth examination of the urban infrastructures of the service to be created with sustainable and resilient technological systems, concerned the following topics:

- a primary school to encourage integration, imagination and creativity, acting as a tool to promote collective social progress;
- a basic healthcare centre, close to where people live, work and study, to guarantee the population access to quality healthcare services and to underline the importance of the equality of health for everyone, without discriminating on the basis of economic and social status;
- a civic centre, as a space organized and equipped to accommodate community services that promote

relationships and cultural connections between people;

- a building intended to accommodate the market and popular restaurant, to rethink and restructure the commercial functions of the favela, with a view to restoring an urban polarity that generates services and, at the same time, a point of reference and identity for the community;
- a professional training centre, with the aim of providing the basic requirements for a sustainable approach to construction, reactivating the self-build process as a comparison between parties to generate new skills and an awareness of the potential of their own resources;
- a residential quarter that meets the sustainability and resilience criteria to stimulate a construction enrichment process in terms of quality of life, while maintaining the cultural

and identity characteristics of the community.

All projects involved the adoption of functional/distribution typologies and technological solutions capable of entering into dialogue with the context of the informal city, and at the same time met the expectations and aspirations of the inhabitants in terms of expandability, affordability, privacy and safety.

#### Conclusions

In conclusion, we can classify the favela phenomenon as a horizontal and open process in virtue of its continuous evolution in social innovation and partial sustainability. Resilience, social innovation, the launch of virtuous circles, replicability and sustainability (social, economic and environmental) therefore become the key concepts around which to develop design strategies aimed at minimising the risk profiles

and the structural shortcomings of the community, without undermining but actually strengthening and multiplying those virtuous processes and networks of collaboration that represent the real capital of these places.

The interventions to the *Serrinha* favela in Florianópolis, which were the focus of this design seminar, demonstrated how it's possible to adopt the concept of resilience to conceive of a habitat capable of satisfying the minimal requirement levels linked to the concept of living and moving around, in compliance with the environmental and architectural quality.

The master plan and the degree theses in fact focused on the concepts of affordability, essentiality, construction simplicity, reversibility, recyclability, characterizing both the necessary architecture and the living models of the formal city.

bilità e della resilienza, per stimolare un processo di arricchimento delle costruzioni in termini di qualità della vita, pur mantenendo i caratteri culturali e identitari della comunità.

Tutti i progetti sono stati caratterizzati dall'adozione di tipologie funzionali/distributive e soluzioni tecnologiche capaci di dialogare con il contesto della città informale, e soddisfano al contempo le aspettative e le aspirazioni degli abitanti, in termini di resilienza.

## Conclusioni

Possiamo in conclusione inquadrare il fenomeno della *favela* come un processo orizzontale e aperto, in virtù della sua continua evoluzione di innovazione sociale e di sostenibilità ambientale. Resilienza, innovazione sociale, attivazione di circoli virtuosi, replicabilità e sostenibilità diventano concetti chiave attorno a cui sviluppare le strategie progettuali atte a minimizzare i profili di rischio e le carenze strutturali della comunità, rafforzando e moltiplicando i processi di collaborazione che costituiscono il vero capitale di questi luoghi.

Gli interventi sulla *favela Serrinha*, oggetto di questo seminario progettuale, hanno dimostrato come sia possibile adottare il concetto di resilienza per concepire un *habitat* in grado di soddisfare livelli essenziali minimi dell'abitare e del transitare, nel rispetto della qualità ambientale ed architettonica.

Il master plan e le tesi di laurea sono stati infatti focalizzati sui concetti di: economicità, essenzialità, semplicità costruttiva, reversibilità, riciclabilità; caratterizzanti sia l'architettura di necessità che i modelli abitativi della città formale.

Elevare il livello qualitativo ha significato per i giovani studenti coinvolti con le loro proposte progettuali, superare quella condi-

Raising the qualitative level has in fact meant, for the young students involved with their project proposals, overcoming the condition of being precarious normally associated with the concept of temporary and recovering a level of liveability closer to the norm, even if in a transitory regime, due to the need to address issues relating to sustainable development, resilience and the technical and operational feasibility of the works. The quality of the results achieved, validated by the excellent feedback received from the Brazilian local press and the success obtained during the presentation of the works at the Architecture Biennale in 2016, made it possible to use this product as comparison material in order to put pressure on the Brazilian local administration to promote the adoption of new requalification tools, based on the necessary and close relationship between the built environment

and resilience, and to invest in both the restoration of the technological-spatial and environmental conditions of the built environment, and in the strictly construction aspects (materials/energy/water) of the existing heritage.

## NOTES

1. An urban requalification project for the favelas of Rio de Janeiro based on environmental sustainability principles, which aims to integrate these degraded areas into the formal city by 2020. The project resulted in numerous interventions, including the requalification of a part of the Babilonia favela with the construction of new infrastructural connections and residential buildings.

2. Miha Casa Miha Vida is a project involving the construction of at least 3.000.000 residential apartments through a co-financing programme

with subsidized loans for families with medium-low income, which resulted in the creation of accommodation with characteristics compliant with the current standards set for Brazilian residential buildings.

3. The seminar was promoted as part of the LM4cu degree course of the School of Architecture of Florence University, by UNIFI Professors Roberto Bologna, Paola Gallo, Rosa Romano, and Prof. F. Barth (UFSC) with the collaboration of architect Gisella Calcagno, and the participation of the students G. Bocchi, G. Chiavacci, L. Deiana, M. Di Gennaro, G. Hasanaj, S. Magnolfi, C. Moretti, and E. Mucci.

4. Framework agreement on cultural and scientific collaboration between Florence University and Universidade Federal de Santa Catarina in Brazil (UFSC) started in 2011 and continuing until January 2022.

## NOTE

1. Si tratta di un progetto di riqualificazione urbana delle *favelas* di Rio de Janeiro basato sui principi di sostenibilità ambientale, che ha l'obiettivo di integrare le aree degradate nella città formale entro il 2020. Il progetto ha permesso la realizzazione di numerosi interventi, tra i quali si distingue la riqualificazione di parte della *favela Babilonia* con la costruzione di nuovi collegamenti infrastrutturali e di edifici residenziali.

2. *Miha Casa Miha Vida* è un progetto finalizzato alla costruzione di almeno 3.000.000 appartamenti residenziali attraverso un programma di cofinanziamento con credito agevolato per le famiglie che presentano un reddito medio-basso che ha permesso la realizzazione di alloggi con caratteristiche rispondenti agli standard dell'edilizia residenziale brasiliana.

3. Il seminario è stato promosso nell'ambito del corso di laurea LM4cu della Scuola di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze. Hanno parte-

cipato come docenti: il prof. R. Bologna (coordinatore scientifico), la prof. P. Gallo, la prof. R. Romano; il prof. F. Barth (UFSC); con la collaborazione dell'arch. Gisella Calcagno. Gli studenti coinvolti sono stati: G. Bocchi; G. Chiavacci; L. Deiana; M. Di Gennaro; G. Hasanaj; S. Magnolfi; C. Moretti; E. Mucci.

4. Accordo quadro di collaborazione culturale e scientifica tra l'Università degli Studi di Firenze e l'*Universidade Federal de Santa Catarina* in Brasile (UFSC) avviato nel 2011 ed in corso fino al gennaio 2022.

#### REFERENCES

Aravena, A. and Iacobelli, A. (2012), *Elemental. Incremental Housing and Participatory Design Manual*, Hatje/Cantz.

Bologna, R., Gallo, P., Romano, R. and Calcagno, G. (2016). "Living the informal city. Sustainable design education in risk areas", *Proceedings of 32nd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Los Angeles*, 11-13 July, Los Angeles, USA, pp. 833-839.

Bologna, R. (2016), "La riqualificazione della città informale. La favela Serinha di Florianópolis", *Techne Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 11, pp. 194-200.

Davis, M. (2006), *Planeta Favelas*, Boitempo Editorial, São Paulo.

Friedman, Y. (2009), *L'architettura di sopravvivenza. Una filosofia della povertà*, Bollati Boringhieri, Torino.

Heidegger, M. (2007), *Saggi e Discorsi*, Mursia Editore, Milano, pp. 96-108.

Mehrotta, R., Vera, F. and Mayoral, J. (2017), *Ephemeral Urbanism. Does permanence matter?*, LISt Lab, Rovereto.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015), *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*, (ST/ESA/SER.A/366).

Perrone, C. (2011), *Per una pianificazione a misura di territorio*, Firenze University Press, Firenze.

UN-Habitat (2003), *The Challenge of Slums. Global Report on Human Settlements 2003*, Earthscan, London and Sterling.



# Impatti ambientali LCA del patrimonio residenziale europeo e scenari di prevenzione

RICERCA E  
SPERIMENTAZIONE/  
RESEARCH AND  
EXPERIMENTATION

Monica Lavagna<sup>a</sup>, Serenella Sala<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Dipartimento di Architettura, ingegneria delle costruzioni e ambiente costruito, Politecnico di Milano, Italia

<sup>b</sup>European Commission, Joint Research Centre, Directorate D - Sustainable Resources, Bio-Economy Unit (D1), Italia

monica.lavagna@polimi.it

serenella.sala@ec.europa.eu

**Abstract.** La resilienza viene interpretata come la capacità di un sistema di far fronte agli impatti minimizzandone gli effetti (adattamento e mitigazione). In realtà, interventi a monte sulle cause, in termini di riduzione delle emissioni o uso più efficiente delle risorse, dovrebbero costituire la principale strategia d'azione per la riduzione degli impatti ambientali. L'articolo restituisce i risultati di una ricerca che si pone come obiettivo la quantificazione degli impatti ambientali medi associati all'attuale parco residenziale in Europa, tramite la costruzione di modelli rappresentativi su base statistica e l'applicazione del metodo Life Cycle Assessment. La conoscenza delle caratteristiche e delle prestazioni ambientali del patrimonio costruito, in particolare residenziale, è fondamentale per definire politiche efficaci e azioni prioritarie per la prevenzione degli impatti e l'incremento della resilienza.

**Parole chiave:** Life Cycle Assessment, edifici residenziali, Europa, LCA benchmark, modelli rappresentativi.

## Contesto, obiettivi della ricerca e metodologia

Il rapporto tra resilienza e sostenibilità è alquanto controverso ed è possibile individuare in letteratura tre visioni possibili (Marchese et al., 2018): la resilienza come parte della sostenibilità, la sostenibilità come parte della resilienza, resilienza e sostenibilità come obiettivi separati. Il possibile elemento di convergenza tra resilienza e sostenibilità è costituito dall'obiettivo comune di garantire benefici alle persone e all'ambiente in condizioni normali ed estreme, seppur attraverso due approcci distinti.

Nella dimensione ambientale legata alle attività antropiche, la resilienza può essere interpretata come la capacità dell'umanità di far fronte agli eventi avversi, tra cui quelli determinati dagli impatti ambientali (es. scarsità delle risorse, inquinamento, cambiamenti climatici), minimizzandone gli effetti. Il rischio associato a questa specifica accezione è legato al fatto di focalizzare le attenzioni a valle sugli effetti (messa in sicurezza rispetto all'evento

catastrofico), come adattamento e mitigazione, e di ridurre gli interventi a monte sulle cause (riduzione degli impatti ambientali che causano gli eventi catastrofici), come azione preventiva fondamentale.

Per garantire una resilienza duratura, entrambe le prospettive devono essere tenute in considerazione, dando priorità a quelle azioni che cercano di ridurre gli impatti ambientali a monte e di ottimizzare l'uso delle risorse. In questo quadro, l'ambiente costruito costituisce uno degli ambiti di azione di maggiore significatività, dal momento che è il maggior responsabile di emissioni e di consumo di risorse. Per gestire le trasformazioni dell'ambiente costruito verso la sostenibilità e resilienza, il patrimonio edilizio deve essere visto come un bacino di risorse (*urban mining, building as material banks*), che devono essere conservate e rivalorizzate. Significa anche compiere delle osservazioni su tale patrimonio per comprendere dove sono le criticità rispetto all'aumento degli impatti e porvi rimedio, cercando di gerarchizzare le necessità di intervento in relazione alle priorità di azione finalizzate alla riduzione degli impatti, costruendo scenari che possano supportare le policy e le normative.

Riconoscendo il ruolo prioritario delle azioni di prevenzione per un incremento della resilienza del patrimonio edilizio, il presente articolo restituisce i risultati di una ricerca che si pone come obiettivo la quantificazione, tramite l'applicazione del metodo *Life Cycle Assessment (LCA)*, degli impatti ambientali medi associati all'attuale parco edilizio residenziale in Europa (che costituisce il 60% dell'intero patrimonio edilizio europeo). La metodologia LCA ha un ruolo strategico nell'identificare gli aspetti critici e i potenziali impatti dell'attuale situazione e nel supportare l'in-

## LCA environmental impacts of Europe's housing stock and prevention scenarios

**Abstract.** Resilience is defined as the capacity of a system to cope with impacts by minimising their effects (through adaptation and mitigation). In practice, upstream measures on the causes, in terms of reducing the emissions or using resource more efficiently, should constitute the main action strategy for reducing the environmental impacts. The article describes the results of a research aiming at quantifying the average environmental impacts associated with the current housing stock in Europe through the construction of statistically-based representative models and the application of the Life Cycle Assessment (LCA) method. Knowledge of the characteristics and the environmental performances of the building stock – particularly the residential building stock – is of fundamental importance to establish effective policies and priority actions for the prevention of impacts and the strengthening of the resilience.

**Keywords:** Life Cycle Assessment, housing, Europe, LCA benchmark, representative models.

## Context, objectives and methodology of the research

The relationship between resilience and sustainability is somewhat controversial and it is possible to identify three possible visions in literature (Marchese et al., 2018): (i) resilience as a component of sustainability, (ii) sustainability as a component of resilience, and (iii) resilience and sustainability as separate objectives. The possible element of convergence between resilience and sustainability is the common objective of guaranteeing benefits to people and the environment under normal and extreme conditions, albeit through two distinct approaches.

In the context of the environmental dimension linked to human activi-

ties, resilience can be interpreted as the capacity of humanity to cope with adverse events, including those caused by environmental impacts (e.g. due to resource scarcity, pollution or climate change), by minimising their effects. The risk associated with this specific definition of resilience is linked to the fact that it focuses attention downstream upon the effects (safeguarding against the catastrophic event), such as focusing on adaptation and mitigation, and it reduces the upstream focus, namely upon the causes (reducing the environmental impacts which cause the catastrophic events), as a fundamental preventive action.

For ensuring long lasting resilience, both perspectives should be considered, giving priorities to those preventive actions which are seeking to reduce upstream environmental impacts and to optimise the use of resources.

dividuaione di azioni, politiche e strategie che aiutino a ridurre gli impatti ambientali, verificandone l'efficacia ambientale e considerando l'intero ciclo di vita e differenti indicatori ambientali. La ricerca preliminare a supporto del calcolo dello scenario base per la categoria abitativa, "Basket of products: housing"<sup>1</sup>, è contenuta nel report "Indicators and targets for the reduction of the environmental impact of EU consumption" (EC-JRC, 2014). La ricerca è stata sviluppata dalla Commissione Europea Joint Research Centre (JRC) nell'ambito del progetto "Indicators and Assessment of the environmental impact of EU consumption (LC-IND2)", finanziato dalla direzione generale dell'Ambiente (DG ENV). Il JRC ha pubblicato nel 2017 i risultati completi corredati da valutazione di scenari di eco-innovazione (Baldassarri et al., 2017). Il progetto LC-IND2 è la continuazione ed evoluzione del progetto "Life cycle indicators for resources, products and waste. Basket-of-products" (EC-JRC, 2012a, b) volto a definire l'impatto ambientale medio di un cittadino europeo in relazione a tre categorie principali di consumo: alimentazione, mobilità, abitazione. Per costruire lo scenario di riferimento, per ogni settore sono stati raccolti dati statistici ed è stato individuato un 'paniere' di prodotti rappresentativi su cui effettuare la valutazione LCA, definendo l'impatto medio a essi associato. Viene dunque abbinato un approccio *top-down*, basato su dati statistici, con un approccio *bottom-up*, basato sulla valutazione LCA di singoli 'prodotti'. Lo scopo finale è di definire valori di riferimento della situazione attuale e targets di miglioramento.

In questo articolo sono presentati i risultati della ricerca relativa alla categoria di consumo *housing*, che si è articolata nei seguenti passaggi:

- analisi delle caratteristiche dell'attuale parco residenziale eu-

In this context, the built environment represents one of the most important area of action, as it is responsible for the greatest emissions and consumption of resources. For managing transformations of the built environment toward sustainability and resilience, the building stock should be seen as a supply of resources (urban mining and buildings as material banks) which must be conserved and given new value. It also means making observations regarding the building stock in order to understand where the critical issues lie in relation to increasing impacts and to remedy them by seeking to hierarchise interventions in relation to priorities for action geared towards reducing impacts by building scenarios that can support policies and legislation.

Acknowledging the leading role of prevention actions towards improved resilience of the building stock, this

article reports the results of a research which applies the life-cycle assessment method (LCA) in order to quantify the average environmental impacts associated with Europe's current residential building stock (which constitutes 60% of Europe's overall building stock). LCA plays a strategic role in identifying critical aspects and potential impacts of the current situation and in supporting the identification of actions, policies and strategies that can help reduce environmental impacts, verifying their environmental effectiveness and taking the entire life cycle and different environmental indicators into account. The preliminary research to calculate the base scenario for the residential category, "Basket of products: housing"<sup>1</sup>, is contained in the report "Indicators and targets for the reduction of the environmental impact of EU consumption" (EC-JRC, 2014). The research was

ropeo tramite la raccolta di dati statistici relativi a consistenza, tipologia, epoca di costruzione, caratteristiche tecniche, consumi energetici;

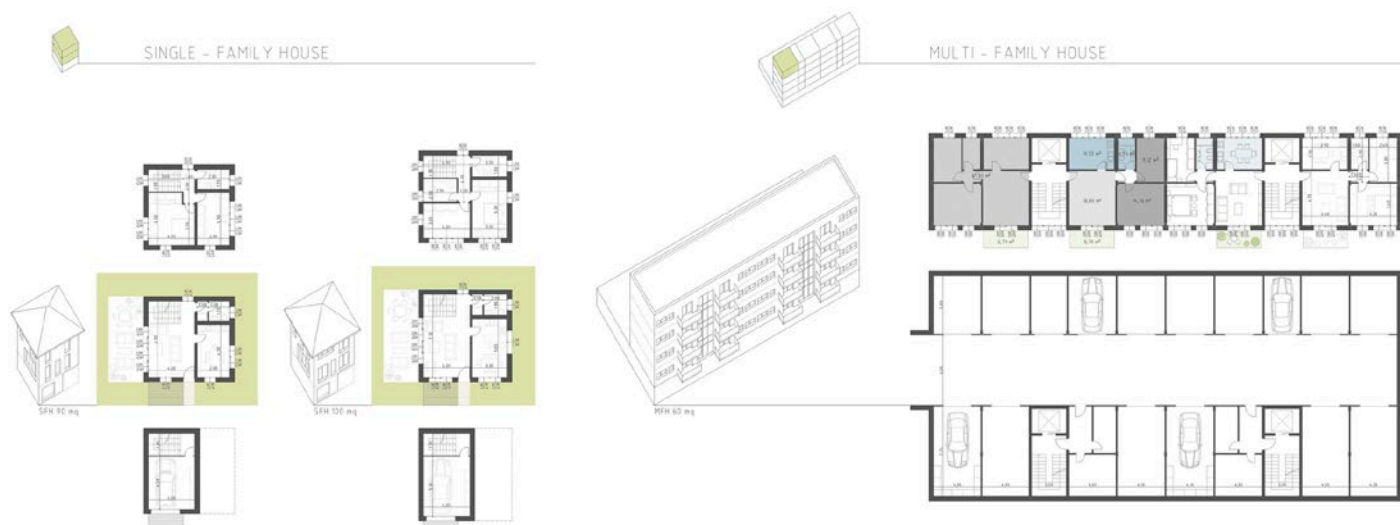
- suddivisione per cluster del patrimonio residenziale europeo (in base a tipologia, zona climatica, epoca di costruzione), definizione di modelli di riferimento rappresentativi di ciascun cluster e profilatura dettagliata delle caratteristiche tipologiche e costruttive di ciascun edificio rappresentativo, sulla base di dati statistici e a letteratura;
- calcolo dell'impatto ambientale LCA 'dalla culla alla tomba' dei diversi tipi rappresentativi di abitazione e *scale-up* per la valutazione degli impatti complessivi europei;
- definizione di valori LCA di riferimento (*benchmarks*) relativi all'impatto ambientale medio annuo di un alloggio europeo (questi dati sono stati espressi anche in termini di impatto medio annuo riferito a un cittadino europeo e a un metro quadrato di alloggio);
- individuazione delle criticità e priorità di intervento.

Al fine di definire gli impatti annuali pro capite di un cittadino medio europeo in relazione all'abitare, gli impatti complessivi legati al ciclo di vita (produzione, costruzione, uso, manutenzione e fine vita) dei diversi modelli rappresentativi di abitazione sono stati suddivisi per la vita utile (assunta di 100 anni). Gli impatti annuali di ciascuna tipologia di abitazione sono stati quindi moltiplicati per il numero totale di abitazioni (del rispettivo cluster), sommati tra loro (individuando gli impatti totali legati al patrimonio residenziale europeo) e divisi per la popolazione europea. La ricerca ha assunto come scenario d'indagine le nazioni appartenenti a EU-27, e come anno di riferimento il 2010.

developed by the European Commission Joint Research Centre (JRC) in the context of a project "Indicators and assessment of the environmental impact of EU consumption (LC-IND2)", funded by the Directorate-General for the Environment (DG ENV). In 2017 the JRC published the complete results, including an evaluation of eco-innovation scenarios (Baldassarri et al., 2017). The LC-IND2 is the continuation and development of the project entitled "Life cycle indicators for resources, products and waste. Basket-of-products" (EC-JRC, 2012a, b) designed to establish the average environmental impact of a European citizen in relation to three main consumption categories: food, mobility and housing. In order to define a baseline scenario, statistical data were gathered for each sector and a 'basket' of representative products on which to perform the LCA was chosen,

establishing the average impact associated with them. A top-down approach based on statistical data was thus combined with a bottom-up approach based on the LCA of individual 'products'. The ultimate purpose is to establish benchmark values for the current situation and targets for improvement. This article presents the results of the research into the housing consumption category, which was conducted in the following steps:

- analysis of the features of the current European housing stock through the gathering of statistics relating to size, type, period of construction, technical characteristics and energy consumption;
- cluster-based subdivision of the European residential building stock (according to type, climate zone, period of construction), establishment of representative benchmark



### Definizione dei modelli rappresentativi sulla base dei dati statistici

Per definire i modelli rappresentativi, è stata condotta una dettagliata analisi dei dati statistici riferiti al patrimonio residenziale europeo<sup>2</sup>, consultando diverse fonti. Oltre ai dati Eurostat, particolarmente utili sono stati gli esiti delle ricerche Intelligent Energy Europe (IEE): ENTRANZE, ODYSSEE, TABULA ed EPISCOPE. Queste fonti, basate sulla raccolta di dati statistici nazionali, hanno permesso di conoscere: quantità dello stock edilizio, periodo di costruzione, caratteristiche fisiche, consumi energetici. In particolare, la fonte più utile per la presente ricerca è stata il Data Hub elaborato dal Buildings Performance Institute Europe (BPIE). Per definire i modelli rappresentativi, sono state definite delle tipologie di 'prodotto' (abitazione), suddividendo l'attuale parco edilizio in cluster in base alla tipologia edilizia, al periodo di costruzione e alla zona climatica di appartenenza. Questa scelta è stata dettata dalla disponibilità di dati statistici relativi alle

quantità di abitazioni in relazione a ciascun cluster originato da questa scomposizione.

In base alla disponibilità di dati statistici, sono state individuate due tipologie di abitazione: unifamiliare e multifamiliare (alloggio in edificio multipiano). Poiché il 34.4% della popolazione europea vive in una casa isolata (Eurostat, 2014), questa tipologia è stata assunta come rappresentativa dell'abitazione unifamiliare. Per l'abitazione multifamiliare si è assunto l'edificio in linea di 3 piani con più di 10 appartamenti, considerandolo rappresentativo delle cortine edilizie urbane (Fig. 1).

Per quanto riguarda la zona climatica di appartenenza, l'Europa è stata suddivisa in tre fasce, in base ai gradi giorno (GG): zona climatica calda, 500-2300 GG (M, CY, P, GR, E, I); zona climatica moderata 2301-4000 GG (F, SLO, H, RO, BG, IRL, NL, B, L, GB, SK, D, A, CZ, PL, DK); zona climatica fredda, 4001-6000 GG (LT, LV, EW, S, FIN). Ogni nazione è stata associata a una di queste fasce, in relazione ai GG medi. Per quanto riguarda il periodo

models for each cluster and detailed profiling of the typological and construction characteristics of each representative building, based on statistical data and the scientific literature;

- calculation of the environmental impact from cradle to grave of the different representative types of dwelling using the LCA method and scaling up of the results in order to assess overall European environmental impacts;
- establishment of benchmark LCA values in relation to the average annual environmental impact of a European dwelling (these data have also been expressed in terms of the average annual impact of a European citizen and of one square metre of living space);
- identification of critical aspects and priorities for action.

In order to calculate the annual per-capita impacts of the average European

citizen in relation to housing, the overall impacts connected with the life cycle (production, construction, use, maintenance and end of life) of the various representative housing models were divided by their useful life (assumed to be 100 years). The annual impacts of each type of dwelling were then multiplied by the total number of dwellings (in the respective cluster), added to each other (thus giving total impacts connected with the European residential building stock) and divided by the European population. The research focused on 2010 as reference year and the EU-27 countries as survey scenario.

#### Development of representative models based on statistical data

To develop the representative models, a detailed analysis was performed on statistical data on the European housing stock<sup>2</sup>, by consulting various sources.

In addition to Eurostat data, the results of research projects carried out by Intelligent Energy Europe (IEE), such as ENTRANZE, ODYSSEE, TABULA and EPISCOPE, were particularly useful. These sources, based on the collection of national statistical data, enabled an understanding of the quantity of the building stock, period of construction, physical characteristics and energy consumption. Specifically, the most useful resource for the research described here was the Data Hub created by the Buildings Performance Institute Europe (BPIE).

In order to develop representative models, it was necessary to define the typologies of 'product' (dwelling), by dividing the current building stock into clusters, according to building typology, period of construction and climate zone. This choice was dictated by the availability of statistical data regarding

the quantity of dwellings in relation to each cluster produced by this breakdown.

Based on the availability of statistical data, two typologies of dwelling were identified: single-family and multi-family (i.e. dwellings in multi-storey buildings). As 34.4% of the European population lives in a detached house (Eurostat, 2014), this type of building was taken as being representative of a single-family dwelling, while a linear three-storey building with more than 10 apartments was taken to be representative of urban buildings (Fig. 1).

With regard to climate zones, Europe has been divided into three areas according to the heating degree days (HDD): a warm climate zone, 500-2300 HDD (MT, CY, PT, GR, ES, IT), a moderate climate zone, 2301-4000 HDD (F, SLO, H, RO, BG, IRL, NL, B, L, GB, SK, DE, A, CZ, PL, DK) and a cold climate

di costruzione, sulla base della disponibilità di dati statistici e in relazione all'introduzione di innovazioni tecniche e normative (passaggio da vetro singolo a doppio vetro, spessore materiale isolante, passaggio da radiatori a pavimento radiante, ecc.), sono stati individuati quattro periodi: prima del 1945, 1945-1969, 1970-1989, 1990-2008.

Dalla combinazione di queste categorie sono stati definiti 24 cluster di abitazioni e per ognuno di questi è stato definito un modello rappresentativo<sup>2</sup>, le cui caratteristiche differenziate riguardano: metratura dell'alloggio, numero di abitanti, altezza d'interpiano, metratura dell'interrato, volume riscaldato, rapporto S/V, rapporto muri-finestre (involucro), tecnologia costruttiva (fondazioni, struttura portante, solai, scale, chiusure verticali, finiture, finestre, copertura, solaio inferiore, partizioni interne), trasmittanze (chiusure verticali, copertura, solaio inferiore, serramenti), consumi energetici di riscaldamento, impianto di riscaldamento (generatore e terminali). La maggior parte delle informazioni è stata definita su base statistica. Per la definizione delle soluzioni costruttive (fondamentali per la valutazione LCA), ci si è riferiti agli esiti della ricerca TABULA, modificando le soluzioni in base ai valori di trasmittanza medi statistici individuati da BPIE. Per una completa descrizione e rappresentazione dei modelli, ci si è avvalsi di assunzioni in base alla letteratura.

### Valutazione LCA dei modelli rappresentativi

La valutazione LCA è stata condotta in conformità alla norma EN 15978: 2011, organizzando i dati di inventario secondo la struttura modulare in fasi: produzione, costruzione, uso, fine vita. Per la costruzione dei dataset (che si riferiscono ai 24 modelli rappresentativi) e la valutazione

zone, 4001-6000 HDD (LT, LV, EE, SE, FIN). Each nation has been associated with one of these areas, in relation to average day degrees.

With regard to the period of construction, according to the availability of statistical data and in relation to the introduction of technical and legislative innovations (e.g. the transition from single to double glazing, thickness of insulation material, transition from radiators to underfloor heating, etc.), four periods were identified: pre-1945, 1945-1969, 1970-1989 and 1990-2008. By combining these categories, 24 clusters of dwellings were defined and for each one of them a representative model was drawn up<sup>2</sup>, the differentiated characteristics of which regard: floor area of dwelling, number of occupants, inter-storey height, basement floor area, heated volume, surface-to-volume ratio, window-to-wall ratio (envelope),

construction technology (foundations, load-bearing structure, floors, staircases, building envelopes, finishing, windows, roof, lower floor, internal partitions), thermal transmittance values (building envelope, roof, lower floor, windows and doors), heating energy consumption, heating system (generator and terminals). Most of the information was defined on a statistical basis. To define construction solutions (which is essential for LCA), reference was made to the results of the TABULA research, modifying the solutions according to the average statistical transmittance values measured by the BPIE. For a complete description and representation of the models, use was made of assumptions based on the literature.

### LCA of the representative models

LCA was conducted in accordance with the EN 15978: 2011 standard, organis-

LCA, è stato utilizzato il software SimaPro 8.3 e il database Ecoinvent 3.2. È stata adottata la metodologia di *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA) ILCD at midpoint (EC-JRC, 2011). Per la fase di produzione, sono stati computati tutti i materiali confluenti nell'edificio, compresi i sanitari e gli impianti di climatizzazione, elettrici e idrici.

Per la fase di costruzione, sono stati calcolati gli impatti di trasporto, di assemblaggio e la produzione di rifiuti da costruzione, considerando anche gli impatti di produzione dei materiali che diventano rifiuti.

Per la fase d'uso, sono stati considerati i consumi di energia (riscaldamento, acqua calda sanitaria, raffrescamento, illuminazione, apparecchi elettrici) e di acqua; partendo dai dati statistici, è stata condotta una rielaborazione per definire consumi specifici in relazione ai diversi modelli. I consumi di energia sono quindi stati associati ai relativi vettori energetici (gas naturale, gasolio, legno, termovalorizzazione, carbone, energia elettrica), sempre sulla base di dati statistici, al fine di attribuire il relativo impatto ambientale. Ai valori concernenti la quantità di acqua consumata sono stati fatti corrispondere i medesimi valori di quantità di acque reflue da avviare a trattamento.

Sono inoltre stati considerati gli impatti di manutenzione e sostituzione durante la fase d'uso dell'edificio (considerando gli impatti di produzione e di trasporto dei nuovi componenti e di fine vita dei componenti rimossi). Gli intervalli di sostituzione sono stati assunti in base a valori tipici presenti in letteratura. Per la fase di fine vita, sono stati considerati gli impatti riguardanti il processo di dismissione dell'edificio, il trasporto al centro di trattamento e gli eventuali impatti di dismissione in discarica. Sono stati considerati anche gli impatti e i benefici associati alle attività di riciclaggio.

ing inventory data according to a modular structure into the following phases: production, construction, use and end of life. For the construction of the dataset (which refers to the 24 representative models) and the LCA, SimaPro 8.3 software and the Ecoinvent 3.2 database were used. The Life Cycle Impact Assessment (LCIA) ILCD at midpoint (EC-JRC, 2011) methodology was used. For the production phase, all materials used in the building were accounted for, including sanitary fixtures as well as heating/cooling, electrical and plumbing systems.

For the construction phase, the impacts of transport, assembly and production of construction waste were calculated, also taking the impacts of the production of materials that become waste into account.

For the use phase, energy consumption (heating, domestic hot water, cooling,

lighting and electrical appliances) and water consumption were considered; starting from the statistical data, the calculations were reworked in order to establish specific consumption figures for the different models. These energy consumption levels were then associated with the related energy carriers (natural gas, diesel, wood, waste-to-energy, coal and electricity), once again based on statistical data, in order to assign the respective environmental impact. The values for the quantity of water consumed were made to correspond to the same values for the quantity of wastewater to be disposed of for treatment. The impacts of maintenance and replacement during the building's use phase were also taken into account (considering the impacts of production and transportation of the new components and of the end of life of the components removed). Replacement inter-

## Risultati della valutazione LCA

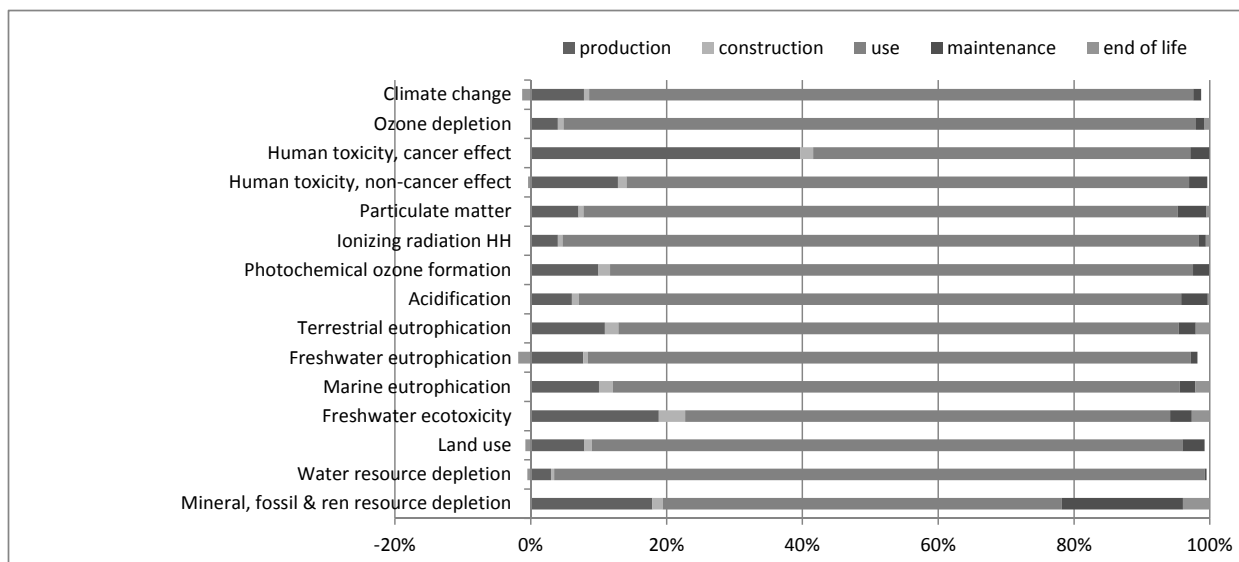
Considerando i risultati dell'impatto ambientale medio annuo riferiti al cittadino (Tab. 1; Fig. 2), la fase d'uso (consumi di energia e di acqua) è la fase a maggior impatto ambientale (56-97%, a seconda della categoria d'impatto; oltre l'80% degli impatti in 12 categorie d'impatto su 15), a causa degli elevati consumi di riscaldamento e di energia elettrica e dell'uso ancora elevato di fonti fossili per il riscaldamento e per la produzione di energia elettrica. La fase di produzione dei componenti edilizi è anch'essa una fase rilevante (3-40%, a seconda della categoria d'impatto), in particolare a causa della produzione di acciaio (armature calcestruzzo), piastrelle di ceramica, calcestruzzo e laterizio. Anche la fase di manutenzione ha un impatto non trascurabile (0.3-17.9%), in particolare sul consumo di risorse. La fase di fine vita ha un impatto limitato (-1.9-0.76%), come la fase di costruzione (0.5-3.9%).

Dalla *hotspot analysis*, realizzata per identificare le più importanti categorie di impatto per la categoria *housing*, tramite la normalizzazione dei risultati (Fig. 3), è emerso che le quattro categorie d'impatto più rilevanti sono: il consumo di acqua, dovuto in particolare all'acqua usata nella produzione di elettricità (se si escludesse l'acqua di raffreddamento delle centrali elettriche, che effettivamente non è un reale consumo, ma solo un uso e reimmissione in ambiente, questo impatto si ridurrebbe drasticamente); il consumo di risorse, dovuto in particolare alla produzione di piastrelle di ceramica e alla produzione di elettricità; la tossicità umana, dovuta in particolare alla produzione di acciaio per le armature (su questa categoria d'impatto ci sono ancora limitazioni rispetto all'affidabilità del metodo di caratterizzazione); e il particolato, emesso durante

la produzione di energia elettrica e l'uso di combustibili per il riscaldamento.

Un aspetto interessante emerso sia dall'analisi dei dati statistici sia dalle valutazioni LCA è il ruolo dell'unità di misura nella lettura dei fenomeni. Per esempio i dati d'impatto ambientale espressi ad alloggio rivelano come le abitazioni unifamiliari siano più impattanti delle abitazioni plurifamiliari, ma se il dato d'impatto ambientale viene espresso a metro quadrato di alloggio i risultati cambiano totalmente, poiché le abitazioni unifamiliari hanno una metratura maggiore e dunque gli impatti a metro quadrato risultano simili a quelli delle abitazioni plurifamiliari. Anche considerando l'impatto ambientale espresso ad abitante, le abitazioni unifamiliari risultano simili alle abitazioni plurifamiliari, dal momento che il numero di persone medio che alloggia in abitazioni unifamiliari è superiore a quello degli alloggi in edifici plurifamiliari. Questo evidenzia come sia opportuno che la presentazione dei risultati avvenga sempre utilizzando diversi tipi di unità di riferimento, al fine di evitare letture distorsive.

Leggendo i risultati, occorre sottolineare che non si riscontra, come ci si aspetterebbe, un significativo aumento degli impatti di produzione e costruzione nelle abitazioni costruite in epoca recente (nonostante il miglioramento delle prestazioni richieda un incremento di materiali utilizzati): questo è dovuto al fatto che le soluzioni costruttive ad alte prestazioni termiche tendono a un "alleggerimento" (sia in termini di peso, sia in termini di spessori) delle soluzioni di involucro, sia nella componente massiva (muratura) sia per l'uso di nuovi componenti leggeri (isolanti), riducendo di fatto gli impatti ambientali rispetto a soluzioni costruttive in muratura semipiena che usavano fino agli anni Sessanta. Si tratta però di soluzioni ancora molto distanti

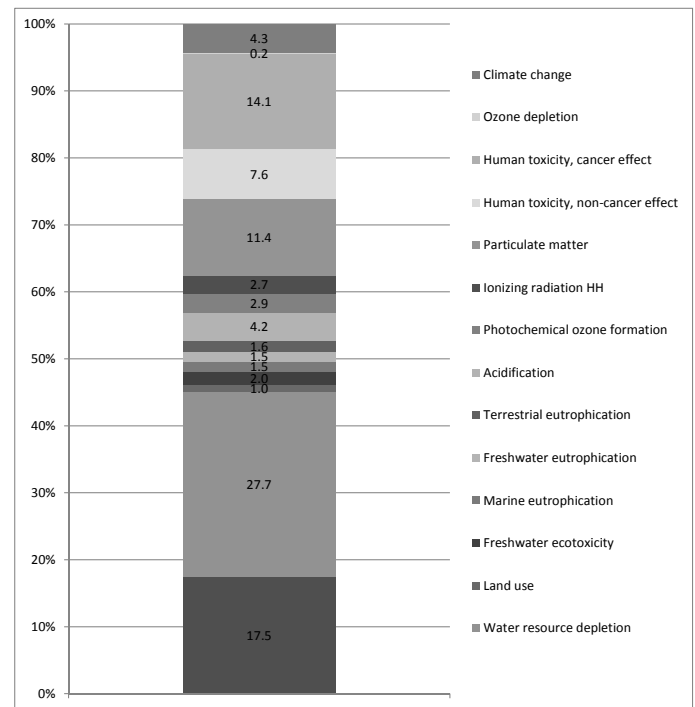




Tab. 1 - Impatti ambientali LCA medi annuali (relativi all'anno 2010) riferiti a un cittadino di EU-27 e impatti annuali complessivi relativi alla categoria housing  
*LCA average annual environmental impacts (related to 2010) for an EU-27 citizen and total annual impacts in relation to the housing category*

Impact category	Unit	Per person	Housing
Climate change	kg CO <sub>2</sub> eq	2.62E+03	1.30E+12
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	3.33E-04	1.65E+05
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	2.70E-04	1.34E+05
Human toxicity, cancer effects	CTUh	3.48E-05	1.72E+04
Particulate matter	kg PM <sub>2.5</sub> eq	2.90E+00	1.43E+09
Ionizing radiation, effects on human health (HH)	kBq U235 eq	2.05E+02	1.01E+11
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	6.11E+00	3.03E+09
Acidification	molc H+ eq	1.34E+01	6.65E+09
Terrestrial eutrophication	molc N eq	1.84E+01	9.13E+09
Freshwater eutrophication	kg P eq	1.48E-01	7.35E+07
Marine eutrophication	kg N eq	1.68E+00	8.31E+08
Freshwater ecotoxicity	CTUe	1.14E+03	5.64E+11
Land use	kg C deficit	4.84E+03	2.40E+12
Water resource depletion	m <sup>3</sup> water eq	1.51E+02	7.46E+10
Resource depletion	kg Sb eq	1.18E-01	5.84E+07

03 | Risultati della normalizzazione degli impatti medi annuali riferiti a un cittadino EU-27, ottenuti usando il metodo ILCD 1.08 (EC-JRC, 2010) e assumendo una pesatura uguale tra gli impatti  
*Results of the normalisation of average annual impacts for an EU-27 citizen obtained using the ILCD 1.08 method (EC-JRC, 2010) and assuming an equal weight among impacts*



da quelle in uso attualmente: negli ultimi anni si sta assistendo a una controtendenza per cui gli spessori di isolamento e muratura vengono notevolmente enfatizzati per garantire valori di prestazione termica elevati, con un innalzamento degli impatti associati. Anche le dotazioni impiantistiche stanno esponenzialmente aumentando (es. impianti di produzione da fonti rinnovabili). Di conseguenza l'equilibrio tra vantaggi relativi alla riduzione dei consumi in fase d'uso e svantaggi relativi all'innalzamento degli impatti per la produzione dei materiali/impianti appare quanto

mai fondamentale per individuare le soluzioni efficaci dal punto di vista ambientale.

Occorre inoltre mettere in evidenza come i modelli rappresentativi, proprio perché sono rappresentativi e vengono definiti sulla base di caratteristiche "medie" e "diffuse", tendono a essere simili tra di loro e con caratteristiche "appiattite". Non danno dunque testimonianza della varietà di tipologie e tecnologie effettivamente presenti nell'intero patrimonio edilizio e non permettono dunque di cogliere i valori "minimi" e "massimi"

vals were assumed in accordance with typical values found in the literature. Finally, for the end-of-life phase, the impacts of the process of demolition/disposal of the building, transportation to the waste treatment centre and any impacts of landfill disposal were considered, as well as impacts and benefits associated with recycling operations.

#### LCA results

Considering the results of the average annual environmental impact per citizen (Table 1; Fig. 1), the use phase (energy and water consumption) is the phase with the greatest environmental impact (56-97%, depending on the impact category; over 80% of impacts in 12 categories out of 15), due to the high levels of consumption relating to heating and electricity and the still-high levels of use of fossil fuel sources for heating and electricity production.

The production phase of building components also contributes significantly (3-40%, depending on the impact category), particularly because of steel production (concrete reinforcement), ceramic tiles, concrete and bricks. The maintenance phase, too, has a not negligible impact (0.3-17.9%), particularly due to the consumption of resources. The end-of-life cycle has a limited impact (-1.9-0.76%), as does the construction phase (0.5-3.9%).

From a hotspot analysis carried out in order to identify the most significant impact categories for the housing category through normalisation of the results (Fig. 3), it was found that the four most significant impact categories are: i) water consumption, due in particular to water used in electricity production (if water used for cooling in power plants - which is not true consumption, as it is used and discharged

once again into the environment - were excluded, this impact would be drastically reduced); ii) the consumption of resources, due in particular to the production of ceramic tiles and of electricity; iii) human toxicity, due in particular to the production of steel for reinforcement (regarding this impact category limitations still apply with regard to the reliability of the characterisation method); and iv) impact due to particulates, emitted during electricity production and the use of fuels for heating.

An interesting aspect to emerge from both the analysis of the statistical data and from the life-cycle assessments is the role of the unit of measurement used to interpret the phenomena concerned. For example, environmental impact data expressed per dwelling show that single-family buildings have a greater impact than multi-family buildings. However, if the environmen-

tal impact data is expressed per square metre of floor space, the results changes totally, as single-family dwellings have a greater floor area, meaning that impacts per square metre are comparable to those of multi-family buildings. In addition, considering the environmental impact expressed per inhabitant, single-family dwellings are similar to multi-family buildings, as the average number of people that occupy single-family dwellings is higher than that for dwellings in multi-family buildings. This shows the importance of always presenting results using different types of unit in order to avoid distorted interpretations.

In examining the results, it should be pointed that a significant increase in the impacts due to production and construction of recent residential buildings, such as one might have expected, is not observed (despite the fact that improved

di impatto ambientale che all'interno del patrimonio sono presenti.

La fotografia che risulta dalla ricerca fa emergere che l'ambiente costruito è un patrimonio a elevata 'inerzia', dal momento che i tassi di rigenerazione si attestano attorno al 2% in Europa. Le direttive indirizzano gli interventi di nuova costruzione e riqualificazione verso obiettivi di sostenibilità, ma gli effetti si percepiscono con molta lentezza.

### **Applicazione dei modelli nella costruzione di scenari**

Conoscere l'attuale impatto medio può consentire ai decisori istituzionali di simulare gli effetti di ricaduta ambientale di eventuali strategie di riqualificazione del patrimonio (interventi a favore dell'incremento della resilienza dell'ambiente costruito, rigenerazione versus demolizione e nuova costruzione, promozione di materiali *bio-based*, ecc.) e di individuare quelle più efficaci in termini di riduzione degli impatti ambientali complessivi (effetto serra e altro).

Per esempio, tra le criticità evidenziate dai risultati vi è l'incidenza della fase d'uso, in particolare correlata ai consumi energetici per il riscaldamento invernale. Questo aspetto è già oggetto delle politiche europee (Direttiva 2010/31/UE), ma l'applicazione dei modelli potrebbe consentire di verificare quali azioni sul patrimonio (quali livelli di isolamento termico, quali materiali, quali sistemi impiantistici) possono contribuire a una riduzione degli impatti senza generare *burden shift*, ossia spostamento degli impatti dalla fase d'uso alla fase di produzione, o tra una categoria di impatto e un'altra, come spesso avviene nelle *Passivhaus* e negli *Zero Energy Buildings*.

energy performance requires a greater quantity of materials to be used): this is due to the fact that high-performance thermal building solutions tend to "lightness" (in terms of both weight and thickness) solutions employed in the building envelope, for the "heavy" component (for example brick walls) as well as the use of new, lightweight components (insulation materials), thus reducing environmental impacts compared to those of building solutions with semi-solid brick walls which were used until the nineteen-sixties. The solutions in question, however, are still a long way from those currently in use: the last few years have seen a countertrend in which insulation and wall thicknesses are being significantly emphasised in order to guarantee high thermal performance values, with an increase in associated impacts. Building services, too (for example heat/electric-

ity production systems using renewable energy sources) are increasing exponentially. As a result, the balance between the advantages pertaining to a reduction in consumption during the use phase and the disadvantages pertaining to increased impacts due to the production of materials/systems would appear to be essential if effective solutions from the environmental perspective are to be identified.

It must also be emphasised that the representative models, precisely because they are representative and are defined on the basis of "average", "common" characteristics, tend to be similar to each other and with "flattened" characteristics. They thus fail to bear witness to the variety of typologies and technologies that are actually present in the entire building stock and hence do not allow the "minimum" and "maximum" environmental impact values which are

Tra le criticità è emerso anche la dipendenza dall'uso di fonti fossili per la produzione di energia. Anche su questo versante molte sono le politiche europee in atto, ma spesso non vi è una verifica degli impatti ambientali complessivi generati da una certa fonte energetica: per esempio i risultati della ricerca hanno evidenziato potenziali criticità ambientali legate all'uso di biomasse e termovalorizzazione, che sono invece ampiamente promosse in Europa.

### **Considerazioni conclusive**

La valutazione degli impatti ambientali associati all'abitare in Europa costituisce un risultato interessante, poiché permette di leggere l'attuale condizione e di simulare scenari di eco-innovazione volti alla riduzione degli impatti e all'incremento della resilienza, e utili per la definizione di targets da inserire nelle politiche europee.

Il potenziale effetto di una politica o piano di azione europeo che voglia incidere sugli impatti ambientali del patrimonio residenziale europeo può essere valutato applicando gli scenari ai modelli presentati in questo articolo e utilizzando gli esiti di questa ricerca come base di riferimento, analizzando come i cambiamenti (per esempio nell'efficienza energetica degli edifici, nei vettori energetici utilizzati, nei materiali da costruzione utilizzati) possano influire sulla riduzione degli impatti complessivi.

In questo modo è possibile definire politiche di rigenerazione del patrimonio costruito orientate verso un'effettiva sostenibilità e resilienza. La più importante sfida per la sostenibilità dell'ambiente costruito è ottenere un patrimonio edilizio efficiente nell'uso delle risorse, aumentando la resilienza ed evitando *burden shifting*.

present within the building stock to be observed.

The picture that emerges from the research shows that the built environment is an asset characterised by a high degree of 'inertia', as regeneration rates are around 2% in Europe. Directives guide new construction activities and regeneration projects towards sustainability goals. However, the effects are felt extremely slowly.

### **Application of the models in building scenarios**

Knowing the current average impact can enable institutional decision-makers to simulate the environmental effects of any building stock redevelopment strategies (interventions in favor of increasing the resilience of the built environment, regeneration as opposed to demolition and new building construction, promotion of bio-based ma-

terials, etc.) and identify the most effective ones in terms of reducing overall environmental impacts (for example the greenhouse and other effects).

For example, critical issues highlighted by the results include the relative impact of the use phase, particularly in connection with energy consumption for winter heating. This aspect is already the subject of European policies (Directive 2010/31/EU); however, application of the models might make it possible to assess what actions on the building stock (such as levels of thermal insulation, materials and technical building systems) can help to reduce impacts without leading to burden shift, that is, a shift in impacts from the use to the production phase, or from one impact category to another, as often happens in *Passivhaus* constructions and zero-energy buildings.

Another critical issue to emerge was

## NOTE

1. La ricerca relativa allo sviluppo dei modelli abitativi di riferimento e al calcolo degli impatti ambientali a supporto del *Basket of Product: housing* è stata svolta da Monica Lavagna, con la collaborazione di Andrea Campioli, Serena Giorgi, Anna Dalla Valle, e con la supervisione del JRC, in particolare di Serenella Sala, Catia Baldassarri e Valentina Castellani.
2. Per una descrizione dettagliata dei dati statistici utilizzati come base di partenza della ricerca e una descrizione dettagliata dei modelli rappresentativi, si rimanda al libro *Abitare in Europa* (Lavagna et al., 2016).

## REFERENCES

- Baldassarri, C., Allacker, K., Reale, F., Castellani, V. and Sala, S. (2017), *Consumer Footprint. Basket of Products indicator on Housing*, EUR 28765 EN Publications Office of the European Union, Luxembourg, BE, available at: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/consumer-footprint-basket-products-indicator-housing> (accessed 15 February 2018).
- EC-JRC (2010), *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, BE, available at: <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAILED-GUIDANCE-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf> (accessed 2 April 2014).
- EC-JRC (2011), *Joint Research Centre ILCD Handbook - Recommendations based on existing environmental impact assessment models and factors for life cycle assessment in European context*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, available at: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC48157/ilcd\\_handbook-general\\_guide\\_for\\_lca-detailed\\_guidance\\_12march2010\\_isbn\\_fin.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC48157/ilcd_handbook-general_guide_for_lca-detailed_guidance_12march2010_isbn_fin.pdf) (accessed 02/04/2014).
- EC-JRC (2012a), *Life cycle indicators for resources, products and waste. Framework*, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, available at: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/31346/1/lbna25466enn.pdf> (accessed 2 April 2014).

the dependence of energy production on fossil fuel sources. In this regard, too, many European policies are in place. However, often no assessment is made of the overall environmental impacts generated by a given energy source: for example, the results of the research have highlighted potentially critical environmental issues connected with the use of biomass and waste-to-energy, which are, in contrast, widely promoted in Europe.

### Concluding remarks

Assessing the environmental impacts associated with residential buildings in Europe is a significant outcome, as it makes it possible to interpret current conditions and simulate eco-innovation scenarios, which aim to reduce impacts and to increase resilience, ultimately supporting the definition of targets to be included in European policies.

EC-JRC (2012b), *Life cycle indicators for resources, products and waste. Basket-of-products*, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, available at: <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/LC-indicators-Basket-of-products.pdf> (accessed 2 April 2014).

EC-JRC (2014), *Indicators and targets for the reduction of the environmental impact of EU consumption: Basket-of-products indicators and prototype targets for the reduction of environmental impact of EU consumption*, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, available at: [http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/JRC92892\\_qms\\_h08\\_lcind\\_deliverable5\\_final\\_20141125.pdf](http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/JRC92892_qms_h08_lcind_deliverable5_final_20141125.pdf) (accessed 2 April 2014).

Eurostat (2014), *Housing statistics*, available at: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Housing\\_statistics](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Housing_statistics) (accessed 8 August 2014).

Lavagna, M., Giorgi, S. and Dalla Valle, A. (2016), *Abitare in Europa. Analisi dei dati statistici, definizione di modelli rappresentativi e valutazione ambientale LCA del patrimonio residenziale europeo*, Maggioli, Sant'Arcangelo di Romagna.

Marchese, D., Reynolds, E., Bates, M. E., Morgan, H., Spierre Clark, S. and Linkov, I. (2018), "Resilience and sustainability: Similarities and differences in environmental management applications", *Science of The Total Environment*, Vol. 613-614, pp. 1275-1283.

## NOTES

1. The research concerning the development of the benchmark residential models and calculation of the respective environmental impacts for the *Basket of Product: housing* was conducted by Monica Lavagna, with the collaboration of Andrea Campioli, Serena Giorgi and Anna Dalla Valle, and with the supervision of the JRC, in particular by Serenella Sala, Catia Baldassarri and Valentina Castellani.

2. For a detailed description of the statistical data used as a starting base and a detailed description of the representative models, the reader is referred to the book entitled *Abitare in Europa* (Lavagna et al., 2016).

Mattia Federico Leone<sup>a</sup>, Jeffrey Raven<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Federico II Napoli, PLINIVS LUPT Study Centre, Italy

<sup>b</sup>Institute 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),

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.

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 CO<sub>2</sub>, 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*<sup>1</sup>, nell'ambito del *Second*

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*<sup>1</sup>, nell'ambito del *Second*

## 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 CO<sub>2</sub> 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

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 Résilience 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

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 CO<sub>2</sub> 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

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).

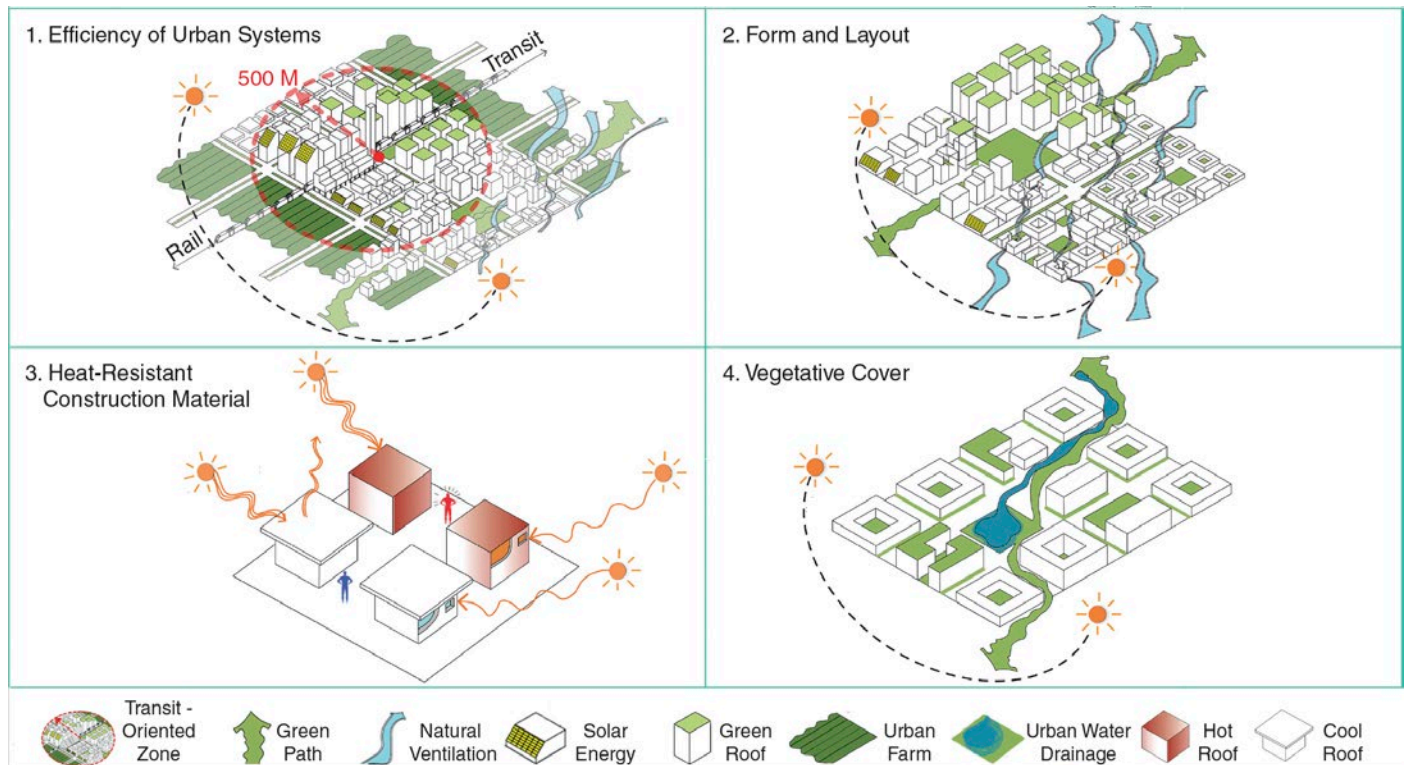
– *Heat-resistant construction materials*: selecting low heat capacity and high thermal inertia materials and reflective coatings can improve building performance by managing heat exchange at the surface; outdoor pavements with high albedo contribute to the reduction of the heat island effect (Santamouris,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

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

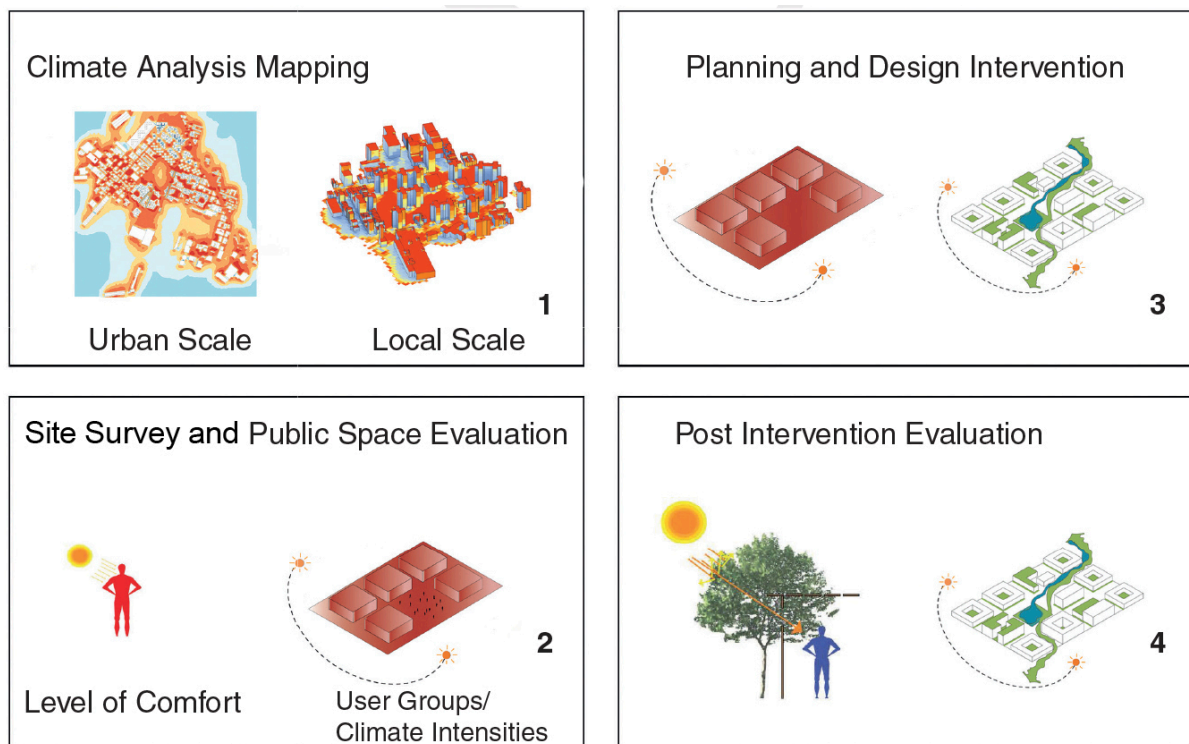


01 | Principi di progettazione *climate-resilient* sviluppati in ARC3-2 per facilitare processi integrati di mitigazione e adattamento nelle città: (1) riduzione del calore di scarto e delle emissioni di gas serra attraverso l'efficienza energetica e la mobilità sostenibile; (2) modifica della forma 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 (attuato 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	VMT (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 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](http://www.hudsonyardsnewyork.com)), che prevede la realizzazione, su un'area di 11 ettari, di circa 2 milioni di m<sup>2</sup> 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](http://www.hudsonyardsnewyork.com)), which involves the construction, over an area of 11 hectares, of about 2 million m<sup>2</sup> of mixed-use covered areas and about 6 hectares of open spaces for public use, for over 20 billion dollars of total investment.

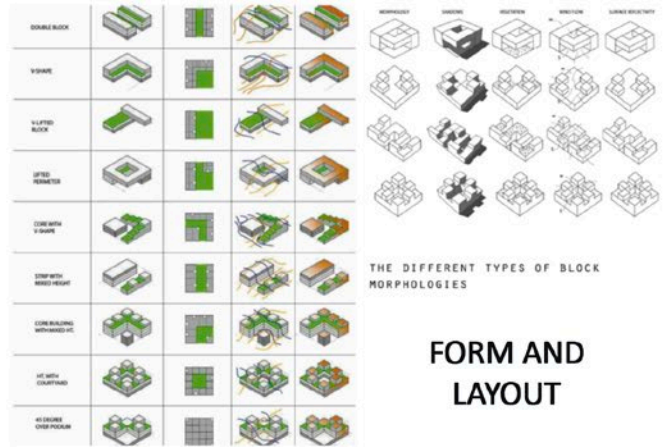
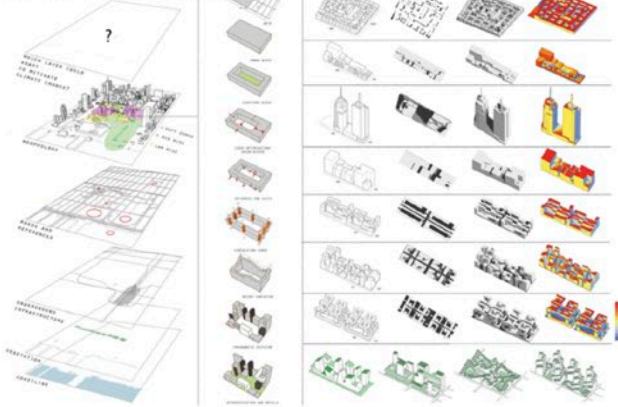
The case of Paris (Fig. 4) is intended to link the policies proposed by the Ville de Paris for a “densification acceptable” – to be implemented on the areas owned by the SNCF occupied by tracks and railway stations (as in the Ordener-Poissonniers area) – and the “transition énergétique”, exemplified by the Clichy-Batignolles eco-quartier ([www.clichy-batignolles.fr](http://www.clichy-batignolles.fr)) – an area of 54 hectares on which 3,400 new houses, 10 hectares of public park and about 300,000 m<sup>2</sup> 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

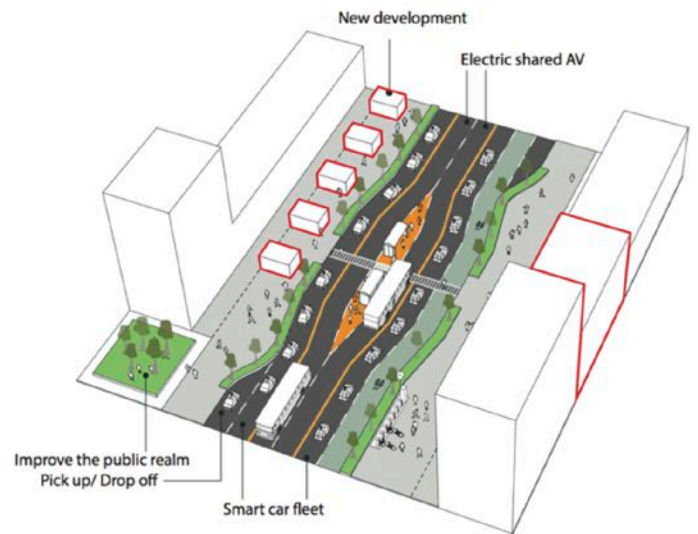
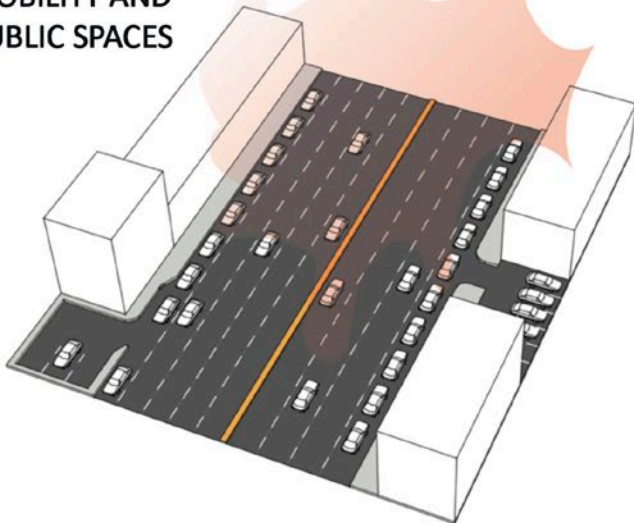
**DISTRICT ANALYSIS**

**04 MID TOWN WEST ANALYSIS**

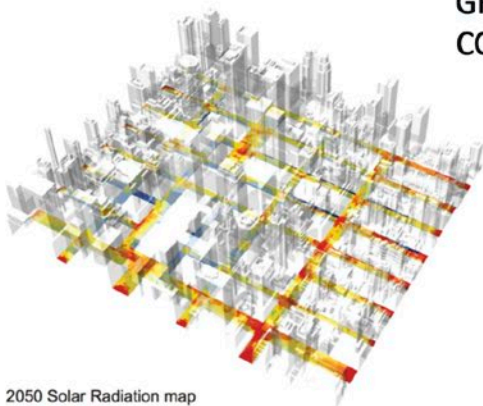


**FORM AND LAYOUT**

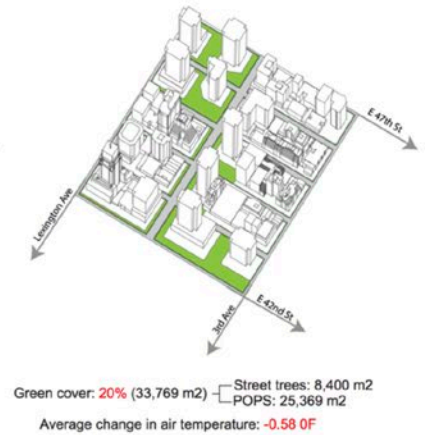
**MOBILITY AND PUBLIC SPACES**



**GREEN COVER**



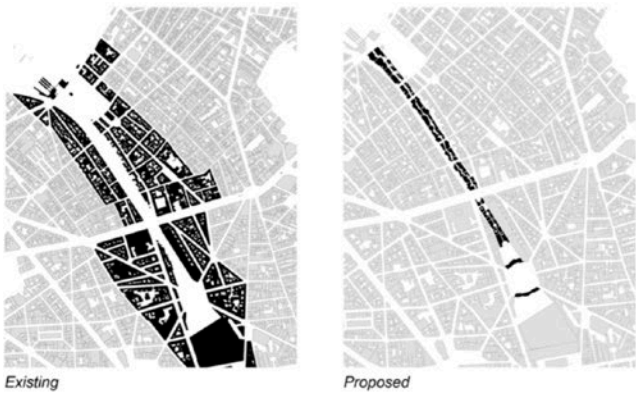
2050 Solar Radiation map



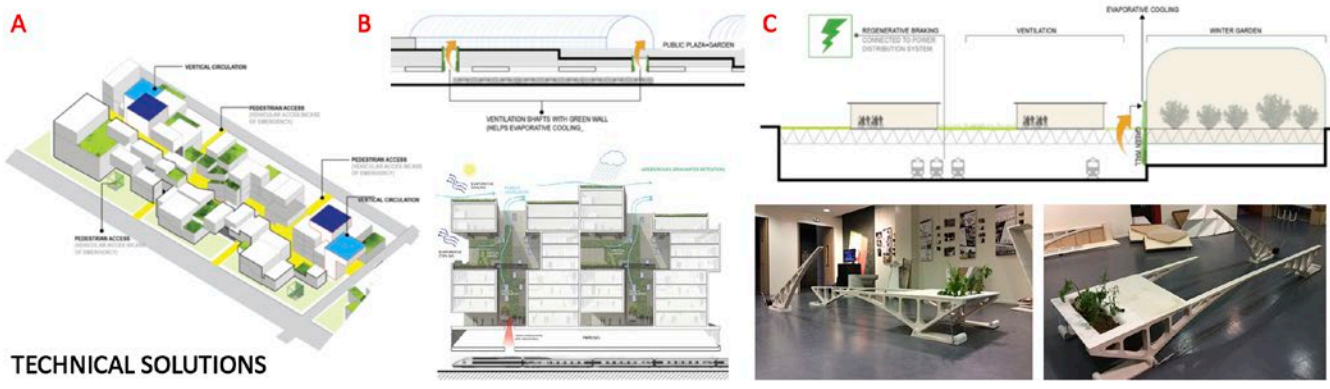


04 | Paris St. Lazaire - Batignolles. Un nuovo insediamento a uso misto denso e compatto costruito con tecnologie prefabbricate leggere è realizzato su una piastra in UHPFRC che copre il fascio di binari tra la stazione di St. Lazaire e il parco di Batignolles. Programma funzionale e analisi microclimatiche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



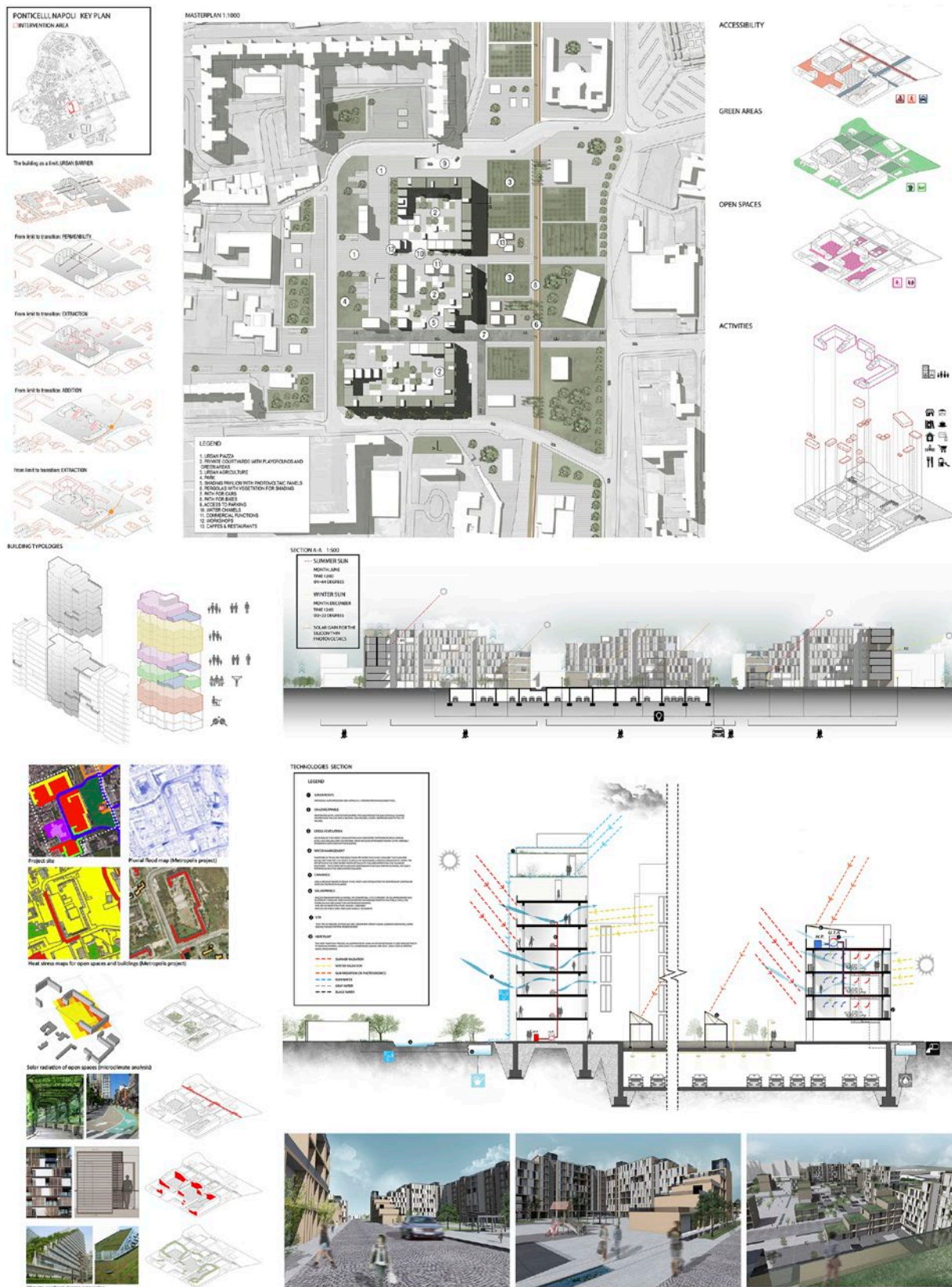
RADIANT HEAT MAPS (2080 PROJECTION)





05 | Progettazione adattiva e rigenerazione urbana resiliente a Ponticelli, Napoli: riconfigurazione volumetrica dei grandi edifici residenziali e riorganizzazione delle corti urbane in rapporto alle condizioni di vulnerabilità a ondate di calore e allagamenti; soluzioni tecniche NZEB e di gestione sostenibile dell'acqua per nuovi edifici e retrofit; integrazione di aree verdi e sistemi di mobilità sostenibile negli spazi pubblici. Design team: Lordi, A., Haolin, W., Chatzaki, I., Valencia, C. M.

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](http://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 m<sup>2</sup> 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiant heat map (Ladybug)</li> <li>- Building energy performance (Honeybee)</li> <li>- Ventilation patterns (Ecotect)</li> <li>- Flood hazard maps (FEMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiant heat map (Ladybug)</li> <li>- Building energy performance (Honeybee)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heat Wave / Pluvial flood vulnerability and impacts (Metropolis WebGIS platform)</li> </ul>
Site surveys e Public Space Evaluation (stakeholders)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NY Department of City Planning</li> <li>- Manhattan Community Board</li> <li>- American Institute of Architects</li> <li>- Local architecture firms</li> <li>- Residents and workers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Local architecture firms</li> <li>- Residents and workers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Local community associations</li> <li>- Residents and workers</li> </ul>
Planning and Design Intervention	<ul style="list-style-type: none"> <li>- New morphology of urban blocks (in relation to available Floor Area Ratio)</li> <li>- New public spaces and facilities (new urban blocks + riverside buffer zone)</li> <li>- Private (green roofs) and community (riverside) farms</li> <li>- Rain/graywater collection and recycling</li> <li>- Street orientation and sections (improved shading, vegetation, walkability and cyclability)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- New development (650 housing units, 90,000 m<sup>2</sup>; commercial spaces 35,000 m<sup>2</sup>; green corridor 1,2 ha)</li> <li>- Urban agriculture / winter gardens</li> <li>- Pedestrian / cycling paths</li> <li>- Rain/graywater collection and recycling</li> <li>- Parkings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- New morphology of urban blocks</li> <li>- NZEB new buildings and retrofits</li> <li>- Rain/graywater collection and recycling</li> <li>- Integration of green areas and sustainable mobility systems in public spaces</li> <li>- Parkings</li> </ul>
Post-Intervention Evaluation (technical)	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ 20-35% green cover</li> <li>- 2,5-3,5°C outdoor temperature</li> <li>- 7,000 l/a drinking water consumption</li> <li>+ 30,000 l stormwater storage capacity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ 20-35% green cover</li> <li>- 10-15°C outdoor temperature</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ 30% green cover</li> <li>- 40% building energy consumption (average)</li> <li>- 35% run-off outdoor surfaces (average)</li> <li>+ 60,000 l stormwater storage capacity</li> </ul>
Post-Intervention Evaluation (stakeholders)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentation at Port Authority of New York &amp; New Jersey</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Not implemented</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Community workshop (scoring of design solutions)</li> <li>- Self-construction workshop (rainwater harvesting system for Ponticelli Social Garden)</li> </ul>

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-

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

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-

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 architect-

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

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

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-

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](http://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](http://www.nyit.edu).

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

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

*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.

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 (SIMMCITIES\_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](http://www.uccrn.org)).



Luciana Mastrodonato, Donatella Radogna, Manuela Romano,  
Dipartimento di Architettura, Università G. D'Annunzio di Chieti-Pescara, Italia

l.mastrodonato@unich.it  
dradogna@unich.it  
manuela.romano@unich.it

**Abstract.** Il concetto di resilienza rivolto all'ambiente costruito sottintende capacità di "incolumità" e di recupero che si esprimono anche attraverso caratteristiche di adattabilità e trasformabilità. Riconoscendo nell'edilizia abitativa aspetti particolarmente significativi per indagare le esigenze di adattamento e trasformazione dei sistemi edificati, si presenta un estratto della ricerca svolta sul tema dell'abitare, in accordo con l'A.T.E.R. di Pescara e Confcooperative Abruzzo. Il lavoro propone indicatori e criteri atti a consentire il rilevamento delle capacità di resilienza che possono proiettare i sistemi residenziali in una dimensione sostenibile, in cui l'attitudine a rigenerarsi sottintende la perizia degli abitanti nel gestire le risorse, per un'offerta prestazionale in crescendo.

**Parole chiave:** trasformazione, innovazione dei processi, qualità dell'abitare, temporaneità, co-evoluzione.

## Introduzione

Negli ultimi anni, nel tentativo di promuovere il soddisfacimento dei «bisogni dell'attuale generazione senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri», si è palesata anche la necessità di permettere alla stessa generazione di porre rimedio ai «danni» ereditati dal passato rispetto ai quali la resilienza ha acquisito un ruolo centrale.

Sebbene lo sviluppo sostenibile sembri principalmente rivolto al futuro poiché esorta a non provocare nuovi «danni», l'obiettivo di migliorare «la qualità della vita umana vivendo nel rispetto della capacità di carico degli ecosistemi»<sup>1</sup> discende dalla constatazione di aver arrecato e subito «danni» importanti, per cui esprime anche necessità di recupero che possono essere soddisfatte attraverso il riconoscimento e la «messa in esercizio» delle capacità di resilienza.

Il concetto di sostenibilità, infatti, attiene soprattutto alla comprensione degli impatti sul benessere collettivo connessi alle diverse forme di nocimento provocate nel sistema socio-ecologico

## Resilience and transformation strategies for a becoming housing quality

**Abstract.** The resilience concept if referred to the built environment suggests 'safety' and recovery capacities that express adaptability and transformability characteristics. Recognising in the housing settlements many very significant aspects for inspecting the built systems adaptation and transformation needs, we present an extract of the research carried out on the housing topic, in agreement with the A.T.E.R. of Pescara and Abruzzo Confcooperatives. The work proposes indicators and criteria to allow the survey of the resilience capacities that can project the housing systems in a sustainable dimension, in which the aptitude to regeneration suggests the inhabitants know-how in the resources management, for a swell performance supply.

**Keywords:** transformation, processes innovation, housing quality, impermanence, co-evolution.

globale, mentre il concetto di resilienza si focalizza sull'analisi di come il sistema stesso abbia capacità di trasformarsi e adattarsi rispetto ai cambiamenti (Conferenza internazionale sulla resilienza, 2011).

L'adattabilità e la trasformabilità sono stati riconosciuti prerequisiti chiave del *resilience thinking* (Folke et al., 2010), la cui applicazione richiede la conoscenza e la gestione delle "capacità di resilienza" dei sistemi adattivi complessi (anche nei rapporti tra "resilienza specifica" e "resilienza generale", Carpenter et al., 2001). In questa direzione è considerato che l'edilizia residenziale rappresenta un fattore importante nella 'costruzione' di città resilienti (City Resilience Framework, Arup, 2015), è stato sviluppato uno studio che cerca di definire indirizzi per il raggiungimento di risultati fattibili con le risorse a disposizione (inizialmente in accordo con l'A.T.E.R. di Pescara e successivamente anche con Confcooperative Abruzzo).

Lo studio muove dalla conoscenza approfondita di un quadro esigenziale, la cui complessità, data eminentemente dalle richieste dei residenti (desideri), dalle necessità dell'ente gestore (limiti e problemi) e dalle criticità ambientali, rimarca la necessità di definire una dimensione resiliente. Una dimensione che possa consentire un processo di rigenerazione da attuarsi per gradi (in processi circolari di co-evoluzione dell'ambiente costruito e dell'utenza), in modo da superare gli ostacoli all'applicazione di politiche e pratiche note particolarmente efficaci e virtuose, già messe in atto in altre realtà.

## Introduction

In the latest years, for promoting the satisfaction of «the nowadays generation needs without compromising the future generation capabilities of satisfying their own ones», the need of permitting to the same generation of putting right to the "damages" coming from the past emerged and resilience acquired a central role.

Although the sustainable development seems principally pointed towards the future since it pushes to not cause new "damages", the aim of improving «the human life quality living respecting the eco-systems capabilities»<sup>1</sup> comes from the awareness of having caused and suffered important "damages", so it expresses also recovery needs that can be satisfied through the recognition and the 'put in operation' of the resilience capabilities.

The sustainability concept above all

complies with the comprehension of how the changes occurred in the global socio-ecologic system crash into human well-being and on the social and economic development while the resilience concept focuses on the analysis of how it come the socio-ecologic system organises and transforms itself in the course of the time and of how it is also able of modifying and adapting itself to the changes. (Resilience International Conference, 2011).

The adaptability and the transformability have been recognised key pre-requirements of the *resilience thinking* (Folke et al., 2010), whose application requests the knowledge and the management of the "resilience capabilities" of the complex adapting systems (also in the relationships between "specific resilience" and "general resilience", Carpenter et al., 2001). In this direction and since the housing building

## **Abitare: mutevolezza della domanda e limiti dell'offerta**

La sfida di riqualificare quartieri degradati e di realizzare sistemi insediativi efficienti per garantire alloggi e servizi di base per una migliore qualità della vita rappresenta già da alcuni anni un ambito preferenziale di intervento per lo sviluppo sostenibile delle città (Carta di Lipsia, 2007; RFCS, 2013; Agenda 2030, 2015; UNIHABITAT, 2016). Il tema è diventato centrale a seguito di nuove forme di disagio abitativo, conseguenza di trasformazioni sociali ed economiche che hanno condizionato l'abitare contemporaneo.

Il "problema casa", infatti, continua a essere una questione centrale in gran parte del territorio Europeo: il costo dell'abitare rappresenta un quarto del bilancio complessivo delle famiglie e la percentuale di chi non riesce a sostenerlo è aumentata significativamente nell'ultimo decennio, dal 35% nel 2005 a oltre il 39% nel 2015 (Eurostat).

In Italia, il fenomeno è particolarmente complesso per l'inefficacia delle politiche a sostegno dell'abitazione e per il progressivo contrarsi delle risorse investite nel settore. Il disagio abitativo interessa 1,7 milioni di famiglie e gli alloggi sociali contano un migliaio di unità, insufficienti a rispondere a un fabbisogno in continua evoluzione (Federcasa, 2015; Nomisma, 2016; Housing Europe, 2017) e al forte aumento (+ 62%) delle misure di sfratto tra il 2006 e il 2014. Se la realizzazione di nuovi alloggi è limitata a iniziative pubblico-private, sono invece oltre 400.000 le unità di edilizia residenziale che richiedono urgenti interventi di efficientamento prestazionale, reso complesso da fattori perturbativi sociali ed economici.

A Pescara, la contraddittorietà degli strumenti operativi ha ge-

nerato interventi sporadici realizzati "a guasto avvenuto", in situazione di emergenza, con azioni inefficaci, oppure *una tantum*, con soluzioni prive di un miglioramento di qualità riconosciuto dalla comunità. In generale, oltre alla limitata offerta abitativa, l'obsolescenza dei sistemi edilizi, le condizioni di marginalizzazione degli insediamenti, gli elevati tassi di disoccupazione e le criticità dei flussi migratori, costituiscono i principali fattori di fragilità del settore dell'edilizia (Lucarelli, 2017) che richiede un approccio progettuale e procedurale aperto a nuove dinamiche di risposta ai processi di cambiamento in fieri.

Il rilevamento delle capacità di resilienza delle comunità e dei sistemi residenziali

Il percorso per il raggiungimento di una dimensione sostenibile della città contemporanea, è legato a "un processo adattivo", "locale e creativo" che «non rappresenta uno stato né una visione immutabile, ma una continua verifica [...] per individuare le attività che spingono il sistema verso l'equilibrio e quelle che lo allontanano» (Carta di Aalborg, 1994) e si rivolge all'ottimizzazione nell'uso e nella gestione delle risorse materiali e immateriali, prevedendo una nuova concezione dei processi di trasformazione dell'ambiente costruito e un coinvolgimento considerevole delle comunità.

### **Housing: the demand mutability and the supply limits**

The challenge of developing degraded quarters and of making efficient settlement systems to guarantee accommodations and basic services for a better life quality represents a preferential intervention setting for the city sustainable development (Carta di Lipsia, 2007; RFCS, 2013; Agenda 2030, 2015; UNIHABITAT, 2016). The theme became central as a result of new residential discomfort forms, which were the consequence of social and economic transformation that condition the contemporary housing.

The "housing problem", indeed, is still a central question all over the Europe: the inhabit cost represents the families balance sheet and the percentage of

those not able to pay for it increased a lot in the last decade (from 35% in 2005 to further 39% in 2015, according to Eurostat data).

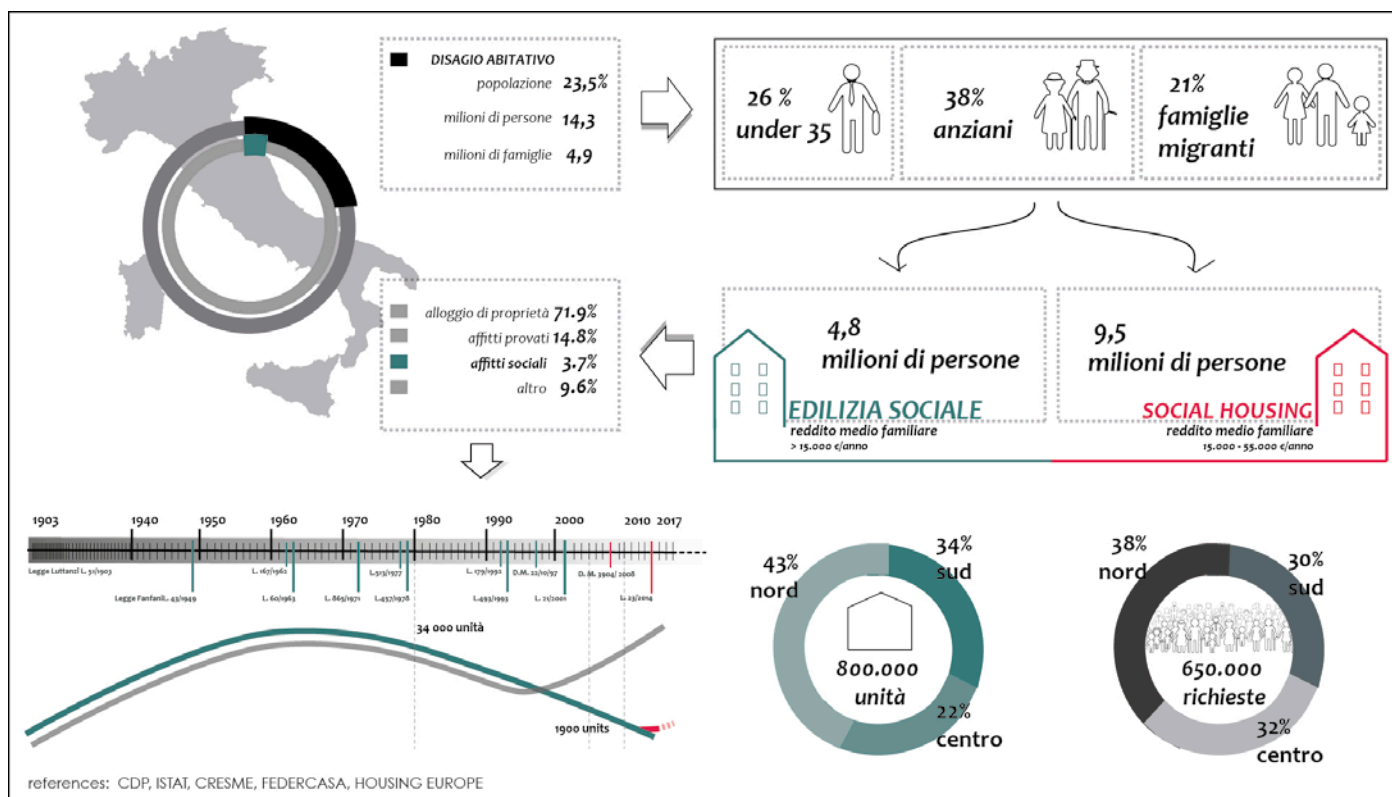
In Italy, the phenomenon is particularly complex due to the ineffectiveness of the policies supporting the housing sector and the progressive reduction of the invested resources in it. The housing discomfort interests 1,7 millions of families and the social accommodations are about a thousand, therefore insufficient for satisfying a demand in evolution (Federcasa, 2015; Nomisma, 2016; Housing Europe, 2017) and a heavy increase (+ 62%) of the eviction measures adopted between the 2006 and the 2014. If the realisation of new accommodations foresees public-private initiatives, 400.000 are instead the housing units that need urgent performance improvement interventions that is difficult due to social and economic disturbances.

In Pescara, the contradictory operational instruments generated few works realised in emergency situation, through inefficient actions or *una tantum*, with a null quality improvement.

In general, in addition to the limited housing supply, the building systems obsolescence, the settlements marginalisation conditions, the high unemployment levels and the migrant flows criticalities constitute the principal fragility factors of the building sector (Lucarelli, 2017) that requests richiede a planning and procedural approach forwards the possibility of giving new answers in the in progress changing processes.

The survey of the resilience capabilities of the communities and the housing systems

The way for reaching a sustainable dimension of the contemporary city,



Nel riappropriarsi dei diritti comuni, nel passaggio dalla “proprietà della casa” in quanto tale, al valore della qualità delle relazioni, nella “fruizione dei servizi abitativi”, gli individui diventano protagonisti della vita di quartiere. Centrale è il concetto di “abitare come bene comune” (TAM Associati, 2016) che valorizza le esigenze, per costruire nuove modalità di intervento fondate su processi insediativi resilienti. Il cambiamento di *governance*, da un approccio assistenziale, con politiche decise dall’alto, ad

un approccio che coinvolge le comunità come componenti attive di innovazione sociale, innesca “nuove processualità” (Forlani, 2016).

In questo scenario, il progetto di sistemi residenziali efficienti si lega ai concetti di *smart city* e *resilient city*, che definiscono processi innovativi nelle modalità di programmazione integrata della rigenerazione, fondati su approcci *bottom up*. La maggiore efficienza della città ‘intelligente’ è data da un’organizzazione si-

is tied to an “adaptive process”, “local e creative” that «does not represent a state or an unchanging vision but a continuous check [...] to individuate the activities that push the system forward the equilibrium and those that push it away» (Aalborg Charter, 1994) and it is directed to the optimisation in the use and the management of the material and immaterial resources, foreseeing a new conception of the build environment transformation processes and a communities important involvement.

The cultural debate about the citizens “needs” stoked the “city right” topic, (Lefebvre, 2014; Friedman, 2011; Ward, 2016; Settis, 2017) exalting the inhabitants role in the construction of a collective identity and encouraging them for not remaining “passive and ready to get indignant spectators”, but active protagonist in the planning of an efficient

rehabilitation of the housing spaces.

In the claiming back of the common rights, passing from the “house property” to the relationships quality value, using “the housing services”, people become protagonist in the quarter life. The concept of “inhabiting as common good” (TAM Associates, 2016) that enhances the needs, to define new intervention ways founded on resilient occupying processes. The *governance* change, from a helpful approach to another one that involves the communities as active components in a social innovation, triggers “new kinds of processes” (Forlani, 2016).

In this scenario, the project of efficient residential systems is connected to the *smart city* and *resilient city* concepts, which define innovative processes in the integrated planning ways of the regeneration that are founded on *bottom up* approaches. The efficacy increase of

the ‘smart’ city is given by a systemic organisation of of the natural resources, the communication network and the services (ecologic mobility e ICT infrastructures) use and of the monitoring of the citizens safety and well-being. The ‘resilient’ city is able to absorb, recover and prepare itself in case of future and unpredictable shocks (OCSE, 2017), educating the community for responding to the difficulties.

A *framework* construction for supporting the authority (public or private), in the *policy maker* role, promotes circular processes of co-evolution of the buoilt environment and of the users, starting from the resilience capabilities and the vulnerabilities survey.

The comprehension of the problems and of the dynamics that affect the settlement systems operation, is pointed towards the definition of the prerequisites for a resilient behaviour and

new recovery opportunities (Caterina, 2013). The recourse to integrated strategies offers the possibility of reducing the risk tied the environmental, social and economic vulnerability. The interventions planning strategies should be inflected respect to multi-scalar and interdisciplinary operation levels, for a correct management of the environmental system (efficient use of the resources), of the human system (efficiency of the building systems and of the *smart* control system) and of the social system (neighbourhood relationships, identity and culture). At the urban scale, the intervention planning should be oriented to the risks elimination (tied to the calamities and to the safety) and to the optimisation of the energetic flows, also through an urban space “re-naturalisation” and re-functionality, and a common spaces co-management. At the building scale,

stemica dell'uso delle risorse naturali, delle reti di comunicazione e dei servizi (mobilità ecologica e infrastrutture ICT) e di monitoraggio della sicurezza e del benessere dei cittadini, dal coinvolgimento nella valorizzazione degli aspetti socio-culturali. La città 'resiliente' ha capacità di assorbire, recuperare e prepararsi rispetto a *shock* futuri e imprevedibili (OCSE, 2017), educando la comunità a reagire alle difficoltà.

La costruzione di un *framework* a supporto dell'ente (sia esso pubblico o privato), nel ruolo di *policy maker*, promuove processi circolari di co-evoluzione dell'ambiente costruito e dell'utenza a partire dal rilevamento delle capacità di resilienza e delle vulnerabilità.

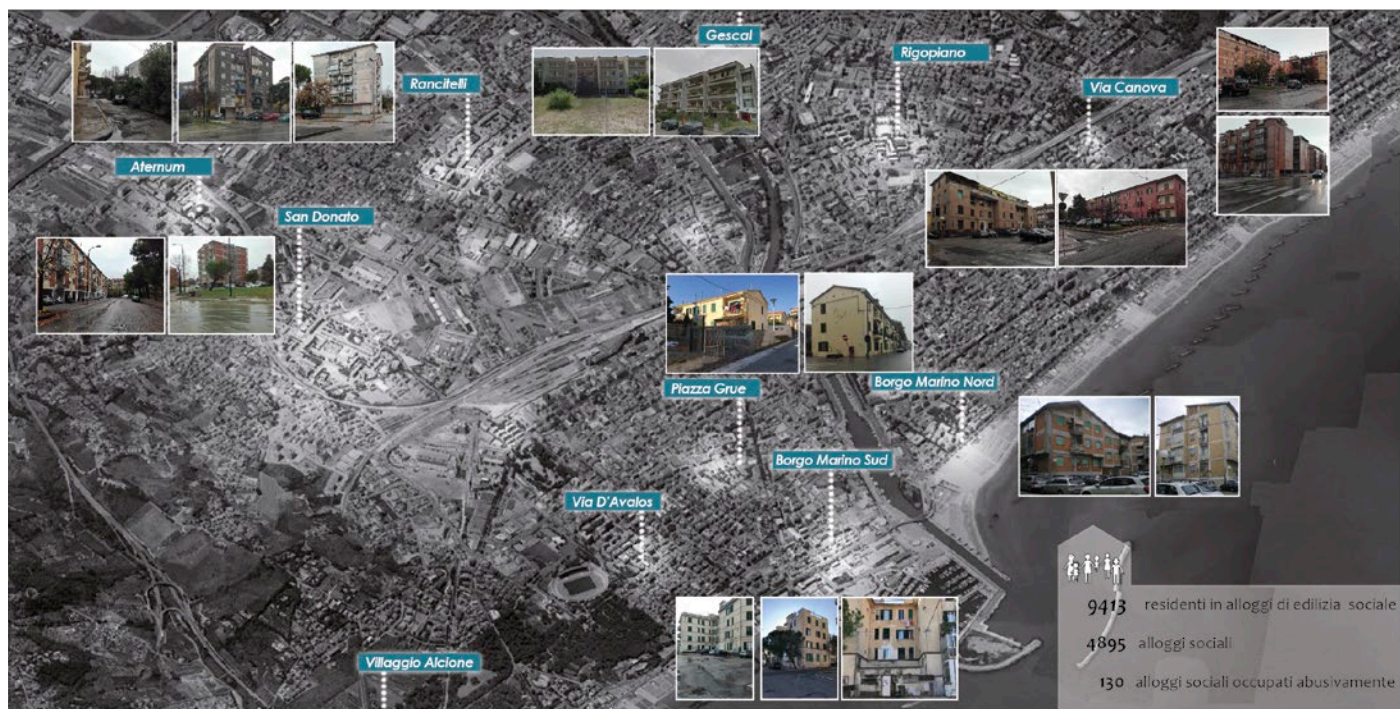
La comprensione delle problematiche e delle dinamiche che influiscono sull'operabilità dei sistemi insediativi, è rivolta alla definizione dei presupposti per un comportamento resiliente e nuove opportunità di recupero (Caterina, 2013). Il ricorso a strategie integrate offre la possibilità di ridurre il rischio legato alla vulnerabilità ambientale, sociale ed economica. Le strategie di programmazione degli interventi vanno declinate su livelli operativi multi-scalari e interdisciplinari per una corretta gestione del sistema ambientale (uso efficiente delle risorse), del sistema antropico (efficienza dei sistemi edilizi e dei sistemi *smart* di controllo) e del sistema sociale (relazioni di vicinato, identità e cultura). Alla scala urbana, la programmazione dell'intervento va diretta all'eliminazione dei rischi (legati alle calamità e alla si-

curezza) e all'ottimizzazione dei flussi energetici, anche attraverso una "rinaturalizzazione" e ri-funzionalizzazione dello spazio urbano, e una gestione partecipata degli spazi comuni. Alla scala edilizia le strategie devono tendere verso una riduzione dei consumi energetici e un adeguamento funzionale, capace di migliorare i livelli prestazionali legati alle nuove richieste dell'abitare contemporaneo.

Per formare comunità in grado di 'auto-rigenerarsi' e di 'auto-sostenersi' in divenire e per valutare le capacità di 'risposta' dei sistemi residenziali, è necessaria una revisione degli strumenti operativi e una definizione di un apparato metodologico che fornisca indicatori analitici e criteri meta-progettuali di supporto ai processi decisionali.

Da questa osservazione, l'indagine condotta ha preso avvio dal rilevamento dei principali 'fattori di disturbo' rispetto ai rischi ambientali, sociali ed economici che rendono insostenibile il "sistema casa". Il costo dell'abitare è stato riconosciuto come nodo centrale, su cui l'inefficienza prestazionale dei sistemi insediativi ha un peso significativo. In una logica causa effetto, infatti, gli elevati costi di esercizio dei sistemi edilizi e l'assenza di servizi, scatenano fenomeni di disagio abitativo che si manifestano sotto forma di morosità e altre inadempienze, che limitano ulteriormente le possibilità economiche dell'ente gestore di intervenire con una manutenzione efficace, aggravando le perdite di funzionalità dei sistemi stessi.

02 |







A partire quindi da una sistematizzazione delle cause di inefficienza sono stati definiti indicatori in grado di cogliere i fattori di ‘perturbazione’ e le capacità di resilienza (*sited oriented*) attraverso target predefiniti. Gli indicatori sono classificati in tre classi di qualità, riferite alle dimensioni della sostenibilità: qualità ecosistemica (dimensione ambientale), qualità fruitiva (dimensione sociale) e qualità gestionale (dimensione economica). La valutazione avviene tramite *check list* organizzate per identificare le insufficienze prestazionali (nel caso dell’esistente), e le prestazioni da ottenere (nel caso di nuove costruzioni), che indicano le esigenze di trasformazione e adattamento. La selezione e la combinazione degli indicatori individua trasversalmente la resilienza specifica ma l’applicabilità della strategia è condizionata ad una visione ecosistemica che utilizza gli strumenti del metabolismo urbano (analisi dei flussi ed *extended metabolism*, Newman, 1999), finalizzati all’autosufficienza dei sistemi residenziali (Mastrolonardo, 2014). I fattori positivi individuati, in risposta a perturbazioni naturali e antropiche (capacità intrinseche di resilienza), possono riguardare la ridondanza (diversità nelle funzioni), la modularità (relativa indipendenza dei sotto sistemi), il fattore temporale (riconoscimento delle variabili di risposta), la memoria e la conoscenza (rispetto a fenomeni perturbativi già in essere).

the strategies have to tend forwards a reduction of the energetic consumption and a functional adaptation, able to improve the performance levels tied to the new requests of the contemporary living.

To train communities able to ‘regenerate’ and ‘support’ themselves in progress and to asses the ‘answer’ capabilities of the residential systems, it is necessary a revision of the operative instruments and a definition of a methodological apparatus that gives analytic indicators and design criteria for supporting the decisional processes.

Starting from this observation, the carried out investigation began with the survey of the principal ‘disturbing factors’ for the environmental, social and economic risks that make “house system” unsustainable.

The cost of living is a crux, on which the performance inefficiency of the

settlement systems is significant. In a cause-effect logic, indeed, the high building systems operation cost and the absence of services with an efficient maintenance, aggravate the functionality drops of the same systems.

So starting from an organisation of the inefficiency causes we defined the indicators able to understand the ‘disturbance’ factors and the resilience capabilities (*sited oriented*) through pre-defined target.

The indicators are classified in three quality classes, referred to the sustainability dimensions: eco-systemic quality (environmental dimension), use quality (social dimension) and management quality (economic dimension).

The assessment is fulfilled by means of organised *Check list* to identify the performance insufficiency (for the existing buildings), and the performance to reach (for the new buildings), and indicate the

Il riferimento adottato è l’eco-quartiere ossia un sistema abitativo che favorisce comportamenti responsabili attraverso l’organizzazione efficiente delle risorse materiali e immateriali fondata su progetti partecipati in cui l’azione collettiva determina livelli elevati di efficienza. I processi sviluppati, in quest’ottica evidenziano, infatti, come la scala del quartiere sia particolarmente adatta per affrontare nella sua dimensione le sfide globali, contribuire alla sostenibilità della città e migliorare la qualità della vita dei suoi abitanti (EcoQuartier in Francia).

La comparazione dei dati raccolti con alcuni sistemi sperimentati (Breeam Communities, DGNB, GBC, Protocollo ITACA) per la valutazione delle ‘performance’ di sostenibilità, ha consentito di individuare un *rating* utile a inquadrare i fattori di inefficienza. Questo passaggio è stato fondamentale anche per valutare l’applicabilità dei sistemi nella realtà indagata, in cui la complessità del quadro esigenziale richiede un controllo più incisivo soprattutto nelle dimensioni sociale ed economica.

L’iter metodologico prevede cinque fasi:

- raccolta dati: individua attraverso una diagnostica partecipata i rischi e i bisogni dei diversi attori. Gli indicatori sono 26 parametri aggregati rispetto alle tre categorie di qualità (ecosistemica, fruitiva e gestionale) La valutazione attribuisce un punteggio a ciascun target in un *range* soddisfatto/non soddis-

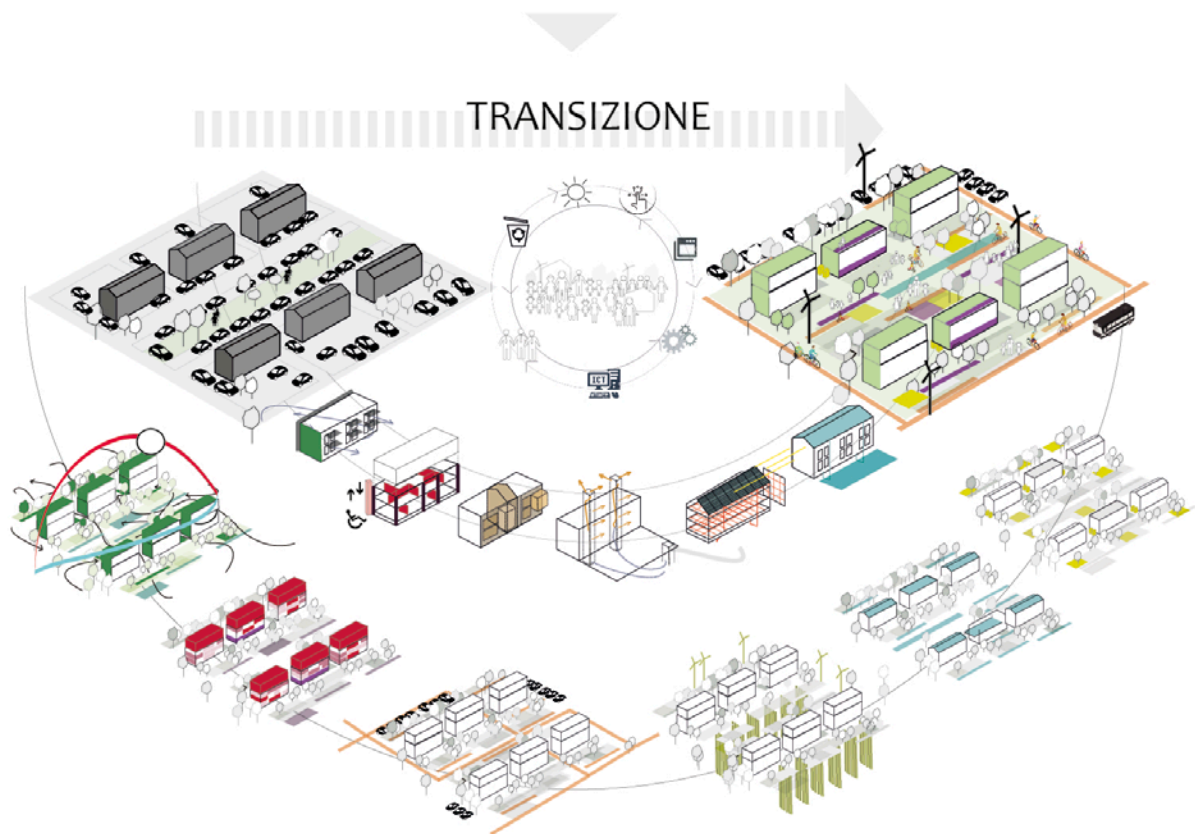
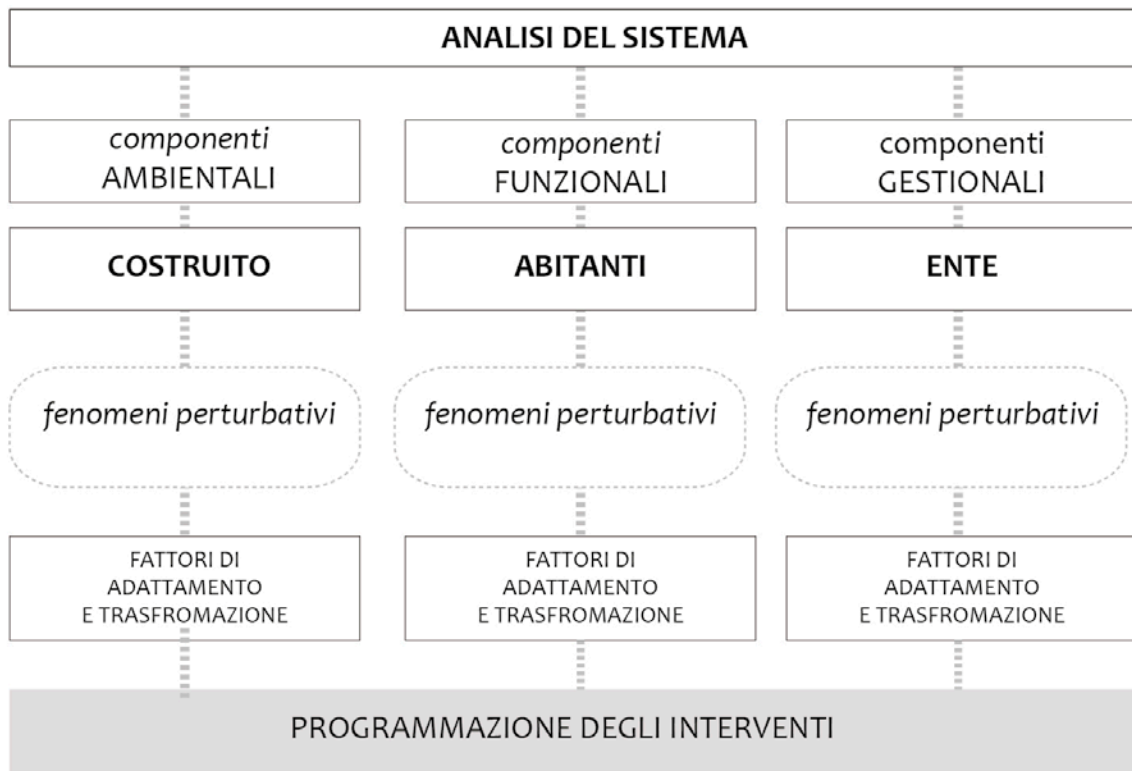
transformation and adaptation needs suitable for giving back the percentage values referred to the different *target*. The selection and the combination of the indicators individuate the specific resilience but the applicability of the strategy is conditioned by an eco-systemic vision that uses the urban metabolism instruments (flows analysis and *extended metabolism*, Newman, 1999), pointing to the self-sufficiency of the residential systems (Mastrolonardo, 2014). The individuated positive factors, answering to the natural and human disturbances (resilience intrinsic capabilities), can concern the redundancy (different functions), the modularity (sub-system independency), the temporal facto (the answers variables recognition), the memory and the knowledge (of the existing disturbance phenomena).






















The adopted reference is the eco-quarter that is to say a residential system

that support responsible behaviours through the efficient organisation of the material and immaterial resources founded on co-design in which the collective action determines high efficiency levels. The developed processes, underline, indeed, as the quarter scale is particularly appropriate to face the challenges tied to the sustainable objective (EcoQuartier in France, Sustainable Quarters in Switzerland, etc).







The comparison of the collected data wit some experimented systems (Breeam Communities, DGNB, GBC, Protocollo ITACA) for the sustainability ‘performances’ assessment allowed to individuate a *rating* useful for setting the inefficiency factors and defining the intervention priorities. This passage was fundamental for evaluating the applicability of the systems in the investigated reality, in which the complexity of the needs framework request a more





Qualità ecosistemica								
	Efficienza energetica	▼						
	Efficienza idrica	▲						
Scala di insediamento 	<b>Target</b> ▲ Sono presenti sistemi per il corretto deflusso e drenaggio delle acque meteoriche? Sono presenti sistemi per la raccolta e il riuso delle acque? Sono presenti sistemi per la depurazione delle acque? Le acque sono utilizzate per il fabbisogno idrico del quartiere?	NO SI <table border="1" data-bbox="1136 351 1225 433"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>						
Cosa fare ▼	Riferimenti ▼	Strumenti ▼						
Scala di edificio	<b>Target</b> ▼ <b>Cosa fare</b> ▼	Riferimenti ▼ Strumenti ▼						
	Qualità dell'aria	▼						
	Qualità del suolo	▼						
	Gestione dei rifiuti	▼						
Qualità fruitiva								
	Sicurezza	▼						
	Accessibilità e connessione	◆						
Scala di insediamento 	<b>Target</b> ▲ Sono presenti nel sito barriere architettoniche? I percorsi e gli spazi aperti sono curati e illuminati? Il sito è servito da sistemi efficienti di trasporto pubblico? Nel sito sono presenti sistemi sicuri per il ricovero delle biciclette?	NO SI <table border="1" data-bbox="1136 944 1225 1026"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>						
Cosa fare ▼	Riferimenti ▼	Strumenti ▼						
Scala di edificio	<b>Target</b> ▼ <b>Cosa fare</b> ▼	Riferimenti ▼ Strumenti ▼						
	Adattabilità	▼						
	Integrazione	▼						
	Inclusione	▼						
Qualità gestionale								
	Mitigazione dei rischi	▲						
Scala di insediamento 	<b>Target</b> ▲ Sono presenti sistemi di controllo dell'inquinamento? Sono presenti sistemi di controllo delle perdite di funzionalità dei sistemi? Sono presenti piani di manutenzione programmata? Sono presenti sistemi di monitoraggio dei consumi?	NO SI <table border="1" data-bbox="1136 1483 1225 1565"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>						
Cosa fare ▼	Riferimenti ▼	Strumenti ▼						
Scala di edificio	<b>Target</b> ▼ <b>Cosa fare</b> ▼	Riferimenti ▼ Strumenti ▼						
	Microeconomie	▼						
	Attrattività	▼						
	Partecipazione	▼						
	Efficienza del team	▼						



-  4 alloggi  
70 mq
-  4 alloggi ogni  
70 mq
-  8 alloggi  
70 mq
-  12 alloggi  
70 mq
-  16 alloggi  
90 mq
-  4-4 famiglie  
1-7 componenti

	ambientali	funzionali	gestionali
vulnerabilità	<ul style="list-style-type: none"> <li>- assenza di misure di controllo dei fattori microclimatici</li> <li>- elevati consumi energetici</li> <li>- inefficienti misure per il deflusso delle acque meteoriche</li> <li>- eccessiva permeabilità del suolo</li> <li>- assenza di aree verdi ed elementi naturali</li> <li>- assenza di sistemi per la raccolta controllata dei rifiuti</li> <li>- eccessiva presenza di automobili negli spazi aperti</li> <li>- presenza di sistemi inquinanti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pericoli per caduta di elementi dall'alto</li> <li>- pericoli per instabilità strutturale dei sistemi edilizi</li> <li>- presenza di barriere architettoniche negli spazi aperti</li> <li>- presenza di barriere architettoniche negli edifici</li> <li>- inadeguatezza tipologica</li> <li>- assenza di spazi per la socializzazione</li> <li>- assenza di attività di quartiere</li> <li>- assenza di sistemi sicuri per il ricovero delle biciclette</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elevati costi di gestione</li> <li>- assenza di misure di controllo delle perdite di funzionalità degli impianti</li> <li>- assenza di risorse economiche per gli interventi di efficientamento</li> <li>- assenza di piani di manutenzione</li> <li>- degrado diffuso dei sistemi edilizi</li> <li>- assenza di un'anagrafe attendibile dell'inquinato</li> <li>- carenza di organico</li> </ul>
STATO DI QUALITÀ*			
potenzialità	<ul style="list-style-type: none"> <li>- disponibilità di spazi per l'integrazione di sistemi tecnologici efficienti</li> <li>- disponibilità di spazi per l'installazione di elementi naturali</li> <li>- disponibilità di spazi per l'installazione di sistemi per la raccolta dei rifiuti</li> <li>- disponibilità di spazi per l'installazione di sistemi per il compostaggio</li> <li>- disponibilità di spazi per l'allontanamento delle autovetture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presenza di fasce di età diversificate</li> <li>- presenza di fasce sociali diversificate (proprietari, studenti, affitti sociali)</li> <li>- presenza di ampi spazi liberi</li> <li>- collegamenti potenzialmente efficienti</li> <li>- assenza di forme di delinquenza</li> </ul>	

incisive assessment above all in the social and economic dimensions. The methodological procedure includes five phases:

- data collection: risks and needs are identified through co-diagnostics. The indicators are 26 aggregated parameters referred to three quality categories (eco-systemic, usability and management). The evaluation assigns a score to each target in a satisfied/not satisfied range aiming to define a percentage value to the quality status;
- data processing: the information collected is processed with the aim

of identifying vulnerabilities (environmental, functional and management), and potentialities (resistance, as a capacity to absorb impact; recovery, as a temporal factor in returning to equilibrium; creativity, as a function of the performances improvement as a result of adversity). The process allows to identify the intervention priorities that represent the risks related to the vulnerabilities and to define the strategic guidelines;

- interpretation: the stakeholders, the relationships and the needs framework with respect to the evolution-

ary potential of the systems are identified. The vulnerabilities and potentialities, after having been defined through co-diagnostics, give rise to alternative intervention scenarios, to be programmed according to the procedural and economic conditions. The evolving needs of the various actors in the process (managing institution, community, public authority, service co-operatives, investors and banks, project teams, external citizens) are revealed through the *stakeholder motivation matrix* which allows to build a com-

plex representative needs framework of the requests of each interlocutor. The configuration of the scenarios defines elements of social innovation and neighbourhood micro-economies. The new forms of work are linked to the services and to the controlled self-management practices of the efficiency state;

- planning: from the understanding of the various stakeholders needs, planning scenarios are built to show project alternatives in relation to the risks and benefits of certain intervention strategies. At this stage, it

- sfatto teso a definire una valutazione percentuale dello stato di qualità;
- **elaborazione:** le informazioni raccolte sono elaborate con lo scopo di individuare le vulnerabilità (ambientali, funzionali e gestionali), e le potenzialità (resistenza, come capacità di assorbire l'impatto; recupero, come fattore temporale del ritorno all'equilibrio; creatività, in funzione del miglioramento delle performances in conseguenza alle avversità). L'elaborazione consente di rilevare le priorità di e di definire gli indirizzi strategici;
  - **interpretazione:** individua gli *stakeholders*, le relazioni e il quadro delle esigenze rispetto alle potenzialità evolutive dei sistemi. Le vulnerabilità e le potenzialità definite attraverso la diagnostica partecipata, danno origine a scenari di intervento alternativi, da programmare in funzione delle condizioni procedurali ed economiche. Le esigenze in divenire dei diversi attori del processo (ente gestore, comunità, ente pubblico, cooperative di servizi, investitori e banche, team di progetto, cit-

- tadini esterni) si rilevano attraverso la *stakeholder motivation matrix* che consente di costruire un quadro di esigenze complesso rappresentativo delle richieste di ogni interlocutore. La configurazione degli scenari definisce elementi di innovazione sociale e microeconomie di quartiere, con l'attivazione di nuove forme di lavoro, legate ai servizi e pratiche di autogestione controllata dello stato di efficienza;
- **programmazione:** dalla comprensione dell'esigenze dei diversi *stakeholder*, si costruiscono scenari tesi a mostrare le alternative progettuali in relazione ai rischi e ai benefici di determinate strategie di intervento. In questa fase, si auspica l'avvio di un processo di partecipazione in cui si individuano ruoli, competenze e strumenti di formazione e informazione, per l'autogestione dei servizi di vicinato o l'autogestione della qualità del quartiere e dei sistemi edilizi;
  - **monitoraggio:** definito il programma operativo, si avvia una fase di monitoraggio continuo dell'efficacia delle soluzioni

	ENTE GESTORE ATER	COMUNITA'	COMUNE	TEAM DI PROGETTAZIONE	ASSOCIAZIONI	COOPERATIVE DI SERVIZI	INVESTITORI E BANCHE (cdp)
ENTE GESTORE ATER	<b>VANTAGGIO SOCIALE ED ECONOMICO</b>	fornitura di servizi abitativi e sociali	politiche favorevoli	collaborazione e risposte sociali	supporto per servizi assistenziali	partnership e finanziamenti	partnership e finanziamenti
COMUNITA'	miglioramento condizioni abitative e servizi	<b>BENESSERE ABITATIVO</b>	supporto fornitura di servizi	supporto elaborazione del progetto	supporto per la fornitura dei servizi assistenziali	supporto per i servizi di quartiere	supporto economico su progetti
COMUNE	sostegno sociale e abitativo effettivo	collaborazione	<b>OFFERTA DI SERVIZI AI CITTADINI</b>	valore aggiunto sociale	partecipazione per servizi di quartiere	partnership e finanziamenti	partnership sociale
TEAM DI PROGETTAZIONE	supporto elaborazione del progetto	collaborazione e partecipazione attiva	partnership e collaborazione	<b>PROGETTO E MONITORAGGIO EFFICACE</b>	supporto per servizi di quartiere	partnership e finanziamenti	partnership e finanziamenti
ASSOCIAZIONI	nuove opportunità reali di servizi	supporto per la fornitura dei servizi	supporto per la fornitura dei servizi	ascolto e scambio di informazioni	<b>SUPPORTO ALLA COMUNITA'</b>	partnership e finanziamenti	partnership e finanziamenti
COOPERATIVE DI SERVIZI	collaborazione e partecipazione attiva	collaborazione e partecipazione attiva	sponsorizzazioni	scambio di informazioni	scambio di informazioni e collaborazioni	<b>BUSINESS DI NUOVI SERVIZI SOCIALI</b>	partnership e finanziamenti
INVESTITORI E BANCHE (cdp)	collaborazione e partecipazione attiva	collaborazione e partecipazione attiva	sponsorizzazioni	progetti con risvolti sociali efficaci	servizi sociali efficaci	svizi sociali efficaci	<b>NUOVI BUSINESS SOCIALI FINANZIABILI</b>



adottate, in cui i parametri individuati dalle tre categorie di qualità vengono monitorati per individuare un nuovo quadro di scenari e ricalibrare gli obiettivi nel tempo.

**Casi studio: applicazione e validazione** La strategia delineata è applicata in via sperimentale in due casi studio a Pescara, nonostante il percorso di validazione sia limitato dall'impossibilità di testare operativamente la proposta definita.

Per l'intervento sull'edilizia sociale gestita dall'A.T.E.R., la scelta dell'insediamento, realizzato nel 1956, è stata effettuata sulla base delle indagini condotte sull'intero patrimonio. In generale, le condizioni di degrado e obsolescenza manifestano, sin dal rilievo a vista, la qualità scadente dell'organismo edilizio nel complesso. Nelle fasi di indagine, i dati raccolti e l'elaborazione hanno portato al rilevamento delle principali vulnerabilità. Sotto il profilo ambientale, sono evidenti le carenze prestazionali dei sistemi tecnologici, che in aggiunta alla mancanza di sistemi di controllo dei fattori microclimatici, rappresentano la causa principale dei consumi energetici elevati. Diverse inoltre, sono le forme di inquinamento determinate da parcheggi, macchinari inutilizzati, impiego di materiali e tecnologie obsolete. Forme di degrado che, sotto il profilo funzionale, condizionano l'accessibilità e la possibilità di usare gli spazi. Molteplici sono i rischi dovuti alla presenza di elementi pericolanti (impianti o elementi tecnici degradati, forme di auto-costruzione attuata dai residenti) e barriere architettoniche. Negli edifici di 4 livelli fuori terra, i vani ascensori sono assenti, i corpi scala sono minimi e i circa 280 utenti insediati (articolati in nuclei familiari da uno a sette componenti), sono distribuiti indistintamente negli 80 alloggi tutti di 45mq.

is desirable the launch of a participation process in which roles, skills and tools for training and information are identified, for the self-management of neighbourhood services or self-management of the district and building systems quality;

- monitoring: once the operational program has been defined, a phase of continuous monitoring of the adopted solutions effectiveness is launched. In this phase the parameters individuated through the three quality categories are monitored to outline a new scenario and to recalibrate the objectives over time.

#### **Case studies: application and validation**

The outlined strategy is experimentally applied to the two case studies in Pescara, despite the validation process results limited by the impossibility of

testing operationally the defined proposal.

The survey of the entire social housing estate managed by the A.T.E.R., led to choose the settlement for developing the intervention strategy. The settlement, built in 1956, consists of 5 buildings in line forming the internal court. In general, the deterioration and obsolescence conditions show the poor quality of the building organism as a whole. During the investigation phases, the data collected and processing led to the detection of the main vulnerabilities. From an environmental point of view, the performance shortcomings of technological systems are evident and constitute the main cause of high energy consumption, in addition to the lack of control systems for microclimatic factors. There are also various forms of pollution caused by parking, unused machinery, use of obsolete

Nella fase di interpretazione, è stato costruito il quadro esigenze rappresentativo delle richieste dei diversi interlocutori, raccolti nella matrice degli *stakeholder*, ipotizzando un percorso partecipato volto alla conoscenza e alla condivisione degli obiettivi. Note le esigenze di intervento rispetto alle tre 'componenti' (costruito, abitanti, ente) sono stati prefigurati indirizzi progettuali atti a costruire una qualità complessiva in divenire, attuabile per *step*, in cui di volta in volta le azioni progettuali mirano all'eliminazione delle forme di vulnerabilità.

La priorità degli interventi individua strategie transcalari, ricalibrate nella fase metaprogettuale e le richieste effettive della comunità, valutano operazioni coraggiose e condivise. Lo scenario delinea una comunità che si prende cura dello spazio urbano di pertinenza mitigando i rischi di perturbazione rispetto alla sicurezza (microclimatica, idraulica e di vicinato).

Il secondo caso studio riguarda la realizzazione *ex-novo* di un quartiere di *social housing* collaborativo. I parametri di progetto si declinano in *check list* orientate al nuovo intervento, e ci si confronta con l'utenza per la riduzione delle vulnerabilità nel tempo. La comunità (20 famiglie già individuate e protagoniste nelle prime fasi del processo) è informata/educata nella progettazione e nella gestione di un'area residuale ad alto potenziale di sviluppo, inserita in una zona di recente crescita della città. L'area è privata, interna all'abitato della città consolidata, priva di stock costruito, e diventerà sede di un intervento di abitare cooperativo per fasi, che sperimenterà una *governance bottom up*, in cui la comunità sarà interlocutore privilegiato e attore delle trasformazioni.

La programmazione e il controllo delle risorse, definisce il grado di efficacia dei risultati, monitorando gli indicatori utilizzati in fase progettuale, per valutare il processo di risposta dinamica alle

materials and technologies. From a functional point of view, this forms of degradation influences the accessibility and the possibility of using spaces. Many are the risks due to the presence of unsafe elements (machinery or degraded technical elements, forms of self-construction implemented by the residents) and architectural barriers. In the buildings of 4 levels above ground, the elevator compartments are absent, the stairwells are minimal and the approximately 280 users (divided into families from one to seven members), are distributed indiscriminately in the 80 apartments all of 45 sqm.

In the interpretation phase, the representative needs framework of the various interlocutors was constructed in the stakeholder matrix, assuming a participatory path aimed at knowing and sharing of the objectives. Once the three 'components' (built, inhabitants,

institution) intervention needs were known, design directions for devising an in progress overall quality were pre-figured. We refer to a quality viable step by step, in which the design actions aim at eliminating the vulnerability forms. The priority of the interventions identifies strategies considering different scales, recalibrated during the meta-planning phase and the actual requests of the community, evaluating courageous and shared operations. The scenario outlines a community that takes care of the urban space of relevance mitigating the risks of perturbation with respect to safety (microclimatic, hydraulic and neighbourhood).

The second case study concerns a new neighbourhood intervention of collaborative social housing. The project parameters are declined in the checklist oriented to the new intervention, and the project compares with the user for



perturbazioni endogene ed esogene. Si vogliono così superare le vulnerabilità e auto-progettare risposte innovative, in cui il cambiamento è un fattore essenziale. Le tre qualità definite dagli indicatori diventano il motore dello scenario di progetto condiviso, e le microeconomie di quartiere sono partecipate con gli insediamenti adiacenti, definendo nuove centralità di servizi collaborativi. Si riconoscono nel processo le capacità di resilienza come momento di apprendimento sociale, in cui la competenza collettiva (*community capability*) può essere sviluppata in base a un approccio non competitivo. Le combinazioni e le visualizzazioni di scenari possibili, che incorporano informazioni qualitative e quantitative a tecniche di valutazione, possono essere la base per misurare la sostenibilità dell'insediamento nella fase finale di verifica.

## Conclusioni

L'originalità del lavoro risiede nel tentativo di rendere fattibili, per le comunità di riferimento, azioni che riconoscono il 'limite' come criterio guida e discendono dalla conoscenza profonda della realtà dei contesti e del sistema territoriale (Forlani, 2013). Il metodo a supporto di una programmazione collaborativa, assicura il mantenimento dei livelli qualitativi nel tempo, dimostrando una miglior applicabilità sui quartieri esistenti. Attraverso la partecipazione, le capacità di reagire e adattarsi si traducono in organizzazione, valorizzazione e gestione delle risorse materiali e immateriali disponibili, valorizzando la *circular economy* con logiche di *green economy* tese al benessere delle persone e alla resilienza dell'ecosistema (Tucci, 2017). L'approccio determina un quadro essenziale che si soddisfa nel tempo, per fasi successive che raggiungono livelli qualitativi sempre maggiori e restituiscono indicatori per la valutazione *ex-post* delle opere realizzate,

the reduction of vulnerabilities over time. The community (20 families already identified and protagonists in the early stages of the process) is informed/educated in the design and management of a residual area with high development potential, inserted in a newly developed area of the city. The private area is inside the consolidated city, devoid of built stock, and will become the site of a cooperative dwelling in stages, which will experience bottom-up governance, in which the community will be a privileged interlocutor and actor of transformations.

The resources planning and control defines the degree of effectiveness of the results, monitoring the indicators used in the design phase, to evaluate the process of dynamic response to endogenous and exogenous perturbations. The 'change' is an essential factor for overcoming vulnerabilities and

self-design innovative responses. The three qualities defined by the indicators become the engine of the shared project scenario, and the neighbourhood micro-economies are involved with the adjacent settlements, defining new centrality of collaborative services. Resilience skills are recognized in the process as a moment of social learning, in which collective competence (*community capability*) can be developed on the basis of a non-competitive approach. Combinations and visualizations of possible scenarios, which incorporate qualitative and quantitative information to evaluation techniques, can be the basis for measuring the sustainability of the settlement in the final verification phase.

## Conclusions

The novelty of this work is in the attempt of making, feasible for the con-

sidered communities, actions guided by the concept of the 'limit' and coming from the deep knowledge of the contexts and the territorial system reality (Forlani, 2013). The method supporting a collaborative planning, assures the qualitative levels maintenance in progress, demonstrating a better applicability on the existing quarters. Through the participation, the reaction and adaptation capabilities result in organisation, enhancement and management of the available material and immaterial resources, developing the *circular economy* with di *green economy* logic pointing to people well-being and to the eco-system resilience (Tucci, 2017). The approach determines a needs framework to be satisfied in the course of the time, step by step, reaching greater and greater qualitative levels and giving back indicators for the *ex-post* evaluation of the realised

## NOTE

1. Definizione della *International Union for Conservation of Nature*, 1991.
2. Devoto G, Oli G. C. (2016), *Vocabolario della lingua italiana*, Le Monnier, Firenze.

## REFERENCES

- Antonini, E. and Tucci, F. (2017), *Architettura, città e territorio verso la Green economy*, Edizioni Ambiente.
- Arup & Partners (2014), "City Resilience Framework", for *100 Resilient Cities* project of Rockefeller Foundation.
- Carpenter, S.R. et al. (2001), "From metaphor to measurement: resilience of what to what?", *Ecosystems*, Vol. 4, pp. 765-781.
- Caterina, G. (2013), "Introduzione", in Fabbricatti, K. (Ed.), *Le sfide della città interculturale. La teoria della resilienza per il governo dei cambiamenti*, Franco Angeli, Milano, pp. 13-16.
- Davoudi, S. (2012) "Resilience: A bridging concept or a dead end?", *Planning Theory & Practice*, Vol. 13, No. 2, pp. 299-307.

works, through active *policy maker* and a *multi stakeholder* approach.

In a historical period in which the *resilience thinking* principles and significances have been discussed and clarified, it is well-timed trying to apply the 'thinking' for facing the principal problems that disturb life quality that is to promote the development of a *resilience working*.

So the carried out work represent an attempt of translating the resilience concept into operative terms, that is to define utilities and perspectives of application in the intervention logics oriented to the existing buildings regeneration (Forlani and Radogna, 2011) or top the realisation of new 'healthy' works.

## NOTES

1. Definition of *International Union for Conservation of Nature*, 1991.
2. Devoto G, Oli G. C. (2016), *Italian vocabulary*, Le Monnier, Firenze.

- Folke, C. et al. (2010), "Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability", *Economy and Society*, Vol. 5, No. 4.
- Forlani, M.C. (2013), *Rigenerare, riqualificare e valorizzare l'edilizia sociale*, Quodlibet, Macerata.
- Forlani, M.C. and Radogna, D. (2011), "Sostenibilità e strategie per ricostruire territori in abbandono", *Technè, Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 1, pp. 88-95.
- Forlani, M.C., Lepore, M. and Radogna, D. (2016), "Città sostenibile", in AAVV (Ed.), *Verso Pescara 2027*, Gangemi, Roma, Vol. 2, pp. 148-163.
- Friedman, Y. (2015), *L'architettura di sopravvivenza*, Bollati Bollinghieri, Torino.
- Holling, C.S. (1973), "Resilience and Stability of Ecological Systems", *Annual Reviews*, Vancouver.
- Lefebvre, H., (2014), *Il diritto alla città*, Ombre corte, Verona.
- Lucarelli, M.T., D'Ambrosio, V. and Milardi, M. (2017), *Resilienza e adattamento dell'ambiente costruito. Architettura, Città e Territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Mastrolonardo, L. and Manigrasso, M. (2014), *A.R.M.I. Adattamento, Resilienza, Metabolismo, Intelligenza*, Edicom Edizioni, Monfalcone.
- Newman, P. (1999), "Sustainability and cities: extending the metabolism model", *Landscape and urban planning, Landscape and Urban Planning*, Vol. 44, No. 4, pp. 219-226.
- Settis, S. (2017), *Architettura e democrazia*, Einaudi Editore.
- Ward, C. (2016), *Architettura del dissenso*, Elèuthera Editore, Milano.

Angela Mejorin, William Douglas Miranda, Dario Trabucco,  
Università Iuav di Venezia, Council on Tall Buildings and Urban Habitat

amejorin@ctbuh.org – amejorin@iuav.it  
wmiranda@ctbuh.org – wmiranda@iuav.it  
dtrabucco@ctbuh.org – dtrabucco@iuav.it

**Abstract.** Il paper presenta gli esiti di una ricerca bibliografica condotta su documenti a carattere normativo adottati nel panorama internazionale per la definizione, realizzazione e test di facciate resistenti agli uragani e ai tornado. Sono così chiamate le facciate costruite con tecnologie che permettono il superamento di test al fine di verificare la resistenza sia del frame che della superficie vetrata agli impatti causati da oggetti sollevati dal vento durante gli questi fenomeni meteorologici eccezionali. Lo scopo della ricerca è quello di individuare le migliori pratiche adottate per aumentare la resilienza dell'involucro degli edifici a questi fenomeni, valutando una eventuale applicabilità di alcuni dei principi adottati anche alle esigenze specifiche del mercato europeo e italiano.

**Parole chiave:** facciate, curtain wall, resistenza all'impatto, wind-borne debris, cambiamenti climatici.

## Inquadramento del problema

I cambiamenti climatici in atto stanno modificando e ampliando il *range* dei fenomeni meteorologici che è possibile riscontrare in un dato luogo. L'effetto serra provocato dalla concentrazione in atmosfera di CO<sub>2</sub> e altri gas sta producendo un aumento tangibile delle temperature medie globali riscontrabile sia dall'analisi di dati strumentali rilevati a scala globale, sia dall'osservazione di innumerevoli "indicatori" puntuali. L'aumento della temperatura atmosferica equivale a un aumento dell'energia disponibile e, di conseguenza, ad una estremizzazione dei fenomeni atmosferici.

In questo contesto di estremizzazione climatica, non ci si deve stupire se anche in Italia, e più in generale in Europa, si iniziano a verificare fenomeni atmosferici inusuali e fino a qualche decennio fa quasi sconosciuti alle nostre latitudini.

La stagione 2017 degli uragani atlantici è stata quella che ha prodotto i danni economici maggiori sulle attività umane causando devastazioni per oltre 350 miliardi di dollari. Il dato più preoccupante dal punto di vista Europeo è però rappresentato dal fatto che nel 2017 l'Uragano Ophelia, che ha raggiunto categoria 3 nella scala Saffir-Simpson, è stato il ciclone sviluppatosi più a nord da quando questi fenomeni vengono monitorati in modo sistematico. Tale uragano – per fortuna depotenziato a tempesta extra-tropicale - ha poi impattato sull'Irlanda e l'Inghilterra con venti a oltre 190 km/h (Siggins, 2017). Altre tempeste di vento si sono verificate nel corso del 2017 in Europa e gli annali meteorologici riportano sempre più spesso fenomeni molto intensi specialmente nei territori che si affacciano sul Mare del Nord. In Italia, nel 2016 si è registrata la raffica di vento più forte di sempre – 238 km/h (Ansa, 2016). Il 2015 e il 2016 hanno visto numerose trombe d'aria nella Pianura Padana raggiungere raffiche di vento e provocando danni paragonabili a quelli dei tornado frequenti nelle pianure del Midwest degli Stati Uniti.

## Exceptional atmospheric events resilience of the curtain wall

I cambiamenti climatici in atto stanno modificando e ampliando il *range* dei fenomeni meteorologici che è possibile riscontrare in un dato luogo. L'effetto serra provocato dalla concentrazione in atmosfera di CO<sub>2</sub> e altri gas sta producendo un aumento tangibile delle temperature medie globali riscontrabile sia dall'analisi di dati strumentali rilevati a scala globale, sia dall'osservazione di innumerevoli "indicatori" puntuali. L'aumento della temperatura atmosferica equivale a un aumento dell'energia disponibile e, di conseguenza, ad una estremizzazione dei fenomeni atmosferici.

In questo contesto di estremizzazione climatica, non ci si deve stupire se anche in Italia, e più in generale in Europa, si iniziano a verificare fenomeni atmosferici inusuali e fino a qualche decennio fa quasi sconosciuti alle nostre latitudini.

La stagione 2017 degli uragani atlantici è stata quella che ha prodotto i danni economici maggiori sulle attività umane causando devastazioni per oltre 350 miliardi di dollari. Il dato più preoccupante dal punto di vista Europeo è però rappresentato dal fatto che nel 2017 l'Uragano Ophelia, che ha raggiunto categoria 3 nella scala Saffir-Simpson, è stato il ciclone sviluppatosi più a nord da quando questi fenomeni vengono monitorati in modo sistematico. Tale uragano – per fortuna depotenziato a tempesta extra-tropicale - ha poi impattato sull'Irlanda e l'Inghilterra con venti a oltre 190 km/h (Siggins, 2017). Altre tempeste di vento si sono verificate nel corso del 2017 in Europa e gli annali meteorologici riportano sempre più spesso fenomeni molto intensi specialmente nei territori che si affacciano sul Mare del Nord. In Italia, nel 2016 si è registrata la raffica di vento più forte di sempre – 238 km/h (Ansa, 2016). Il 2015 e il 2016 hanno visto numerose trombe d'aria nella Pianura Padana raggiungere raffiche di vento e provocando danni paragonabili a quelli dei tornado frequenti nelle pianure del Midwest degli Stati Uniti.

Come si possono realizzare edifici in grado di resistere a tali fenomeni? Che caratteristiche devono avere gli involucri costruiti su suolo Europeo e Italiano, e in particolare le superfici vetrate, per impedire danni potenzialmente irreparabili agli edifici e alle attività in essi svolte?

**Abstract.** The paper presents the results of a research conducted on codes and standards adopted internationally for the design, construction and testing of hurricane- and tornado-resistant façades. These façades are built using technologies that pass tests in order to verify the resistance of both the frame and the glazed surface to the impacts caused by wind-borne debris during these extreme meteorological events. The aim of the research is the identification of the best practices that have been adopted, in order to increase the resilience of building envelopes to this weather phenomenon, evaluating the possible applicability of adopting the principles to the specific needs of the European and Italian market.

**Keywords:** façades, curtain wall, impact resistance, wind-borne debris, climate changes.

Come si possono realizzare edifici in grado di resistere a tali fenomeni? Che caratteristiche devono avere gli involucri costruiti su suolo Europeo e Italiano, e in particolare le superfici vetrate, per impedire danni potenzialmente irreparabili agli edifici e alle attività in essi svolte?

La prima normativa che si è sviluppata per questi eventi meteorologici imprevedibili devastanti aveva l'obiettivo di aumentare la resilienza degli edifici ai cicloni tropicali. Nel 1974 il Ciclone Tracy – cicloni tropicali, uragani e tifoni sono tre nomi diversi per lo stesso fenomeno atmosferico, a seconda

## Il curtain wall resistente a fenomeni meteorologici ventosi devastanti

La prima normativa che si è sviluppata per questi eventi meteorologici imprevedibili devastanti aveva l'obiettivo di aumentare la resilienza degli edifici ai cicloni tropicali. Nel 1974 il Ciclone Tracy – cicloni tropicali, uragani e tifoni sono tre nomi diversi per lo stesso fenomeno atmosferico, a seconda

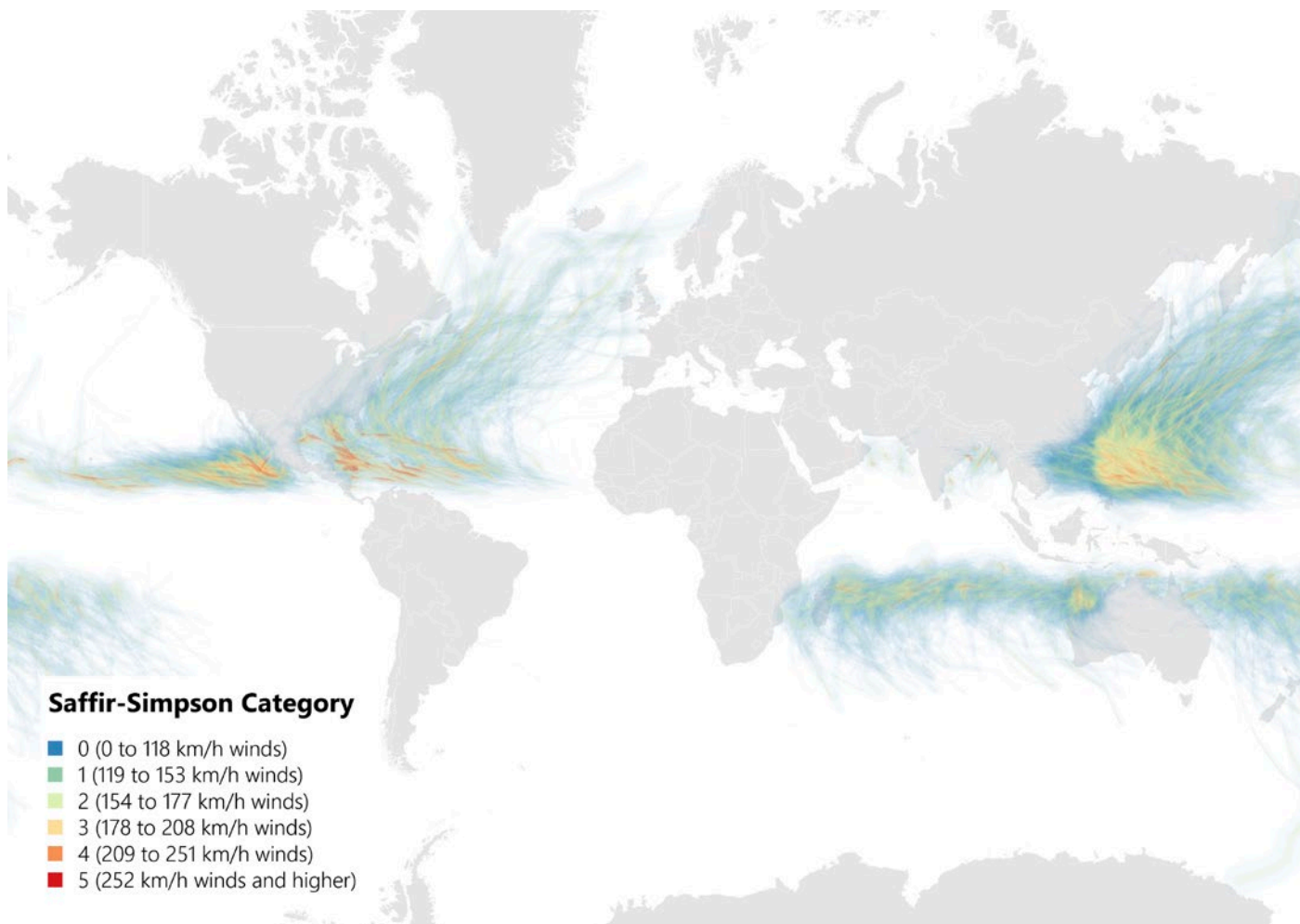
## Overview on the topic

Climate change is modifying and expanding the range that major weather events that can reach in a specific place. The greenhouse effect, caused by the concentration of CO<sub>2</sub> and other gases in the atmosphere, is producing a tangible increase in the global average temperatures. This comes from both from the analysis of instrumental data detected on a global scale, and from the observation of countless, specific "indicators". The increase in temperature resulting in a corresponding increase in energy and, as a result, this causes more extreme atmospheric events.

In this context of extreme climates, one cannot be surprised if, in Italy, and more generally in Europe, unusual atmospheric phenomena have begun to occur, which was almost unknown in these areas until a few decades ago. The 2017 season of Atlantic hurricanes

produced the greatest economic damage ever, causing devastation of over 350 billion dollars. Of these storms, the most worrying, from a European point of view, however, is the 2017 Hurricane Ophelia. This storm reached category 3 on the Saffir-Simpson scale and it was the furthest east hurricane registered since these events began to be systematically monitored.

This hurricane – fortunately weakened by an extratropical storm – impacted Ireland and England with winds at over 190 km/h (Siggins, 2017). Other windstorms occurred during 2017 in Europe and the annual weather-climate records are increasingly reporting very intense events, especially in the territories bordering the North Sea. In Italy, in 2016, the strongest gust of wind recorded was 238 km/h (Ansa, 2016). 2015 and 2016 saw numerous tornadoes in the Po Valley. They caused damage equivalent to



those of the frequent tornadoes that occur in the plains of the United States Midwest.

How can buildings be constructed in order to withstand these events? Which characteristic must the enclosure of European and Italian buildings have, and specifically the glazed surfaces, to prevent potentially irreparable damage to buildings and their activities?

**The curtain wall resistant to devastating wind events**

The first code which was developed for these devastating and unpredictable weather events had the goal of increasing the resilience of buildings to tropical cyclones. Tropical cyclones, hurricanes and typhoons are three different names for the same atmospheric phenomenon, depending on the geographical position in which they develop. In 1974, Cyclone Tracy hit the city of

Darwin, in Australia, with winds up to 240 km/h and caused major destruction. 65 people lost their lives and Australia began developing a set of guidelines for the design of cyclone-resistant buildings (Mejorin et al., 2018b).

In the Darwin Building Manual (Darwin Reconstruction Commission, 1975) the first tests to classify façades as “cyclones resistant” are presented. The façade had to withstand the impact of a 4 kg wooden missile, with 100x50 mm section, at a speed of 20 m/s, as a simulation of objects that can rise in very windy conditions and impact against windows. Moreover, in Australia, in 1978, the Technical Record 440 was published (Experimental Building Station of the Department of Construction, 1978), in which the impact velocity of the missile was dropped to 15 m/s. It is necessary to understand the performance of a building when it is hit

by strong winds, in order to recognize the reason that attention is dedicated to these building components. The air, when moving around a building, creates a pressure differential. There is a positive pressure zone (facing the wind) and a negative pressure zone (leeward façade). The interior of the building is a neutral area. If part envelope breaks on the side with positive pressure, the leeward façade becomes a membrane between two zones of positive and negative pressure causing this façade to potentially collapse. The integrity of the envelope is fundamental for the stability of buildings subjected to devastating winds, but these elements, and especially the glazing surfaces, are prone to the impact of flying debris.

Even if the stability of the envelope is not compromised, damage to a building’s glazing can cause significant economic damage:

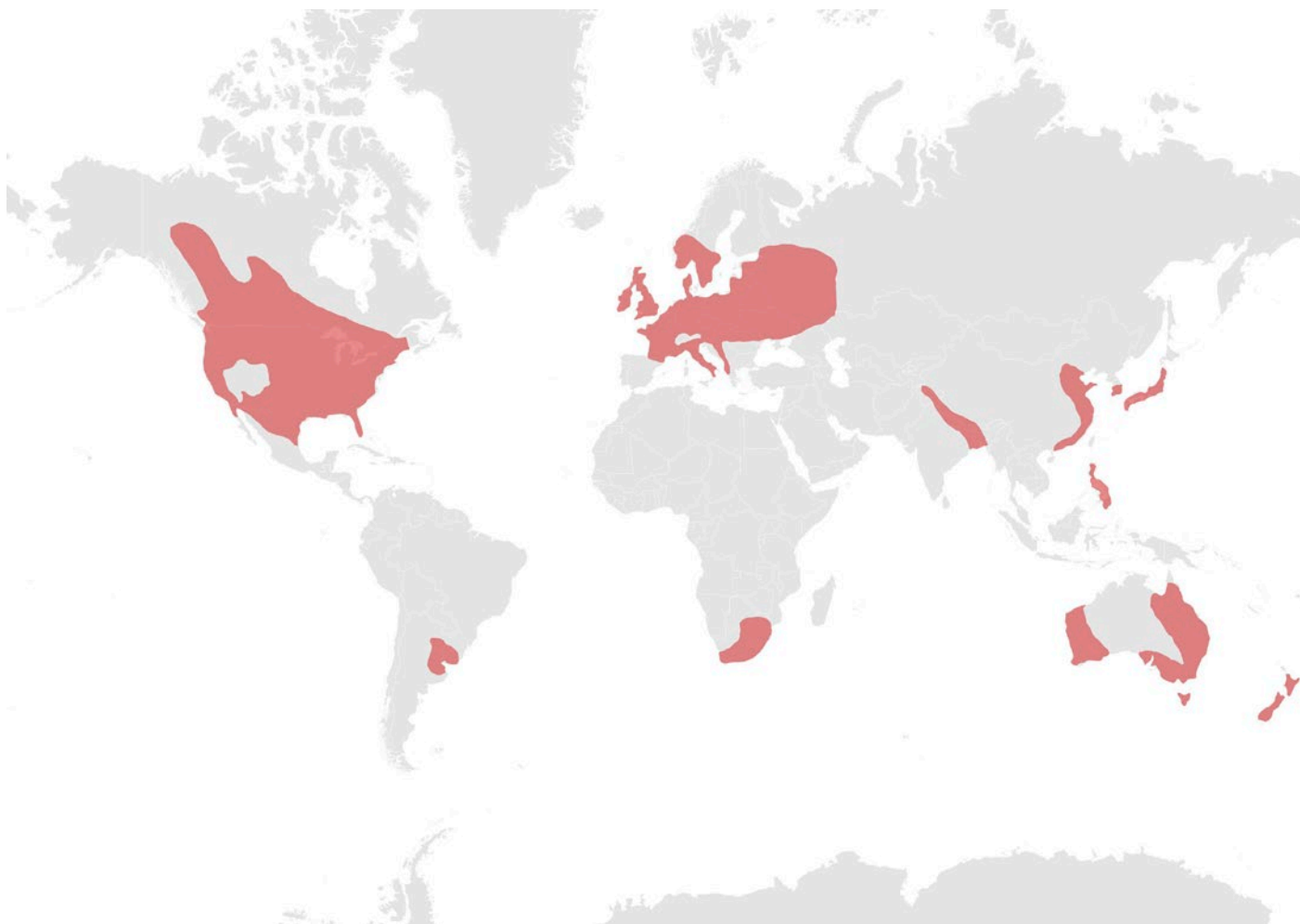
- cost for repairing the damaged building envelope;
- economic loss due to non-use of the rooms affected by the damage;
- damage caused by rainwater penetration.

Façade resilience is guaranteed thanks to the development of: assembly techniques for the glass sheets and the metal frame; the lamination of the glass lites themselves. The lamination is the coupling of two or more glass sheets with an interlayer between them. The interlayer guarantees residual post-impact and post-breakage strength of the laminated glass. The most used interlayer is PVB (polyvinyl butyral), but new solutions like Ionoplast are 100 times stiffer and five times more resistant to tearing. These are the most suitable for making tornado-resistant facades (Block et al., 2015), which differ from cyclones as they have a more

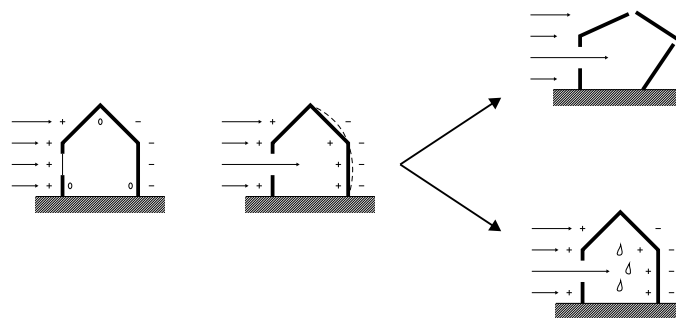
dell'area geografica in cui si sviluppano – colpì la città di Darwin, in Australia, con venti fino a 240 km/h, distruggendola quasi completamente. Persero la vita 65 persone e l'Australia iniziò a sviluppare un insieme di linee guida per la progettazione di edifici resistenti ai cicloni (Mejorin et al., 2018b). Nel Darwin Building Manual (Darwin Reconstruction Commission, 1975) si trovano i primi test sviluppati per classificare le facciate come “resistenti ai cicloni”. La facciata doveva resistere all'impatto di un missile in legno di 4 kg, sezione di 100x50 mm e velocità di 20 m/s, come simulazione degli oggetti che possono alzarsi in condizioni fortemente ventose e stagliarsi contro i serramenti. Sempre in Australia, nel 1978, venne pubblicata la Technical Record 440 (Experimental Building Station of the Department of Construction, 1978), in cui la velocità di impatto del missile scende a 15 m/s. Per capire il motivo dell'attenzione dedicata a queste componenti è necessario comprendere il comportamento di un edificio quan-

do viene investito da vento di forte intensità. L'aria, muovendosi attorno ad esso crea un differenziale di pressione: una zona a pressione positiva (la parte dell'edificio che fronteggia il vento) e una zona a pressione negativa (la facciata posta sottovento). L'interno dell'edificio è invece una zona neutra. Se si verifica la rottura dell'involucro edilizio a pressione positiva, la facciata precedentemente sottovento diventa un diaframma tra due zone con un forte gradiente di pressione: vi è la possibilità che l'elemento possa crollare. L'integrità delle chiusure è fondamentale per garantire la stabilità degli edifici sottoposti all'azione di venti devastanti. Questi elementi, e in particolare le superfici vetrate, sono però soggetti all'impatto dei *flying debris*, ovvero dei detriti volanti trasportati dal vento.

Anche nel caso non sia compromessa la stabilità, il danneggiamento delle vetrate di un edificio può causare di danni economici rilevanti:







- costo per il ripristino dell'involucro danneggiato;
- perdita economica per il mancato utilizzo dei locali interessati dal danno;
- danni causati dall'ingresso dell'acqua meteorica.

La resilienza degli infissi esterni viene garantita grazie allo sviluppo di tecniche di assemblaggio delle lastre di vetro al frame metallico e di laminazione delle lastre stesse – ovvero l'accoppiamento di due o più lamine di vetro grazie all'interposizione di *interlayer* che garantiscono una resistenza residua post impatto e post rottura del vetro. L'*interlayer* maggiormente utilizzato è il PVB (*polyvinyl butyral*), ma nuove soluzioni, come lo Ionoplast, sono 100 volte più rigide e cinque volte più resistenti allo strappo. Sono queste le maggiormente indicate per realizzare facciate resistenti ai tornado (Block et al., 2015), che si differenziano dai cicloni per una forza impulsiva di maggiore intensità.

Mentre lo spessore del vetro per la laminazione viene calcolato considerando il carico da vento e la tipologia di *interlayer*, la resistenza alla penetrazione del missile nel test di impatto per i vetri resistenti ai cicloni o ai tornado è determinata dal tipo e dallo spessore dell'*interlayer*.

### Originalità della ricerca presentata

È stato verificato a livello internazionale quali sono le prescrizioni vigenti nei vari paesi interessati da venti da uragano e da tornado, al fine di individuare le

intense impulsive force.

The thickness of the glass sheet depends on the wind load and on the interlayer typology; the resistance to missile penetration in the impact test for the cyclone/tornado resistant glass depends on type and thickness of the interlayer.

### Originality of the research

The requirements in the various countries affected by hurricane and tornadoes have been internationally verified, which can help identify possible solutions to be used in European and Italian context. Therefore, a comprehensive analysis of the national and local building regulations of almost all countries affected by these events has been carried out. Particular attention was focused on the Asian countries which, because of the recent growth in tall building development, could have in-

troduced interesting tools to verify the performance of the building envelope, especially of the curtain wall, considering the frequency of the meteorological events.

The identified codes describe, according to the different levels of protection required and the geographical location of the buildings, performance levels that the facades must guarantee, independent of the specific design solutions adopted. These codes describe tests that must be conducted on the building envelope.

This analysis represents, to the knowledge of the authors, the first extended comparison on such a large territorial scale on this specific topic.

### The state-of-the-art international laws

The United States are the most developed country for building resilience requirements against these devastating

possibili soluzioni da utilizzare in contesto europeo e italiano. Si è quindi condotta un'analisi esaustiva dei regolamenti edilizi nazionali o locali della quasi totalità dei Paesi interessati da questi fenomeni. Ci si è concentrati in particolare sui Paesi asiatici che, in virtù del *boom* edilizio, avrebbero potuto introdurre interessanti strumenti atti a verificare la *performance* dell'involucro degli edifici, e in particolare del *curtain wall*, considerata la frequenza con cui questi fenomeni meteorologici si verificano in quest'area.

I codici individuati prescrivono, in base ai diversi gradi di protezione e alle coordinate geografiche degli edifici, livelli prestazionali che le facciate debbono garantire, indipendentemente dalle specifiche soluzioni progettuali adottate: dei test da condurre sull'involucro edilizio.

Questa analisi rappresenta, a conoscenza degli autori e degli interlocutori privilegiati intervistati, il primo confronto esteso su una così ampia scala territoriale in merito all'argomento specifico.

### Lo stato dell'arte nella normativa internazionale

Ad oggi il paese in cui riscontriamo le richieste più sviluppate per ciò che riguarda la resi-

lienza degli edifici ai fenomeni meteorologici devastanti presi in esame sono gli Stati Uniti.

Grande attenzione per la resistenza dell'involucro, dopo i primi sviluppi australiani, si è venuta a creare in Florida, a seguito della

meteorological examined phenomena. Great attention to the resistance of the building envelope has been created in Florida (the first developments were the Australian codes), following the devastating Hurricane Andrew in 1992. The Florida Building Code introduced strict requirements for the building glazed enclosures, providing for specific pass/fail tests, which both "industrial" and artistic façades must undergo. The Testing Application Standards 201 and 203 (ICC, 1994), define two tests: the impact test – of small missiles and large missiles – and the positive/negative pressure cycling test.

The small missiles are steel balls weighing 2 g, which are thrown both against the glass and against the window frame at a speed of 39.6 m/s (for building envelopes higher than 9.1 m above the ground floor, corresponding to the first three floors). The large missiles

are wooden missiles weighing 4.1 kg and with a 100x50 mm size; these are thrown with a compressed air cannon at 15.3 m/s, in well-defined areas, on the glass and on the window frame (for building envelopes at a height of less than 9.1 m above the ground floor).

The two tests simulate the consequences of the gravel and of a small structural element impacts on the building envelope. After the impact test, the 9,000 positive/negative pressure cycling follows, in order to check the residual stability of the element. This pressure cycling test is recognized by the scientific community as fundamental for the simulation of the real conditions of an exceptionally windy weather event. This represents the greatest difference in the testing when compared against the Australian code.

Hurricane-resistant façade test requirements were introduced nationwide in

devastazione portata dall'uragano Andrew del 1992. Il regolamento edilizio della Florida sviluppato in seguito ha introdotto test stringenti per gli involucri vetrati degli edifici, prevedendo specifiche prove *pass/fail* alle quali i componenti sia "industriali" sia non prodotti in serie devono essere sottoposti. Le Testing Application Standards 201 e 203 (ICC, 1994), definiscono due prove a cui il *curtain wall* deve resistere: l'impatto – degli *small missiles*, dei *large missiles* – e successivamente i cicli di pressione/depressione. Gli *small missiles* sono sfere di acciaio del peso di 2 g che vengono sparate sia contro il vetro che contro il telaio della finestra a una velocità di 39.6 m/s (tamponamento verticale ad altezza superiore a 9.1 m rispetto alla superficie del suolo, corrispondente ai primi tre piani). I *large missiles* sono invece dei profili di legno del peso 4,1 kg e delle dimensioni di 100x50 mm lanciati con un cannone ad aria compressa, in questo caso ad una velocità di 15,3 m/s, in punti ben definiti dalla norma, sul vetro e sul telaio della finestra analizzata (tamponamento verticale ad un'altezza inferiore a 9.1 m rispetto alla superficie del suolo). I due test simulano le conseguenze dell'impatto della ghiaia e di un piccolo elemento strutturale sull'involucro dell'edificio. A questi test seguono poi 9,000 cicli di pressione/depressione, per verificare la stabilità residua dell'elemento. L'ultima fase del test è riconosciuta dalla comunità scientifica come fondamentale per la simulazione delle condizioni reali di un fenomeno ventoso eccezionale; rappresenta la più grande originalità del test, rispetto a quanto sviluppato in precedenza in Australia.

I protocolli per il test delle facciate resistenti agli uragani vengono poi introdotti a livello nazionale negli Stati Uniti con le norme ASTM E 1886 (ASTM, 2013) e ASTM E 1996 (ASTM, 2014), che vengono prese come test di riferimento dal codice statunitense

the United States with ASTM E 1886 (ASTM, 2013) and ASTM E 1996 (ASTM, 2014), which are taken as reference tests from the US Building Code ASCE 7 (ASCE, 2016).

The Post-Hurricane Wilma Progress Assessment (Miami Dade County Building Code Compliance Office, 2006) reported no significant damage to constructions built following the latest construction code. This proved that the glazed building enclosures tested according to the impact and pressure cycling tests could withstand a hurricane. This was further confirmed by the Performance of Laminated Glass during Hurricane Wilma in South Florida (Glazing Consultants International LLC, 2006).

The second unpredictable meteorological event examined in this paper for building resilience is the tornado. The curtain wall is tested with impact

and positive/negative pressure cycling tests also for tornado resistance. In the United States, the same ASTM standard used for anti-hurricane façades are adopted, with the highest level of performance (level E) or the volunteer standard FEMA P 361 (FEMA, 2015) required for tornadoes. This requires the building envelope to withstand the impact of a 6.8 kg heavy and 3.6 m long wooden missile impacting at 45 m/s. The façade passes the test when: the missile does not penetrate the glazing, the glazing remains attached to its frame, and the glass fragments remain attached to the specimen. The requirements are more stringent than any level of protection which could be found in the ASTM.

**Objectives and Research Methodology** 137 documents were initially collected (Mejorin et al., 2018a): international

delle costruzioni ASCE 7 (ASCE, 2016).

Il Post Hurricane Wilma Progress Assessment (Miami Dade County Building Code Compliance Office, 2006) ha riportato che non ci fu danno considerevole nelle costruzioni realizzate seguendo il più recente Codice delle Costruzioni: le vetrazioni testate secondo il test di impatto e di pressione/depressione sopra descritti, hanno resistito all'uragano. Il tutto confermato dal Performance of Laminated Glass during Hurricane Wilma in South Florida (Glazing Consultants International LLC, 2006).

Il secondo imprevedibile fenomeno meteorologico preso in esame per la resilienza degli edifici nel presente *paper* è quello del tornado, al quale ci si riferisce comunemente con i termini di tromba d'aria o turbine. Anche per la resistenza a questo fenomeno il *curtain wall* viene testato nel suo insieme e deve subire delle prove di impatto e cicli di pressione/depressione. Negli Stati Uniti viene utilizzato lo stesso standard ASTM dei test anti-uragano, con il massimo livello di prestazione (livello E) oppure il volontario standard FEMA P 361 (FEMA, 2015), che per ogni condizione di vento prevede una resistenza all'impatto di un missile in legno da 6.8 kg lungo 3.6 m, con una velocità di 45 m/s. Il test risulta superato quando: il missile non perfora la vetratura, la vetratura rimane adesa alla propria cornice e i frammenti di vetro rimangono attaccati al provino. I requisiti risultano essere di gran lunga più stringenti di qualsiasi livello di protezione si trovi nelle ASTM.

## Obiettivi e metodologia della ricerca

Sono stati presi inizialmente in considerazione 137 documenti (Mejorin et al., 2018a): internazionali; degli Stati Uniti, vista la forte presenza sia di uragani sia di tornado; australiani e neozelandesi; di 10 Paesi asiatici, che sono

ones; United States ones, due to the frequency of both hurricanes and tornadoes; Australian and New Zealander ones; and codes and standards of 10 Asian countries, which are in typhoon or tropical cyclone prone areas. The documents were acquired and translated when necessary and their relevance was verified for the purposes of the research. In the end, 9 codes and 10 regulations were identified and considered for a more detailed analysis.

From a first analysis of the international codes it became clear that the requirements of the three basic documents analyzed (ICC, International Building Code, 2015; ICC, Florida Building Code, 2015; AS / NZS, AS / NZS 1170.2, 2016) were too stringent for severe wind events (sustained winds speeds and gusts force) that will occur in Europe. The analysis of the codes adopted on a large scale was aimed at

highlighting any intermediate level of protection, which was adopted in other countries and may be applicable to Europe.

## Analysis results

The outcome of the analysis allowed the strengths and weaknesses of each document to be highlighted. The tests for the product certification internationally available are identified by the ISO 16932 standard (ISO, 2006), which is based on the ASTM E 1886 (ASTM, 2013) and the ASTM E 1996 (ASTM, 2014). These two ASTM standards have been tested *in situ* and they are effective.

There are few Asian countries, among the 10 analyzed, which provide requirements for hurricane-resistant building envelope constructions. Despite the frequency of the storm events in this area, only 2 have mandatory tests to

Tab. 1 - I 10 Paesi soggetti a tifone considerati nell'analisi e i test richiesti per le facciate nei diversi Paesi  
The 10 analyzed typhoon-prone countries and façade tests requirements

Test requirements for hurricane resistant façades	
Bangladesh	ASTM E 1886, ASTM E 1996
China	No
Hong Kong	No
India	No
Japan	No – in progress based on ISO 16932
Philippines	ASTM E 1886, ASTM E 1996
Sud Korea	No
Taiwan	No
Thailand	No
Vietnam	No

soggetti a tifone o a ciclone tropicale. I documenti sono stati acquisiti e tradotti ove necessario e ne è stata verificata la rilevanza ai fini della ricerca e tra questi sono poi stati individuati 9 codici e 10 norme ritenute meritevoli di un'analisi più dettagliata.

Fin da una prima analisi dei codici internazionali è parso evidente che le richieste presenti nei tre documenti base analizzati (ICC, International Building Code, 2015; ICC, Florida Building Code, 2015; AS/NZS, AS/NZS 1170.2, 2016) risultano essere eccessivamente stringenti per la tipologia di fenomeni (velocità dei venti sostenuti e forza delle raffiche) riscontrabili e prevedibili per il futuro in Europa. L'analisi dei codici adottati su un'ampia scala era mirata a mettere in evidenza eventuali livelli intermedi di prescrizioni adottate in altri Paesi e applicabili anche in Europa.

**Risultati dell'analisi svolta** L'esito dell'analisi ha permesso di evidenziare i punti di forza e di debolezza del campione analizzato. I test per la certificazione del prodotto presenti a livello internazionale, sono rappresentati dalla norma ISO 16932 (ISO, 2006), che si basa sulle ASTM e risulta quindi efficace, visto che le norme ASTM E 1886 (ASTM,

conduct on the building envelope: Bangladesh (HBRI, 2014) and the Philippines (ASEP, 2010). Moreover, but not for Australia and New Zealand that have their own specific regulation for cyclone resistance, all countries in which there is some indication refer to the ASTM standards. Japan will include testing requirements for typhoon-resistant facades in the near future and the international standard ISO 16932 (ISO, 2006) will be its reference. The Japanese JIS Committee is working to adapt the missiles in the test to be similar to that of the local urban environment. The impact test missiles will have a shape similar to the traditional Japanese roof tiles (Maruyama et al., 2013). The Australian and New Zealand regulations is recognized from the scientific community as too strict, due to the speed of impact of large missiles, which have more than doubled

their speed, following a calculation system that is too conservative (Lin et al., 2007). The AS/NZS 1170.2 (AS/NZS, 2016) is at the same time not exhaustive for the representation of storm events, not requiring the façade to withstand the positive/negative pressure cycling test after the impact test.

#### Applicability of research results to the European context

Even though climate changes and the extremism of the weather phenomena previously described is present, Europe is naturally protected from phenomena of intensity comparable to the hurricanes in the American states and tornadoes in the Midwest. The laws that regulate the atmospheric depressions movements let an hurricane (which developed in the tropical belt of the Atlantic in the northern hemisphere) reach the coasts of Northern

Tab. 2 - Livelli di protezione per categorie di edifici secondo ISO 16932, 2015  
Protection levels for building categories according to ISO 16932, 2015

Levels of protection	
1	Unprotected buildings and other structures, which are expected to have low hazard to human life in a cyclones and other severe storms (i.e.: storage facilities, temporary facilities, etc.)
2	Buildings which are expected to have moderate hazard to human life in cyclones and other severe storms (i.e.: houses, commercial and industrial buildings, etc.)
3	Buildings where a significant number of people congregate in one area (i.e.: schools, shopping centers, hotels, major office buildings, etc.)
4	Essential facilities (i.e.: hospitals, police stations, etc.) or storm shelters

2013) e ASTM E 1996 (ASTM, 2014), come esplicitato in precedenza, hanno avuto modo di essere testate in opera.

Nonostante ciò, è emerso come pochi siano i Paesi asiatici, tra i 10 analizzati, che prevedano prescrizioni per la realizzazione di involucri edilizi resistenti agli uragani. Nonostante la frequenza di tale tipo di fenomeni non sia trascurabile solo 2: Bangladesh (HBRI, 2014) e Filippine (ASEP, 2010). Inoltre, ad esclusione dell'Australia e della Nuova Zelanda che hanno la propria normativa specifica sul tema, tutti i Paesi nei quali qualche indicazione ad oggi è presente fanno riferimento ai test di impatto presenti negli standard ASTM. Il Giappone inserirà requisiti di test per le facciate resistenti ai tifoni, prendendo a modello l'internazionale ISO 16932 (ISO, 2006), adeguandola con la propria commissione di tecnici alle costruzioni dell'ambiente urbano locale. I missili per i test di impatto avranno una sagoma che si rifà alle tegole degli edifici tradizionali giapponesi (Maruyama et al., 2013).

La normativa australiana e neozelandese ad oggi viene riconosciuta come troppo stringente, per le velocità di impatto dei *large missiles*, che hanno più che duplicato la propria velocità, seguendo un sistema di calcolo troppo conservativo, basandosi sui ri-

Europe, after its strength dissipation - such as the previously mentioned Hurricane Ophelia. Otherwise, the Mediterranean basin is not sufficiently large and nor placed at the correct latitude to consent the formation of real hurricanes. Likewise, even local phenomena such as tornadoes do not have sufficient "space" in Europe to reach the same violence of the corresponding phenomena found in the great American plains. Despite this, it is necessary to take into account the experiences gained abroad to guarantee the proper design of the building envelope, even in our contexts.

#### The Italian and European regulation context

On the international scene, the protocol for the certification of glazed building components as impact-resistant during devastating meteorological

events developed by the United States has been the reference for the ISO 16932 standard (ISO, 2006). Although the standard exists, this is not required in the European and Italian context, even for essential facilities such as hospitals, schools, etc.

It is desirable that, even in the European context, minimum performances of the building envelope will be guaranteed, at least for the essential facilities, in order to ensure essential services following destructive events (Mejorin et al., 2017b).

The same ISO 16932 standard (ISO, 2006) could also be used to certify products capable of withstanding European tornados, which getting stronger day-by-day due to climate change, in a similar way to how the United States adopted the ASTM E 1886 (ASTM, 2013) and ASTM E 1996 (ASTM, 2014). In the Mediterranean area, these

Tab. 3 - Missili richiesti per i test sulle facciate secondo ISO 16932, 2015  
Missiles required for tests on façades according to ISO 16932, 2015

Missile type	Missile	Impact Speed (m/s)
A	(2 ± 1) g (small steel ball)	39.7
B	(1 ± 0.1) kg (small lumber)	15.3
C	(2.05 ± 0.1) kg (small lumber)	12.2
D	(4.1 ± 0.1) kg (medium lumber)	15.3
E	(4.1 ± 0.1) kg (medium lumber)	24.4

sultati di letteratura (Lin et al., 2007). La AS/NZS 1170.2 (AS/NZS, 2016) allo stesso tempo risulta essere non esaustiva per la rappresentazione del fenomeno atmosferico, non richiedendo il test della facciata di cicli di pressione positiva/negativa dopo quelli di impatto.

### Applicabilità dei risultati della ricerca al contesto Europeo

L'Europa si trova naturalmente protetta da fenomeni di intensità paragonabile a quella degli uragani e dei tornado degli stati americani del Midwest. Le leggi che governano il movimento delle depressioni atmosferiche fanno sì che un uragano sviluppatosi nella fascia tropicale del Atlantico nell'emisfero boreale possa raggiungere le coste del Nord Europa solo dopo aver dissipato gran parte della sua forza – come l'Uragano Ophelia citato in precedenza. Al contrario, il bacino del Mediterraneo non è né sufficientemente grande, né collocato alla giusta latitudine per consentire la formazione di veri e propri uragani. Allo stesso modo, anche i fenomeni locali quali le trombe d'aria non hanno in Europa lo "spazio" sufficiente per formarsi con la stessa violenza dei corrispondenti fenomeni riscontrabili nelle grandi pianure americane. Nonostante questo, è necessario tenere in considerazione le esperienze maturate all'estero per prevedere l'adeguata progettazione, anche nei nostri contesti, dell'involucro edilizio.

events can be the most destructive atmospheric events.

### Conclusions

With the exception of some specific buildings, scenes of complete devastation of the built environment like those shown by the media show when a tornado or hurricane occurs have never been seen in Europe. This is due to the combined effect of less strength of the storm events and the more massive technologies commonly adopted for the constructions, compared to light balloon-frames or similar systems that still characterize many constructions in other continents. Nonetheless, ongoing climate change is leading to increasingly intense atmospheric events in Europe. At least the essential facilities should be designed in order to guarantee flying-borne debris resistance. The ISO 16932 standard (ISO, 2006), at

Pur nel contesto dei cambiamenti climatici e dell'estremizzazione dei fenomeni meteorologici descritti in precedenza,

least for category 4 buildings, indicated for essential facilities such as hospitals, barracks, etc., could represent a starting point for building envelope product approval process also in the Italian and European context. However, the indicated reference performance levels (the impact speed and the weight of the missiles) should be adequately calibrated to the already found or predictable events in these territories, in order to avoid a useless and costly overestimation of the impacts resistance performance required.

### ACKNOWLEDGMENTS

The research was conducted in an agreement between the Iuav University of Venice and the Council on Tall Buildings and Urban Habitat, thanks to the Kuraray - Trosifol World of Interlayers sponsorship (Trabucco et al., 2017).

Tab. 4 - Categoria di missile in funzione del livello di protezione e zona di vento sulle facciate secondo ISO 16932, 2015

Category of missile according to the level of protection and wind zone on the façades according to ISO 16932, 2015

	Level of protection							
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1	Level 1
Height of assembly (elevation)	> 10 m > 10 m > 10 m > 10 m > 10 m > 10 m > 10 m > 10 m							
Wind Zone 1	N	N	A	B	B	C	C	D
Wind Zone 2	N	N	A	B	B	C	C	D
Wind Zone 3	N	N	A	C	B	D	D	E
Wind Zone 4	N	N	A	C	B	D	D	E

NOTE:

A, B, C, D, and E: refer to Tab. 3

N: means that testing is not required

### Il contesto normativo Italiano e Europeo

Nel panorama internazionale si è tradotto il protocollo per la certificazione dei componenti edilizi vetrati come resistenti ad impatti durante fenomeni meteorologici devastanti presente negli Stati Uniti, grazie alla norma ISO 16932 (ISO, 2006). Nonostante lo standard sia presente, questo non viene richiesto nel contesto europeo e italiano, nemmeno per le costruzioni di prima necessità come ospedali, scuole, ecc. È auspicabile che si inizi a prevedere, anche in contesto europeo, delle prestazioni minime che l'involucro esterno debba garantire, almeno per gli esercizi di prima necessità, per assicurare il funzionamento anche a seguito di eventi distruttivi (Mejorin et al., 2017b).

Lo stesso standard ISO 16932 (ISO, 2006) potrebbe essere utilizzato anche, come avviene per le ASTM E 1886 (ASTM, 2013) e ASTM E 1996 (ASTM, 2014) negli Stati Uniti, per certificare prodotti in grado di resistere alle trombe d'aria, sempre più volente a causa dei cambiamenti climatici. Nell'area del Mediterraneo questi fenomeni costituiscono l'evento atmosferico più distruttivo riscontrabile.

## Conclusioni

Ad esclusione di alcuni singoli edifici, scene di completa devastazione del costruito come quelle che i media mostrano al passaggio di un tornado o di un uragano non sono mai state riscontrate in Europa, per l'effetto combinato della minore violenza dei fenomeni e delle differenti tecnologie costruttive massive adottate per gli edifici rispetto al leggero *balloon-frame* o sistemi simili che ancora caratterizzano molte costruzioni negli altri continenti. Ciononostante, i cambiamenti climatici in atto stanno portando fenomeni atmosferici sempre più intensi anche in Europa. Almeno le strutture essenziali dovrebbero quindi essere progettate in modo da garantire la resistenza del loro involucro all'impatto di oggetti trasportati dal vento in occasione di tali fenomeni. Lo standard ISO 16932 (ISO, 2006), perlomeno per categorie di edifici che ricadono all'interno del livello di protezione 4, indicato per strutture essenziali come ospedali, caserme, ecc., potrebbe rappresentare un punto di partenza per giungere a un livello di certificazione degli involucri edilizi anche in contesto italiano e europeo. Tuttavia, i livelli prestazionali di riferimento indicati (e quindi le velocità di impatto e il peso dei missili) dovrebbero essere adeguatamente calibrate ai fenomeni già riscontrabili o prevedibili nei territori interessati, per evitare una inutile e onerosa sovrastima delle *performance* di resistenza agli impatti richieste.

## RINGRAZIAMENTI

La ricerca è stata condotta in seno a una convenzione stipulata tra l'Università Iuav di Venezia e il Council on Tall Buildings and Urban Habitat, grazie a un finanziamento ricevuto da Kuraray – Trosifol World of Interlayers (Trabucco et al., 2017).

## REFERENCES

- American Society of Civil Engineers (2016), *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*, ASCE 7-16.
- Ansa (2017), available at: [http://www.ansa.it/emiliaromagna/notizie/2016/01/11/raffica-di-vento-a-238-kmh-nel-modenese\\_8bced39c-a755-44b9-94db-8fc498877ff2.html](http://www.ansa.it/emiliaromagna/notizie/2016/01/11/raffica-di-vento-a-238-kmh-nel-modenese_8bced39c-a755-44b9-94db-8fc498877ff2.html).
- AS/NZS (2016), *Structural Design Actions - Part 2: Wind Actions*, Incorporating Amendments, No. 1, 2, 3 and 4 to Australian/New Zealand Standard.
- ASEP (2010), *C101-10 National Structural Code of the Philippines*, Volume 1, Quezon City.
- ASTM E 1886-13a (2013), *Standard Test Method for Performance of Exterior Windows, Curtain Walls and Storm Shutters Impacted by Missiles and Exposed to Cyclic Pressure Differentials*.
- ASTM E 1996-14a (2014), *Standard Specification for Performance of Exterior Windows, Curtain Walls and Storm Shutters Impacted by Windborne Debris in Hurricanes*.
- Block, V. L., Czyzewicz, R. C. and Rinehart, D. M. (2015), "Designing Impact Glazing to Meet Tornado Performance Standards", *Glass Performance Days 2015 Proceedings*, pp. 126-129, Tampere, FL.
- Darwin Reconstruction Commission (1975), *Darwin Area Building Manual*.
- Experimental Building Station of the Department of Construction (1978), *Guidelines for the Testing and Evaluation of Products for Cyclone-Prone Areas*, Technical Record 440.
- FEMA P 361 (2015), *Safe Rooms for Tornadoes and Hurricanes: Guidance for Community and Residential Safe Rooms*.
- Glazing Consultants International LLC (2006), *Performance of Laminated Glass during Hurricane Wilma in South Florida*.
- Global Risk Data Platform (2017), available at: <http://preview.grid.unep.ch/> (accessed 18 December 2017).
- HBRI (2014), *Bangladesh National Building Code*.
- ICC (2015), *Florida Building Code, Building*.
- ICC (1994), *Impact Test Procedures*. Florida Building Code Test Protocols for High-Velocity Hurricane Zones, TAS 201-94.
- ICC (1994), *Criteria for Testing Products Subject to Cyclic Wind Pressure Loading*, Florida Building Code Test Protocols for High-Velocity Hurricane Zones, TAS 203-94.
- ISO 16932 (2015), *Glass in building - Destructive-windstorm-resistant security glazing - Test and classification*.
- Lin, N., Holmes, J. D. and Letchford, C. W. (2007), "Trajectories of Wind-Borne Debris in Horizontal Winds and Applications to Impact Testing", *Journal of Structural Engineering*, Vol. 133, pp. 274-282.
- Maruyama, T., Kawai, H., Nishimura, H. and Hanatani, M. (2013), "Missile Impact Resistant Test of Glasses According to ISO 16932", *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 6., pp. 1114-1119.
- Mejorin, A., Miranda, W. (2017a), "Climate Change and Façade Resilience", *Officina*, No. 19 ottobre-novembre-dicembre 2017, pp. 42-47.
- Mejorin, A., Trabucco, D., Stelzer, I., Nakada, R., Rooprai, M.S. (2018b), "Cyclone-Glazing and Façade Resilience for the Asia Pacific Region: Market Study and Code Survey", *CTBUH Journal*, No. II, pp. 42-47.
- Mejorin, A., Trabucco, D., Stelzer, I., Nakada, R., Rooprai, M.S. (2018a), *Cyclone-Glazing and Façade Resilience for the Asia Pacific Region*, Council on Tall Buildings and Urban Habitat. ISBN 978-0-939493-61-6.
- Mejorin, A., Trabucco, D. (2017b), "Resilienza del curtain wall: analisi delle normative internazionali per contrastare i cambiamenti climatici", *L'Ufficio Tecnico*, No. 11-12, pp. 82-89.
- Miami Dade County Building Code Compliance Office (2006), *Post Hurricane Wilma Progress Assessment*.
- Siggins, L. (2017), "Storm Ophelia: Facts and figures of the strongest east Atlantic hurricane in 150 years", *The Irish Times*.
- Trabucco, D., Mejorin, A., Miranda, W., Nakada, R., Troska, C. and Stelzer, I. (2017), "Cyclone Resistant Glazing Solutions in the Asia-Pacific Region: a Growing Market to Meet Present and Future Challenges", *Glass Performance Days 2017 Proceedings*, pp. 64-69, Tampere, FL.



Ilaria Montella, Chiara Tonelli,

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre, Italia

ilaria.montella@uniroma3.it

chiara.tonelli@uniroma3.it

**Abstract.** In un regime di cambiamenti sociali e demografici, la crescente esposizione a fattori di rischio per cambiamento climatico, carenza di risorse, pressione dei flussi migratori e condizione economica difficile, rappresentano fonte di stress e di continua instabilità per i contesti urbani. Nel City Resilience Framework, ideato da Arup per la Fondazione Rockefeller, l'*housing*, unica tipologia edilizia inclusa, è uno dei segmenti di azione per la strategia d'incremento della resilienza urbana. Quest'articolo propone un contributo metodologico, ipotizzando requisiti di resilienza e procedure preventive e di validazione *ex-post* che, nel superamento dell'approccio emergenziale, favoriscano la resilienza dell'edilizia residenziale e la sua misurabilità in tutte le fasi del processo edilizio.

**Parole chiave:** classi esigenti, requisiti, standard abitativi minimi, resilienza, metodologia adattiva di progettazione.

## Stato dell'arte

Il concetto di resilienza, mutuato dall'ecologia e declinato in diverse discipline, è considerato anche in ambito urbano quale confine tra flessibilità e robustezza, stasi ed evoluzione, cambio di stato ed equilibrio. Comunemente intesa come la resistenza al disturbo e la velocità di ritorno in un punto di equilibrio stazionario (Pimm, 1984), vede tre diverse interpretazioni in merito alla condizione di equilibrio a cui si aspira e nella quale si riconosce stabilità al sistema. La prima, riferita al concetto di *Engineering Resilience*, prevede quale unica possibilità di equilibrio il ritorno allo stato precedente (Holling, 1973); la seconda, riferita all'*Evolutionary Resilience*, contempla il passaggio tra diversi probabili e possibili stati di equilibrio, purché venga ripristinata la funzionalità interna al sistema, reso più abile a gestire eventuali perturbazioni future (Davoudi, 2012); la terza sostiene invece che il concetto di equilibrio non sia assimilabile ai sistemi resilienti, né nel ritorno allo stato precedente né al passaggio tra stati di equilibrio diversi, perché la resilienza è un processo di evoluzione e trasformazione continua, che ha come status per-

manente quello di cambiamento (Sheffer, 2009). In questo senso il concetto di resilienza va oltre le pratiche tradizionali di riduzione del rischio catastrofi perché, mentre esse si basano su un approccio deterministico di prevedere e prevenire, la resilienza si concentra sull'abilità del sistema di funzionare ed evolversi di fronte a un'enorme varietà di *shock e stress*. La seconda interpretazione, tra quelle citate, appare la più appropriata perché riconosce ai sistemi degli spostamenti costanti tra stati di equilibrio non promuovendo previsione o prevenzione del rischio, quanto, piuttosto, dando per insita al sistema l'incertezza e il cambiamento e, dunque, favorendone l'adattamento. Inoltre, non considerando tra i processi trasformativi e perturbativi solo gli shock improvvisi ma anche gli stress cronici (Da Silva, 2012), il fenomeno costante dell'emergenza abitativa, con le varie dinamiche che essa innesca al contorno, diviene centrale nella strategia di resilienza.

## City Resilience Framework

La Fondazione Rockefeller nel 2012 avvia il progetto "100 Resilient Cities" e, con il supporto di Arup, definisce il City Resilience Framework (di seguito CRF) (Fig. 1), in applicazione in 100 città del mondo, che propone un approccio inusuale alla resilienza perché inteso come lente critica che tiene in conto la riduzione del rischio disastri, includendo in essi non solo gli shock improvvisi, ma anche gli stress cronici tra i quali, ad esempio, l'aumento della popolazione di una città.

Il risultato è la messa a punto di un *framework* ripartito in più *driver* che tengono in conto i diversi ambiti della complessità urbana e che contribuiscono in sinergia ad accrescerne la resilienza.

## Designing resilience: a contribution to the City Resilience Framework

**Abstract.** In a time of rapid social and demographic change, growing exposure to risk factors due to climate change, resource shortages, migration strain and adverse economic conditions are sources of stress and continuous instability in urban contexts. Arup conceived the City Resilience Framework for the Rockefeller Foundation. 'Housing' is the only form of construction included within this framework. It is one of the action areas in its strategy for improving urban resilience. This article seeks to provide a methodological contribution, hypothesizing requisites for resilience, preventative procedures and *ex-post* validation that moves beyond an emergency approach to foster the resilience of residential construction and its measurability in all phases of the construction process.

**Keywords:** class needs, requisites, minimum living standards, resilience, adaptive design methodology.

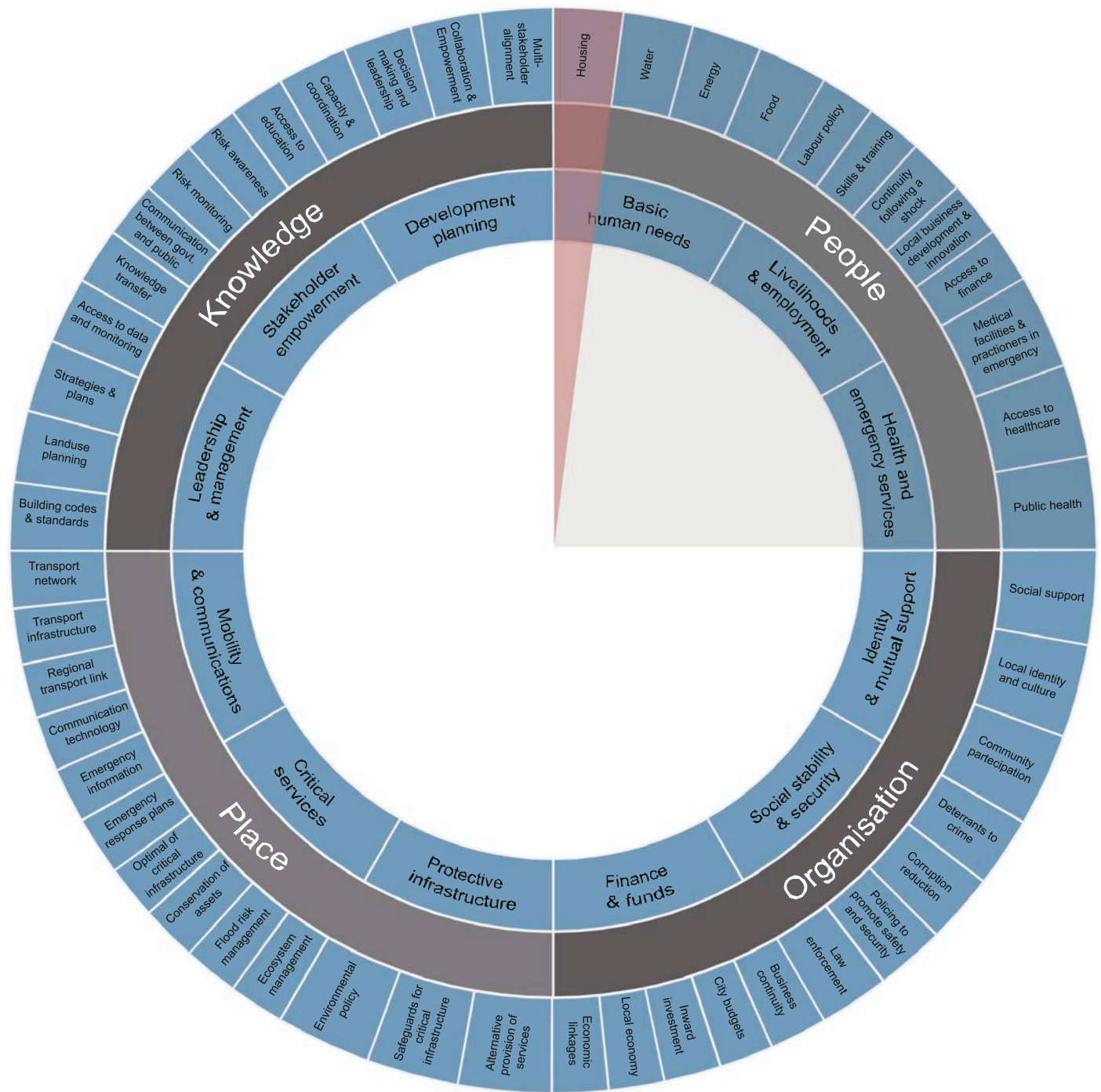
## State of the art

In urban environments the concept of resilience, which emerged from the field of ecology and has subsequently been used in a variety of disciplines, is considered the boundary marker between flexibility and robustness, stasis and evolution, changing states and equilibrium. The term is commonly understood as the capability of a system to resist disturbance and its speed of return to a point of stable equilibrium (Pimm, 1984), and encompasses three different interpretations depending on the condition of equilibrium desired in which system stability is recognized.

The first, referred to as the concept of Engineering Resilience, envisages the only possibility for equilibrium to be the point of stationary equilibrium (Holling, 1973). The second, referred to as Evolutionary Resilience, imagines the passage among various probable

and possible states of equilibrium provided that the internal functionality of the system is restored and rendered more capable of managing eventual future disturbances (Davoudi, 2012). The third states that the concept of equilibrium is not capable of being assimilated into resilient systems, nor to a return to a previous state or movement among states of different equilibrium because resilience is a process of evolution and continuous transformation whose permanent status is change (Sheffer, 2009).

In this meaning, the concept of resilience goes beyond the traditional practices of reducing catastrophic risks. While those practices are based on a deterministic approach of prediction and prevention, resilience focuses on the ability of the system to function and evolve in the face of an enormous variety of shocks and stresses. The second



interpretation of the three mentioned appears to be the most appropriate as it recognizes the systems of constant shifts among states of equilibrium without initiating risk prediction or prevention; instead it recognizes the implicit uncertainty and change within the system and therefore fosters adaptation within that system. Furthermore, considering not only sudden shocks but also chronic stresses

among the transformative and perturbative processes (Da Silva, 2012), the constant phenomenon of housing problems with the various dynamics this triggers thus becomes central in the strategy of resilience.

*City Resilience Framework*  
 The Rockefeller Foundation began the "100 Resilient Cities" project in 2012. With the support of Arup, it

also established the City Resilience Framework (CRF) (Fig. 1), applied in 100 cities throughout the world. The CRF proposes an unusual approach to resilience, as it takes into account disaster risk reduction, including not only sudden shocks but also chronic stresses such as population growth in a city. The result has been the drafting of a framework divided into multiple 'drivers'. These drivers take into consid-

eration numerous fields of urban complexity, and together they contribute to increasing their resilience. Through a desk-based analysis of 150 identified resilience factors, seven critical functions of a city have been identified (flexible, redundant, robust, resourceful, reflective, inclusive, integrated), four dimensions established (persons, places, organizations, knowledge). Twelve key themes belonging

Attraverso una *desk-based analysis* dei fattori di resilienza identificati da più di 150 fonti, vengono ipotizzate 7 qualità di resilienza delle città (riflessiva, robusta, ridondante, flessibile, piena di risorse, inclusiva, integrata), 4 dimensioni (persone, luoghi, organizzazioni, conoscenza) e 12 abilità proprie di ognuna di esse (bisogni umani fondamentali, mezzi di sussistenza e occupazione, servizi sanitari e di emergenza, infrastrutture di protezione, servizi essenziali, mobilità e comunicazione, identità e supporto reciproco, stabilità e sicurezza sociale, finanza e fondi, comando e gestione, responsabilizzazione delle parti interessate, piano di sviluppo), utili a determinare collettivamente la resilienza di una città esposta a una vasta gamma di sollecitazioni (Arup & Partners, 2014). Questi settori insieme formano il nucleo del CFR e nel loro complesso rappresentano la resilienza di una città.

L'approccio innovativo del CFR consiste nella sua duplice funzione: da un lato strumento di autovalutazione di resilienza dello stato di un luogo, volto a enucleare le criticità sulle quali intervenire, dall'altro strumento di valutazione preventiva dello stato futuro per perimetrare gli ambiti d'intervento e strutturare, in fase di redazione di un progetto, misure volte a coadiuvare l'attitudine all'adattamento e ai processi resilienti.

#### *Cambiamenti sociali e demografici e fattori di rischio*

La congiuntura economica attuale in Italia è caratterizzata da aumento demografico e della domanda abitativa a fronte di un immobilismo dell'offerta residenziale popolare, da indirizzi urbanistici volti al risparmio di suolo e da un patrimonio edilizio obsoleto, spesso in disuso.

Rispetto al calo demografico italiano, con un tasso di natalità pari a 8,18 nel 2016 (ISTAT, 2017) il confronto dei dati 2011 e

to each of these have been theorized (essential needs, health management, livelihood support, law enforcement, social harmonization, information and knowledge management, capacity and coordination, critical infrastructure management, environmental management, urban strategy and planning, economic sustainability, accessibility). These elements are useful for collectively determining the resistance of a city exposed to a broad range of stresses (Arup & Partners, 2014).

The innovative approach of the CFR consists in its dual function. It is a self-assessment tool for measuring the resilience of a place, encompassing critical points where action is required. It is also a preventative assessment tool that creates a baseline to outline the future trajectories of cities and the areas of intervention. In the planning and development stages, this allows for the struc-

turing of resilient processes and measures aimed at fostering adaptation.

#### *Demographic and social changes and risk factors*

Current economic circumstances in Italy are characterized by increasing demographics and the need for living spaces contrasted by a stall in the availability of affordable housing, by urban planning aimed at land conservation, and by an obsolete housing stock that is often disused.

With regard to the falling Italian demographic, with a birthrate of 8.18 in 2016 (ISTAT, 2017), the 2011 and 2014 data demonstrates that the increase in population in Italy from 60.8 to 61.1 million is due to the presence of foreign populations, representing 8.2% of the total population (UNFPA, 2014). Recent data on urban migration in cities indicate a growing trend that fore-

2014 evidenzia che l'aumento della popolazione italiana da 60.8 a 61.1 milioni di abitanti sia dovuto alla presenza di popolazione straniera, che rappresenta l'8,2% di quella totale (UNFPA, 2014). I dati recenti sull'inurbamento delle città, infatti, indicano un trend crescente che vede la popolazione globale in aumento di circa 65 milioni di persone ogni anno con la previsione per il 2030 di una maggiore presenza nelle aree urbane rispetto a quelle rurali (The Economist, 2015).

Sebbene per una ragione di scala il problema italiano assuma dimensioni minori, i *range* di riferimento, certamente in aumento alla luce degli eventi migratori continui, prefigurano un forte inurbamento e l'acuirsi conseguente dell'emergenza abitativa anche sul nostro territorio, nel quale già il 68% della popolazione vive in città.

Come possibile motivo d'intensificazione delle migrazioni nei prossimi anni sono da considerare anche i fenomeni perturbativi dovuti al cambiamento climatico, che inducono lo spostamento forzato di masse di persone (Musco e Zanchini, 2014): desertificazione, siccità, scioglimento dei ghiacciai, innalzamento del livello del mare, perdita di produttività del terreno ed eventi estremi come inondazioni, uragani, incendi, terremoti, violente piogge.

Un altro fattore di rischio è legato alla congiuntura economica che pone in condizione di disagio abitativo un consistente segmento di popolazione. Oltre ai senza dimora, infatti, negli ultimi anni si è registrato un numero crescente di persone appartenenti alla cosiddetta "area grigia", di cui fa parte chi, pur avendo una casa, incontra difficoltà crescenti nell'affrontare le spese di mantenimento della stessa ma, per i parametri reddituali troppo alti, non può accedere all'edilizia residenziale pubblica, rischiando così di trovarsi in condizione di emergenza abitativa.

sees a global population increase of approximately 65 million people every year, with the forecast that in 2030 there will be higher numbers in urban areas than in rural ones (The Economist, 2015).

Although the Italian perspective assumes a smaller dimension due to its scale, the reference ranges, which are clearly increasing due to continuous migratory events, foreshadow significant urbanization and the consequent exacerbation of the housing problem in our territory as well, where 68% of the population already lives in city environments.

As a possible reason for the intensification of migration in the next years, it is important also to consider perturbative phenomena caused by climate change, which induces the forced movement of masses of people (Musco and Zanchini, 2014): desertification, drought, glacial

melting, rising sea levels, loss of soil productivity, and extreme events like floods, hurricanes, fires, earthquakes, and violent rains.

Another risk factor stems from the current economic situation that places a large population segment in difficult living situations. Besides the homeless, there has been a recorded growth in the number of people belonging to the so-called "grey area". People in this category do have a home, but they encounter increasing difficulty in facing upkeep expenses. In addition, they belong to an income group that makes it impossible for them to gain access to public housing, and therefore find themselves in an emergency living situation.

A novel and diverse social morphology has been added to this perspective. This setting sees the nuclear family becoming ever more reduced to a single person (singles, city users, nomad workers,

A questo quadro si aggiunge una nuova e diversa morfologia sociale, che vede i nuclei familiari sempre più ridotti a una persona (*single, city user, nomad worker*, anziani, divorziati) con conseguenze su stili e modalità abitative, taglio degli alloggi e loro dimensionamento. Il mercato immobiliare, che registra un sempre maggiore calo del potere d'acquisto delle famiglie, si dovrebbe quindi orientare verso piccole dimensioni e spazi a «geometria variabile» (Spinà, 2009) per soddisfare la domanda e le esigenze di un nuovo profilo di utenza, liquida, poliedrica, multietnica. Invece il principio insediativo cui facciamo riferimento, del D.M.5/7/1975 sugli standard minimi, risale a più di 40 anni fa.

Per la compresenza dei fattori citati e non riuscendo negli ultimi decenni a fornire, nella comune programmazione urbanistica, risposte adeguate alla mutevole esigenza abitativa, si sta assistendo al peggioramento delle condizioni complessive, di immigrati e di autoctoni, e al rischio crescente di vedere anche nel nostro Paese, sebbene in dimensioni diverse dalle *megacity* del Mondo, la crescita di insediamenti informali autogestiti, già evidenziata nel 2011 (Osservatorio Romano sulle Migrazioni, 2012) e individuata essa stessa come emergenza.

La natura poliedrica e gli effetti sinergici conseguenti ai fattori descritti rappresentano fonti di stress che impattano sui contesti urbani, minandone la stabilità e ponendoli in crisi.

### Approccio metodologico

Il quadro eterogeneo delineato mostra che il mutare della morfologia sociale e familiare ha comportato un cambiamento inevitabile nel modo d'uso dello spazio abitativo che, divenuto sempre più temporaneo e meno stanziale, richiede flessibilità<sup>1</sup>, adattabilità e accessibilità economica. In considerazione della duplice

the elderly, the divorced) with subsequent consequences on living styles and methods, housing sizes and typologies. The real estate market, which has registered a continuous drop in the family's purchasing power, has thus needed to adapt to offering smaller size accommodations and spaces of "variable geometry" (Spinà, 2009) to satisfy the demand for a new profile of user who is more fluid, versatile and multi-ethnic. The settlement principle that we refer to, D.M. 5/7/1975 on minimum standards, dates back to 40 years ago.

Due to the presence of the multitude of factors mentioned and because municipal urban planning has been unable to provide adequate responses to shifting living needs in the last decades, we have witnessed a worsening in overall conditions for both immigrant and native residents. Although the Italian context is certainly of a different dimension

than the megacities of the world, these features result in the growing risk of an increase in informal, self-managed settlements. These settlements had already been pointed out in 2011 (Osservatorio Romano sulle Migrazioni, 2012), and are themselves examples of emergencies. The multi-faceted nature and consequent synergic effects from the factors described are sources of stress that affect urban contexts, undermining their stability and putting them in crisis.

### Methodological approach

The diverse nature of the issue demonstrates how the transformation of the social and family morphology has led to inevitable changes in the way living spaces that have become increasingly more temporary require flexibility<sup>1</sup>, adaptability and economic accessibility. In light of the dual function of the CRF and the fact that technological and de-

sign guidelines have not been codified, this research proposes, in CFR Housing segment, an action plan for residential construction for existing and ex-novo buildings. This proposal is aimed at identifying preventive features and procedures capable of fostering, in the planning phase and in management, evolution, dismission, building reuse phases too, resilient behavior, and the capacity to recover stability following an adverse event or the transformation of surrounding conditions.

In regards to these points, the methodology utilized has been informed by desk research, experimentation in the field and by privileged encounters with experts in the sector. The work began with an analysis of the three areas listed below (Fig. 2).

### Insediamenti informali

Rahul Mehrotra definisce "cinetica" la città informale e la individua come modello di flessibilità, temporaneità, dinamicità, mobilità, riciclabilità e reversibilità (Mehrotra, 2015), caratteristiche che sembrano presentare un'affinità spiccata con il concetto di resilienza. Facendo propria questa provocazione, sono state analizzate le caratteristiche tipologiche della città informale, al fine di mutuarle, attraverso un opportuno *upgrading*, nella progettazione formale. A tale scopo, nell'analisi deduttiva sono state prese in considerazione le abitazioni informali autocostruite ex-novo e le occupazioni di edifici.

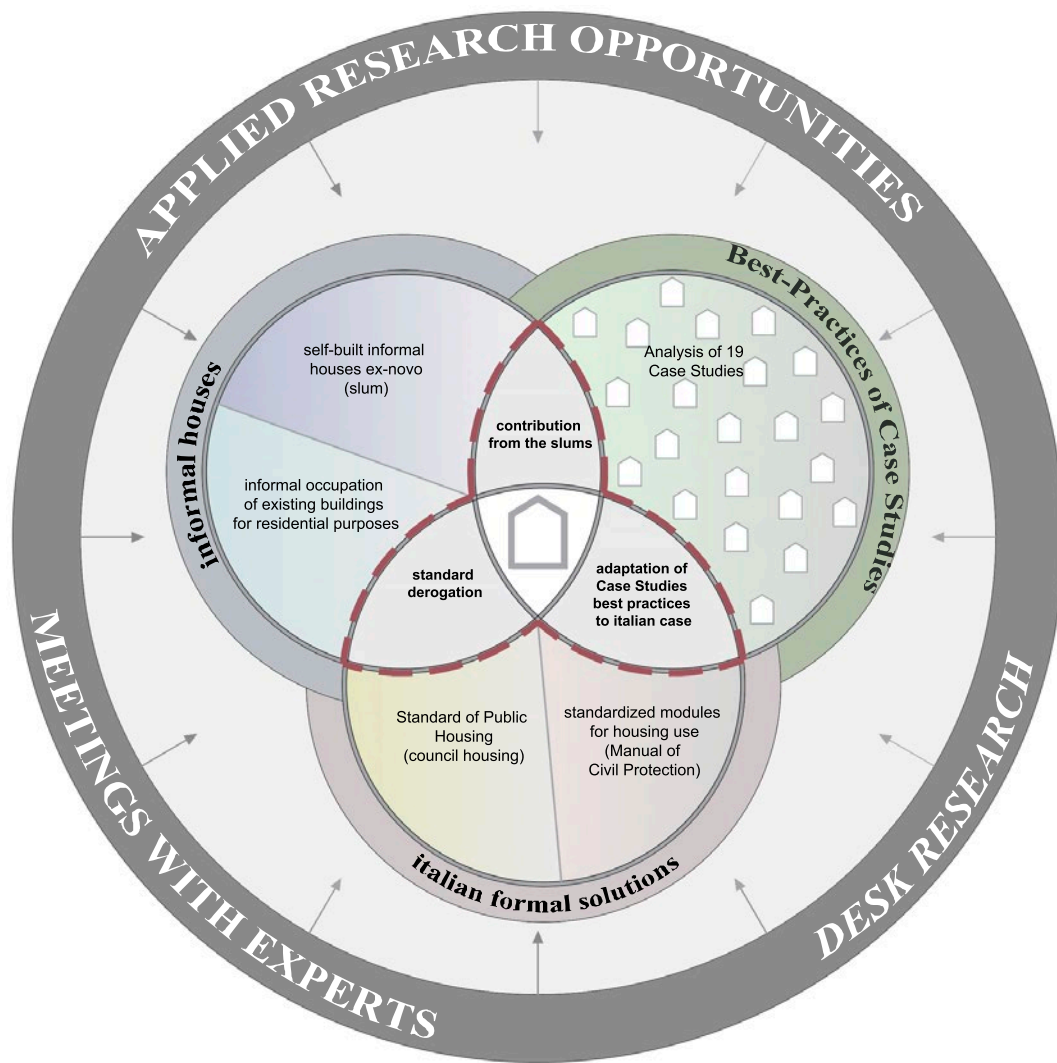
### Individuazione di best-practice

La metodologia impiegata è partita da una selezione di Casi Studio, che potessero essere fonte di best-practice, generalizzabili e replicabili, affini a processi resilienti, e che avessero affrontato e

city as "Kinetic", and defines it as a model of flexibility, transitoriness, dynamism, mobility, recyclability and reversibility (Mehrotra, 2015). These are features that share close affinity with the concept of resilience. Starting from this point, a number of typological characteristics of informal cities have been analyzed. This was done in order to utilize a number of their characteristics and, through appropriate upgrading, to put those characteristics into the formal design planning process. To this aim, informal habitations that have been self-constructed ex-novo along with squats have been included in deductive analysis.

### Identification of Best-Practice

The methodology began with a selection of Case Studies that were potential sources of best-practice, were generalizable and replicable, in line with resil-



ient processes, and were challenged by and resolved the issue of living space with an ultimate social aim. The chosen Case Studies fall into three macro-areas:

- State-inhabitant cooperative projects for the prevention of informal settlements: examples of good practice enacted in cooperation among governments, citizens and banks, such as large-scale social living offerings with the main aim to provide housing and a secondary aim to be a preventive measure to the formation of informal settlements<sup>2</sup>;
- projects for the reuse and re-functionalization of disused real estate for habitation: examples of the reuse of existing real estate transformed for residential use, with practices to involve inhabitants through encouragement for social inclusion and the

overcoming of hardship and deprivation;<sup>3</sup>

- architectural competitions for low-cost housing projects: examples presented at the competitions with the aim of proposing low-cost housing solutions, as well as confirmation of the relevance of the issue and the need to apply creativity and architectural professionalism to face the challenges linked with the said issue<sup>4</sup>.

For each of the Cases analyzed, data sheets were drafted that contained the following information: typology (type of accommodation, distributive type, users, aggregation, functions), technological (prevalent technology, utility systems), project aspects of *mixité* (functional and for users), and procedural (operation management, user involvement in the building process). The entirety of this information was

used to extrapolate both best-practices for essential housing needs and characteristics of resilience.

#### Residential standards

As comparison, two national documents were examined: the official model for the Italian legislative context, which projects minimum standard dimensions for economic and social construction, and the *Manuale Tecnico della Protezione Civile* (Technical Manual for Civil Protection) for the construction of modular housing required during emergency events.

#### Results

##### Procedural operative results

An analysis of the first two of the three areas mentioned above revealed certain features that can be associated with resilience.

Among the characteristics that distinguish informal settlements we find: the sharing of common services, the conservation and reuse of any and all potential resources, the use of collective spaces as a place to establish relationships, the use of the living space to carry out work activities, the expansion of the living environment into adjacent spaces, the three-dimensional use of available space, and the settling in places near to centers of economic interest. At the same time, the requirements for an essential living space which were extrapolated from the informal settlements and linked with resilience, include: the possibility to personalize one's space, the sharing of common services, living solutions that have a low-cost and maintenance, a basic level of comfort that improves upon prior living conditions.



risolto la problematica abitativa con finalità sociale. I Casi Studio prescelti sono riconducibili a tre macro ambiti:

- progetti di cooperazione Stato-abitanti per la prevenzione d'insediamenti informali: esempi di buone pratiche messe in atto in cooperazione tra Governi, cittadini e Banche, come offerta abitativa sociale di massa, aventi la finalità primaria di fornire una casa e la ricaduta secondaria di rappresentare una procedura preventiva alla formazione d'insediamenti informali<sup>2</sup>;
- progetti di riuso e ri-funzionalizzazione a scopo abitativo del patrimonio immobiliare dismesso: esempi di riuso di edifici del patrimonio immobiliare esistente trasformati a uso residenziale, con pratiche di coinvolgimento degli abitanti come viatico d'inserimento sociale e superamento di una condizione di disagio<sup>3</sup>;
- concorsi di architettura per progetti abitativi a basso costo: esempi presentati a concorsi di architettura che hanno avuto come oggetto la proposta di soluzioni abitative a basso costo, quale affermazione dell'attualità del problema e della necessità di mettere in campo creatività e professionalità architettoniche per affrontare le sfide legate a questa problematica<sup>4</sup>.

Per ognuno dei Casi analizzati, sono state elaborate schede contenenti tutte le informazioni tipologiche (tipologia di alloggio, tipologia distributiva, utenza, aggregazione, funzioni), tecnologiche (tecnologia prevalente, tipologia impiantistica), progettuali di *mixité* (di utenza e funzionale) e procedurali (gestione dell'operazione, coinvolgimento dell'utente nel processo costruttivo), estrapolando buone pratiche per una risposta abitativa essenziale e dalle caratteristiche resilienti.

An analysis of the above-mentioned case studies revealed information related to features of technology, typology, management, practical actions, cooperative procedures, participatory processes, and reference to legislation that is suitable to the Italian context. Furthermore, because the elements of best-practice that have been gathered can be assimilated with the technical performance consequent to the requirements related to instances of resilience, those elements have been collected in the form of procedural or design/planning guidelines as upgrades of informal solutions and downgrades of formal ones.

The general characteristics deriving from resilient systems that were deduced from the case studies include: the participation of inhabitants in the construction of the home, the presence of the architect as a facilitator in the par-

ticipatory process, the sharing of common services, the creation of a network of relations among the inhabitants, the presence of features of functional *mixité*, construction of one's own space to reduce the cost to the public economy, the permeability of the space, rapid construction times, the possibility to personalize private space, the presence of the emulative characteristic with which everyone aspires to own symbols of consumerism, the flexibility in the use and in the duration of the private space depending on the conditions and needs of the inhabitant (Fig. 3).

The procedural and design/planning guidelines garnered from the Case Studies are:

- typological features: the most efficient models tend to be those that do not exceed four stories in height, in spite of being in conditions of high density ground conservation. These

### *Gli standard residenziali*

Come elemento di confronto è stato studiato il modello formale definito dal contesto legislativo italiano, che prevede standard dimensionali minimi per la realizzazione dell'edilizia economica e popolare, e dal Manuale Tecnico della Protezione Civile per la realizzazione dei moduli alloggio a seguito di eventi che richiedono risposte emergenziali.

### **Risultati**

#### *Risultati operativi procedurali*

Dall'analisi dei primi due dei tre ambiti sopra descritti si sono estrapolate delle caratteristiche mutuabili in quelle di resilienza.

Tra le caratteristiche che contraddistinguono gli insediamenti informali si possono considerare: la condivisione di servizi comuni, la conservazione e il riuso di qualsiasi risorsa possibile, l'uso di spazi collettivi come luogo per instaurare relazioni, l'uso dell'abitazione anche per svolgere attività lavorative, l'espansione dell'ambito abitativo negli spazi adiacenti, l'impiego in tre dimensioni dello spazio disponibile, l'insediamento in luoghi vicini a centri economici di interesse. Allo stesso modo, i requisiti per un'abitazione essenziale, estrapolati dagli insediamenti informali e mutuabili in quelli di resilienza, possono essere: la possibilità di personalizzare il proprio spazio, la condivisione di servizi comuni, una soluzione abitativa a basso costo di realizzazione e gestione, un comfort di base che costituisca un miglioramento della condizione precedente.

Dall'analisi dei Casi Studio sopra descritti sono state estratte informazioni relative ad aspetti tecnologici, tipologici, gestionali, azioni pratiche, procedure cooperative, processi partecipativi, riferimenti normativi per l'adattamento al contesto italiano e, dal

models include collective spaces for neighborhood services, surface areas that allow users to expand their living spaces and furniture elements that make space flexible;

- technological features: the most suitable technological systems are in wood. This is due to the fact that they are ecological and low-cost, prefabricated and can be dry-assembled by users themselves. Components must be designed in standard transport dimensions. The structural frameworks and shell must be independent of one another. Housing systems must be external from the walls or able to be inspected in order to allow replacement over time;

- mixed-use development features: to favor processes of integration, it is preferable to establish new residential complexes near centers of economic interest and to set up

neighborhood services inside those complexes that can help integrate collaborative activities for inhabitants in professional difficulty;

- management-organizational features: it is preferable to foresee differentiated rental fees based on income and on the different levels of completion of self-constructed housing, in consideration of household income, and the creation of an app for the locating of available buildings on the market.

#### *Design/planning results*

Because ultimate resilience is the sum of the resilience of a multitude of sub-systems, the design/planning outcome encompasses the characteristics of resilience of the architectural structure, particularly the categories of intervention in aggregation, construction, distribution, functionality, systems,

FRAMEWORK BEST-PRACTICE OF CASE STUDIES																				
CATEGORY OF PROJECT		COOPERATION PROJECTS BETWEEN STATE AND INHABITANTS						PROJECTS OF REUSE OF ABANDONED REAL ESTATE FOR SOCIAL HOUSING PURPOSES			ARCHITECTURE COMPETITIONS FOR LOW-COST HOUSING PROJECTS FOR SOCIAL HOUSING PURPOSES									
ARCHITECTURE COMPETITIONS																				
PROJECT LOCATION		BRASIL	URUGUAY	CHILE	CHILE	ARGENTINA	ARGENTINA	ITALY	ITALY	ITALY	CHILE	SPAIN	ITALY	FINLAND	GERMANY	GERMANY	GERMANY	GERMANY	GERMANY	GERMANY
PROJECT NAME		"MCVM" Minha Casa Minha Vida	"FUCIAM" Federación Uruguaya de Inhabitantes de Vivienda por Ayuda Mutua	"ELEMENTAL" ANTOFAGASTA vivienda incremental	"ELEMENTAL" QUINTA MONROY vivienda incremental	"TECHO" Un Techo para mi País	"PRO CIE AB" Programa de Crédito Argentino del Bicentenario para la Vivienda Unica Familiar	"LE Casette" Occupazione informale, Cooperativa Energetica	"SPIN TIME LABS" Occupazione informale, Cantiere di Rigenerazione Urbana	"CONDONMIO SOLIDALE" Sperimentazione Abitare Sociale	"CASA FENIX" FOR EMERGENCY POST-NATURAL IMPACT EXTREME	"RESSO" RESTORATION SUSTAINABILITY	"SOCIETY LAB"	"WE INCLUDE REFUGEES"	"ENTER THE VOID"	"RESIDENTIAL COMMUNITY AND BUILDING"	"DWELLINGS FOR REFUGEES"	"CONTAINER VILLAGES"	"REFUGEE RESIDENCE"	"SOCIAL FACILITY"
TYPOLOGICAL ASPECTS	TYPE OF BUILDING	BP		BP	BP	BP	BP			BP	BP	BP								
	INTERIOR DIVISION TYPE	BP	BP	BP	BP	BP	BP			BP	BP	BP		BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP
	USERS											BP								
	COMBINATION OF VOLUMES			BP	BP		BP			BP	BP	BP								
	FUNCTIONS		BP	BP	BP	BP		BP	BP			BP			BP					
TECHNOLOGICAL ASPECTS	MAIN TECHNOLOGY	BP	BP	BP	BP	BP					BP	BP				BP	BP	BP	BP	BP
	SYSTEMS TIPOLOGY					BP		BP			BP	BP				BP	BP	BP	BP	BP
	ASSEMBLY TIPOLOGY					BP					BP	BP				BP	BP	BP	BP	BP
	CONSTRUCTION SYSTEM			BP	BP						BP	BP				BP	BP	BP	BP	BP
PLANNING ASPECTS OF MIXITÈ	MIXITÈ OF USERS							BP	BP	BP		BP		BP			BP		BP	
	MIXITÈ OF FUNCTIONS		BP			BP	BP	BP	BP	BP		BP								
MANAGEMENT AND ORGANISATION	MANAGEMENT OPERATIONS	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP						
	USER INVOLVEMENT IN THE CONSTRUCTIVE PROCESS			BP	BP	BP		BP			BP	BP								

momento che le best-practice desunte sono assimilabili a prestazioni tecniche conseguenti a determinati requisiti affini alle istanze di resilienza, sono state raccolte sotto forma di indicazioni progettuali o procedurali, intese come *upgrading* di soluzioni informali e *downgrading* di soluzioni formali.

Le caratteristiche generali, mutuabili in sistemi resilienti, estratte dai Casi Studio, sono: la partecipazione degli abitanti alla costruzione della casa, la presenza dell'architetto come facilitatore del percorso partecipativo, la condivisione dei servizi comuni, la creazione di una rete di relazioni tra gli abitanti, la presenza di aspetti di *mixité* funzionale, l'auto-costruzione per ridurre il contributo economico pubblico, la permeabilità dello spazio, tempi di costruzione rapidi, la possibilità di personalizzazione dello spazio privato, la presenza dell'aspetto emulativo per il quale ognuno aspira a possedere i simboli del consumismo, la flessibilità nell'uso e nel tempo dello spazio privato al variare delle condizioni e delle esigenze dell'abitante (Fig. 3).

Le indicazioni progettuali e procedurali di resilienza estratte dai casi studio sono:

- aspetti tipologici: sono stati evidenziati come maggiormente efficaci modelli che non superano i quattro piani di altezza pur essendo ad alta densità per il risparmio di suolo, che includono spazi collettivi per servizi di quartiere, superficie per consentire l'ampliamento degli alloggi da parte dell'utente ed elementi mobili per rendere lo spazio flessibile;
- aspetti tecnologici: i sistemi tecnologici più adatti sono in legno, perché ecologico e a basso costo, prefabbricato e assemblabile a secco, anche in autocostruzione. I componenti devono essere progettati nelle dimensioni standard di trasporto. Struttura portante e involucro dovrebbero essere indipenden-

and energy and maintenance that can be defined as technological resilience, along with the subset of useful requisites for planning a project from measurable resilient performance (Tab. 1).

### Conclusions

The need for cities to be increasingly more resilient and thus develop the capacity to adapt, mitigate, recycle and foster participatory and collaborative processes among users appears more akin to an informal practice rather than a formal one. Therefore, an informal city can provide examples of good practice in formal planning with the aim of deconstructing its rigidity. Although urban planning refers to the functional and users *mixité*, we instead continue to witness a gap between theory and practice, which often gives rise to anachronistic policy decisions such as the creation of Roma camps, which

are moreover called "solidarity villages". The good practices stemming from the Case Studies indicate the need to undertake cooperative policies between the State and property owners to face the housing crisis and incentivize the disposal of private, disused buildings. Secondly, they suggest the necessity to come up with more rapid responses to the housing issue that have a temporary duration, foresee a reduction in costs, the revision of building standards, collaboration of the user in the processes of construction and evolution (Aravena, 2012) and the "open building system", meaning the achievement of invariant systems in the initial phases and variable systems in subsequent ones. The proposed research outcome provides a contribution to the CRF in defining a methodological approach to support the design phase of resilient procedures in residential building ini-

ti. Gli impianti devono essere fuori traccia o ispezionabili, per una sostituibilità nel tempo;

- aspetti progettuali di *mixité*: per favorire processi d'integrazione, è preferibile insediare i nuovi complessi residenziali vicino a centri economici d'interesse, prevedere al loro interno servizi di quartiere che possano integrare attività di collaborazione per gli abitanti in difficoltà lavorativa;
- aspetti gestionali-organizzativi: è auspicabile prevedere canoni differenziati in funzione del reddito e livelli diversi di completamento dell'abitazione in autocostruzione, in considerazione del reddito dei nuclei familiari, e la creazione di *app* per il reperimento di edifici disponibili sul mercato.

### Risultati progettuali

Considerando che la resilienza finale è sommatoria della resilienza di molteplici sottosistemi, il risultato progettuale riguarda le caratteristiche di resilienza del manufatto architettonico e in particolare le categorie di intervento aggregazione, costruzione, distribuzione, funzionalità, impiantistica, energetica e manutenzione, che possono definirsi resilienza tecnologica, quale sottoinsieme di requisiti utili a pianificare un progetto dalle prestazioni resilienti misurabili (Tab. 1).

### Conclusioni

L'esigenza delle città di essere più resilienti e sviluppare, quindi, capacità di adattamento, mitigazione, riciclo e processi partecipativi e collaborativi degli utenti, appare più affine alla pratica informale che non a quella formale. Quindi, la città informale può fornire buone pratiche alla pianificazione formale, al fine di scomporre la rigidità. Sebbene nella pianificazione urbana si

tiatives. In the CFR, housing is among the factors that are considered most impactful on urban stability and thus contribute to resilience. The requisites of resilience – formulated in terms of technology, typology, dimension, management, systems and generalizable best-practices – consider the reorganization of urban and residential standards, the recovery of existing buildings, respect for the environment, and resource conservation. These requisites are adaptable to different users and incentivize participatory procedures and the involvement of said users in self-constructing living spaces. They trigger processes of social inclusion and prevent the risk of *banlieue* circumstances and ethnic hardship and disadvantage caused by the marginalization of foreign people.

### ACKNOWLEDGEMENT

A special thanks for the precious help of Prof. R. Bologna.

### NOTES

1. Flexibility in the distribution of space and the replaceability and adaptability of elements and components.
2. The analyzed projects and their locations are reported in Fig. 3.
3. Reference to the competitions: "Solar Decathlon Europe", "From Border to Home. Housing Solutions for Asylum Seekers" and "Berlin Award 2016: Heimat in der Fremde".
4. Reference to "Spin Time Labs" and "Le Casette" in Rome, occupations of public buildings for living purposes.

Tab. I - Dimensioni di Resilienza Tecnologica riferite agli edifici, a mixité, coinvolgimento in autocostruzione, collocazione urbana

*Dimensions of Technological Resilience referred to buildings, to the mixité, to the involvement in self-construction activities, to the urban placement*

<b>TECHNOLOGICAL RESILIENCE DIMENSIONS: ON BUILDINGS, USERS AND URBAN LOCATION</b>		
<b>AGGREGATIVE</b>	<b>Static</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>does not allow for different aggregations, evolutions and adaptation in urban places</li> </ul>
	<b>Evolutionary</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>allows for different aggregations, evolutions and adaptation in urban places</li> </ul>
<b>CONSTRUCTIVE</b>	<b>Prefabricated</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>made with prefabricated products, fast assembly, can be replaced</li> </ul>
	<b>Traditional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>made with traditional methods and materials, prolonged assembly operations, no possibility for quick replacement</li> </ul>
	<b>Mixed</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>has the advantages of prefabrication, the disadvantages of the traditional types</li> </ul>
<b>DISTRIBUTIVE</b>	<b>Fixed</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>does not allow for distribution modifications or flexibility</li> </ul>
	<b>Modifiable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>allows for distribution modifications and flexibility</li> </ul>
<b>FUNCTIONAL</b>	<b>Single-function</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>has a single prevailing housing function and fewer possibilities of social relations</li> </ul>
	<b>Functional mix</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>has the prevailing housing function, many other functions and ease of social relations</li> </ul>
<b>SYSTEM DESIGN</b>	<b>Traditional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mainly made up of chased systems, does not allow for quick maintenance or flexibility</li> </ul>
	<b>Innovative</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mainly made up of non-chased systems, made with innovative channelling systems that allow for flexibility</li> </ul>
<b>ENERGY DESIGN</b>	<b>Fossil sources</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mainly made with fossil fuel sources</li> </ul>
	<b>Only renewable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mainly made with renewable sources</li> </ul>
	<b>Mixed energy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>made with a mix of fossil and renewable sources</li> </ul>
<b>MAINTENANCE</b>	<b>Traditional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mainly with wet technologies, provides for the use of traditional materials and does not allow for reuse</li> </ul>
	<b>Replacement of the element</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>has prefabricated elements, dry-made, with innovative components, allows for short replacement times and reuse</li> </ul>
<b>USER INVOLVEMENT</b>	<b>Only user</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>the user utilizes the house and does not participate in the construction phase</li> </ul>
	<b>Participation in the completion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>the user participates in the completion of his/her own house and participates in the construction phase</li> </ul>
	<b>Complete self-construction</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>the user participates entirely in the construction and customization phase, self-building his/her own house</li> </ul>
<b>USER</b>	<b>Users mix</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>has a mix of different users, prevents segregation and allows for relations among users, decreases the distances between house and services</li> </ul>
	<b>Similar users</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>does not have a mix of different users, does not allow for relations among users, does not prevent segregation, long distances between house and services</li> </ul>
<b>URBAN LOCATION</b>	<b>Central</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>located in central areas, reduces movement, allows for better functional and social mixing</li> </ul>
	<b>Peripheral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>located in peripheral areas, has a greater distance from central services, increased movement, does not allow for better functional and social mixing</li> </ul>

faccia riferimento alla *mixité* funzionale e di utenza, assistiamo invece ancora a uno scollamento tra teoria e pratica, con decisioni politiche spesso anacronistiche, come la creazione dei campi rom, peraltro definiti “villaggi della solidarietà”.

Dalle buone pratiche derivate dai Casi Studio si delinea l'esigenza di intraprendere, da un lato, politiche di cooperazione tra Stato e proprietari immobiliari nel fronteggiare la crisi abitativa per incentivare la messa a disposizione degli edifici privati in disuso, dall'altro di ipotizzare risposte abitative più rapide, con una durata temporanea, che prevedano per la riduzione dei costi, la revisione degli standard edilizi, la collaborazione dell'utente nei processi costruttivi ed evolutivi (Aravena, 2012) e l'*open building system*, ovvero la realizzazione di sistemi invariati, nelle fasi iniziali, e di sistemi variabili, in quelle successive.

Il risultato proposto fornisce un contributo al CRF nel definire un approccio metodologico di supporto alla fase progettuale per procedure resilienti in iniziative di edilizia residenziale. Nel CRF, infatti, tra i fattori considerati maggiormente impattanti sulla stabilità urbana e che dunque contribuiscono alla resilienza, vi è anche l'housing. I requisiti di resilienza, strutturati in tecnologici, tipologici, dimensionali, gestionali, impiantistici e di best practice generalizzabili, tengono in conto il ridimensionamento degli standard residenziali e urbanistici, il recupero dell'edilizia esistente, il rispetto dell'ambiente e il risparmio di risorse, sono adattabili a utenze diverse e incentivano procedure partecipative e di coinvolgimento degli utenti nell'autocostruzione, che innescano processi di inclusione sociale ed evitano il rischio *banlieue* e il disagio etnico dovuto alla ghettizzazione delle persone straniere.

#### RINGRAZIAMENTI

Un grazie particolare per il prezioso contributo al Prof. R. Bologna.

#### NOTE

1. Flessibilità nella distribuzione dello spazio e nella sostituibilità e adattabilità di elementi e componenti.
2. I progetti analizzati e la loro localizzazione sono riportati in Fig. 3.
3. Riferimento ai concorsi “Solar Decathlon Europe”, “From Border to Home. Housing Solutions for Asylum Seekers” e “Berlin Award 2016: Heimat in der Fremde”.
4. Riferimento a “Spin Time Labs” e “Le Casette” a Roma, occupazioni di edifici pubblici dismessi, a scopo abitativo.

#### REFERENCES

- Aravena, A. and Iacobelli, A. (2012), *Manual de vivienda incremental*, Hatje Cantz Verlag, Berlin, DE.
- Da Silva, J. (2012), “Shifting agendas: from response to resilience. The role of the engineer in disaster risk reduction”, *9th ICE Brunel International*.
- Davoudi, S. (2012), “Resilience: a bridging concept or a dead end?”, *Planning Theory & Practice*, Vol. 13, No. 2, pp. 299-307.
- Holling, C.S. (1973), “Resilience and stability of ecological systems”, *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 4, pp. 1-23.
- ISTAT (2017), “Indicatori demografici, stime per l'anno 2016”, available at: [http://www.istat.it/it/files/2017/03/Statistica-report-Indicatori-demografici\\_2016.pdf](http://www.istat.it/it/files/2017/03/Statistica-report-Indicatori-demografici_2016.pdf) (accessed 21 May 2018.).
- Mehrotra, R. (2015), *Kumbh Mela: Mapping the Ephemeral Mega City*, Hatje Cantz, Berlin, Stuttgart, DE.
- Musco, F. and Zanchini, E. (2014), *Il clima cambia le città: strategia di adattamento e mitigazione nella pianificazione urbanistica*, FrancoAngeli, Milano.
- Osservatorio Romano sulle Migrazioni (2012), “IX Rapporto”, available at: [http://www.caritasroma.it/wp-content/uploads/2011/05/Scheda-di-sintesi\\_ORM-IX.pdf](http://www.caritasroma.it/wp-content/uploads/2011/05/Scheda-di-sintesi_ORM-IX.pdf) (accessed 24 May 2018).
- Ove Arup & Partners (2014), *City Resilience Framework*, Rockefeller Foundation.
- Pimm, S. L. (1984), “The complexity and stability of ecosystems”, *Nature International Journal of Science*, No. 307, pp. 321-326.
- Sbisà, A. (2009), “Flessibile, variabile, affollata la casa comunicante di Boeri”, Repubblica, Milano.
- Sheffer, M. (2009), *Critical transitions in nature and society*, Princeton University Press, Princeton, NJ, US.
- The Economist on UN data (2015), “Interactive map of global population growth area in megacities”, available at: <http://www.economist.com/node/2164205?fsrc=scn/tw/te/dc/brightlightsbigcities> (accessed 24 May 2018).
- UNFPA (2014), “State of world population 2014”, available at: [http://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/EN-SWOP14-Report\\_FINAL-web.pdf](http://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/EN-SWOP14-Report_FINAL-web.pdf) (accessed 24 May 2018).



Federico Novi,

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi G. d'Annunzio, Italia

fn@officinadiarchitettura.net

**Abstract.** La gestione dei progetti attraverso tecnologie di processo ha assunto negli ultimi decenni un ruolo chiave come strumento di pianificazione e controllo dei processi edili. Tuttavia, dalla letteratura disponibile emerge grande divergenza tra attese e risultati. Gli strumenti esistenti dietro un'apparente efficienza, si sono dimostrati inadeguati, avulsi dalla realtà pratica e incapaci di gestire la complessità. I processi che governano le costruzioni devono rapportarsi infatti con un contesto turbolento e complesso che conduce a incertezza di processo e di esiti. La ricerca condotta mira a potenziare gli strumenti esistenti, attraverso lo sviluppo e la sperimentazione di nuovi tool che possano in maniera rigorosa e oggettiva governare l'alea e l'incertezza del settore delle costruzioni.

**Parole chiave:** reti bayesiane, resilienza, incertezza, processi decisionali, entropia.

## Introduzione

Lo studio e lo sviluppo dei modelli di pianificazione e gestione ha da sempre caratterizzato l'evoluzione dei sistemi di processo. Se in molti campi tale progresso si è attuato parallelamente alle innovazioni di sistema, nel settore delle costruzioni invece, si è assistito a uno scollamento tra necessità imposte dalla realtà operativa e processi di governo effettivamente implementati. L'analisi dello stato dell'arte restituisce i limiti degli strumenti operativi attualmente utilizzati nel descrivere gli aspetti legati all'efficienza di processo (Mecca e Naticchia, 1995).

La crescita dei problemi tecnici e operativi ha reso inoltre sempre più complesse le strutture organizzative, generando di conseguenza maggior incertezza. Quest'ultima infatti rappresenta il problema fondamentale proprio delle organizzazioni complesse (Thompson, 1994).

L'attività edilizia, rispetto al comparto industriale, è caratterizzata oltre che da una intrinseca complessità anche dall'unicità del prodotto finale. Se a ciò si aggiunge la crescente frammentazione del processo in una grande molteplicità di specialisti, operatori e attori, si comprende la debolezza di ogni attività di previsione e

Bayesian networks  
as a resilience tool  
for decision-making  
processes in uncertainty  
conditions

**Abstract.** Project management through process technologies has taken on a key role in recent decades as a planning and control tool for building processes. However, a wide divergence between expectations and results emerges from the available literature. The existing tools, behind apparent efficiency, proved to be inadequate, detached from practical reality and unable to handle complexity. The processes that govern the buildings in fact must be related to a turbulent and complex context that leads to uncertainty of process and outcomes. The research carried out aims to strengthen the existing tools, through the development and testing of new tools that can rigorously and objectively govern the risk and the uncertainty of the construction sector.

**Keywords:** Bayesian networks, resilience, uncertainty, decision-making processes, entropy.

gestione (Naticchia, 1996).

Appare pertanto necessario, se gli strumenti operativi emergono inadeguati e parallelamente aumentano complessità e incertezza nei progetti caratterizzati da turbolenza ambientale e aleatorietà, sviluppare un'attività di ricerca e sperimentazione focalizzata sulla messa a punto di metodi organizzativi e strumenti operativi adeguati alle condizioni ambientali in cui si opera (Bobroff, 1994).

La ricerca mira quindi a potenziare l'efficacia degli strumenti attualmente esistenti, attraverso l'impiego di nuovi modelli gestionali ed operativi che possano in maniera oggettiva e rigorosa riuscire a governare l'alea e l'incertezza progettuale.

Lo studio e l'impiego delle Reti Bayesiane, nelle più recenti evoluzioni, sembra costituirsi come valido strumento alternativo per la costruzione di modelli gestionali dell'incertezza grazie alla creazione di una mappa concettuale della realtà che mira ad evidenziare le variabili ed i legami in maniera chiara e rigorosa.

## Crisi del Management nel settore delle costruzioni

Ogni progetto è rappresentato da un certo grado di complessità, d'unicità, confinato da limiti di tempo, budget e risorse. Il Project Management è un insieme di strumenti, tecniche e conoscenza che consente di pianificare, programmare e gestire la complessità e i vincoli di progetto. Tuttavia, sulla base della letteratura disponibile emerge una grande divergenza tra attese e risultati. Ricorrenti esperienze negative, attraverso l'impiego di queste tecniche hanno mostrato endemici problemi di qualità, di comunicazione e coordinamento, innescando più delle volte contenziosi (Abdelhamid, 2004). Gli strumenti ad oggi largamente utilizzati, risultano infatti limitati nella

## Introduction

The study and development of planning and management models has always characterized the evolution of process systems. If in many areas this progress has been implemented in parallel with system innovations, in the construction sector, on the other hand, there has been a disconnect between needs imposed by the operating reality and government processes actually implemented. The analysis of the state of the art returns the limits of the operational tools currently used in describing the aspects related to process efficiency (Mecca and Naticchia, 1995). The increase in technical and operational problems has also made organizational structures increasingly complex, thus generating greater uncertainty. Indeed, the latter represents the fundamental problem of complex organizations (Thompson, 1994).

The building activity, compared to the industrial sector, is characterized not only by an intrinsic complexity even by the uniqueness of the final product. If we add to this the increasing fragmentation of the process in a great variety of specialists, operators and actors, it is possible to understand the weakness of every forecasting and management activity (Naticchia, 1996).

If operational tools emerge inadequate and at the same time increase complexity and uncertainty in projects characterized by environmental turbulence and uncertainty, it is therefore necessary to develop a research and experimentation activity focused on the development of organizational methods and operational tools adapted to the environmental conditions in which we work (Bobroff, 1994).

The research therefore aims to enhance the effectiveness of existing tools,

capacità di rappresentazione del processo in contesti complessi. Benché quindi le tecniche di PM forniscano uno strumento di controllo del progetto, il processo costruttivo continua a rimanere un "sistema a bassa efficienza". La carenza di robustezza dei modelli gestionali esistenti è data infatti dalla mancata corrispondenza tra questi e l'osservazione della realtà progettuale (Kouskela, 1992).

La gestione dei rischi connessi alla necessità di operare in condizioni dinamiche ed incerte presumibilmente richiede un'innovazione di processo, a cui gli operatori di settore dovrebbero mirare per un salto di scala verso la conoscenza di nuove tecnologie di processo (CRESEME, 2010).

**Resilienza e incertezza nei sistemi complessi** La teoria dei sistemi complessi fornisce alcuni strumenti per l'analisi del funzionamento delle strutture e delle loro reciproche interazioni, riuscendo ad includere elementi d'interpretazione di caratteristiche quali l'incertezza e l'imprevedibilità.

Il Dizionario Treccani definisce la complessità come «caratteristica di un sistema, concepito come un aggregato organico e strutturato di parti tra loro interagenti, in base alla quale il comportamento globale del sistema non è immediatamente riconducibile a quello dei singoli costituenti, dipendendo dal modo in cui essi interagiscono», in particolare «al fine di valutare la complessità di un sistema non sembra essenziale tanto il numero delle parti che lo compongono quanto invece il modo, in cui queste interagiscono».

La struttura di un sistema complesso consiste quindi nell'ordinamento spaziale e temporale delle sue componenti, le cui re-

lazioni reciproche ne esprimono l'organizzazione. Tanto più un sistema è complesso, tanto più l'evoluzione risulta imprevedibile. Un eccesso di complessità infatti, è un'incredibile fonte di incertezza e vulnerabilità (Marczyk, 2013). Per analizzare e prevenire rischi sistemici appare allora essenziale valutare la complessità del sistema attraverso la resilienza, ovvero la "capacità di tenuta" rispetto a eventi estremi e perturbazioni.

Se costruire un buon modello di rappresentazione della realtà per una sola entità è di per se complesso, si immagina un sistema con migliaia di variabili che agiscono in un ambiente interconnesso e turbolento come può essere quello delle costruzioni. La possibilità di affrontare il problema non solo da un punto di vista concettuale ma misurandone la sua resilienza, offrirebbe un duplice vantaggio: da una parte esplicitare la logica di processo, dall'altra la quantificazione della resilienza permetterebbe di valutarne la robustezza.

Operare in condizione di incertezza sembra dunque caratteristica fondamentale della progettazione divenendo possibile motivo d'insuccesso ad ogni dimensione se non si adottino strategie organizzative capaci di analizzarla e ridurla mediante strumenti di conoscenza. Esisterebbe infatti una forte relazione fra incertezza e "conoscenza" all'interno dei sistemi organizzativi complessi (Ansoff, 1980).

I modelli dell'incertezza e le definizioni relative di rischio, inteso come possibilità di divergenza tra risultati e attese di progetto, possono costituire il possibile orizzonte concettuale al quale riferire una riflessione sull'errore nella fase di pianificazione e gestione del progetto edile.

through the use of new management and operational models that can objectively and rigorously manage to control the risk and design uncertainty.

The study and use of the Bayesian Networks, in the most recent evolutions, seems to constitute a valid alternative tool for the construction of management models of uncertainty thanks to the creation of a conceptual map of reality that aims to highlight clearly and rigorously the variables and the links.

#### **Management crisis in the construction sector**

Each project is represented by a certain degree of complexity, uniqueness, bounded by time limits, budget and resources. Project Management is a set of tools, techniques and knowledge that enable to plan, program and manage project complexity and constraints. However, based on the available lit-

erature, there is a great divergence between expectations and results. Recurring negative experiences, through the use of these techniques have shown endemic problems of quality, communication and coordination, triggering more often than contentious (Abdelhamid, 2004). The tools widely used today are in fact limited in the ability to represent the process in complex contexts. Although PM techniques provide a tool for project control, the construction process continues to remain a "low efficiency system". The lack of strength of the existing management models is given by the lack of correspondence between these and the observation of the project reality (Kouskela, 1992).

The management of risks connected to the necessity to operate in dynamic and uncertain conditions supposedly requires process innovation, to which sector operators should aim for a leap

in scale towards the knowledge of new process technologies (CRESEME, 2010).

#### **Resilience and uncertainty in complex systems**

The theory of complex systems provides some tools for the analysis of the functioning of structures and their mutual interactions, managing to include elements of interpretation of characteristics such as uncertainty and unpredictability.

The Treccani Dictionary defines complexity as «characteristic of a system, conceived as an organic and structured aggregate of interacting parts, according to which the global behaviour of the system is not immediately traceable to that of the individual constituents, depending on the way in which they interact», in particular «in order to evaluate the complexity of a system, the number of parts that compose it does

not seem essential, but rather the way in which they interact».

The structure of a complex system consists in the spatial and temporal arrangement of its components, whose reciprocal relations express its organization. The more complex a system is, the more unpredictable evolution is. In fact, an excess of complexity is an incredible source of uncertainty and vulnerability (Marczyk, 2013). In order to analyze and prevent systemic risks, it is therefore essential to evaluate the complexity of the system through resilience, the "holding capacity" among to extreme events and perturbations.

If constructing a good model of representation of reality for a single entity is in itself complex, imagine a system with thousands of variables acting in an interconnected and turbulent environment such as that of buildings. The possibility of confront the problem not

## Introduzione alle Reti Bayesiane

Prendere decisioni è tra le azioni più frequenti del vivere. Fattore imprescindibile in ogni decisione è la gestione delle incertezze ovvero delle informazioni di cui si dispone per ogni variabile e delle relazioni tra loro intercorrenti. Riuscire infatti a gestire una notevole quantità d'informazioni non è cosa semplice specialmente se i dati a disposizione sono correlati tra loro da relazioni di varia natura. Questo non fa altro che aumentare il grado di complessità d'elaborazione dei dati d'ingresso e d'interpretazione dei risultati. La principale difficoltà da affrontare durante la progettazione di un'opera edile risiede proprio nel fatto che pianificazione e gestione sono collegate a un gran numero di variabili connesse da relazioni di dipendenza causale.

Affrontare problemi, dove al numero crescente di variabili si affianca un intricato gioco di relazioni tra le stesse, richiederebbe pertanto strumenti che permettano di gestire le incertezze in maniera quantitativa e/o qualitativa. Dalle prime osservazioni un approccio quantitativo per integrare l'incertezza nel ragionamento potrebbe venire dalle cosiddette Reti Bayesiane (BN).

Le BN sono rappresentazioni di modelli probabilistici in grado di mettere in evidenza la struttura di un fenomeno mediante una raffigurazione grafica intuitiva, che permette di comprendere le relazioni tra variabili. Nate negli anni '80 come modello di calcolo probabilistico limitante la complessità computazionale dell'inferenza statistica, sono risultate estremamente efficaci come strumento su cui basare la costruzione di modelli di supporto decisionale.

Le reti permettono infatti di condurre inferenze sia di tipo deduttivo, valutando le conseguenze delle decisioni prese, che di

only from a conceptual point of view but measuring its resilience would offer a double advantage: on the one hand, explaining the process logic, on the other the quantification of the resilience would allow to assess its strength. Thus operating in uncertain conditions seems to be a fundamental feature of planning, becoming a possible reason for failure at any size if not adopted and organizational strategies capable of analyzing it and reducing it by means of knowledge tools. In fact, there exists a strong relationship between uncertainty and "knowledge" within complex organizational systems (Ansoff, 1980). The models of uncertainty and the relative definitions of risk, understood as the possibility of divergence between results and project expectations, can constitute the possible conceptual horizon to which a reflection on the error can be reported in the planning

and management phase of the building project.

### Introduction to the Bayesian Networks

Making decisions is among the most frequent actions of living. An essential factor in any decision is the management of the uncertainties or the information available to each variable and the relationships between them. Being able to manage a large amount of information is not easy, especially if the data available are related to each other by various kinds of relationships. This increases the level of complexity of processing input data and interpreting results. The main difficulty to be faced in the design of a building work lies in the fact that planning and management are connected to a large number of variables connected by causal dependence relationships.

tipo diagnostico, identificando le più probabili cause di eventi osservati o previsti.

Sono inoltre estremamente flessibili: possono essere costruite sulla base di conoscenze soggettive, sistemi di equazioni, dati statistici, o da una loro qualsiasi combinazione (Fig. 1). Inoltre permettono di ragionare in condizioni di incertezza basandosi sul grado di conoscenza attribuito a un determinato evento. È infatti possibile riuscire a misurare la probabilità di eventi non ripetibili fondando la propria stima solo sulla misura del grado di certezza attribuito ad un'affermazione.

Come già accennato, una BN è rappresentata da un grafo aciclico orientato a cui è associata una distribuzione di probabilità condizionata, che rispetta la condizione markoviana<sup>1</sup>. Ogni nodo rappresenta graficamente un evento descritto mediante variabili aleatorie il cui dominio può essere simbolico o numerico. Le dipendenze causali tra nodi sono rappresentate da archi che ne indicano le condizioni di dipendenza.

## L'Impiego delle Reti Bayesiane come resilience tool per processi decisionali in condizioni di incertezza

Il problema decisionale nell'analisi del rischio nel settore delle costruzioni può costituirsi di due parti: una di stima del rischio e un'altra di valutazione di come questi possano essere controllati e/o ridotti il più efficientemente possibile. Le BN potrebbero essere quindi adoperate in tutta la fase di analisi del rischio. Gli attuali metodi di valutazione dei rischi comportano la costruzione di modelli statistici da dati storici. Tali approcci si sono mostrati inadeguati quando i rischi sono rari o nuovi perché non ci sono sufficienti dati rilevanti. Inoltre, benché molti metodi di

Addressing problems, where the growing number of variables is accompanied by an intricate game of relations between them, would therefore require tools that allow to manage the uncertainties in a quantitative and/or qualitative manner. From the first observations a quantitative approach to integrate the uncertainty in the reasoning could come from the Bayesian Networks (BN).

BN are representations of probabilistic models able to highlight the structure of a phenomenon through an intuitive graphic representation, which allows to understand the relationships between variables. Born in the 80s as a probabilistic calculation model limiting the computational complexity of statistical inference, they were extremely effective as a tool on which to base the construction of decision support models.

In fact, networks allow to conduct in-

ferences both of a deductive type, evaluating the consequences of the decisions taken and of the diagnostic type, identifying the most probable causes of observed or predicted events.

They are also extremely flexible: they can be constructed on the basis of subjective knowledge, systems of equations, statistical data, or any combination of them (Fig. 1). They also allow reasoning under conditions of uncertainty based on the level of knowledge attributed to a certain event. In fact, it is possible to measure the probability of non-repeatable events basing its estimate only on the level of certainty attributed to an affirmation.

As already mentioned, a BN is represented by an oriented acyclic graph to which a conditional probability distribution is associated, which respects the Markov condition<sup>1</sup>. Each node graphically represents an event described

Variabile	Dominio	Esempio	Eventi	Distr. Probabilità
booleana	vero / falso	vero, falso	Rappresenta un singolo evento	Vero (X) Falso (1-X)
Simbolica	Insieme di simboli	Basso, medio, alto, ecc.	Rappresenta un evento per ogni valore	Discreta qualsiasi, con somma = 1
Numerica discreta	Insieme finito di valori numerici	1,2,3,4,5,...n	Rappresenta un evento per ogni valore	Discreta qualsiasi, con somma = 1
Numerica intervallare	Insieme di intervalli numerici	[1,2] [2,4] [n,m]	Rappresenta un evento per ogni intervallo	Discreta qualsiasi, con somma = 1
Numerica continua	Insieme di intervalli reali	Asse dei reali	Rappresenta un evento per ogni valore	Gaussiana

valutazione del rischio sfruttino al meglio il giudizio dell'esperto non riescono comunque a fornire un'adeguata quantificazione del rischio stesso (Fenton e Martin, 2011).

La valutazione del rischio implica infatti, stime probabilistiche sull'entità di un fenomeno e i conseguenti danni. Sovente infatti, non sono disponibili né serie storiche sufficienti per ricavare frequenze attendibili, né modelli affidabili che suffraghino le valutazioni di probabilità (Menoni, 2005). In particolare nel settore delle costruzioni, appare l'impossibilità di accedere in modo certo e affidabile a tutta l'informazione concernente l'insieme delle caratteristiche rilevanti.

Sulla base di quanto descritto l'approccio bayesiano, secondo il quale una valutazione di probabilità non esprime una frequenza attesa ma il grado di fiducia di un agente circa il verificarsi di un evento, sembrerebbe più adeguato. Catturando infatti le complesse interdipendenze tra i fattori di rischio e riuscendo a combinare i dati disponibili, le BN potrebbero fornire una rigorosa quantificazione del rischio, nonché un corretto supporto decisionale per la sua gestione.

by means of random variables whose domain can be symbolic or numerical. Causal dependencies between nodes are represented by arcs that indicate their dependency conditions.

**The use of the Bayesian Networks as a resilience tool for decision-making processes in conditions of uncertainty**  
 The decision-making problem in the risk analysis in the construction sector can consist of two parts: one of risk assessment and another assessment of how these can be controlled and/or reduced as efficiently as possible. The BNs could then be used throughout the risk analysis phase. Current risk assessment methods involve the construction of statistical models from historical data. These approaches have proved to be inadequate when the risks are rare or new because there are not enough relevant data. Furthermore, although many risk

assessment methods make the best use of the expert's judgment, they fail to provide adequate quantification of the risk (Fenton and Martin, 2011). In fact, the risk assessment implies probabilistic estimates on the extent of a phenomenon and the consequent damages. Often, in fact, neither historical series are available to obtain reliable frequencies, nor reliable models that support probability assessments (Menoni, 2005). In particular, in the construction sector, it appears that it is impossible to access in a reliable and reliable way all information concerning all the relevant characteristics. On the basis of the foregoing reasoning, the Bayesian approach, according to which a probability assessment does not express an expected frequency but the level of trust of an agent about the occurrence of an event, would seem more appropriate. Capturing the complex interdependencies between the

### Un caso studio

Attraverso l'applicazione pratica ad un caso studio - Riparazione e ripristino dell'agibilità sismica del Consorzio Vico V, L'Aquila (Fig. 2) a seguito del sisma del 06/04/09, sono state individuate e definite alcune classi di rischio specifico cui è seguita la costruzione di un modello bayesiano per la caratterizzazione. Le variabili sono state collegate da legami causali che ne hanno definito le regole di dipendenza condizionale. Ad ogni nodo creato è stata data una tabella di probabilità sulla base di dati forniti dai progettisti (esperti di dominio).

Per motivi di comodità di elaborazione e chiarezza espositiva, la costruzione della BN è stata organizzata in sottoreti ovvero condotta separatamente per ognuna delle classi di rischio. Tale approccio ha permesso di acquisire un modello indubbiamente valido per la rappresentazione complessiva (Fig. 3) in cui ogni sottorete, per semplicità e sintesi di approccio, è stata trattata fondamentalmente da un punto vista prettamente qualitativo con variabili nel dominio simbolico o booleano (Fig. 4).

Con le BN così ottenute sono state compiute due tipologie di analisi:

risk factors and combining the available data, the BN could provide a rigorous quantification of the risk, as well as a proper decision-making support for its management.

### A case study

Through the practical application to a case study - Repair and restoration of seismic susceptibility of Consorzio Vico V, L'Aquila (Fig. 2) following the earthquake of 06/04/09, some risk classes have been identified and defined specific to the construction of a Bayesian model for characterization. The variables were linked by causal links that defined the rules of conditional dependence. For each node created, a probability table was given on the basis of data provided by the designers (domain experts).

For the sake of easiness of preparation and expository clarity, the construction of the BN was organized into sub-

networks or conducted separately for each of the risk classes. This approach allowed us to acquire a model that is undoubtedly valid for the overall representation (Fig. 3) in which each subnet, for simplicity and approach synthesis, has been fundamentally treated from a purely qualitative point of view with variables in the symbolic or Boolean domain (Fig. 4).

With the BN obtained in this way two types of analyzes have been performed:

- by modifying the probability tables and introducing evidence into the nodes, a multi-criteria analysis was conducted, comparing possible risk scenarios with a diagnostic evaluation (from the effects to the causes);
- through sensitivity analysis the study of the variations of entropy<sup>2</sup> of the variables, aimed at estimating the "goodness" of the model or its resilience.

- attraverso la modifica delle tabelle di probabilità ed introducendo delle evidenze nei nodi è stata condotta un'analisi multiscenario, di raffronto tra possibili scenari di rischio e una valutazione diagnostica (dagli effetti alle cause);
- attraverso le analisi di sensibilità lo studio delle variazioni di entropia<sup>2</sup> delle variabili, dirette a stimare la "bontà" del modello ovvero la sua resilienza.

### Conclusioni e prospettive di ricerca

L'impiego delle BN come modello probabilistico ovvero come *tool* di supporto per l'analisi del rischio nei processi edili, rappresenta un approccio ancora poco investigato. Alla luce dell'analisi effettuata, proprio per la sua capacità di controllare la complessità e l'incertezza, può fornire un valido strumento di supporto decisionale, in grado di affiancare quelli esistenti, offrendo però indubbi vantaggi. Il modello bayesiano si basa su una ben definita ontologia, ovvero su uno schema concettuale esaustivo, rigoroso e formalizzabile che descrive tutte le entità rilevanti, le relazioni esisten-

ti fra esse ed i vincoli specifici del dominio. Ciò permette ad esempio l'identificazione degli eventi critici così come l'individuazione esplicita delle interdipendenze, consentendo di valutare "l'impatto causale" dei cambiamenti. Ogni nodo infatti rappresenta una variabile ben definita rispetto al problema in esame e il suo significato, nonché le sue tabelle di probabilità possono essere oggetto di discussione e analisi anche tra non esperti.

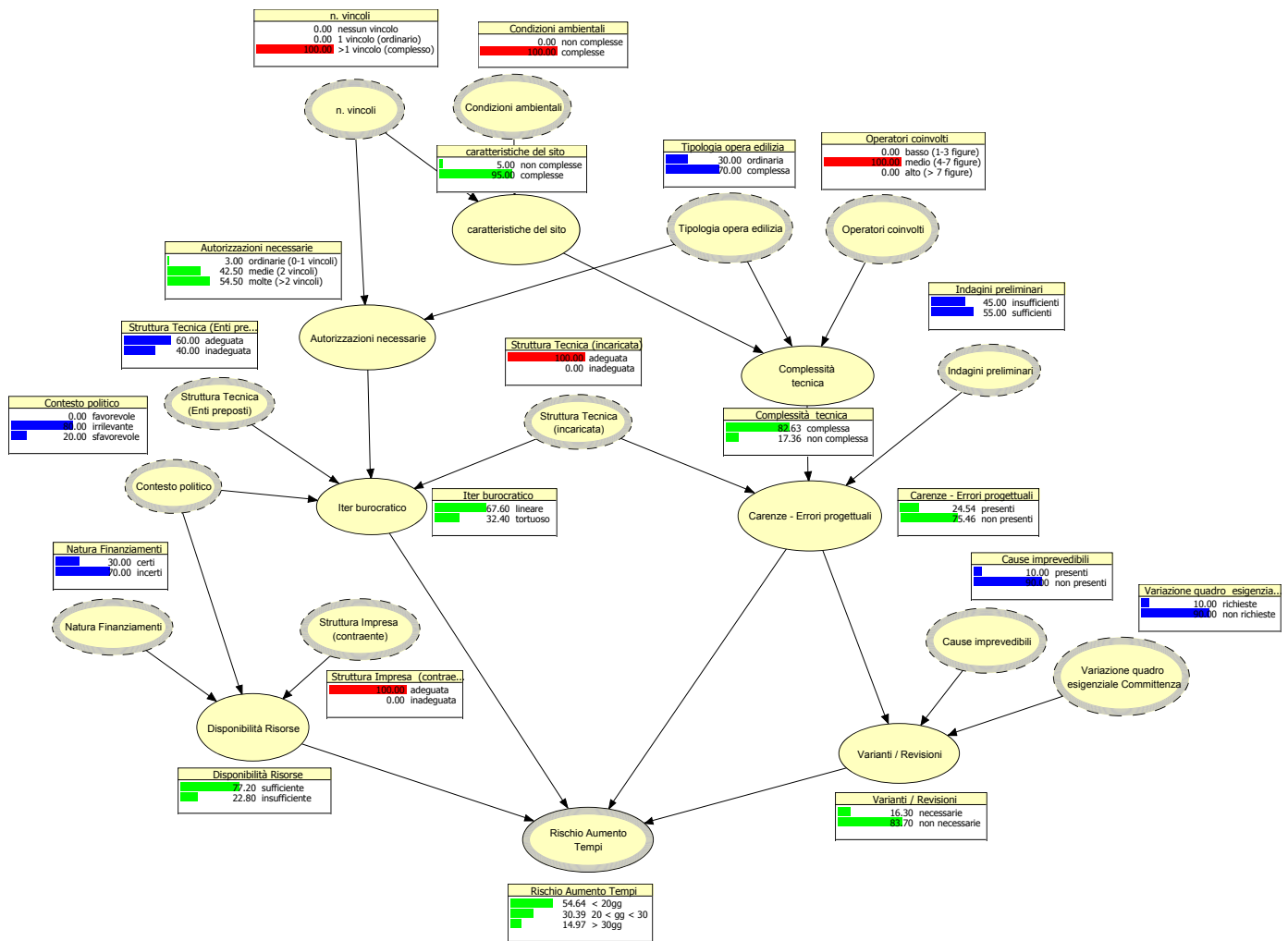
La caratteristica di scalabilità ovvero la possibilità di lavorare per sottoreti, permette inoltre il riutilizzo di parte o interi modelli semplificandone lo studio per parti.

Consentono inoltre la possibilità di compiere su un unico modello diverse tipologie d'analisi:

- eseguire valutazioni multiscenario, ovvero valutare alternative decisionali;
- agire preventivamente (diagnostica) attraverso le cosiddette analisi di sensibilità, permettendo di stabilire quale accuratezza sulla stima di probabilità sia necessaria per le conclusioni di interesse o quali azioni correttive compiere;







**Research conclusions and perspectives**

The use of BNs as a probabilistic model or as a support tool for risk analysis in construction processes represents an approach that has not been investigated yet. According to the analysis carried out, because of its ability to control complexity and uncertainty, it can provide a valid decision support tool, able to support existing ones, while offering undoubted advantages.

The Bayesian model is based on a well defined ontology, that is, on an exhaustive, rigorous and formalizable conceptual framework that describes all the relevant entities, the relationships existing between them and the specific constraints of the domain. This allows for example the identification of critical events as well as the explicit identification of interdependencies, allowing to assess the "causal impact" of the

changes. Each node in fact represents a well-defined variable with respect to the problem under examination and its meaning, as well as its probability tables, can be the subject of discussion and analysis even among non-experts. The characteristic of scalability, that is the possibility of working for subnets, also allows the reuse of part or entire models, simplifying the study by parts. They also allow the possibility of performing different types of analysis on a single model:

- perform multi-grade evaluations, or evaluate alternative decision-making;
- act in advance (diagnostic), through so-called sensitivity analyzes, allowing to establish what accuracy on the probability estimates is necessary for the conclusions of interest or what corrective actions to perform;
- evaluating not only the critical aspects of the individual variables

but the very capacity of the model through the estimation of entropy. Last but perhaps most important, the BN have proved to be a much more flexible and adequate tool to solve problems in conditions of uncertainty. In fact, they allow to solve problems even when no experiment is available in this regard (absence of data), integrating probabilities from different sources into a unitary approach. Remind again that in order to obtain information from a BN it is not essential to have a perfect knowledge of all the probabilities of the variables, neither it is necessary to train the network with a large number of cases. Ultimately from the tests carried out the BN were able to provide a preferable summary of the situation of uncertainty, based on the information and data available. The aspects that for reasons of delimitation of the objectives of this research

work are susceptible to subsequent and further development concern the possibility of completion of the BN by adding new subnets and the implementation of the model to define a decision support protocol of easy and immediate use by part of Public Entities operating in the construction sector.

**NOTES**

1. In Probability Theory, Markov's property for a stochastic process consists in the exclusive dependence on the present state of the random variable of future states, and for example not from past states but only from the last observation.
2. In Information Theory, entropy measures the amount of uncertainty or information present in a random signal. In Shannon's theorem, he proved that a random source of information can not be represented with a bit number lower than its entropy.

Complessità tecnica

operaTORI	basso (1-3 figure)				medio (4-7 figure)				alto (> 7 figure)			
tipologia	ordinaria		complessa		ordinaria		complessa		ordinaria		complessa	
sito	non compl	complesse	non compl	complesse	non compl	complesse	non compl	complesse	non compl	complesse	non compl	complesse
complessa	0.05	0.3	0.4	0.9	0.3	0.5	0.6	0.99	0.6	0.75	0.8	1
non complessa	0.95	0.7	0.6	0.1	0.7	0.5	0.4	0.01	0.4	0.25	0.2	0

– valutare non solo le criticità delle singole variabili ma la tenuta stessa del modello attraverso la stima dell'entropia.

In ultimo ma forse più importante le BN si sono dimostrate uno strumento molto più flessibile ed adeguato per risolvere problemi soprattutto in condizioni d'incertezza. Infatti consentono di risolvere problemi anche quando non è disponibile nessun esperimento a riguardo (assenza di dati), integrando in un approccio unitario probabilità provenienti da fonti diverse. Si ricorda nuovamente che per poter trarre informazioni da una BN non è indispensabile una perfetta conoscenza di tutte le probabilità delle variabili, né occorre addestrare la rete con un gran numero di casi. In definitiva dalle prove compiute le BN sono state in grado di fornire una preferibile sintesi della situazione di incertezza, sulla base delle informazioni e dei dati a disposizione.

Gli aspetti che per motivi di delimitazione degli obiettivi del presente lavoro di ricerca sono suscettibili di successivo e ulteriore sviluppo riguardano la possibilità del completamento della BN aggiungendo nuove sottoreti e l'implementazione del modello per definire un protocollo di supporto decisionale di facile e immediato utilizzo da parte di Enti Pubblici operanti nel settore edile.

NOTE

1. Nella Teoria della Probabilità, la proprietà di Markov per un processo stocastico consiste nella dipendenza esclusiva dallo stato presente della variabile casuale dei futuri stati, e per esempio non dagli stati passati ma soltanto dall'ultima osservazione.
2. Nella Teoria dell'Informazione, l'entropia misura la quantità di incertezza o informazione presente in un segnale aleatorio. Nel teorema di Shannon, egli dimostrò che una sorgente casuale d'informazione non può essere rappresentata con un numero di bit inferiore alla sua entropia.

REFERENCES

Abdelhamid, T.S. (2004), "The self-destruction and renewal of Lean Construction theory: a prediction from Boyd's Theory", *Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, August 3-6, Helsingør, DK.

Ansoff, I. (1980), *Management strategico*, Etas, Milano, 1980.

Bobroff, J. (1994), *La gestion de project dans la costruction*, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, FR.

Chen, F. and Liu, Y. (2015), "Innovation Performance Study on the Construction Safety of Urban Subway Engineering Based on Bayesian Network: A Case Study of BIM Innovation Project", *Journal of Applied Science and Engineering*, Vol. 18, No. 3.

CRESME (2010), *Annuario Cresme 2010*, Ricerche Spa.

Damiani, M. (2011), *La gestione della complessità nei progetti*, Tools Management, Franco Angeli, Milano.

De Grassi, M. et al. (2008), *Reti Bayesiane con applicazioni all'edilizia e alla gestione del territorio*, Franco Angeli, Milano.

Fenton, N. and Martin, N. (2011), *The use of Bayes and causal modeling in decision making, uncertainty and risk*, White Paper.

Kouskela, L. (1992), "Application of the new production philosophy to construction", *CIFE Technical Report #72*, September, Stanford University, USA.

Marczyk, J. (2013), "Resilience, stability and complexity of banks: a quantitative approach to systemic risks", *Sistemi Gestionali, Bancaria*, No. 9/2013 .

Mecca, S. and Naticchia, B. (1995), *Costruire per sequenze. Efficienza ed affidabilità nel cantiere edile*, Alinea Editrice, Firenze.

Menoni, S. (2005), *Costruire la prevenzione, strategie di riduzione e mitigazione dei rischi territoriali*, Ed. Pitagora, Bologna.

Naticchia, B. e Poggi, P. (1996), *Progettare la qualità del processo costruttivo*, IDAU, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Ancona, Ancona.

Onengiyefori, O., Odimabo, Chike, F. Oduoza and Subashini, S. (2017), "Methodology for Project Risk Assessment of Building Construction Projects Using Bayesian Belief Networks", *International Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 6, No. 6.

Pasian, B. (2011), "Project management maturity: a critical analysis of existing and emergent contributing factors", Doctorate in Project Management, Faculty of Design, Architecture and Building, Sydney.

Rocquigny, E., Devictor, N. and Tarantola, S. (2008), *Uncertainty in Industrial Practice. A guide to Quantitative Uncertainty Management*, John Wiley & Sons, Chichester, UK.

Thompson, J. (1994), *L'Azione Organizzativa*, ISEDI, Torino.

Thuesen, C. and Koch, C. (2011), *Driving sustainable innovation in construction companies*, Management and Innovation for a Sustainable Built Environment, 20-23 June 2011, Amsterdam, NL.

Paola Marrone, Federico Orsini,  
Dipartimento di Architettura, Università di Roma Tre, Italia

paola.marrone@uniroma3.it  
federico.orsini@uniroma3.it

**Abstract.** Lo spazio pubblico, inteso come il sistema degli spazi urbani aperti, sta assumendo un ruolo sempre più importante nei processi di rigenerazione ambientale. Recenti esperienze mostrano, infatti, come sia possibile ripensare città resilienti, contrastando alcune delle problematiche urbane che stanno causando il deterioramento del territorio nel quale viviamo, partendo proprio dalla riqualificazione dello spazio pubblico. Basandosi su tali presupposti, la ricerca indaga le potenzialità degli spazi aperti come ambito d'intervento per l'adozione di misure di adattamento e di mitigazione. La ricerca, condotta su un caso di studio, è stata sviluppata utilizzando modelli di simulazione (Envi-met, SWMM) e confrontando scenari caratterizzati da diversi sistemi tecnologici innovativi.

**Parole chiave:** spazio pubblico, strategie di mitigazione e adattamento, sistemi tecnologici, modelli di simulazione.

## Problematiche ambientali, sviluppo resiliente e spazio pubblico

Il costante incremento delle problematiche urbane (e.g. isola di calore, rischio idrico, ecc.) evidenzia come il modello di sviluppo adottato fino ad oggi non sia stato capace di arrestare il processo di deterioramento del territorio nel quale viviamo (Clément, 2005; Branzi, 2006). Il cambiamento climatico (ISPRA, 2017), accentuato dall'elevato tasso di crescita urbana dell'ultimo secolo e dal conseguente aumento di produzione di gas serra, richiede capacità di 'sviluppo resiliente' (Adams e Watson, 2010), ovvero di uno sviluppo basato, oltre che su azioni di mitigazione, su codici di adattamento per rispondere in maniera veloce e flessibile agli shocks e stress derivanti dalle mutevoli esigenze ambientali, sociali ed economiche (Ahern, 2011) (Madanipour et al, 2014). Trasformare le città in organismi resilienti, capaci di adattarsi alle pressioni naturali e antropogeniche, salvaguardando i caratteri essenziali per la stessa vita umana (Friedman, 2009), è una priorità oggi riconosciuta da Comunità Internazionale, Pubbliche Amministrazioni, Enti di Ricerca (Rockefeller Foundation, 2015) e da tut-

## Resilience and open urban environments. Comparing adaptation and mitigation measures

**Abstract.** Public space, understood as the system of open urban spaces, is assuming an increasingly important role in environmental redevelopment processes. Recent experiences show how it is possible to rethink resilient cities, addressing some of the urban issues behind the deterioration of the territory in which we live, starting by upgrading public space. Based on these assumptions, our research investigates the potential of open space as an environment in which adaptation and mitigation measures can be adopted. The research was conducted on a case study, developed using simulation models (Envi-met, SWMM) and compared scenarios using different innovative technology systems.

**Keywords:** public space, mitigation and adaptation strategies, technological systems, simulation models.

ti gli attori coinvolti nel processo edilizio. Trasformare gli insediamenti urbani e le infrastrutture in sistemi resilienti è un obiettivo prioritario e trasversale dei *Sustainable Development Goals*. Sebbene il concetto di resilienza, nato nell'ambito dell'Ecologia negli anni Settanta, sia entrato recentemente nella pianificazione e rigenerazione urbana (Roberts, 2000), numerosi studi e ricerche si stanno occupando di definire nuove strategie di intervento (e.g. rinaturalizzazione, incremento permeabilità suoli, ecc.) (Jha et al., 2013; Losasso, 2015), sia per il sistema del *costruito*, inteso come l'insieme degli edifici, sia per il sistema del *non costruito*, ovvero quel tessuto connettivo aperto che infrastruttura la città e che ne costituisce gli spazi pubblici (SP) (Gehl, 1971). Tra queste strategie, il Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PACC) previsti da alcune città (Barcellona, Copenaghen, Zurigo, Parigi) hanno eletto proprio lo SP come ambito di intervento privilegiato per l'adozione di specifiche azioni e strategie resilienti.

## Complessità, indicatori e modelli di valutazione

Se le potenzialità della riqualificazione resiliente degli SP sono ormai chiare (European Commission, 2013), la complessità del tema, dovuta alla molteplicità di relazioni e cicli che si instaurano all'interno del sistema urbano (Morin, 2008) e nel quale ogni trasformazione incide su un ampio quadro di problematiche e cicli urbani tra loro collegati (Gisotti, 2007), rende ancora incerta la misura effettiva delle externalità positive. Studi sono stati condotti per: definire nuovi indicatori di resilienza urbana (Normandin et al., 2009; Iavarone et al., 2017; Carpenter et al., 2001); analizzare il ruolo dei materiali e le loro capacità di mitigazione e adattamento (Doulos et al., 2004; Santamouris, 2013; Ahiablame et al., 2012; Rogora e

## Environmental issues, resilient development and public space

The constant rise in urban environment problems (e.g. urban heat island, hydrogeological risk, etc.) shows how the development model adopted until now has been unable to halt the deterioration process of the territory in which we live (Clément, 2005) (Branzi, 2006). Climate change (ISPRA, 2017) has been accentuated by high urban growth in the last century and by the resulting increase in the production of greenhouse gases. This situation requires resilient development (Adams and Watson, 2010), i.e. one based not only on mitigation actions, but also on adaptation in order to respond quickly and flexibly to shocks and stresses deriving from our changing environmental, social and economic demands (Ahern, 2011; Madanipour et al., 2014). Transforming cities into resilient bod-

ies able to adapt to natural and anthropogenic pressures and safeguarding dimensions that are essential for human life itself (Friedman, 2009) are priorities recognized by the international community, public administrations, research institutes (Rockefeller Foundation, 2015) and by everyone involved in the building process. Transforming urban settlements and infrastructure into resilient systems is a primary and transversal objective of Sustainable Development Goals. Although the concept of resilience, born in the ecology context in the Seventies, has recently been applied to urban planning and redevelopment (Roberts, 2000), numerous studies and research projects seek to define new intervention strategies (e.g. renaturation, increased soil permeability, etc.) (Jha et al., 2013; Losasso, 2015), for both the built system, understood as

Dessi, 2005); valutare con modelli di simulazione numerica e analisi strumentali gli effetti di singole componenti tecnologiche o strategie resilienti su isola di calore e rischio idrogeologico (Maleki e Mahdavi, 2016; Battista et al., 2016; Jia et al., 2012; D'Ambrosio e Leone, 2015; Temprano et al., 2006; Hua, 2016).

### **Obiettivi, Limiti della ricerca, Originalità e Metodologia**

La letteratura scientifica ha messo in evidenza come la valutazione della resilienza urbana richieda una ridefinizione delle funzioni della città critiche per la sua capacità di adattamento. In questo ambito di temi, la ricerca ha affrontato lo studio dell'efficacia, in termini di mitigazione e adattamento, di alcuni sistemi tecnologici per la rigenerazione degli spazi aperti, allo scopo di individuare indicatori di resilienza rispetto ai fenomeni dell'isola di calore (UHI) e ai rischi idrologici (WR) legati alla gestione del ciclo delle acque meteoriche.

L'originalità del lavoro sta nella definizione di alcuni scenari urbani, riferiti a un caso di studio e generati attraverso l'uso combinato di due modelli, Envi-met e SWMM. Anche se l'utilizzo di questi modelli è sempre più diffuso, esistono ancora pochi esempi di applicazione combinata. A partire dal caso studio sono stati definiti alcuni scenari di trasformazione, caratterizzati da diverse azioni di mitigazione e adattamento. Gli scenari sono stati modellati per simulare gli impatti su UHI e WR e i risultati confrontati per individuare gli scenari migliorativi rispetto allo stato di fatto.

Questo testo presenta il caso studio e gli scenari progettuali e, in conclusione, analizza e confronta i dati e i risultati delle simulazioni della ricerca.

the set of buildings, and for the unbuilt system, i.e. the open connective tissue that infrastructures the city and that constitutes its public spaces (PS) (Gehl, 1971). Among these strategies, climatic adaptation plans defined by some cities (Barcelona, Copenhagen, Zurich, Paris) have chosen public spaces as their preferred area of intervention when adopting specific actions and resilient strategies.

### **Complexity, indicators and evaluation models**

While it is now clear that resilient public spaces have redevelopment potential (European Commission, 2013), the complexity of the subject and the actual measurement of positive externalities remains uncertain due to the many relations and cycles established within the urban system (Morin, 2008) in which every transformation impacts

a broad framework of interconnected issues and urban cycles (Gisotti, 2007). Studies have defined new urban resilience indicators (Normandin et al., 2009; Iavarone et al., 2017; Carpenter et al., 2001), analysed the role of materials and their mitigation and adaptation ability (Doulos et al., 2004; Santamouris, 2013; Ahiablame, Engel, Chaubey, 2012; Rogora and Dessi, 2005), and assessed the effects of individual components or technological resilient strategies on heat islands and hydrogeological risks using numerical simulation models and instrumental analyses (Maleki and Mahdavi, 2016; Battista et al., 2016; Jia et al., 2012; D'Ambrosio and Leone, 2015; Temprano et al., 2006; Hua, 2016).

### **Objectives, limits, originality and research methodology**

The scientific literature has highlighted

### **Caso studio: l'area di del Dipartimento di Lettere dell'Università Roma Tre**

Lo SP del Dipartimento di Lettere e Filosofia dell'Università di Roma Tre è il caso studio. L'area (32.000 m<sup>2</sup>), compresa tra importanti arterie stradali (V. Marconi e V. Ostiense), sorge all'interno del tessuto urbano del quartiere Ostiense ed ospitava le fabbriche dell'Alfa Romeo (Fig. 1). Il recente inserimento delle funzioni universitarie ne ha modificato la destinazione d'uso, senza alterarne gli spazi: un grande edificio, l'ex fabbrica, accoglie le principali funzioni legate alla didattica; un secondo edificio destinato alla didattica si affaccia su V. Marconi; un grande spazio esterno (unico SP), completamente asfaltato, è destinato a parcheggio. L'area è un caso "rappresentativo" per le sue caratteristiche diffuse a livello urbano: arterie trafficate, assetto morfologico definito da discontinuità altimetriche, quasi totale impermeabilità dei suoli (88%), assenza di vegetazione, presenza di grandi volumi impermeabili. La rigidità, l'assenza di flessibilità e di spazi ecologici rendono, poi, l'area incapace di adattamenti rapidi e, pertanto, poco resiliente, ideale per testare azioni di mitigazione e adattamento.

### **Scenari a confronto**

Gli scenari, costruiti applicando interventi e tecnologie riconosciuti dalla letteratura scientifica (Fig. 2) (incremento della permeabilità suolo, della vegetazione, ecc.) (Santamouris, 2013; Kel-lagher et al., 2015), con l'obiettivo di valutarne l'effettivo impatto rispetto a UHI e WR, sono:

1. SDF: stato di fatto;
2. HP1: intervento limitato all'area ad uso esclusivo dei pedoni, incremento superficie permeabile, inserimento *rain garden*, incremento alberature;

how an evaluation of urban resilience requires a redefinition of the city's functions, which are critical for it to be adaptable. In this context, our research studied the mitigation and adaptation effectiveness of a few technological systems for redeveloping open spaces in order to identify resilience indicators with respect to heat island phenomena (UHI) and hydrological risks (WR) related to the management of the rain-water cycle.

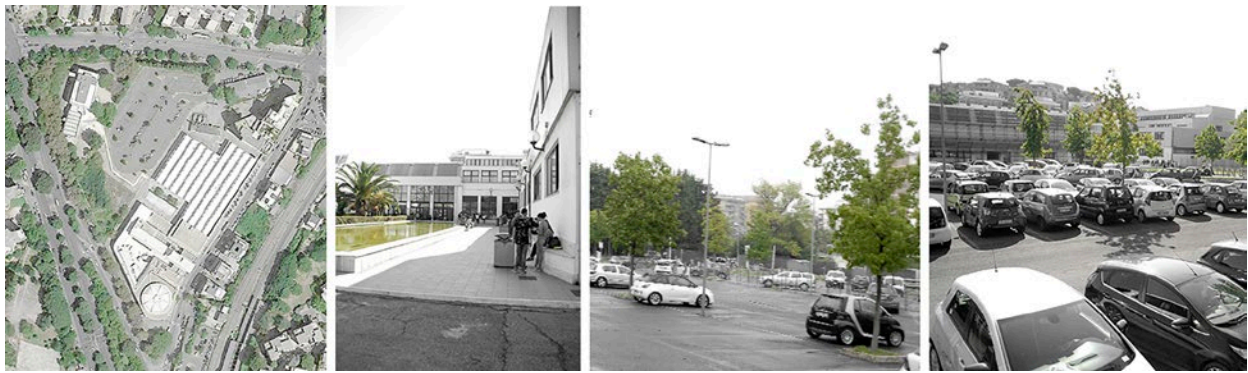
Our work is unique for its definition of certain urban scenarios with respect to a case study and generated through the combined use of two models: Envi-met and SWMM. While the use of these models is increasingly widespread, there are still few examples of their combined application. Starting from the case study, we defined transformation scenarios applying different mitigation and adaptation solutions.

The scenarios were modelled to simulate their impacts on UHI and WR, and the results were compared to identify improvement scenarios with respect to the current situation.

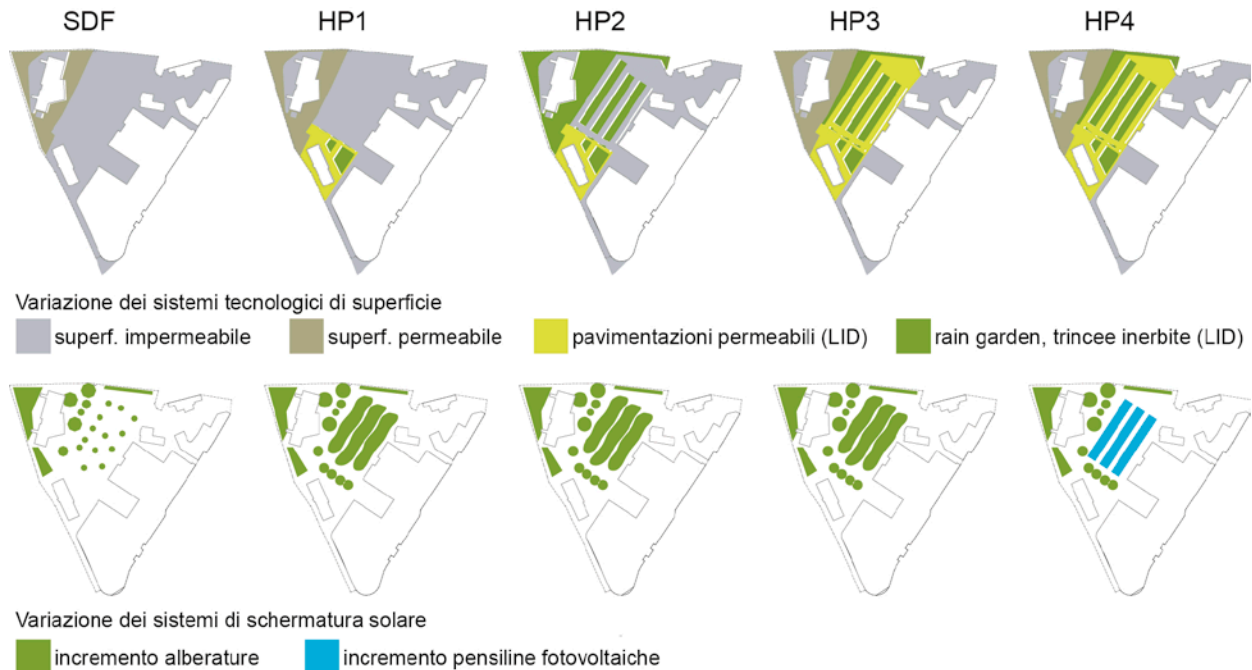
This text presents the case study and the design scenarios. In its conclusion, we analyze and compare the data and the results of the simulations.

### **Case study: The area of the Humanities Department of the Università Roma Tre**

We studied the PS outside the Department of Humanities and Philosophy at the Università di Roma Tre. The area (32,000 m<sup>2</sup>) is located between two major roads (Via Marconi and Via Ostiense) and within the urban fabric of the Ostiense neighbourhood. It was formerly the home of the Alfa Romeo factories (Fig. 1). The university's recent establishment there changed the



| 01



| 02

area's intended use but did not alter its spaces: a large building (formerly the factory) is home to the classrooms, while a second building of classrooms faces Via Marconi. A large outdoor, fully asphalted space (the sole PS) is dedicated to parking. The area is "representative" for its characteristics common to the urban context: busy streets, a morphological system defined by different levels, almost total impermeability of the ground (88%), little vegetation, and the presence of large waterproof spaces. The area's rigidity, lack of flexibility and absence of ecological spaces render it unsuited for easy adaptations and, therefore, scarcely resilient, making it ideal for testing mitigation and adaptation actions.

#### Comparison of the scenarios

The scenarios were developed by applying interventions and technologies

recognized in the scientific literature (Fig. 2) (increasing ground permeability, vegetation, etc.) (Santamouris, 2013) (Kellagher et al., 2015) in order to assess their actual impact on UHI and WR:

1. SDF: current state;
2. HP1: intervention limited to the pedestrian area, increasing the permeable surface, adding a rain garden, planting trees;
3. HP2: HP1 + intervention on parking lot to increase the permeable surface, add a rain garden, plant trees.
4. HP3: HP2 + total permeability of parking lot;
5. HP4: HP3 + addition of a photovoltaic canopy.

The following LID (Low Impact Development) surface technological systems were examined (Fig. 3): permeable pavement composed of permeable interlocking paving, sand substrate,

drainage layer, grassy trenches, rain garden.

Table 1 shows the variations in the technological systems with respect to the SDF and their impact on UHI and WR environmental parameters.

Analysis of the data and of the results of the simulations with models

The strategic scenarios were tested to assess their impact on UHI and WR using:

- Envi-met 4.0: a 3D holistic computational model based on thermo-fluid dynamic principals that evaluates fluid-dynamic and thermodynamic interactions among the atmosphere, plants, surfaces and urban contexts. The model was developed by Bruse (Bruse and Fleer, 1998), and has undergone a high number of revisions and verifications. Tab.2 shows calibration parameters.
- SWMM (Stormwater Management Model): developed by the EPA (US

Environmental Protection Agency), estimates design waves based on rainfall in order to size and test urban drainage systems (Rossman, 2015). Appropriate modules can include the calculation of polluting loads and/or the quantitative and qualitative effects of multiple LID technologies.

Each scenario is modelled by defining environmental parameters, material physical properties, boundary conditions, etc.:

- Envi-met
- SWMM

The area of study was modelled based on the identified drainage system (SDF) and considering improvement scenarios (HP1-4). The forcer for the model is composed of rectangular synthetic hyetographs with an assigned return time (5 and 10 years) and duration (15 and 30 minutes). The rainfall possibility curve



3. HP2: HP1 + intervento su parcheggio con incremento superficie permeabile, inserimento *rain garden*, incremento alberature;
4. HP3: HP2 + totale permeabilità del parcheggio;
5. HP4: HP3 + introduzione pensilina fotovoltaica.

Sono stati considerati i seguenti sistemi tecnologici di superficie LID (Low Impact Development) (Fig. 3): pavimentazione permeabile, composta da autobloccanti permeabili, substrato di sabbia, strato drenante; trincee inerbite; *rain garden*.

La Tab. 1 evidenzia le variazioni dei sistemi tecnologici rispetto allo SDF e la loro incidenza su parametri ambientali rilevanti per UHI e WR.

### Analisi dei dati e dei risultati delle simulazioni con modelli

Gli scenari strategici sono stati testati per valutarne l'impatto rispetto a UHI e WR utilizzando:

- Envi-met 4.0: modello di calcolo olistico 3D basato sui principi della termo-fluidodinamica che valuta le interazioni fluidodinamiche e termodinamiche tra atmosfera, piante, superfici, contesti urbani. Il modello, sviluppato da Bruse (Bruse e Fleer, 1998), è stato sottoposto a un elevato numero di revisioni e verifiche. La Tab. 2 mostra i parametri di calibrazione del modello.
- SWMM (Stormwater Management Model): modello sviluppato dall'EPA (US Environmental Protection Agency), permette di stimare le onde di progetto a partire dagli input pluviometrici e di dimensionare e verificare i sistemi di drenaggio urbano (Rossman, 2015). Opportuni moduli possono integrare il calcolo dei carichi inquinanti e/o gli effetti quantitativi e qualitativi di molteplici tecnologie LID.

Ogni scenario è modellato, definendo parametri ambientali, proprietà fisiche dei materiali, condizioni al contorno, ecc.:

- Envi-met
- SWMM.

L'area di studio è stata modellata partendo dal sistema di drenaggio rilevato (SDF) e considerando gli scenari migliorativi (HP1-4). La forzante al modello è costituita da ietogrammi sintetici rettangolari di assegnato tempo di ritorno (5 e 10 anni) e durata (15 e 30 minuti). La curva di possibilità pluviometrica adottata è quella relativa al pluviometro di Roma Macao. Nel modello sono state implementate le tecnologie LID.

### Risultati e discussione

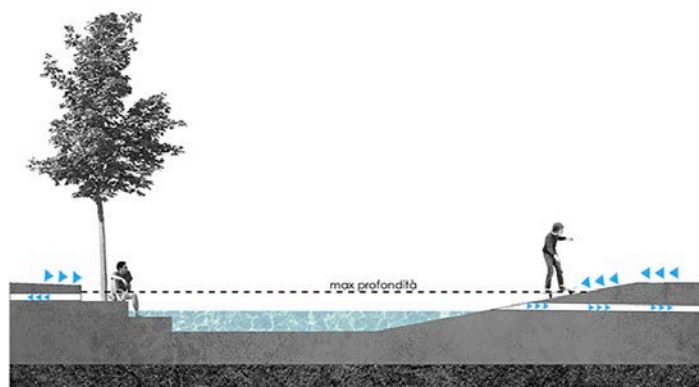
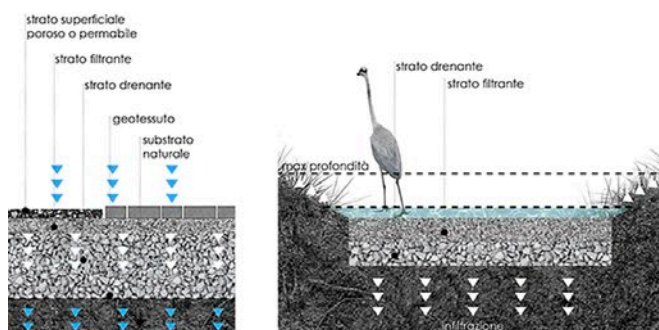
Sono qui interpretati e discussi i risultati ottenuti con le simulazioni degli scenari ipotizzati, descritti nella Tab. 1 e Fig. 4.

#### UHI-Impatto sulla temperatura superficiale TS

Il valore della TS varia al variare delle condizioni d'irraggiamento (RS) diretta o schermata e della tipologia di materiale (albedo e conducibilità termica del materiale). Lo SDF presenta problematiche evidenti su quasi tutta l'area con una TS massima compresa tra i 52-54 °C per quanto riguarda il parcheggio e tra i 46-48 °C per l'area pedonale.

Rispetto allo SDF, gli scenari progettuali hanno evidenziato una diminuzione della TS, e quindi una mitigazione dell'UHI, di 10-12 °C per lo spazio pedonale (HP 1), di 10-12 °C per lo spazio pedonale e di 5-7°C per il parcheggio (HP 2), di 10-12 °C per lo spazio pedonale e di 10-12 °C per il parcheggio (HP 3), di 10-12 °C per lo spazio pedonale e di 19-21°C per il parcheggio (HP 4).

03 | Schema delle tecnologie LID adottate. Da sinistra verso destra: pavimentazioni drenanti, trincee inerbite, rain garden  
Diagram of LID technologies adopted. From left to right: draining pavement, grassy trenches, rain garden



Tab. 1 - La tabella descrive l'incidenza della variazione dei sistemi tecnologici rispetto a quei parametri ambientali che incidono su UHI e WR: albedo, area ombreggiata, superficie permeabile e produzione di energia da copertura fotovoltaica. Riporta i dati e le variazioni prima rispetto ai singoli ambiti di intervento (area pedonale – area a parcheggio), poi per l'area presa nel suo complesso

The table presents the impact of the variation of the technological systems with respect to environmental parameters affecting UHI and WR: albedo, shaded area, permeable surface and energy production by photovoltaic coverage. It contains data and variations first with respect to the individual areas of intervention (pedestrian area, parking lot), then for the area as a whole

Design scenario	Area of intervention	Environmental parameter	Values by area of intervention		Values of the overall area	
			Data	Partial variation	Absolute value	Partial variation
SDF	Pedestrian area	Average ground albedo	0.12			
		Shaded area	6%			
		Soil permeability	15%		0.12	
		Energy production	0 KW/h		10%	
	Parking lot	Average ground albedo	0.10		12%	
		Shaded area	23%		0	
		Soil permeability	00%			
		Energy production	0 KW/h			
HP1	Pedestrian area	Average ground albedo	0.51	+38%		
		Shaded area	8%	+2%		
		Soil permeability	25%	+10%	0.42	+30%
		Energy production	0 KW/h	+0%	11%	+1%
	Parking lot	Average ground albedo	0.10	+0%	19%	+7%
		Shaded area	23%	+0%	0	+0%
		Soil permeability	00%	+0%		
		Energy production	0 KW/h	+0%		
HP2	Pedestrian area	Average ground albedo	0.51	+38%		
		Shaded area	8%	+2%		
		Soil permeability	25%	+10%	0.44	+32%
		Energy production	0 KW/h	+0%	17%	+7%
	Parking lot	Average ground albedo	0.19	+9%	32%	+20%
		Shaded area	48%	+25%	0	+0%
		Soil permeability	53%	+53000%		
		Energy production	0 KW/h	+0%		
HP3	Pedestrian area	Average ground albedo	0.51	+38%		
		Shaded area	8%	+2%		
		Soil permeability	25%	+10%	0.49	+37%
		Energy production	0 KW/h	+0%	17%	+7%
	Parking lot	Average ground albedo	0.42	+32%	43%	+31%
		Shaded area	48%	+25%	0	+0%
		Soil permeability	100%	+53000%		
		Energy production	0 KW/h	+0%		
HP4	Pedestrian area	Average ground albedo	0.51	+38%		
		Shaded area	8%	+2%		
		Soil permeability	25%	+10%	0.55	+43%
		Energy production	0 KW/h	+0%	17%	+7%
	Parking lot	Average ground albedo	0.68	+58%	43%	+31%
		Shaded area	48%	+25%	500	+50000%
		Soil permeability	100%	+53000%		
		Energy production	500	+50000%		

adopted is that for Rome Macao. LID technologies were used in the model.

## Results and discussion

Below we interpret and discuss the results obtained with the scenario simulations, defined in Tab. 1 and Fig. 4.

### UHI-Impact on surface temperature ST

The ST value varies with the direct or screened irradiance conditions (RS) and the type of material (material albedo and thermal conductivity). The SDF presents obvious problems for almost the entire area with a maximum ST of between 52 and 54°C for the parking lot and 46-48°C for the pedestrian area.

With respect to the SDF, the design scenarios showed a decrease of ST and mitigation of the UHI by 10-12°C for the pedestrian area (HP 1), 10-12°C for the parking area (HP 2), 10-12°C for the pedestrian area and 10-12°C for the parking area (HP 3), and 10-12°C for the pedestrian area and 19-21°C for the parking area (HP 4).

### UHI - Impact on air temperature AT

The AT value is strongly influenced by RS and ST. The SDF has an AT of between 32 and 33°C in the parking area. The design scenarios reduce this value, improving user thermal comfort and

mitigating the effects of the UHI by 1°C (HP 2), 1-2°C (HP 3), and 2-3°C (HP 4).

### UHI - Impact on average radiant temperature ART

The ART value is strongly influenced by RS, ST and AT. The SDF shows a high ART over almost the entire area, between 67 and 69°C.

By adding cool pavement and increasing the number of trees, the proposed design scenarios mitigate this critical value. In particular, we note a decrease in ART by 5-7°C and 20-24°C, respectively.

### WR - impact on the rainwater cycle

The impact on the WR was assessed based on the final flow rate of the last conduit (m<sup>3</sup>/second). In particular, the estimated flood waves for the return time RT=5 years and rain durations d=15 minutes and 30 minutes, are shown in Fig. 5.

We can distinguish the effect of the two different technologies by analysing the time path of the flood waves of the curves for the different scenarios:

- The rain garden, with a significant rainwater retention capacity (500 m<sup>3</sup>), functions as true storage, smoothing the flood peak without altering the volume. This system has

### UHI-Impatto sulla temperatura dell'aria TA

Il valore della TA è fortemente influenzato dalle RS e dalla TS. Lo SDF presenta una TA nell'area del parcheggio compresa tra i 32-33°C.

Gli scenari progettuali permettono una diminuzione di tale valore, migliorando il comfort termico degli utenti e mitigando gli effetti dell'UHI, di 1°C (HP 2), di 1-2°C (HP 3), di 2-3°C (HP 4).

### UHI-Impatto sulla temperatura media radiante TMR

Il valore della TMR è influenzato principalmente dalle RS, dalla TS e dalla TA. Lo SDF presenta una elevata TMR su quasi tutta l'area, compresa tra 67-69°C.

Gli scenari progettuali proposti, tramite l'inserimento di *cool pavement* e l'incremento di alberature, permettono di mitigare tale valore critico. In particolare possiamo osservare una diminuzione della TMR rispettivamente di 5-7 °C e di 20-24 °C.

### WR - Impatto sul ciclo delle acque meteoriche

L'impatto sul WR è stato valutato in base alla portata finale all'ultima condotta (m<sup>3</sup>/secondo). In particolare, le onde di piena stimate per il tempo di ritorno TR=5anni e durate di pioggia d=15 minuti e 30 minuti, sono riportate nella Fig. 5.

Analizzando lo sviluppo temporale delle onde di piena delle curve associate ai diversi scenari, possiamo distinguere l'effetto delle due differenti tecnologie:

- il *rain garden*, dotato di una sensibile capacità ritenzione delle acque meteoriche (500 mc), opera come un vero e proprio invaso, laminando il picco di piena senza alterare il volume. Tale sistema ha un importante impatto sulla portata al colmo diminuendola di oltre il 50%;

- i pavimenti permeabili, posizionati a monte del *rain garden*, disperdono acqua nel suolo diminuendo il volume totale. L'impatto di questi LID, la cui capacità di azione è fortemente dipendente dalla permeabilità dei materiali utilizzati, ha un impatto più limitato e contribuisce comunque ad un ulteriore abbattimento della portata del 10% circa.

Si è, inoltre, messo in evidenza come all'aumentare della durata della pioggia (e al diminuire della sua intensità media), vi sia una generale diminuzione dell'impatto del *rain garden* e un aumento dell'impatto relativo dei pavimenti permeabili. Tale risultato è congruente con le dinamiche di funzionamento delle due soluzioni, ovvero la capacità dei bacini di ritenzione di assorbire maggiori quantità di acqua in minor tempo, posticipando e diminuendo l'onda di piena.

### Conclusioni e sviluppi futuri

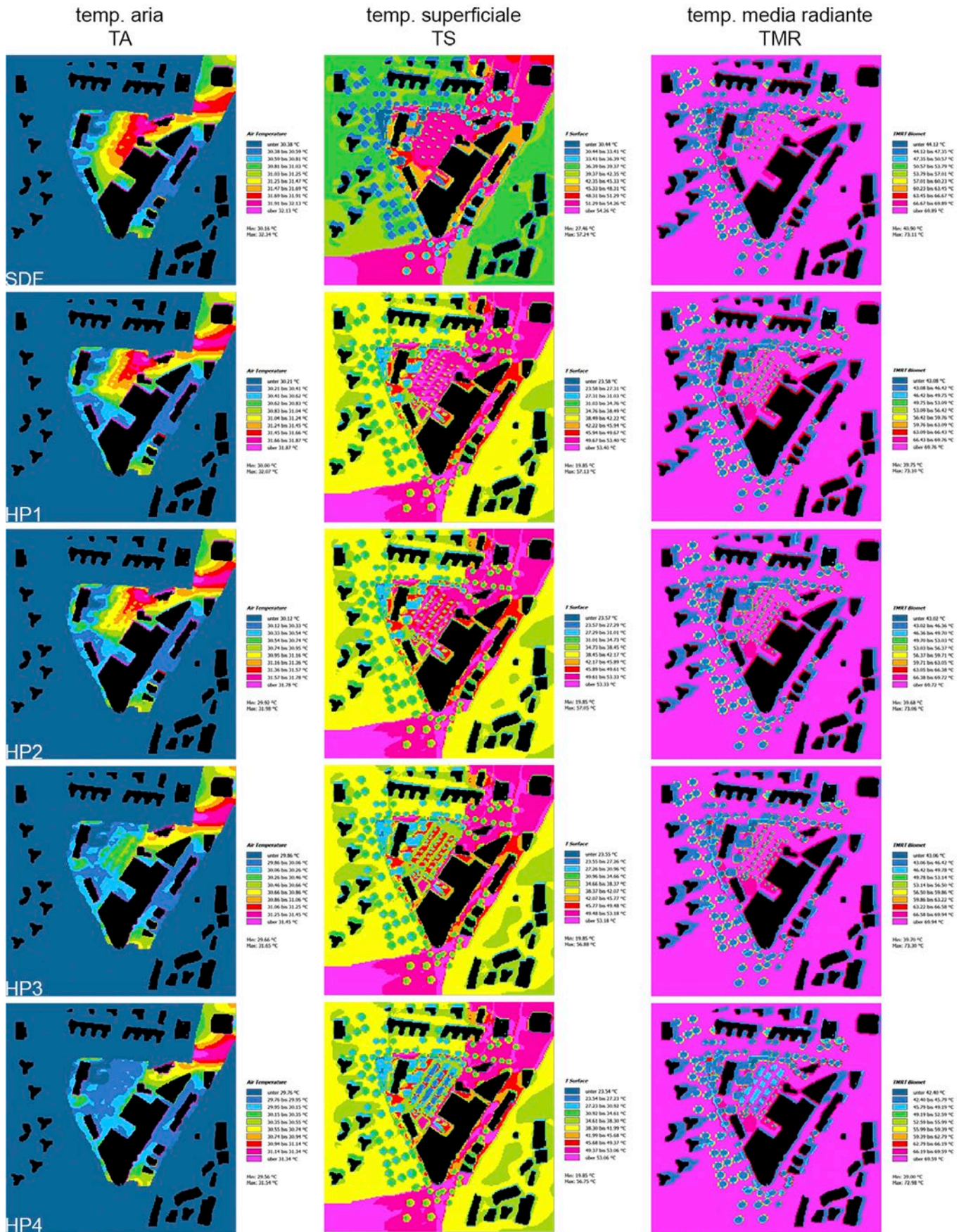
La ricerca ha indagato l'impatto che alcune tecnologie di superficie applicate allo SP (pavimentazioni permeabili, alberature, sistemi LID) possono avere rispetto alle problematiche dell'UHI e del WR. Il caso studio è stato utilizzato per confrontare lo SDF con scenari di trasformazione urbana (HP 1-4), caratterizzati da un incremento progressivo di azioni per la mitigazione e l'adattamento. La valutazione è stata fatta utilizzando due modelli di simulazione: Envi-met per l'UHI e SWMM per il WR.

In accordo con i risultati della letteratura scientifica, lo studio evidenzia (Tab. 3) come, in generale, gli scenari proposti (HP 1-4) permettano di migliorare le condizioni ambientali dell'area, mitigando gli effetti dell'UHI e del WR. Nello specifico si può osservare che:

Tab. 2 - La tabella mostra i valori utilizzati per definire le condizioni al contorno del modello  
The table shows the values used to define the model's boundary conditions

Variable	Parameter	Source
Grid size	250*250*30	-
Simulation date	1 July 2017	-
Simulation duration	48 hours	-
Atmospheric temperature at 2500 m [K]	296	Battista et al. [2016]
Wind speed [m/s]	1	Case study
Wind direction [°]	270 (west)	Case study
Specific humidity at 2500 m [%]	7	Bruse et al. [2015]
Relative humidity at 2 m [%]	65	Bruse et al. [2015]
Ground roughness [m]	0.01	Bruse et al. [2015]
Material physical properties	Default	Bruse et al. [2015]





05 | Riduzione sulla portata finale dei sistemi LID applicati nei 4 scenari migliorativi (HP 1-4), rispetto allo stato di fatto. I grafici rappresentano il funzionamento dei LID con piogge di durata di 15 min (sx) e di 30 (dx)

Reduction of the final flow rate of the LID systems applied in four improvement scenarios (HP 1-4), with respect to the current state (SDF). The graphs represent the functioning of the LID controls with rains lasting 15 (left) and 30 min (right)

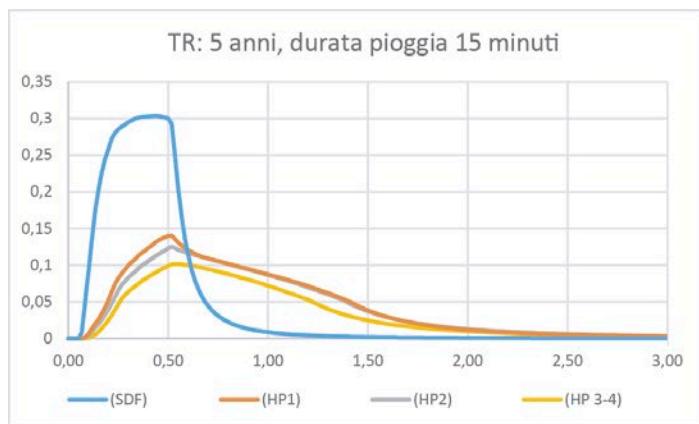


Fig. 6

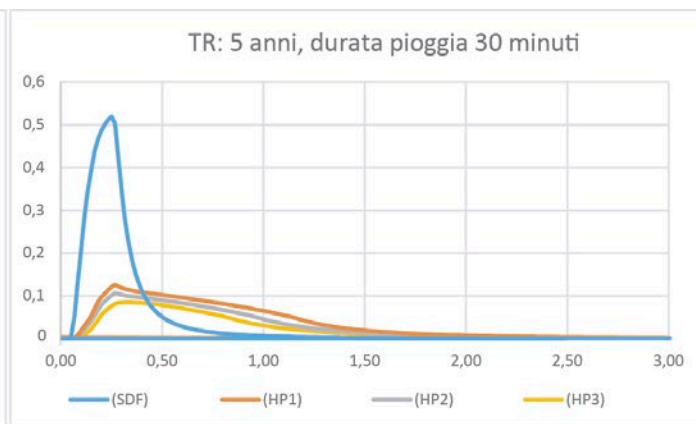


Fig. 7

Tab. 3 - Impatto delle scelte progettuali e dei sistemi tecnologici rispetto all'UHI  
Impact of design choices and of technological systems on the UHI

Design scenario		ST	DST %	AT	DAT %	ART	DART %
SDF	Pedestrian area	46-48	-	30.5-31.5	-	66-69	-
	Parking lot	52-54	-	31.5-32.5	-	66-69	-
HP1	Pedestrian area	35-38	12-15%	30.0-30.5	2-5%	59-62	7-10%
	Parking lot	50-52	2-5%	31.0-32.0	-	63-66	2-5%
HP2	Pedestrian area	35-38	12-15%	30.0-30.5	2-5%	59-62	7-10%
	Parking lot	47-50	8-10%	30.5-31.5	2-5%	59-62	7-10%
HP3	Pedestrian area	35-38	12-15%	29.5-30.0	2-5%	59-62	7-10%
	Parking lot	40-44	20-22%	30.0-30.5	6-8%	59-62	7-10%
HP4	Pedestrian area	35-38	12-15%	29.5-30.0	2-5%	59-62	7-10%
	Parking lot	32-34	38-40%	29.5-30.0	8-10%	42-45	34-38%

a significant impact on the flow at the peak, decreasing it by over 50%;

- The permeable pavement, positioned upstream of the rain garden, disperses water in the soil, decreasing the total volume. The impact of these LID controls, whose capability depends strongly on the permeability of the materials used, is more limited but contributes to further reduce the flow rate by approximately 10%.

It was also observed that an increase in the duration of rains (and a decrease in its average intensity) generally decreased the impact of the rain garden and increased the relative impact of the permeable pavement. This result is consistent with the operating dynamics of the two solutions, i.e. the retention basins' ability to absorb more water in less time, delaying and decreasing the flood wave.

### Conclusions and future developments

The research investigated the impact that certain surface technologies applied to PS (permeable pavements, trees, systems, LID systems) may have with respect to UHI and WR concerns. The case study compared the current state with urban transformation scenarios (HP 1-4), characterized by a progressive increase in mitigation and adaptation actions. The evaluation used two simulation models: Envi-met for UHI, and SWMM for WR. In agreement with the results of the scientific literature, the study shows (Tab. 3) how the proposed scenarios (HP 1-4) generally improve the area's environmental conditions, mitigating the effects of UHI and WR. Specifically, it can be observed that:

- changing the pavement type (from asphalt to light-coloured, highly

porous interlocking slabs) decreases average surface temperature by 12-15%, and planting trees by 38-40%. This improvement is due to the different albedo value of the new pavement (0.60) and of the new vegetation (0.25) compared to the existing asphalt (0.10)

- by modifying ground permeability, the same pavement change positively impacts the volume of total discharge, as expected and as demonstrated in the literature. In particular, replacing asphalt with permeable pavement (HP3-4) increases the permeability of the pedestrian area by 10% and that of the parking lot totally. Along with this total increase (close to 400% compared to SDF), the final storm water flow rate decreases by about 10%.
- the insertion of two large rain gardens with water capacity slows water

flow, reducing the flow peak point by over 50%.

In agreement with the scientific literature in the sector, we can make a number of general recommendations, to be verified on a case-by-case basis, on the effectiveness of the technologies to provide mitigation and adaptation actions in redeveloping the PS:

- permeable systems and renaturation strategies have a strong impact on UHI and WR
- trees or photovoltaic canopies offer major benefits in reducing ST and ART with respect to changing the type of pavement
- LID systems are effective for smoothing the flood wave and for decreasing the volume of incoming water, though it is important to remember that their effectiveness depends to a considerable extent on the technological solutions



- la variazione della pavimentazione (da asfalto a masselli autobloccanti chiari con alto indice di porosità) favorisce un decremento della temperatura superficiale media del 12-15%, che in presenza di alberature è pari al 38-40%. Tale miglioramento è dovuto al diverso valore di albedo della nuova pavimentazione adottata (0.60) e della nuova vegetazione (0.25) rispetto al quello dell'asfalto esistente (0.10);
  - lo stesso cambio di pavimentazione, come prevedibile e dimostrato in letteratura, incidendo sulla permeabilità del suolo, modifica positivamente il volume di deflusso totale. In particolare, la sostituzione dell'asfalto con la pavimentazione permeabile (HP3-4) incrementa del 10% la permeabilità dell'area pedonale e totalmente per l'area a parcheggio. A tale incremento totale (quasi 400% rispetto a SDF) corrisponde una diminuzione di circa 10% della portata finale;
  - l'inserimento di due ampi *rain garden* con capacità di detenzione delle acque permette di rallentare il deflusso delle acque, riducendo il punto di picco del flusso di oltre il 50%.
- In accordo con la letteratura scientifica di settore, possono essere desunte alcune indicazioni generali, da verificare caso per caso, sull'efficacia delle tecnologie considerate ai fini di prevedere azioni di mitigazione e adattamento nella riqualificazione dello SP:
- sistemi permeabili e strategie di rinaturalizzazione hanno un forte impatto su UHI e WR;
  - alberature o pensili fotovoltaiche hanno benefici maggiori in termini di riduzione di TS e TMR rispetto al cambio di pavimentazione;
  - i sistemi LID hanno efficacia rispetto a laminazione dell'onda di piena o della diminuzione del volume di acqua al recapito, ricordando come la loro efficacia dipenda in maniera sensibile

adopted (material permeability, thickness, etc.)

- LID systems are less efficient in increasing return time or intensity. For this reason, their design must be backed by appropriate sewage systems.

In conclusion, the results show that, in the case in question, careful selection and a combination of technologies able to mitigate UHI and WR problems can help improve the environmental quality of a PS, demonstrating their potential usefulness in increasing resilience to climatic phenomena in an urban redevelopment process. The methodological approach followed and the mitigation effects measured can therefore be applied to new case studies to identify more complex and comprehensive strategies, not only for mitigation, but adaptation as well.

At the same time, the study highlights how, while effective, such transforma-

tions may not be sufficient in some cases. Indeed, cities are complex organisms and as such, not only their urban form, but their overall functioning must be rethought and redesigned. And this rethinking must not ignore the behaviour of residents. Therefore, designing a resilient city means rethinking its physical structure, both its built and open spaces, in order to create all those structures and infrastructures capable of hosting the life of human beings and other living species, guiding the transition toward an ethic of resilient behaviour.

#### ACKNOWLEDGMENTS

Sincere thanks to professors Aldo Fiori, Alessandro Salvini, Francesco Asdrubali and Antonio Zarlunga of the Department of Engineering of Roma Tre, without whose help we would not have acquired the skills necessary to develop the scenarios.

dalle soluzioni tecnologiche adottate (permeabilità dei materiali, spessori, ecc.);

- i sistemi LID sono meno efficienti all'aumentare del tempo di ritorno o all'aumentare dell'intensità e per tale ragione la loro progettazione va supportata da appositi sistemi fognari.

In conclusione, i risultati dimostrano come, nel caso in oggetto, un'accurata scelta e combinazione di tecnologie in grado di mitigare le problematiche dell'UHI e del WR possano concorrere a incrementare la capacità di adattamento e la qualità ambientale di uno SP, dimostrandosi potenziali caratteristiche per incrementare la resilienza ai fenomeni climatici in un processo di riqualificazione urbana.

Lo studio evidenzia, al contempo, come in alcuni casi tali trasformazioni, per quanto efficaci, possano tuttavia non essere sufficienti. Le città, infatti, sono organismi complessi e, in quanto tali, devono essere ripensate, progettate non solo nella loro forma urbana, ma nel loro funzionamento complessivo. E questo ripensamento non può prescindere dal comportamento degli stessi abitanti. Progettare la città resiliente significa, quindi, ripensarne la struttura fisica, costruito e spazi aperti allo stesso tempo, al fine di realizzare tutte quelle strutture e infrastrutture capaci di accogliere la vita dell'essere umano e delle altre specie viventi, guidandone la transizione verso un'etica stessa del comportamento resiliente.

#### RINGRAZIAMENTI

Un sincero ringraziamento ai professori Aldo Fiori, Alessandro Salvini, Francesco Asdrubali e Antonio Zarlunga del Dipartimento di Ingegneria di Roma Tre senza i quali non sarebbe stato possibile acquisire le necessarie competenze per sviluppare gli scenari.

## REFERENCES

- Adams, M. and Watson, D. (2010), *Design for flooding: architecture, landscape, and urban design for resilience to climate change*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, USA.
- Ahern, J. (2011), "From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world", *Landscape and Urban Planning*, Vol. 100 No. 4, pp. 341-343.
- Ahiablame, L. M., Engel, B. A. and Chaubey, I. (2012), "Effectiveness of low impact development practices: Literature review and suggestions for future research", *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. 223 No. 7, pp. 4253-4273.
- Battista, G., Carnielo, E. and De Lieto Vollaro, R. (2016), "Thermal impact of a redeveloped area on localized urban microclimate: A case study in Rome", *Energy and Buildings*, No. 133, pp. 446-454.
- Branzi, A. (2006), *Modernità debole e diffusa*, Skira, Milano.
- Bruse, M. and Fleer, H. (1998), "Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model", *Environmental Modelling & Software*, Vol. 13 No. 3-4, pp. 373-384.
- Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. M. and Abel, N. (2001), "From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What?", *Ecosystems*, Vol. 4 No. 8, pp.765-781.
- Clément, G. (2005), *Manifesto del Terzo paesaggio*, Macerata, Quodlibet.
- D'Ambrosio, V. and Leone, M. F. (2015), "Controllo dei rischi del cambiamento climatico e progettazione ambientale per una rigenerazione urbana resiliente. Il caso applicativo di Napoli Est", *Techne*, No. 10, pp. 130-140.
- Doulos, L., Santamouris, M. and Livada, I. (2004), "Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials" *Solar Energy*, Vol. 77 No. 2, pp. 231-249.
- European Commission (2013), *Building a Green Infrastructure for Europe*, Luxembourg.
- Friedman, Y. (2009), *L'architettura di sopravvivenza. Una filosofia della povertà*, Bollati, Bologna.
- Gehl, J. (1971), *Life Between buildings: Using Public Space*, Island Press, Washington-Covelo-London.
- Gisotti, G. (2007), *Ambiente umano*, Flaccovio, Palermo.
- Hua, X. (2016), "Costruzione di un sistema di paesaggio urbano di infrastrutture per la gestione delle acque piovane : Nanjing come caso di studio", *Techne*, No. 11, pp. 151-157.
- Iavarone, R., Gravagnuolo, A., Esposito Devita, G. and Alberico, I. (2017), "Resilient city, an approach to cope with natural hazard", *World Heritage and Disaster. Knowledge, Culture and Representation*, Proceedings of the XV International Forum, Le Vie dei Mercanti, pp. 764-763.
- ISPRA (2017), *Dossier consumo di suolo*, available at: <http://www.isprambiente.gov.it/it/ispra-informa/area-stampa/dossier/consumo-di-suolo-2017> (accessed 10 December 2017).
- Jha, A. K., Miner, T. W. and Stanton-Geddes, Z. (2013), *Building Urban Resilience: Principles, Tools and Practice*, The World Bank.
- Jia, H., Lu, Y., Yu, S. L. and Chen, Y. (2012), "Planning of LID-BMPs for urban runoff control: The case of Beijing Olympic Village", *Separation and Purification Technology*, No. 84, pp. 112-119.
- Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R., Shaffer, P., Wallingford, H. R., Environment Agency (2015), *The SUDS Manual*, Ciria, available at: <https://doi.org/London C697> (accessed 15 October 2017).
- Losasso, M. (2015), "Rigenerazione urbana: prospettive di innovazione", *Techne*, No. 10, pp. 4-5.
- Madanipour, A., Knierbein, S. and Degros, A. (2014), *Public Space and the Challenges of Urban Transformation in Europe*, Routledge, London, UK.
- Maleki, A. and Mahdavi, A. (2016), "Evaluation of Urban Heat Islands Mitigation Strategies Using 3Dimensional Urban Micro-Climate Model Envi-Met", *Asian Journal of Civil Engineering*, Vol. 17 No. 3, pp. 357-371.
- Morin, E. (2008), *On complexity*, Hampton Press, Cresskill, NJ.
- Normandin, J., Therrien, M. and Tanguay, G. (2009), "City strength in times of turbulence: strategic resilience indicators", *Proceedings of the Joint Conference on City Futures*.
- Roberts, P. (2000), "The evolution, Definition and Purpose of Urban Re-generation", in Roberts, P. and Sykes, H. (Eds), *Urban Regeneration: A handbook*, Sage, London, pp. 9-36.
- Rockfeller Foundation and Arup (2005), *City Resilience Framework*, New York, USA.
- Rogora, A. and Dessì, V. (2005). Il comfort ambientale negli spazi aperti, EdicomEdizioni, Gorizia.
- Rossmann, L. A. (2015), *Storm Water Management Model User's Manual*, (EPA/600/R-14/413b).
- Santamouris, M. (2013), "Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island - A review of the actual developments", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, No. 26, pp. 224-240.
- Temprano, J., Arango, O., Cagiao, J., Suarez, J. and Tejero, I. (2006), *Stormwater quality calibration by SWMM: A case study in Northern Spain*, Water SA, Vol. 32 No. 1, pp. 55-63.

Fulvio Re Cecconi<sup>a</sup>, Nicola Moretti<sup>a</sup>, Sebastiano Maltese<sup>b</sup>, Mario Claudio Dejaco<sup>a</sup>, John M. Kamara<sup>c</sup>, Oliver Heidrich<sup>c</sup>,

<sup>a</sup>Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

<sup>b</sup>Institute for Applied Sustainability to the Built Environment, University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland, Svizzera

<sup>c</sup>Newcastle University, School of Architecture, Planning and Landscape and School of Engineering, Newcastle upon Tyne, Regno Unito

fulvio.receconi@polimi.it

nicola.moretti@polimi.it

sebastiano.maltese@sups.ch

mario.dejaco@polimi.it

john.kamara@ncl.ac.uk

oliver.heidrich@ncl.ac.uk

**Abstract.** Misurare e valutare la resilienza degli immobili è un fattore chiave per la gestione degli asset e dei portafogli. L'articolo presenta un rating system per la valutazione della resilienza degli edifici, che utilizza un approccio basato sul Building Information Modelling. La valutazione viene effettuata attraverso un calcolo basato sulla metodologia Analytical Hierarchy Process. Il rating system può essere applicato a diversi tipi di edifici, senza perdere precisione o affidabilità. Esso è parte integrante di una gamma più completa di metodologie per l'ottenimento di Key Performance Indicators per la gestione di asset e portafogli. Lo strumento proposto può quindi influenzare significativamente le scelte strategiche di investimento di progettisti, ingegneri e proprietari di edifici.

**Parole chiave:** asset management, BIM, resilienza degli edifici, resilience rating systems.

## Introduzione

La misurazione della resilienza è fondamentale per la gestione del patrimonio immobiliare. Essa contribuisce alla mitigazione del rischio di deprezzamento, incrementa la conoscenza alla base degli investimenti e riduce i costi operativi (Cambridge Institute for Sustainable Leadership, 2011). La presente ricerca riguarda: la caratterizzazione della resilienza a livello dell'edificio; la definizione di indicatori di prestazione e la valutazione della capacità di un edificio di rispondere a cambiamenti specifici (ad esempio, cambiamento d'uso). Per fare ciò è stato sviluppato un sistema di valutazione basato su 37 parametri raccolti in 5 categorie. Il rating dell'edificio indica la sua capacità di adattarsi ai cambiamenti economici, fisici e sociali, per mantenere le prestazioni complessive. Il rating system è stato sviluppato grazie all'utilizzo dell'approccio Building Information Modelling (BIM), un pro-

## A rating system for building resilience

**Abstract.** Measuring and rating resilience of assets is a key enabler for asset and portfolio management. This paper presents a resilience rating system for buildings by utilising a Building Information Modelling approach. The assessment is carried out through a calculation following the Analytical Hierarchy Process. This methodology can be applied to different types of buildings, without a loss of precision or reliability. This resilience rating forms an integral part of more comprehensive array of Key Performance Indicators frameworks for asset and portfolio management, and therefore can significantly influence strategic investment choices for designers, engineers and building owners.

**Keywords:** asset management, BIM, building resilience, resilience rating systems.

cesso digitale di gestione dei flussi informativi che coinvolge diversi stakeholder, software e procedure (BSI, 2014). I risultati possono essere aggregati, fornendo un utile strumento decisionale per la gestione dei portafogli immobiliari.

La rassegna bibliografica è seguita dalla descrizione della metodologia proposta e dalla sua applicazione ad un edificio situato a Como (Italia). L'articolo si conclude con alcune considerazioni sul processo di valutazione adottato, sui limiti, le implicazioni e le raccomandazioni per gli sviluppi futuri della ricerca.

## Rassegna bibliografica

La ricerca sulla resilienza nella gestione del costruito è relativamente recente, ma sta guadagnando slancio (Hassler e Kohler, 2014). La resilienza è generalmente legata alla capacità di ricostruzione continua di un sistema (Hamel e Välikangas, 2003), e spesso focalizzata nell'ambito della pianificazione urbana (Sharifi e Yamagata, 2014; The Rockefeller Foundation e ARUP, 2014; Hung et al., 2016). Inoltre, essa è spesso legata al processo decisionale politico e a una serie di strategie e azioni che le città devono intraprendere a seguito di cambiamenti traumatici catastrofici (Reckien et al., 2015; 100 città resilienti, 2017; Oladokun, Proverbi e Lamond, 2017).

Quando la scala è quella dell'edificio, la resilienza è spesso associata a tradizionali aree di ricerca come la flessibilità dello spazio e/o l'adattabilità (Davison et al., 2006; Beadle et al., 2008; Schmidt

## Introduction

Measurement of resilience is a key issue for real estate asset management. It contributes to depreciation risk mitigation, increases the knowledge base for investment decisions, and reduces the costs of operations (Cambridge Institute for Sustainable Leadership, 2011). This research addresses the: characterisation of resilience at the building level; definition of performance indicators affecting building resilience; and the assessment of a building's ability to respond to changes requiring modifications in demand for specific needs (e.g. change of use). Accordingly, a resilience rating system, based on 37 parameters in 5 categories, was developed. The rating of the building indicates the ability to adapt its functions to economic, physical and social changes, to maintain its overall performance. The whole rating process is enabled by

the use of a Building Information Modelling (BIM) approach, a digital process for managing information flows, involving different stakeholders, software and procedures in the management of the built environment (BSI, 2014). Results can be aggregated, providing a useful tool for making informed portfolio management decisions.

The literature review is followed by a description of the proposed methodology and its testing on an existing office building located in Como (Italy). The paper concludes with some considerations on the adopted rating process, limitations, implications and recommendations for future research.

## Literature review

Resilience research in the management of the built environment is relatively recent, but is gaining momentum (Hassler and Kohler, 2014). Resilience

Tab. 1 - Caratterizzazione della resilienza nei riferimenti internazionali che affrontano il problema della misurazione  
*Characterisation of resilience in international references addressing the measurement issue*

Author	Level	Objective	Keywords
The Rockefeller Foundation and ARUP, (2014)	City	City Resilience Index as the outcome of a City Resilience Framework. Comprises 4 categories, 12 goals, 52 indicators, 156 variables.	Reflective, robust, redundant, flexible, resourceful, inclusive, integrated.
Zhao, Liu and Zhuo (2017)	Infrastructures	Use of Non-homogeneous Hidden Markov Models for computation of resilience; applied to water supply system in Shanghai City.	Absorptive capacity, Adaptive capacity, Recovery capacity
Wholey (2015)	Building	Identifies potential costs/benefits of designing for resilience; methodology applied to office and H&C buildings.	Adaptability, redundancy, diversity, design for resiliency, traumatic changes
Burroughs (2017)	Building	Defines a rating system based on 6 resilience dimensions, for commercial building and owners.	Physical, Infrastructural, Environmental, Economic-Social, Political-regulatory, Organisational (building owner)
Francis and Bekera (2014)	Building systems	Proposes a quantitative model for measuring resilience of systems, based on adaptive, absorptive, and restorative capacities, & speed recovery.	Adaptive capacity, Absorptive capacity, Restorative capacity, speed recovery

III et al., 2010); ma l'obiettivo di questa ricerca è l'identificazione di un insieme completo di caratteristiche che miglioreranno la resilienza degli edifici.

The Resilient Urban Ecosystem Network (Resilient Urban Ecosystem Network, 2016), The Stockholm Resilience Centre (SRC, 2014), 100 Resilient Cities, (100 Resilient Cities, 2017), the Building Resiliency Taskforce (NYC Building Resiliency Task Force, 2013) e il progetto "Enhancing resilience of critical road infrastructure: bridges under natural hazards" (Setunge et al., 2015) sono esempi di ricerca accademica e industriale sulla resilienza. Tuttavia, poche ricerche hanno affrontato il problema della resilienza nell'ambito di cambiamenti lenti quali, ad esempio, i mutamenti dei trend economici, dell'uso degli edifici e dei testi normativi (Heidrich et al., 2017).

Sebbene a livello urbano e infrastrutturale siano stati sviluppati diversi sistemi di valutazione (Sharifi e Yamagata, 2014; Fondazione Rockefeller e ARUP, 2014; 100 Città resilienti, 2017), poco si sa sui criteri di progettazione e gestione della resilienza a livello edilizio (McAllister 2013). Inoltre, gli attuali rating system come LEED, BREEAM, DGNB non integrano adeguatamente la resi-

is generally related to the capacity of an urban system to continuous reconstruction (Hamel and Välikangas, 2003) and is mainly related to the planning discipline (Sharifi and Yamagata, 2014; The Rockefeller Foundation and ARUP, 2014; Hung et al., 2016). It is often linked with policy-making, and a variety of strategies and actions to be undertaken by city councils after catastrophic traumatic changes (Reckien et al., 2015; 100 Resilient Cities, 2017; Oladokun, Proverbs and Lamond, 2017). Resilience is frequently associated with space flexibility and/or adaptability of buildings, which are longstanding research areas (Davison et al., 2006; Beadle et al., 2008; Schmidt III et al., 2010); but the focus here is to identify a comprehensive set of characteristics that will enhance building resilience. Examples of academic and industry research on resilience include: The

Resilient Urban Ecosystem Network (Resilient Urban Ecosystem Network, 2016), The Stockholm Resilience Centre (SRC, 2014), 100 Resilient Cities, (100 Resilient Cities, 2017), the Building Resiliency Taskforce (NYC Building Resiliency Task Force, 2013) and the "Enhancing resilience of critical road infrastructure: bridges under natural hazards" project (Setunge et al., 2015). However, few researches have addressed the issues of resilience due to slower changes, e.g. in economic trends, use of buildings, and regulatory updates (Heidrich et al., 2017). Although at the urban and infrastructural level different assessment frameworks for resilience can be found in literature (Sharifi and Yamagata, 2014; The Rockefeller Foundation and ARUP, 2014; 100 Resilient Cities, 2017), little is known on resilience design and management criteria at the building level

lienza nei protocolli (Champagne e Aktas, 2016; Marjaba e Chidiac, 2016). La Tab. 1 presenta degli esempi di caratterizzazione e misurazione della resilienza.

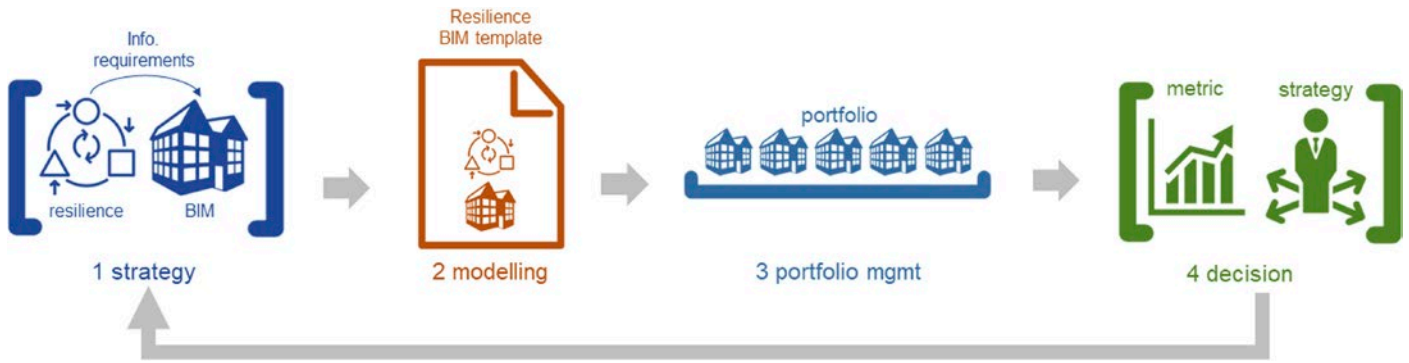
In conclusione, vi sono ancora numerose domande senza risposta riguardanti, ad esempio, la necessità di disporre di sistemi di gestione per far fronte ad aspetti materiali e immateriali dell'ambiente costruito; il raggiungimento di obiettivi di sostenibilità e lo sviluppo di indicatori per quantificare la resilienza degli edifici.

**Sviluppo del rating system** Lo sviluppo della ricerca è illustrato in (Fig. 1). Nella Fase 1 (strategy) vengono definiti i confini della resilienza a livello di edificio. La resilienza è qui definita come la capacità dell'edificio di adattare la sua funzionalità ai profondi e lenti cambiamenti del contesto economico, fisico e sociale, al fine di ripristinare le prestazioni complessive. A tal proposito, sono stati definiti 37 parametri organizzati in 5 categorie (Economic, Fabric, Service, Spaces, Users e Context). I parametri sono collegati a specifiche entità (Site, Building, Rooms e Components). La Tab. 2 presenta un'esemplificazione di tale processo. I parametri vengono quindi

(McAllister 2013). Moreover, current sustainability rating systems, such as LEED, BREEAM, DGNB do not adequately integrate resilience in the protocols (Champagne and Aktas, 2016; Marjaba and Chidiac, 2016). Table 1 shows examples of building resilience characterisation and defined metrics. A conclusion of this review is that there are still unanswered questions. For example, the need for: integrated management systems to cope with material and immaterial aspects of the built environment; achieve sustainability objectives; and the development of indicators to quantify the resilience of buildings.

**Development of the rating system** The development of the research is shown in (Fig. 1). Step 1 (strategy) concerns the definition of the boundaries of resilience at the building level. Re-

silience is defined here as the ability of the building to adapt its functionality to slow deep changes on the economic, physical and social context, in order to restore its overall performances. 37 parameters, in 5 categories (Economic, Fabric, Service, Spaces, Users and context) were defined. Parameters are linked to a specific entity (Site, Building, Rooms and Components). (Table 2) presents an extraction of the above mentioned process. After this, parameters to convert resilience characteristics into a streamlined BIM assessment methodology are identified. Information requirements are defined to be as comprehensive as possible, in the assessment process. Step 1 is a non-recursive process, since once the information requirements are defined, they are collected in a BIM resilience template to be exploited in the following stages. In Step 2 (modelling), a



Tab. 2 - Matrice di valutazione della resilienza  
Resilience assessment matrix

Object connected	Parameter	Category	Score
Building	Simple plan (large / open spaces, max partition plan, etc.)	Spaces	Boolean
Rooms	Movable furniture / equipment	Spaces	Boolean
Components	Glazing / Shading (windows and spaces has shading devices)	Users and context	Boolean
Site	Public transports proximity	Users and context	1-5

computati tramite una metodologia di valutazione BIM semplificata.

I requisiti informativi sono stati definiti per essere il più completi possibili. La fase 1 è un processo non ricorsivo, poiché una volta definiti i requisiti informativi, questi sono raccolti in un modello BIM da utilizzare nelle fasi successive. Nella fase 2 (modellazione), viene sviluppato un modello dell'edificio con un elevato livello di informazioni (LOI) e un basso livello di dettaglio (LOD) (Kell e Mordue, 2015). Ciò consente di identificare

model of the building with a high Level of Information (LOI) and a low Level of Detail (LOD) is developed (Kell and Mordue, 2015). This allows specific values of the parameters (linked to the site, building, room or components) representing resilience attributes, to be identified. These values are collected in the BIM model for calculating the resilience rating through a semi-automated process. The resilience rating is calculated using the Analytical Hierarchy Process (AHP), which allows pair-wise comparisons of the relative importance of different alternatives. The resilience rating can also be calculated at the portfolio level, through the reiteration of step 2. Effective strategies for portfolio management (Step 3) can be setup using aggregated information on assets. The inclusion of resilience rating metrics in a wider KPIs system, representing several issues of assets (technical,

functional, energy, sustainability, resilience, etc.), allows for informed decisions at the portfolio level (Step 4).

#### Calculation method

According to (Fig. 1), step 2 (modelling) is explained in detail in this paragraph and validated in the following one. The final rating is obtained through a defined sequence of calculations using the AHP (Saaty, 1980). As described in (Table 2), criteria are organised in five categories. Equation (1) is used to calculate the final resilience score at the building level.

$$R = \sum_{i=1}^5 R_i * W_i \quad (1)$$

where:

$R$  = resilience score of the building;  
 $R_i$  = values of the 5 resilience categories (Economic, Fabric, Service, Space, Users and context);  
 $W_i$  = weights related to each resilience

category stated above. and  
 $R_i = \frac{R_{is} + R_{ib} + R_{ir} + R_{ic}}{4} \quad (2)$   
 where:  
 $R_{is}$ ;  $R_{ib}$ ;  $R_{ir}$  and  $R_{ic}$  are respectively mean resilience values for criterion  $i$  calculated for BIM object "Site" ( $s - 2$  parameters); "Building" ( $b - 8$  parameters), "Room" ( $r - 9$  parameters) and "Component" ( $c - 18$  parameters). Equations (3), (4), (5) and (6) demonstrate how to calculate them.  
 $R_{is} = \frac{P_{is1} + P_{is2}}{2} \quad (3)$   
 $R_{ib} = \frac{\sum_{j=1}^8 P_{ibj}}{8} \quad (4)$   
 $R_{ir} = \frac{\sum_{j=1}^9 P_{irj}}{9} \quad (5)$   
 $R_{ic} = \frac{\sum_{j=1}^{18} P_{icj}}{18} \quad (6)$   
 All  $P_i$  values range between 0 and 1.

#### Metodo di calcolo

Una descrizione dettagliata della fase 2 (modellazione) in (Fig. 1) è presentata in questo paragrafo mentre in quello successivo è illustrato il caso di studio utilizzato per validare il metodo. Il rating finale è ottenuto attraverso una sequenza definita di calcoli basati sull'approccio AHP (Saaty, 1980). Come descritto nella (Tab. 2), i criteri sono organizzati in cinque categorie. L'equazio-

BIM entities Site and Building have direct resilience attributes, created in the model, related to them, therefore, equations (3) and (4) are sufficient to achieve the average value of the parameters. Rooms and Components, conversely, are present as multiple entities in a building. Therefore, it is necessary to adopt a further calculation level for the computation of parameters  $P_{ij}$  and  $P_{ij}$ :

$$P_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^k P_{irjl}}{k} \quad (7)$$

$$P_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^e P_{icjl}}{e} \quad (8)$$

Where coefficients  $k$  and  $e$  are respectively numbers of rooms and number of components in the building on which the resilience assessment is carried out.

To compute building resilience Eq. (1), it is necessary to define the criticality-



ne (1) è utilizzata per calcolare il punteggio finale di resilienza a livello dell'edificio.

$$R = \sum_{i=1}^5 R_i * W_i \quad (1)$$

dove:

$R$  = punteggio di resilienza dell'edificio;

$R_i$  = valori delle 5 categorie di resilienza (Economic, Fabric, Service, Space, Users and context);

$W_i$  = pesi relativi a ciascuna delle 5 categorie.

e

$$R_i = \frac{R_{is} + R_{ib} + R_{ir} + R_{ic}}{4} \quad (2)$$

dove:

$R_{is}$ ,  $R_{ib}$ ,  $R_{ir}$  e  $R_{ic}$  sono rispettivamente valori di resilienza media per il criterio  $i$ , calcolato per l'oggetto BIM "Site" (s - 2 parametri); "Building" (b - 8 parametri), "Room" (r - 9 parametri) e "Component" (c - 18 parametri). Le equazioni (3), (4), (5) e (6) mostrano come calcolarli.

$$R_{is} = \frac{P_{is1} + P_{is2}}{2} \quad (3)$$

$$R_{ib} = \frac{\sum_{j=1}^8 P_{ibj}}{8} \quad (4)$$

$$R_{ir} = \frac{\sum_{j=1}^9 P_{irj}}{9} \quad (5)$$

$$R_{ic} = \frac{\sum_{j=1}^{18} P_{icj}}{18} \quad (6)$$

I differenti  $P_i$  hanno valori compresi tra 0 e 1. Le entità Site and Building sono oggetti unici nel modello BIM e hanno propri attributi di resilienza, pertanto le equazioni (3) e (4) sono sufficienti a calcolare il valore medio dei parametri. Le stanze (*Rooms*) e i

related weights  $W_i$ . They have been assessed using the Delphi method among a panel of experts comprising owners, asset managers and facility managers who were asked to fill a pair-wise comparison form. Weights were computed using Saaty, (1980) methodology. Table 3 summarises the computed weights, derived from a pairwise matrix with a Consistency Index (CI) equal to 0,097.

#### Application of rating system

The assessment objectives to be achieved need to be defined and measured against Key Performance Indicators (KPIs) (Won and Lee, 2016). Implementation requires data from multiple sources to be collected, organised and stored in a digital model. All captured datasets are linked to Asset Information Model (AIM) objects through specific attributes and are filled out during the assessment process (Al-

reshidi, Mourshed and Rezgui, 2017). The definition of information requirements (Cavka, Staub-French and Poirier, 2017) starts in the early phase of projects, during the assessment of specific topics (e.g. energy) (Kang and Choi, 2013; Arayici et al., 2017; Rodriguez-Trejo et al., 2017), and in the creation of Property Sets for the interoperable IFC (Industry Foundation Classes) protocol (BuildingSMART, 2016). Nevertheless, resiliency characteristics have never been systematically included into the panels of IFC attributes to be implemented into a model.

To validate the proposed approach, a demonstration on an office building in Como province (Italy) was carried out. The building, built in 2007, is currently occupied by a construction company and a notary firm. It consists of one underground and three storeys above ground (around 1'000 m<sup>2</sup> of gross sur-

face per storey). In (Fig. 2) the BIM model of the case study is presented. The BIM model was created using as-built 2D drawings following the information requirements analysis: the objective was to create a low LOD and high LOI model related to building resilience. All spaces, main architectural and structural components were modelled, while MEP components were not analysed (although considered in the overall metric).

$$P_{irj} = \frac{\sum_{l=1}^k P_{irjl}}{k} \quad (7)$$

$$P_{icj} = \frac{\sum_{l=1}^e P_{icjl}}{e} \quad (8)$$

Dove i coefficienti  $k$  ed  $e$  sono rispettivamente il numero di stanze e il numero di componenti dell'edificio valutato.

Per calcolare la resilienza degli edifici Eq. (1), è necessario definire i pesi  $W_i$ . Essi sono stati messi a punto con il metodo Delphi, intervistando un campione di esperti (proprietari, asset e facility manager) a cui è stato chiesto di compilare un questionario di confronto a coppie. I pesi sono stati calcolati utilizzando la metodologia presentata in Saaty, (1980). La Tab. 3 riassume i pesi, derivati da una matrice con un indice di coerenza (CI) pari a 0,097.

#### Applicazione del rating system

Gli obiettivi di ogni valutazione (assessment) devono essere definiti e misurati tramite Key Performance Indicator (KPI) (Won e Lee, 2016). L'implementazione proposta richiede che i dati siano raccolti, organizzati e archiviati in un modello digitale. Tutti i set di dati acquisiti devono essere collegati agli oggetti nell'Asset Information Model (AIM), tramite attributi specifici, compilati durante la valutazione. (Alreshidi, Mourshed e Rezgui, 2017).

La definizione dei requisiti informativi (Cavka, Staub-French e Poirier, 2017) inizia sin dalle prime fasi del progetto, durante l'analisi di specifici temi (ad esempio l'energia) (Kang e Choi, 2013;

into smaller spaces or with different shapes) can be summarised into colour schemes. The attribute filling process can have both visual output (Fig. 3, left) and numerical values (Fig. 3, right): attributes values can have a scale from 1 (bad) to 5 (good) or they can be Boolean (0-1); the final assessment is provided as a percentage.

The rating at site and building level was calculated according to eq. (3) and (4) and the result is respectively 50% for the site and 66% for the building. Spaces required an additional calculation, at the room level with eq. (5) (each room has a rating) to get the overall rooms rating with eq. (7). The result for the rooms is 49%. No calculation was performed for elements (fabric and MEP) for this case study.

The results of this assessment, though partial, show potential and criticalities of the building: great flexibility of

Tab. 3 - Pesi associati alle 5 categorie di resilienza  
Weights associates to the 5 resilience categories

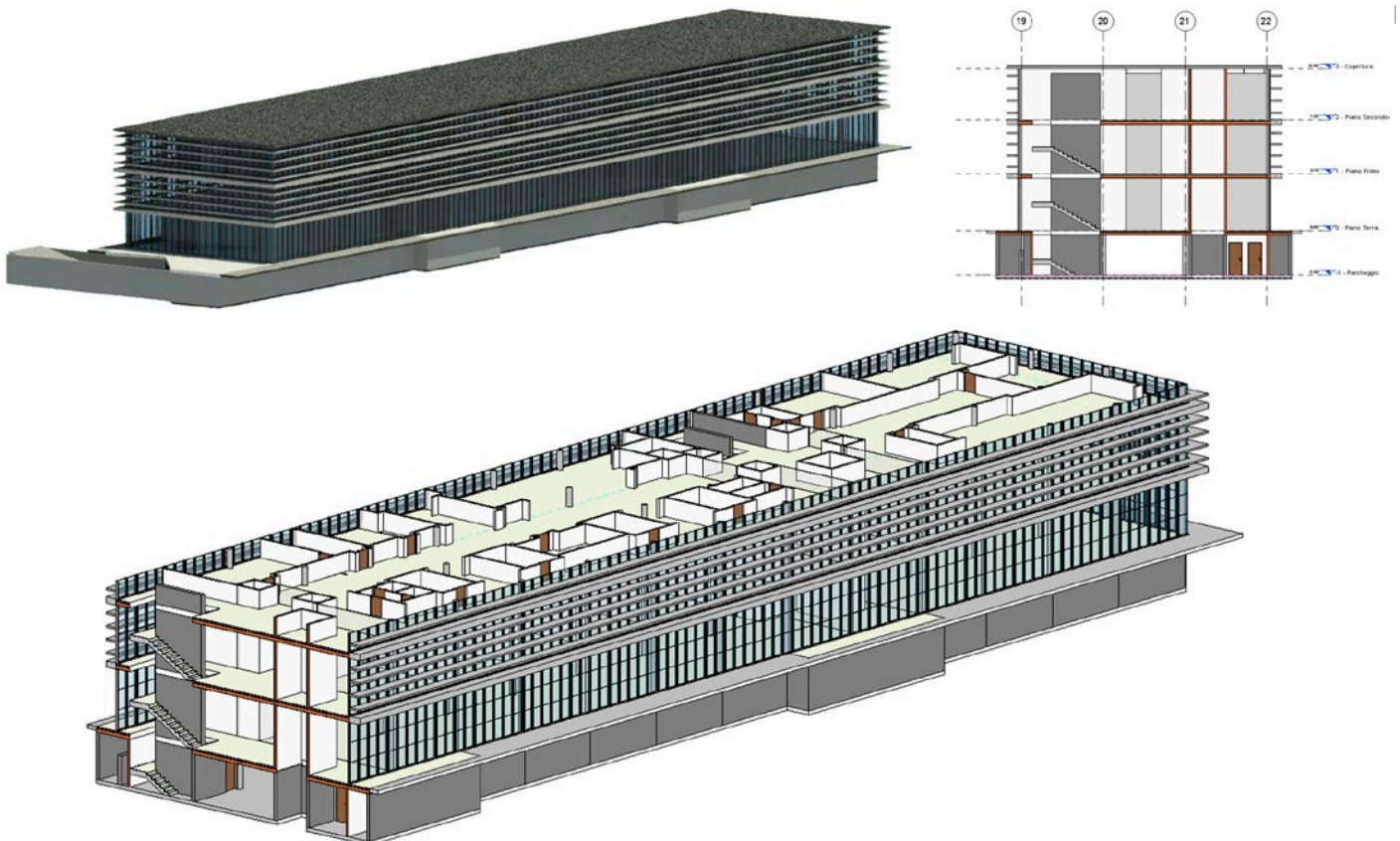
Category	Value
Economy	26,27%
Fabric	7,61%
Services	12,26%
Spaces	48,99%
Users and context	4,87%

Arayici et al., 2017; Rodriguez-Trejo et al., 2017), e continua con la creazione di Property Sets per il formato di scambio interoperabile IFC (Industry Foundation Classes) (BuildingSMART, 2016). Tuttavia, si sottolinea che gli attributi di resilienza non sono mai stati standardizzati in IFC.

Per validare l'approccio proposto, è stata condotta uno studio su un edificio per uffici in provincia di Como (Italia). L'edificio, costruito nel 2007, è attualmente occupato da una società di costruzioni e da uno studio notarile. È composto da un interrato e da tre piani fuori terra (circa 1.000 m<sup>2</sup> di superficie lorda per ciascun piano). In Fig. 2 si riporta il modello BIM del caso di studio. Il modello BIM è stato creato utilizzando disegni 2D as-built seguendo l'analisi dei requisiti informativi: l'obiettivo un modello a basso LOD e ad alto LOI. Tutti gli spazi, i principali componenti architettonici e strutturali sono stati modellati, mentre non tutti i componenti MEP sono stati analizzati (anche se considerati nella metrica generale).

Poiché il modello è stato creato a partire dal template contenente tutte le informazioni richieste per la misurazione della resilienza, è possibile compilare tutti gli attributi relativi al sito (*Site*), all'edificio (*Building*) e ai locali (*Rooms*). Il modello BIM permette inoltre di evidenziare i criteri relativi agli spazi (*Spaces*). Le *buffer zones* (aree che permettono di distribuire le funzioni e di rispondere alle esigenze future) e i *partitionable space* (aree che possono essere suddivise in spazi più piccoli o con forme diverse) vengono evidenziati in schemi cromatici. Gli attributi possono essere rappresentati sia visivamente (Fig. 3, sinistra) che numericamente (Fig. 3, destra): i valori degli attributi possono assumere valori da 1 (insufficiente) a 5 (ottimo) oppure booleani (0-1). La valutazione finale è espressa in percentuale.

La valutazione per le entità *Site* e *Building* è stata effettuata in base alle eq. (3) e (4) e il risultato è pari rispettivamente al 50% e al 66%. Gli spazi (*Spaces*) richiedono un calcolo aggiuntivo a livello di stanze (*Rooms*) ogni stanza viene valutata usando l'eq.



| 02

(5)) al fine di ottenere la valutazione complessiva con l'eq. (7). Il risultato per le *rooms* è del 49%. Non è stato effettuato alcun calcolo per i *components* per questo caso studio.

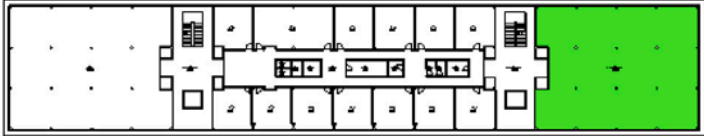

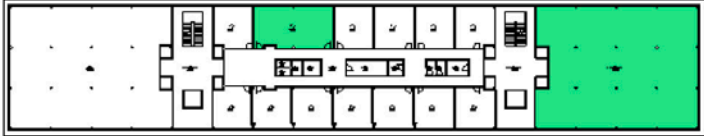

I risultati di questa valutazione, anche se parziali, mostrano potenzialità e criticità dell'edificio: grande flessibilità del layout interno, molteplici funzioni e una griglia strutturale molto semplice sono punti di forza, mentre sarebbe difficile cambiare la funzione principale (ufficio), a causa della scarsa flessibilità della facciata. La modellazione BIM ha richiesto 8 ore di tempo di modellazione e 4 ore per la valutazione, quindi lo sforzo è paragonabile ad un processo di valutazione BIM tipico. Il modello BIM, insieme agli attributi specificamente dedicati alla resilienza degli edifici, ha contribuito ad evidenziare il potenziale dell'edificio in termini di future modifiche.

**Discussione e conclusioni** La misurazione della resilienza degli edifici è un fattore chiave per l'asset e portfolio management. Essa permette di mitigare il rischio di deprezzamento dei beni, fornendo un utile strumento decisionale per investimenti/disinvestimenti e influenzando positivamente i costi operativi e di miglioramento della qualità.

Nonostante sia stata svolta un'ampia ricerca bibliografica sulla resilienza degli edifici e sui temi correlati, per motivi di spazio si è qui posta l'attenzione solo sul sistema di valutazione della resilienza degli edifici e sulla sua applicazione al caso studio.

La valutazione della resilienza proposta si focalizza su cambiamenti lenti ma profondi che incidono sul patrimonio immobiliare in una prospettiva multidisciplinare, essa, anche quando applicata a diversi tipi di edifici, mantiene l'affidabilità del risultato. La metodologia proposta permette la valutazione della resilienza con un approccio qualitativo basato su 37 parametri suddivisi in 5 categorie. Il rating di resilienza finale, calcolato utilizzando l'eq. (1) e il processo AHP, pondera i punteggi delle diverse categorie di resilienza. I pesi sono ottenuti intervistando un gruppo di esperti con il metodo Delphi e possono variare a seconda della composizione di tali esperti.

L'applicazione del sistema su un edificio per uffici della provincia di Como (Italia), ha dimostrato la solidità del metodo e dell'approccio proposti, nonostante il parziale sviluppo del caso studio. L'integrazione in un modello di asset digitale permette l'uso della metodologia in un processo BIM. Sebbene essa sfrutti gli strumenti digitali e il processo BIM, sono necessari ulteriori perfe-

<b>Buffer zones</b>		<b>Site</b>	
		Public transport proximity	3
<b>Partitionable space</b>		Neighbourhood and amenities	3
		<b>Building</b>	
		Collapsible/expandable	1
		Modularity	5
		Cores at perimeter	✓
		Simple plan	5
		Multi-functionality	4
		Variation planned	1
	Simple skin	2	
	Overdesign/redundancy	✓	

zionamenti per raggiungere un maggior livello di automazione. A tal fine, è possibile sfruttare strumenti Web usando modelli HTML. Concludendo, il sistema di rating proposto risponde all'esigenza di mettere a punto metriche per valutare la resilienza degli edifici, utilizzando strumenti e tecniche digitali. Per affrontare specifiche tipologie di edifici, il sistema può essere esteso, aggiungendo parametri *ad hoc* e modificando i pesi.

#### RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano esprimere la loro più profonda gratitudine a Giuseppe Rigamonti per il suo grande sostegno alla ricerca.

#### REFERENCES

100 Resilient Cities (2017), "Cities Taking Action. How the 100RC Network is building urban resilience", (accessed 15 October 2017).

Alreshidi, E., Mourshed, M. and Rezgui, Y. (2017), "Factors for effective BIM governance", *Journal of Building Engineering*, Vol. 10 (February), pp. 89-101.

Arayici, Y., Fernando, T., Munoz, V. and Bassanino, M. (2017), "Interoperability specification development for integrated BIM use in performance based design", *Automation in Construction*, Vol. 85 (November 2017), pp. 167-181.

Beadle, K., Gibb, A., Austin, S., Madden, P. and Fuster, A. (2008), "Adaptable Futures: Setting the Agenda", *Proceedings of the 1st I3CON International Conference*, Loughborough, UK, Loughborough University, p. 13.

BSI (2014), "PAS 1192-3:2014. Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling", (accessed 20 October 2017).

BuildingSMART (2016), "Industry Foundation Classes. IFC4 Official Release", available at: <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/final/html/> (accessed 21 November 2017).

the internal layout, multiple functions and a very simple structural grid are strength points, while it would be difficult to change main function (office), due to the low flexibility of the façade. The BIM model required 8 hours of modelling time and additional 4 hours for the assessment, so the effort is comparable with a traditional assessment process with BIM models. The BIM model, together with the attributes specifically dedicated to building resilience, really helped in highlighting building's potential in terms of future lifecycle modifications.

#### Discussion and conclusions

Measurement of resilience of buildings is a key enabler for asset and portfolio management. It allows the mitigation of the risk of assets' depreciation, while providing a useful tool for making informed decisions on investment/disin-

vestment, therefore can have a positive impact on operations and quality improvement costs.

Extensive literature on building resilience and related topics (e.g. flexibility, adaptability) was reviewed. However, due to space constraints, focus was on the building resilience rating system and its application to the case study. The proposed resilience rating focuses on slow but deep changes affecting the building stock from a multidisciplinary perspective. It can also be applied to different types of buildings without loss of precision and reliability of the calculation process. The proposed methodology allows the resilience rating to be assessed using a qualitative approach based on 37 parameters, organised in 5 categories. The final resilience rating, computed using eq. (1) and the AHP process, allows the weighting of scores related to different resilience cat-

Burroughs, S. (2017), "Development of a Tool for Assessing Commercial Building Resilience", *Procedia Engineering. Elsevier B.V.*, Vol. 180, pp. 1034-1043.

Cambridge Institute for Sustainable Leadership (2011), "Investing for Resilience", *Climate Wise*, (accessed 15 October 2017).

Cavka, H. B., Staub-French, S. and Poirier, E. A. (2017), "Developing owner information requirements for BIM-enabled project delivery and asset management", *Automation in Construction*, Vol. 83, pp. 169-183.

Champagne, C. L. and Aktas, C. B. (2016), "Assessing the Resilience of LEED Certified Green Buildings", *Procedia Engineering*, Vol. 145, pp. 380-387.

Davison, N., Gibb, A. G., Austin, S. A. and Goodier, C.I. (2006), "The multispace adaptable building concept and its extension into mass customisation", *Adaptables2006, TU/e, International Conference on Adaptable Building Structures*, Eindhoven, p. 9.

Francis, R. and Bekera, B. (2014), "A metric and frameworks for resilience analysis of engineered and infrastructure systems", *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 121, pp. 90-103.

Hamel, G. and Va likangas, L. (2003), "The quest for resilience", *Harvard Business Review*, Vol. 81, No. 9, pp. 52-63.

Hassler, U. and Kohler, N. (2014) "Resilience in the built environment", *Building Research and Information*, Vol. 42, No. 2, pp. 119-129.

Heidrich, O., Kamara, J., Maltese, S., Re Cecconi, F. and Dejaco, M.C. (2017), "A critical review of the developments in building adaptability", *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, Vol. 35, No. 4, pp. 284-303.

Hung, H. C., Yang, C. Y., Chien, C. Y. and Liu, Y. C. (2016), "Building resilience: Mainstreaming community participation into integrated assessment of resilience to climatic hazards in metropolitan land use management", *Land Use Policy*, Vol. 50, pp. 48-58.

Kang, T. W. and Choi, H. S. (2013), "BIM perspective definition metadata for interworking facility management data", *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 29, No. 4, pp. 958-970.

egories. Since weights are obtained by interviewing a group of experts using the Delphi method, they can change depending on the composition of those experts.

The rating system was applied to an office building in Como province (Italy). The application demonstrated the robustness of the proposed method and approach, despite the development of the case study is still partial. The integration in a digital asset model furthers the exploitation of the methodology within a BIM process. Although the methodology exploits digital tools and BIM process, further refinement and development are required to achieve a higher level of automation. Web-based tools using HTML templates can be used for this.

In conclusion, the proposed rating system addresses the need of metrics to assess building resilience, using digital

tools and techniques. The system can be extended, adding specific parameters and customized, changing the weights, to deal with specific buildings types.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Authors would like to express their deepest gratitude to Giuseppe Rigamonti for his great support.

- Kell, A. and Mordue, S. (2015), "Levels of definition", available at: <https://toolkit.thenbs.com/articles/levels-of-definition> (accessed 21 November 2017).
- Marjaba, G. E. and Chidiac, S. E. (2016) "Sustainability and resiliency metrics for buildings - Critical review", *Building and Environment*, Vol. 101, pp. 116-125.
- McAllister, T. (2013), *Developing Guidelines and Standards for Disaster Resilience of the Built Environment: A Research Needs Assessment*, Gaithersburg, MD.
- NYC Building Resiliency Task Force (2013), "Report to mayor Michael R. Bloomberg & Speaker Christine C. Quin", available at: [https://www.urbangreencouncil.org/sites/default/files/2013\\_brtf\\_summaryreport\\_0.pdf](https://www.urbangreencouncil.org/sites/default/files/2013_brtf_summaryreport_0.pdf) (accessed 22 November 2017).
- Resilient Urban Ecosystem (RUE) Network (2016), "Intelligent data-driven design futures", *International symposium*, Liverpool London Campus, UK.
- Rodriguez Trejo, S., Ahmad, A. M., Hafeez, M. A., Dawood, H., Vukovic, V., Kassem, M., Naji, K. K. and Dawood, N. (2017), "Hierarchy based information requirements for sustainable operations of buildings in Qatar", *Sustainable Cities and Society*, Vol. 32, pp. 435-448.
- Saaty, T. L. (1980), *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*, McGraw-Hill International Book Company.
- Schmidt III, R., Eguchi, T., Austin, S. and Gibb, A. (2010), "What Is the Meaning of Adaptability in the Building Industry?", *16th International Conference on Open and Sustainable Building*, 17-19th May 2010 Bilbao, Spain, ES, pp. 233-242.
- Setunge, S., Chun, L. Q., McEvoy, D., Zhang, K., Mullett, J., Mohseni, H., Mendis, P., Ngo, T., Herath, N., Karunasena, K., Lokuge, W., Wahalathantri, B. and Amaratunga, D. (2015), "Enhancing resilience of critical road infrastructure: bridges, culverts and flood-ways under natural hazards", *Annual project report*, 2015-2016.
- Sharifi, A. and Yamagata, Y. (2014), "Major Principles and Criteria for Development of an Urban Resilience Assessment Index", *International Conference and Utility Exhibition 2014*, pp. 19-21.
- SRC (2014), "Action plan 2014-2018 Stockholm Resilience Centre Stockholm Resilience Centre", available at: [http://www.stockholmresilience.org/download/18.2f7e0423148c33cc98f13fe/1459560228810/Action\\_plan\\_2014-2018\\_Updated.pdf](http://www.stockholmresilience.org/download/18.2f7e0423148c33cc98f13fe/1459560228810/Action_plan_2014-2018_Updated.pdf) (accessed 22 November 2017).
- The Rockefeller Foundation and ARUP (2014), "City Resilience Framework", available at: [http://www.seachangecop.org/files/documents/URF\\_Booklet\\_Final\\_for\\_Bellagio.pdf%5Chttp://www.rockefellerfoundation.org/uploads/files/0bb537c0-d872-467f-9470-b20f57c32488.pdf%5Chttp://resilient-cities.iclei.org/fileadmin/sites/resilient-cities/files/Image](http://www.seachangecop.org/files/documents/URF_Booklet_Final_for_Bellagio.pdf%5Chttp://www.rockefellerfoundation.org/uploads/files/0bb537c0-d872-467f-9470-b20f57c32488.pdf%5Chttp://resilient-cities.iclei.org/fileadmin/sites/resilient-cities/files/Image) (accessed 15 October 2017).
- Wholey, F. (2015), "Building resilience: a Framework for Assessing and Communicating the Costs and Benefits of Resilient Design Strategies", *Perkins + Will research journal*, Vol. 7, No. 1, pp. 7-18.
- Won, J. and Lee, G. (2016), "How to tell if a BIM project is successful: A goal-driven approach", *Automation in Construction*, Vol. 69, pp. 34-43.
- Zhao, S., Liu, X. and Zhuo, Y. (2017), "Hybrid Hidden Markov Models for resilience metrics in a dynamic infrastructure system", *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 164, pp. 84-97.



Un Dialogo tra/A Dialogue between **Laura Daglio** e/and **Piero Pelizzaro** (Milan, February, 22<sup>nd</sup> 2018)

Una prospettiva sistemica, multiscale e multidisciplinare, il governo della dimensione processuale dell'intervento rappresentano alcune chiavi di lettura per definire l'approccio al progetto della resilienza, che risiede non soltanto nella messa in campo di specifiche competenze quanto nello sviluppo di una visione metodologica e strategica nelle pratiche simultaneamente di *problem setting* e *problem solving* che la caratterizzano. Questa ottica di prevenzione, che le sfide ambientali, economiche e sociali della contemporaneità richiedono, ai diversi livelli di governo, di includere nella programmazione e pianificazione, riguarda la prefigurazione di caratteri e requisiti che consentano a un sistema, attraverso la mitigazione dei rischi, di resistere a eventuali future variazioni degli standard qualitativi, di adattarsi e di far fronte alle trasformazioni delle condizioni al contorno, consolidandone la capacità di affrontare alterazioni e cambiamenti in modo proattivo. In questo senso va implementata la definizione di sostenibilità ambientale rafforzandone la connotazione dinamica ed evolutiva a comprendere il concetto di contenimento di consumo di risorse all'interno di un contesto climatico in cambiamento.

Progettare a livello di sistema, inoltre, comporta il ridisegno e la reinterpretazione delle interrelazioni fra i portatori di interesse all'interno della società stessa per condividere la necessità di trasformare i problemi in opportunità attraverso processi partecipativi che non significano solo creazione di consenso, ma anche attribuzione di ruoli chiave nella gestione e progettazione dei processi, nell'invenzione di partnership fra pubblico e privato, ed infine sviluppo e acquisizione di una maggiore consapevolezza per definire soluzioni di compromesso fra l'interesse privato e il bene collettivo.

RESILIENCE: A  
COMBINATION OF  
MULTIDISCIPLINARY  
EXPERTISE AND  
COLLECTIVE  
CONSCIOUSNESS

A systemic, multi-scale and multidisciplinary perspective combined with the management of the redevelopment process are keys that help us define the approach to resilience in planning, which does not merely involve the application of particular skills but rather the development of a methodological and strategic vision in both the problem-setting and problem-solving practices that characterise it. This approach to prevention, which the environmental, economic and social challenges of today demand be addressed at all levels of government planning, involves forecasting the characteristics and requirements that allow a system to resist any future changes to qualitative standards through risk mitigation, to adapt and tackle the changes affecting boundary conditions, consolidating its ability to face change in a proactive way. To this end, a definition of environmental

Piero Pelizzaro, esperto di resilienza e di politiche di adattamento ai cambiamenti climatici, rappresenta un interlocutore ideale per comprendere come questi approcci possono essere messi in pratica nella realtà della programmazione e pianificazione locale.

**Laura Daglio** *Lo scorso dicembre lei è stato nominato, dal Sindaco Sala, Chief Resilience Officer del Comune di Milano, divenendo di fatto il referente per il network internazionale 100 Resilient Cities<sup>1</sup>, con il compito di guidare ed orientare l'azione amministrativa verso la definizione e lo sviluppo di un percorso di resilienza. Sebbene di fatto sia trascorso pochissimo tempo rispetto al suo incarico quali sono i primi passi di una programmazione che richiederà sicuramente lunghi termini di attuazione?*

**Piero Pelizzaro** *Al network internazionale appartengono altre 89 città nel mondo fra cui, in Italia, Roma e Milano. Mentre il Comune di Roma ha nominato un gruppo di lavoro che risiede all'interno della Direzione Generale, qui a Milano abbiamo creato una Direzione di progetto e quindi un vero e proprio dipartimento dell'Amministrazione Pubblica, che in questi primi 90 giorni ha lavorato per strutturarsi dal punto di vista delle competenze, dell'organigramma, del funzionigramma e in genere degli aspetti relativi al personale di una Direzione. In quanto Chief Resilience Officer (CRO) ho avuto la responsabilità di organizzare il metodo di lavoro e di definire le priorità, un compito apparentemente semplice, ma che, avendo un ruolo trasversale e multisettoriale, richiede di individuare quegli spazi e quelle aree dove poter intervenire.*

*Nel mentre, abbiamo comunque dato inizio a delle attività, contribuendo a quel processo di revisione e integrazione del Piano di Governo del Territorio, perché crediamo che attraverso*

sustainability should be implemented, strengthening its dynamic and evolutionary ability to include the concept of limiting resource consumption within a changing climate.

Planning changes to a system also involves the review and reinterpretation of the relationships between stakeholders within society, so as to ensure that they understand the need to turn problems into opportunities through participatory processes. This doesn't merely mean creating consensus; it also means attributing key roles in the management and planning of processes, creating public-private partnerships and, last but not least, developing and gaining a greater awareness in order to propose compromises that will satisfy both private interests and the collective good.

Piero Pelizzaro, expert in resilience and policies for climate change adap-

tation, represents a privileged speaker to understand how to enact these approaches in plans and programmes at the local level.

**Laura Daglio** *Last December, Mayor Giuseppe Sala appointed you Chief Resilience Officer for Milan city council, making you the spokesman for the 100 Resilient Cities<sup>1</sup> international network, responsible for guiding the council in drafting and developing a resilience programme. Although it has only been a short time since you were appointed, what will be the first steps in what will undoubtedly prove a long-term programme?*

**Piero Pelizzaro** *In all, 89 other cities belong to the international network, and in Italy these include Rome and Milan. While Rome's city council has set up a working group that is based in the Direzione Generale administra-*

gli strumenti urbanistici, i piani e le strategie messe in campo dall'Amministrazione si possa lavorare al meglio sulla resilienza. Abbiamo inoltre iniziato la programmazione di un Piano per la forestazione urbana che comporta un aumento non solo degli alberi, ma di tutte le aree verdi della città e ad apprestare i prossimi passi verso la definizione di un Piano Clima. L'Amministrazione, infatti, presenterà a breve in Giunta e in Consiglio Comunale il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES)<sup>2</sup>, che include anche gli aspetti di mitigazione; attraverso il lavoro che faremo in Direzione integreremo queste strategie con il Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici<sup>3</sup> per raggiungere una visione più olistica del clima a livello urbano. Questo è il quadro dei primi passi da fare, senza dimenticarci che comunque la nostra Direzione e il nostro lavoro è co-finanziato da *100 Resilience Cities*, (*Cento città Resilienti*) un'entità giuridica indipendente e autonoma rispetto alla Rockefeller Foundation, che è uno dei *donors*. Il mio incarico e quello di un'altra posizione di prossima selezione sono finanziati da *100 Resilience Cities*, e fra gli obblighi che questo comporta vi è anche la redazione del documento *Preliminary Resilience Assessment*<sup>4</sup>, che dovrà essere consegnato entro maggio. Questo lavoro prevede un'analisi di quelli che sono i primi *shocks* e *stresses* della città, ma questi sono i primi 90 giorni – che non è poco – e mi sembra un buon lavoro.

**L. D.** *Quindi, sostanzialmente, ogni nodo di questa rete – Lei prima parlava di Roma, Milano e le differenze – si può organizzare diversamente in relazione a quelle che sono le caratteristiche anche locali?*

**P. P.** La *Rockefeller Foundation* chiede alle *Resilience Cities* che la posizione del CRO abbia delle responsabilità, che non sia un

tive office, here in Milan we have created a project management office and, therefore, our own department within the local authority. This department has spent the past 90 days organising its skills, functions and structure and, generally speaking, all aspects to do with the department's staff. As Chief Resilience Officer (CRO), I have been tasked with organising our working methods and identifying priorities, a job that may seem simple at first glance but, due to the way it works across the board and in many different fields, involves identifying the locations and areas where we can intervene.

In the meantime, we have launched a number of initiatives, contributing to the process of reviewing and integrating the territorial management plan, because we believe that, by using the town planning measures, plans and strategies put in place by the local au-

thority, we can do a great deal to improve resilience. We have also begun working on an urban forestation plan that will not only increase the number of trees, but will also increase the number of parks and gardens in the city, and we are preparing the next step towards defining a climate plan. Indeed, the council will soon be presenting its PAES action plan for sustainable energy<sup>2</sup>, which also addresses mitigation; the work we will do in the department will integrate these strategies with the Climate Change Adaptation Plan<sup>3</sup> in order to achieve a wider vision of the climate at an urban level. This an overview of the first things we need to do, but we mustn't forget that our department and our work is co-funded by 100 Resilient Cities, an autonomous entity that is independent of the Rockefeller Foundation, one of the programme's donors. My job – and that of a post that

semplificata *project manager* e che sia il più possibile vicino al Sindaco. In questo senso il CRO di Roma è il Direttore Generale, che quindi, oltre alle sue cariche e ai suoi compiti, ha anche quello di CRO con uno staff per questa attività, ciò significa un più difficile coinvolgimento nell'attività quotidiana per chi ha le responsabilità della macchina organizzativa complessiva. La nostra Amministrazione ha scelto, invece, di istituire un nuovo Direttore, una figura apicale dell'Amministrazione che dipende però dalla Direzione Generale; in questo caso il mio diretto superiore è Arabella Caporello, il City Manager di Milano. In altre città è lo stesso Assessore all'urbanistica o all'ambiente che è nominalmente il CRO, quindi dal punto di vista della comunicazione e di rappresentanza politica il tema della resilienza dà maggiore visibilità, ma è chiaro che sull'operatività ne perde. La scelta di Milano è stata verso una maggiore operatività, io collaboro sia con il City Manager come referente con un ruolo trasversale sia con l'Assessorato all'Urbanistica, e l'Assessore Pierfrancesco Maran, che offre un supporto importante al nostro lavoro. L'obiettivo di una forte rappresentatività e operatività viene interpretato singolarmente da ogni città. Milano interpreta la rappresentatività come ruolo guida per altre città italiane nell'indicare possibili competenze e profili per creare altri 4/5 mila posti di lavoro, e dare professionalità a molte figure anche di neo-laureati che si occupano di resilienza anche poiché il mercato non è ancora in grado di comprenderle.

Molti ragazzi nelle Università dove ho insegnato<sup>5</sup> mi contattano per chiedermi come fare questo lavoro. Da 10 anni lavoro in questo campo con l'obiettivo di creare le condizioni affinché la resilienza diventi il meccanismo che entra a far parte del nostro quotidiano. Ieri ero a Vicenza in Università, con un'associazione

will soon be created – is funded by 100 Resilient Cities, and one of the obligations that this involves is the drafting of a Preliminary Resilience Assessment<sup>4</sup>, which must be handed in by May. That assessment will include an analysis of the city's main shocks and stresses, but these have been the first 90 days – a fair amount of time – and I think we are doing well.

**L. D.** *So, basically, each part of this network – you mentioned Rome, Milan and the differences between them – can be organised differently, depending on factors such as local characteristics?*

**P. P.** The Rockefeller Foundation has asked that the position of CRO in Resilient Cities involve responsibilities, that the person holding the post be more than a mere project manager and that he or she be as close to the mayor as possible. With this in mind,

Rome's CRO is the director general, and therefore above and beyond his or her responsibilities and tasks, he or she must also act as a CRO with a specially appointed team, which makes it harder for the person responsible for the overall organisational machine to be involved in day-to-day matters. In contrast, our administration has chosen to create a new director, a senior figure in the administration who nevertheless reports to the Direzione Generale administrative office; in this case, my immediate superior is Arabella Caporello, Milan's City Manager. In other cities, the councillor for town planning or the environment is the token CRO, therefore from the point of view of communication and political representation, the issue of resilience has greater profile, but clearly suffers a loss of operational effectiveness. Milan has chosen greater operational effec-

industriale e ho apprezzato come molte delle industrie e delle piccole-medie imprese in realtà stiano lavorando sulla resilienza dei processi e dell'organizzazione con consapevolezza, perché sanno che ormai il caos non è più un problema, ma è un'opportunità da gestire. In quest'Amministrazione che, oltre a me, si è dotata di un City Manager, di un Direttore di Marketing territoriale e anche di un Direttore delle Periferie, quindi introdurre nuove figure denota un volontà di innovazione rispetto alla funzione e all'assetto della stessa macchina organizzativa.

**L. D.** *Rispetto al tema della formazione quale profilo dovrebbe avere chi opera in quest'ambito un po' trasversale e multidisciplinare?*

**P. P.** Faccio una battuta: quando mi chiedevano che lavoro facessi prima, quando mi occupavo di *Smart Cities*, dicevo che dovevo far parlare gli ingegneri con i geometri e gli urbanisti, adesso dico che devo far parlare gli urbanisti con il resto del mondo. Non c'è una figura specifica sebbene sia chiaro che questi temi stanno più nell'ambito dell'ingegneria o dell'urbanistica, la mia formazione invece è in economia, nelle scienze informatiche, e poi in gestione delle *utilities*. Si richiede una capacità di gestire i sistemi complessi che si può sviluppare anche non a partire da una competenza specifica. Nel mondo accademico c'è la tendenza a ragionare in modo settoriale, ma dove si costruiscano corsi di laurea trasversali a diverse Facoltà, avere un urbanista o un architetto che insegna a ingegneria, lavorare tra ingegneria e architettura rappresenta forse l'approccio più idoneo a questo tipo di lavoro. Negli anni passati sono stati creati molti 'silos': la sostenibilità, le *Smart Cities*, che pure richiedevano un approccio trasversale, hanno invece generato ambiti di lavoro distinti, ognuno si è creato il proprio orticello. Una resilienza settorializzata sarebbe

tiveness; I work with the City Manager as a contact in a role that deals with both the town planning office and councillor Pierfrancesco Maran, who provides our work with enormous support. Every city interprets the role of representational and operational effectiveness in a different way. Milan has interpreted representational effectiveness as a role that can guide other Italian cities, indicating the skills and profiles for creating a further 4-5,000 jobs, and offering a professional opportunity to many people, including graduates, who specialise in resilience, also because the market has not yet fully understood these new professions.

Many of the university students I have taught<sup>6</sup> ask me how to do this job. I have been working in this field for 10 years now in the hope of creating the right conditions so that resilience can

become a mechanism that is part of our daily lives. I was at Vicenza university yesterday with an industrial association and I was pleased to see how many industries and SMEs are actually working on the resilience of their processes and organisation in an informed way, because they know that the chaos of today is not a problem, but rather an opportunity that needs managing. In this administration that includes, apart from myself, a City Manager, a territorial marketing director and a director for suburbs, the decision to introduce new posts indicates the council's desire to review the functions and structure of its own organisational machine.

**L. D.** *As regards the issue of training, what kind of skills should a person working in this field possess, given that it is quite multidisciplinary and touches on many different aspects?*

una contraddizione fine a se stessa. Parimenti nelle professioni: resilienza vuol dire che ingegneri e urbanisti, senza dimenticare il geometra, che fa ancora parte della nostra cultura italiana, devono dialogare con un antropologo e un sociologo. Le sfide urbane che dobbiamo fronteggiare richiedono un'azione congiunta altrimenti si rischia di tralasciare alcune istanze. Come nel caso di Calatrava che ha costruito un ponte dimenticandosi dei passaggi pedonali o a Venezia dimenticandosi dei disabili.

**L. D.** *In un recentissimo numero monografico di Architectural Design<sup>6</sup> sulla resilienza, il counterpoint finale di Craig Robertson, Head of Sustainability nello studio londinese Allford Hall Monaghan Morris (AHMM) richiama a un approccio ancora più radicale rispetto a quello con cui in Europa si sta affrontando il problema della resilienza legato ad un concetto di sostenibilità che va superato. È ancora oggi un problema di disseminazione e divulgazione dell'informazione, di capacity building forse e di coinvolgimento della società che sappia comprendere e condividere questo cambio di paradigma?*

**P. P.** No, io non credo si un problema di divulgazione e disseminazione. Negli ultimi 20 anni sono stati spesi milioni di euro da parte della Commissione Europea, del Ministero dell'Ambiente, dei Governi Regionali, in comunicazione e divulgazione, ma credo che il problema sia il messaggio che abbiamo fatto passare. Spesso un messaggio tecnocratico, eccessivamente scientifico, che ha anche rincorso più i negazionisti che la verità, nel tentativo di dover smentire qualcun'altro, cercando sempre il nemico anziché avere una visione. Credo che in realtà il messaggio debba essere quello contenuto nell'enciclica<sup>7</sup> di Papa Francesco che richiama alla coscienza individuale, alla responsabilizzazione

**P. P.** Forgive the witticism, but when they used to ask me what my job was, when I worked on Smart Cities, I would say that my job was to make engineers talk to surveyors and town planners. Now I tell them that I have to get town planners to talk to the rest of the world. There isn't a specific kind of expertise, though it's clear that all these topics sit more comfortably in the fields of engineering or town planning, whilst my training was in economics and computer sciences, and later in utility management. What is required is the ability to manage complex systems that can be developed without having specific experience. In academia, we have a tendency to compartmentalise, but in those places where degree courses are created that involve several faculties, perhaps the best approach to this kind of work is to have a town planner or architect teach engineering, com-

binning engineering and architecture. In the past, many separate 'containers' were created; topics such as sustainability and smart cities require a multidisciplinary approach, and instead they generated separate spheres of work, each one tended his own garden. Compartmentalised resilience is a contradiction in terms, resilience for resilience's sake. The same can be said for professions: resilience means that both engineers and town planners – not forgetting surveyors who are still part of our Italian culture – have to talk to anthropologists and sociologists. The urban challenges we have to tackle require a combined effort, otherwise we may end up ignoring particular needs, as Calatrava did when he built a bridge that didn't cater to pedestrians or Venice where they forgot to consider those with disabilities.

rispetto alle generazioni future. Abbiamo lavoro molto in termini di comunicazione sul tema della modifica del dramma. Negli ultimi 10 anni di crisi economiche, finanziarie e sociali parlare di cambiamento climatico è stato quasi un aggiungere ansia a molte ansie. E, invece, occorre cercare di agire molto di più sulla sensibilizzazione rispetto alla propria quotidianità, ai propri beni, al proprio benessere; ad esempio sul fatto che muoversi a piedi o con i mezzi pubblici è 'trendy', non è per chi non ha risorse, anzi migliora la qualità della vita, il valore dei propri immobili perché la città è più pulita, più sana.

Al tempo stesso, credo che sia una responsabilità delle generazioni passate che hanno fatto tantissimo ma il cambiamento climatico ha preso un certo percorso. Continuando a concentrarsi sulle riduzioni delle emissioni non ci si è resi conto che il cambiamento climatico stava già verificandosi al di là delle azioni intraprese. Sono stati infatti sviluppati per l'architettura degli standard di efficienza energetica che non consideravano che il clima stava già cambiando. Abbiamo quindi isolato le nostre costruzioni per ridurre i consumi, ma in estate quando le temperature sono molto più elevate, aumentano i consumi per l'aria condizionata, perché il nostro edificio è talmente isolato che ci siamo dimenticati della ventilazione naturale. E' come se avessimo puntato sulla tecnologia e sull'innovazione dei materiali e ci fossimo dimenticati delle misure spontanee tradizionali, come ad esempio nell'architettura araba.

**L. D.** *Quindi troppo spesso ci si affida all'innovazione tecnologica tout court come se fosse una panacea rispetto a qualsiasi tipo di problema?*

**P. P.** Sì, esatto. Faccio anche un altro esempio: quando ho iniziato 10 anni fa a lavorare sul Piano di Resilienza, nessuno sapeva

cosa fosse. Anche noi lavorammo sull'efficienza energetica, sul riadattamento in un contesto dove emergeva il mercato delle *Smart Cities*, che è tecnologicamente molto spinto. Se tutto ciò che è *smartness* dal punto di vista tecnologico non ha anche una capacità di protezione dai rischi, quindi una mente che individua dove sono gli *shocks* e *stresses* e i rischi territoriali, quella soluzione tecnologica diventa inevitabilmente poco utile. Come quando si decide per la collocazione di server e trasformatori dati destinati a soluzioni *Smart* in luoghi o locali senza considerare che possono essere soggetti ad allagamenti o ad ondate di calore.

Al tempo stesso ci si chiede com'è possibile che le *Smart Cities* non prendano piede in Italia a fronte di un problema reale di vita e di budget. Abbiamo una popolazione anziana che ha una fetta importante di reddito che occorre educare alla tecnologia ed educare vuol dire introdurre. Facciamo un esempio, l'Assessore Tajani, a fronte della questione fiscale di *AirB&B* ha tentato un dialogo, negoziando la tassa di soggiorno e cercando di comprendere quale potesse essere il ruolo sociale dell'azienda, con cui sono stati poi lanciati corsi di educazione digitale per gli over 65. Questo tipo di operazione dove delle piattaforme tecnologiche possono supportare la diffusione del principio di condivisione, può essere il veicolo che ci aiuta a superare e a rendere la nostra comunità più intelligente e consapevole nell'utilizzo della tecnologia. Io credo che questo sia un processo di resilienza che dobbiamo mettere in campo: comprendere come la comunità consapevole anche dei rischi a cui va incontro, sia capace di rispondere in maniera intelligente non necessariamente tecnologicamente o economicamente.

**L. D.** *In a recent issue of Architectural Design<sup>6</sup> that entirely focused on resilience, the final Counterpoint article by Craig Robertson, Head of Sustainability at the London-based firm of Allford Hall Monaghan Morris (AHMM), calls for a more radical approach than that which has been adopted in Europe when tackling the problem of resilience linked to a concept of sustainability that we need to move beyond. Is it still a problem to do with how information is communicated, perhaps of capacity building and involving society so that it may understand and agree to this paradigm shift?*

**P. P.** No, I don't think it's a problem to do with how information is communicated. Over the past 20 years, the European Commission, the Ministry of the Environment and regional governments have spent millions of euros on information and communication. I think the problem has to do with our

message, which has often been excessively scientific and technocratic and has concentrated more on addressing deniers than the truth, in an attempt to prove someone else wrong, always looking out for the enemy instead of having a vision. The truth is that the message needs to be similar to what we find in Pope Francis's encyclical<sup>7</sup>, which appeals to our individual consciences, and asks us to be responsible for future generations. We have made a lot of headway in terms of communicating the changes to the collective drama we are facing. Over the past ten years of economic, financial and social crises, any talk of climate change has almost been like rubbing salt into the wound. Instead, what we need to do is work more on raising awareness in our daily lives, concerning our goods and our own well-being; for example, on the fact that going on foot or using public

transport is trendy, it's not for people who lack the resources, on the contrary: it improves our quality of life and the value of people's homes because the city is cleaner and healthier for it.

At the same time, I think past generations are responsible for the way climate change has gone, despite having done a great deal. By continuing to concentrate on reducing emissions, they didn't realise that climate change was already happening despite their efforts. Energy efficiency standards for buildings were adopted that didn't take into account the fact that the climate was already changing. So we insulated our buildings in order to reduce consumption, but in summer when the temperatures are much higher, consumption has increased with the use of air conditioning systems because our buildings are so well insulated that we forgot to build in natural ventilation systems. It is as if we

focused on technology and innovative materials and we forgot natural, traditional measures, such as the features you find in Arabic architecture.

**L. D.** *So all too often we concentrate on innovative technology alone as if it were the panacea for all our problems?*

**P. P.** Exactly. Take another example. When I started working on the Resilience Plan ten years ago, no one knew what it was. We also worked on energy efficiency, on adaptation in a context where the smart city market stood out thanks to the fact that it is so technologically advanced. However, if everything technologically smart doesn't also have the ability to protect us from risk, i.e. the ability to identify where the shocks, stresses and territorial risks lie, that technological solution inevitably becomes fairly useless, like when someone decides to place data servers

01 | Piero Pelizzaro (al centro) introduce il workshop "Next us. Being resilience to become carbon neutral cities", a cura della Direzione Generale del Progetto Città Resilienti di Milano, nell'ambito del "Festival dell'Energia 2018", che visto la partecipazione dei Chief Resilient Officer di Parigi, L'Aja, alcuni platform partner di I00RC e importanti partner locali quali ENEL Foundation, A2A, MM, ATM, CAP Holding. L'evento, tenutosi presso la Triennale di Milano l'8 giugno 2018, rappresenta uno degli ulteriori sviluppi per la definizione anche attraverso processi partecipativi della strategia di resilienza della città di Milano.

*Piero Pelizzaro (centre) introduces the workshop "Next us. Being resilience to become carbon neutral cities", curated by Direzione Generale del Progetto Città Resilienti di Milano, within the Festival dell'Energia 2018. The workshop involved the Chief Resilient Officers of Paris and The Hague, 100 RC platform partners and other local partners (ENEL Foundation, A2A, MM, ATM, CAP Holding). The event held at Triennale di Milano on June 8th 2018, represents one of the further developments towards the definition, also through participated initiatives, of the resilience strategy for the city of Milan.*



and transformers for smart solutions in places or rooms without taking into consideration the fact that they could be exposed to flooding or heat waves. At the same time, we have to ask ourselves how it is that smart cities have not taken off in Italy given the real problems affecting people's lives and budgets. We have an elderly population with a significant proportion of income that needs to be taught about technology, and teaching means introducing. For example, when faced with the AirB&B tax issue, councillor Tajani tried discussing the matter, negotiating a tourist tax and making efforts to understand what the company's social role could be, which then led to jointly-run computer courses for the over-65s. This type of approach, where technological platforms can help communicate the principle of collaboration, can be the right vehicle for getting past these

problems and making our communities more intelligent and informed about the use of technology. I think that this is a process of resilience that we need to put into action: understanding how a community that is aware of the risks it is facing can respond intelligently, and not necessarily monetarily or technologically.

**L. D.** *In your book<sup>8</sup> you often state the importance of preserving memory. How can you reconcile the controversial relationship between conservation and sustainability when extended to the concept of resilience?*

**P. P.** Let's take an example: the landscape of the Cinque Terre was shaped into terraces a long time ago, when a great deal of attention was paid to the way rainwater drained off towards the sea. The flooding in Monterosso [October 2011] was caused, among other

things, by recent work that covered rivers and streams in order to build car parks for buses and tourists' cars. We need to regain the knowledge that our ancestors possessed. They knew that whilst water is an asset, it can also be worse than fire. At the same time, conservation means rediscovering natural devices and systems for climate adaptation. They are natural improvements that help encourage a kind of natural mediation without using technologies. So the term 'conservation' isn't perhaps the most appropriate, it is more like the rediscovery of practices that are now no longer part of our traditional habits in order to turn them into part of our future. Another example could be the growing of Sardinian and Sicilian bananas in the 1970s, which the market then decided were no longer appropriate for consumption. Today we are seeing the revival of an agricultural prac-

tice that had been completely abandoned. Last summer, the first harvest of local Sicilian bananas was certified and this has led to a significant change. So that is how I see the relationship between conservation and sustainability. A technological innovation isn't always necessary; instead what we need is the salvaging and preserving of our memory of the past. At the same time, the concept of sustainability includes memory and innovation as two aspects that can change the future and our urban environments. For example, I am referring to the Manifattura 4.0 project<sup>9</sup>, set up by Annibale D'Elia<sup>10</sup>: manufacturing that looks to the digital world but also aims to bring traditional craftsmanship back to the city.

**L. D.** *Do the themes of participation, of safeguarding the common good, of emerging bottom-up processes perhaps*



**L. D.** Più volte nel suo libro<sup>8</sup> evoca l'importanza della preservazione della memoria. Come si coniuga il controverso binomio fra conservazione e sostenibilità se esteso al concetto di resilienza?

**P. P.** Facciamo un esempio: il paesaggio delle Cinque Terre è stato anticamente modellato a terrazzamenti prestando attenzione al percorso delle acque verso il mare. L'alluvione di Monterosso [ottobre 2011] è stata anche causata dagli interventi recenti di tombamento per la realizzazione di parcheggi per gli autobus e le auto dei turisti. Occorre recuperare la memoria dei nostri avi che sapevano che l'acqua è un bene, però può essere peggio del fuoco. Al tempo stesso la conservazione vuol dire anche il recupero di dispositivi e sistemi spontanei di adattamento al contesto climatico. Sono interventi naturali che servono a favorire un tipo di mediazione naturale senza lavorare con le tecnologie. Allora non è conservazione il termine più appropriato, forse è il recupero di pratiche oggi fuori dai nostri costumi tradizionali per trasformarle in parte del futuro. Un altro esempio potrebbe essere la produzione di banane sarde o siciliane negli anni 70 del secolo scorso, ma che poi il mercato ha deciso non essere più appropriate per il consumo. Oggi si assiste al recupero di una pratica agricola che era stata completamente abbandonata. La scorsa estate è stata certificata la prima produzione di banane locali siciliane e questo stimola un cambiamento importante. Quindi in questo senso intendo la relazione fra conservazione e sostenibilità: non sempre è necessaria una spinta all'innovazione tecnologica, ma un recupero e conservazione della nostra memoria. Al tempo stesso il concetto di sostenibilità contiene memoria e innovazione come due aspetti di trasformazione del futuro o degli ambiti urbani. Mi riferisco, ad esempio, al progetto Manifattura 4.0<sup>9</sup>, promosso dal Direttore D'Elia<sup>10</sup>: è una manifattura che guarda

sia al digitale ma che mira a riportare in città anche una manifattura tradizionale.

**L. D.** Il tema della partecipazione, della salvaguardia del bene comune, gli emergenti processi bottom up richiedono forse un ripensamento e innovazione nella commistione fra pubblico e privato circa la gestione dei processi?

**P. P.** In un momento storico come questo, dove le risorse pubbliche sono vincolate a degli equilibri di bilancio e dove è ridotta la capacità di esporsi finanziariamente, occorre un rapporto molto più forte tra pubblico e privato, non solo da un punto di vista dell'investimento, ma anche della progettazione. Privato non necessariamente vuol dire banca, impresa, ma anche privato cittadino, associazione con cui costruire un percorso di progettazione condivisa o di co-progettazione dello spazio pubblico e dello sviluppo che tenga in considerazione non solo i bisogni ma anche i desideri della cittadinanza. Questo rapporto genera poi anche una naturale condivisione della volontà di investimento da parte del privato insieme al pubblico nella costruzione o nella rigenerazione degli spazi urbani. In questo senso, parte del lavoro che stiamo portando avanti riguarda il come sostenere uno dei grandi bisogni di questa città, che banalmente parte dalle caldaie. A Milano ci sono ancora 3500 caldaie a gasolio negli edifici privati, e circa 40 in comune, di cui è programmata la sostituzione entro il 2020. Il problema dell'inquinamento atmosferico passa anche da queste piccole misure di sostituzione. Esistono gli incentivi nazionali del Conto Termico, dopo quello dell'anno scorso uscirà un nuovo bando comunale per incentivare queste operazioni, ma occorre che i privati, i singoli si responsabilizzino e provvedano al proprio come al bene comune. La resilienza in-

*require a rethink and review of the way the public and private sectors work together to manage processes?*

**P. P.** At a time like this, when public resources are limited to balancing the budget and when there is less room for taking financial risks, we need a much stronger relationship between the public and private sectors, not only from the point of view of investment but also in terms of design and planning. Private doesn't necessarily mean banks or companies, it could be a private citizen or an association with whom we can build a mutual planning process or co-plan public spaces and development that not only take into account the needs of residents but their desires as well. This relationship then leads to a natural willingness to work together on investment plans where the private and public sectors cooperate in

order to build or regenerate urban spaces. As regards this aspect, part of the work we are doing concerns how we support one of this city's most urgent needs, which simply starts with its boilers. There are still 3,500 diesel boilers in Milan's private buildings and around 40 in the council that should be replaced by 2020. The problem of air pollution can be addressed by even such small-scale replacement programmes. There are the Conto Termico national energy efficiency incentives: after last year's edition, a new council tender process will be launched to encourage these processes, but we need private individuals to become more responsible and take care of their own and the common good. Resilience is based, first and foremost, on responsibility, both as individuals and as a community.

#### NOTES

1. Set up by the Rockefeller Foundation in 2013, 100 Resilient Cities is an international network that aims to help the cities of the world become more resilient when faced with the increasing number of challenges posed by the physical, social and economic environment of the 21st century. '100RC supports the adoption and incorporation of a view of resilience that includes not just the shocks — earthquakes, fires, floods, etc. — but also the stresses that weaken the fabric of a city on a day to day or cyclical basis. Examples of these stresses include high unemployment; an overtaxed or inefficient public transportation system; endemic violence; or chronic food and water shortages.' (<http://www.100resilientcities.org>).

2. The process of drafting the PAES action plan for sustainable energy and its strategic environmental assessment by

Milan city council began with council decision DGC no.135 of 31/01/2014. The PAES is the planning document regarding policies for reducing greenhouse gas emissions by at least 20% by 2020, compared to 2005 levels, a document that the city council promised to draft as part of the European Commission's Covenant of Mayors initiative.

3. In April 2013, the European Union formally adopted a strategy of adaptation to climate change where the EU's principles, guidelines and objectives regarding the matter were listed, in the hope of promoting coordinated national visions that would be consistent with national plans for managing natural and man-made risks. Every member state must approve a national adaptation strategy (NAS) and a national adaptation plan (NAP), so as to identify the priorities, actions and resources required to tackle the phenomena that

siste sulla responsabilità come prima cosa, come singoli e come collettività.

## NOTE

1. Creata dalla Rockefeller Foundation nel 2013 100 Resilient Cities è una rete internazionale che ha l'obiettivo di fornire un aiuto alle città nel mondo nel divenire più resilienti a fronte delle crescenti sfide dell'ambiente fisico sociale ed economico del XXI secolo. "100RC, infatti, le supporta nell'adozione e nell'integrazione di una visione della resilienza che include non solo gli eventi disastrosi (*shocks*), come terremoti, incendi, inondazioni, ecc. ma anche le criticità e le pressioni (*stresses*), che indeboliscono il tessuto sociale ed economico di una città quotidianamente o ciclicamente, come ad esempio un elevato tasso di disoccupazione, un trasporto pubblico inefficiente, violenza endemica, o scarsità di acqua e cibo" (<http://www.100resilientcities.org>).

2. L'avvio del procedimento di elaborazione del Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) e della relativa valutazione ambientale strategica (VAS) del Comune di Milano è avvenuto con D. G. C. n. 135 del 31/01/2014. Il PAES costituisce il documento di pianificazione e programmazione delle politiche per la riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 20% al 2020, rispetto all'anno di riferimento 2005, che l'Amministrazione Comunale si è impegnata a predisporre nell'ambito dell'iniziativa della Commissione Europea denominata Covenant of Mayor (Patto dei Sindaci).

3. Nell'aprile 2013, l'Unione Europea ha formalmente adottato la Strategia di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, nella quale sono stati definiti principi, linee-guida e obiettivi della politica comunitaria in materia, con l'obiettivo di promuovere visioni nazionali coordinate e coerenti con i piani nazionali per la gestione dei rischi naturali e antropici. Ogni Stato membro deve approvare una Strategia Nazionale di adattamento al clima (SNACC) e un Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC), con il compito di definire le priorità, le azioni e le risorse per far fronte a fenomeni che determinano danni sempre più rilevanti nel territorio. Pre-

are increasingly damaging the territory. Presented for public consultation in August 2017, the Italian NAP has the general aim of providing a measure that can support national, regional and local institutions so that they may identify the most effective actions in each different climate area depending on the problems that typify each most, and so that they may include adaptation criteria to existing procedures and measures.

4. This is research work that, by involving stakeholders and communities at all levels, aims to highlight problems, the main assets and their vulnerability to shocks and stresses, not just from an environmental point of view but also in terms of the socio-economic aspect, outlining possible strategies and actions for implementing resilience at a local scale through participatory processes.

5. Erasmus University Rotterdam, IUAV, the University of Turin, the University of Bologna, Turin Polytechnic, Milan Polytechnic, the University of Pavia, the University of Trento and the University of Sarajevo [ed.].

6. Nastasi, J., May, E. and Snell C. (Guest-edited by), *SU+RE: Sustainable + Resilient Design Systems*, *Architectural Design* no. 251, January/February.

7. *Laudato Si'*, 24 May 2015.

8. Mezzi, P. and Pelizzaro, P. (2016), *La Città Resiliente: Strategie e azioni di resilienza urbana in Italia e nel mondo*, Altreconomia, Milan.

9. This programme aims to create an ecosystem in the area that will encourage the creation, growth and development of companies and startups in the field of digital manufacturing and 4.0 craftsmanship. It is a fourth industrial revolution featuring the planning and consumption of neighbourhoods with

low environmental impact and increasingly custom-made products, thanks to the use of new technologies that come together and thus expand skills and craftsmanship.

10. Annibale D'Elia is Milan city council's Director of Economic Innovation and Support to Enterprises.

11. Presented for public consultation in August 2017, the Italian NAP has the general aim of providing a measure that can support national, regional and local institutions so that they may identify the most effective actions in each different climate area depending on the problems that typify each most, and so that they may include adaptation criteria to existing procedures and measures.

12. This is research work that, by involving stakeholders and communities at all levels, aims to highlight problems, the main assets and their vulnerability to shocks and stresses, not just from an environmental point of view but also in terms of the socio-economic aspect, outlining possible strategies and actions for implementing resilience at a local scale through participatory processes.

13. *Laudato si'*, 24 maggio 2015.

14. Mezzi, P. e Pelizzaro, P. (2016), *La città resiliente. Strategie e azioni di resilienza urbana in Italia e nel mondo*, Altreconomia, Milano.

15. Il programma si pone l'obiettivo di creare sul territorio un ecosistema favorevole all'insediamento, alla crescita e allo sviluppo di imprese e start-up attive nel campo della manifattura digitale e del nuovo artigianato 4.0. Una quarta rivoluzione industriale caratterizzata da una progettazione e consumo di vicinato con un basso impatto ambientale e una produzione sempre più custom-made, grazie all'impiego di nuove tecnologie, che si uniscono e così amplificano la competenza e maestria artigianale.

16. Annibale D'Elia è Direttore della Direzione di Progetto Innovazione Economica e Sostegno all'impresa del Comune di Milano.

a cura di/edited by Francesca Giglio

La Rubrica *Recensioni* si sviluppa e si alimenta del dibattito culturale e scientifico intorno al Tema affrontato nella rivista. I testi individuati, sono il risultato di un'ampia ricognizione e successivamente di una selezione che si basa su un approccio ripetibile e riconoscibile, anche nei successivi numeri. Alla base, l'individuazione di tre tipologie di libri che diventano il criterio attraverso cui orientarsi: quelli inerenti il Tema affrontato in ambito disciplinare; quelli riconducibili a problematiche di settore ma a carattere più generale; quelli di attualità/analisi critica, anche non disciplinari. La recensione dei testi è svolta da soci SiT&A, affinché possano fornire contributi innovativi attraverso la loro esegesi. Un metodo di lavoro, quindi, che trova la sua prima applicazione nel fil rouge del concetto di Resilienza, insieme a tutte le declinazioni nei settori in cui è stata affrontata, interpretata e rinnovata.

Dal latino *resalio*, iterativo di *salio*, ovvero saltare, il termine è utilizzato dagli antichi in riferimento all'arte di risalire su una barca rovesciata alla ricerca della salvezza, quale metafora per indicare la capacità di resistere nelle situazioni di difficoltà. Un concetto che nel tempo, dalla sua specificità di caratteristica fisica di un materiale, si è allargato quale aspetto sociale, economico e ambientale di un territorio, ma anche quale comportamento adattivo e reattivo di un manufatto. Dalla micro alla macroscale, da un'indagine condotta dall'AIA (American Institute of Architecture) la Resilienza rappresenta il primo requisito tra i cinque principali che caratterizzeranno le abitazioni del futuro (resilienza, materiali green, domotica, risposte alle esigenze degli anziani, efficienza energetica). Un ambito, quindi, che investe in maniera particolare la disciplina della Tecnologia dell'Architettura, la quale negli ultimi anni sta affrontando lo sviluppo del concetto di Resilienza in

ambiti di propria competenza (dalle situazioni emergenziali dei flussi migratori, alle smart city, agli involucri adattivi e reattivi, ai materiali innovativi, alla economia circolare).

La Rubrica vuole raccontare il dibattito in corso attraverso due testi a carattere disciplinare ed uno più generale, di analisi critica: il primo "Architettura città e territorio verso la green economy", curato da Antonini E., Tucci F., edito nel 2017 da Edizioni Ambiente (Milano), affronta il tema della Green Economy, con una chiave di lettura innovativa rispetto all'argomento, proponendo la costruzione di un vero e proprio Manifesto della Green Economy per l'Architettura e l'Urbanistica. Il volume raccoglie i contributi di esperti con una corposa articolazione costruita sui sette assi strategici proposti per sviluppare la visione d'indirizzo del Manifesto "la Città Futura". In tal senso, Teresa Villani, Ricercatore presso Sapienza Università di Roma, descrive criticamente nella sua recensione, il rigore metodologico e i passaggi logici che hanno portato alla strutturazione del Manifesto. Ciò avviene delineando i driver che guidano la Green Economy, tra cui, per citarne alcuni: la resilienza, l'efficienza energetica, il Life cycle Thinking, la rigenerazione, l'adattività, facendo una disanima attenta sugli elementi fondanti il Manifesto e sugli obiettivi che lo stesso si pone in termini di promozione di conoscenza, ricerca, innovazione, per orientare verso traiettorie di sviluppo sostenibile della città.

Il secondo testo "The technological design of resilience landscape" di Angelucci F., Braz Afonso R., Di Sivo M., Ladiana D., edito nel 2015 da FrancoAngeli (Milano), propone una riflessione sul processo di recupero del paesaggio e sul riassetto resiliente degli insediamenti rurali e urbani. La progettazione tecnologica è proposta come modalità operativa per affrontare la complessità

## REVIEWS

The Rubric *Reviews* develops and feeds on the cultural and scientific debate around the Theme dealt in journal. The three identified texts are the result of a wide recognition and subsequently of a selection based on a repeatable and recognizable approach, also in the following numbers. At the base, the identification of three types of texts that become the criterion through which to orient the choose: those concerning the subject dealt with in the disciplinary field; those due to sector problems but to a more general nature; those of current / critical analysis, also not disciplinary. The texts are reviewed by SiT&A members, so that they can provide innovative contributions through their exegesis. A working method, therefore, that finds its first application in the fil rouge of the concept

of Resilience, together with all the declinations in the sectors in which it has been faced, interpreted and renewed.

From the latin *resalio*, or bouncing, that is to say skip, the term is used by the ancients in reference to the art to go up again on an inverted boat in search of salvation, as a metaphor to indicate the ability to resist difficult situations. A concept that over time, from its specific physical characteristics of a material, has widened as a social, economic and environmental aspect of a territory, but also as an adaptive and reactive behavior of an envelope. From the micro to the macroscale, from a survey conducted by the AIA (American Institute of Architecture) the Resilience represents the first requirement among the five main ones that will characterize the homes of the future (resilience, green materials, domotics, responses to the needs of ancient, efficiency en-

ergy). A field, therefore, that invests in a particular way the discipline of Architectural Technology, which in recent years is facing the development of the concept of Resilience in areas of its competence (from the emergencies of migratory flows, to smart cities, to casings adaptive and reactive, innovative materials, circular economy).

The rubric wants to recount the ongoing debate through two disciplinary texts and a more general one, of critical analysis: the first "Architettura città e territorio verso la green economy" edited by Antonini E., Tucci F., published in 2017 by Edizioni Ambiente (Milan), deals with the theme of the Green Economy, with an innovative interpretation of the subject, proposing the construction of a real Manifesto of the Green Economy for Architecture and Urban Planning. The text collects the contributions of experts with a sub-

stantial articulation built on the seven strategic axes proposed to develop the vision of the Manifesto "the Future City". In this sense, Teresa Villani, Assistant Professor at Sapienza University of Roma, describes critically in her review, the methodological rigor and the logical steps taken to arrive at the Manifesto. This is done by outlining the drivers that drive the Green Economy, including, to name a few: resilience, energy efficiency, Life Cycle Thinking, regeneration, adaptability, making a careful analysis of the basic elements of the Manifesto and the objectives that the same is posed in terms of promoting knowledge, research, innovation, to orientate towards the sustainable development trajectories of the city.

The second text "The technological design of resilience landscape" by Angelucci F., Braz Afonso R., Di Sivo M., Ladiana D., published in 2015 by Fran-

dei processi di ideazione, costruzione e gestione del paesaggio, indirizzando e coordinando, le fasi di rigenerazione del patrimonio naturale e costruito, alle varie scale d'intervento. Rispetto al Tema, Antonella Violano, Professore Associato presso l'Università della Campania "Luigi Vanvitelli", evidenzia nella sua recensione come la Resilienza rappresenti un nuovo paradigma nelle dinamiche dei sistemi complessi socio-ecologici sul tema del recupero del paesaggio. Citando alcuni passaggi e posizioni critiche degli autori, si sottolinea la necessità di migliorare le condizioni di efficienza, prosperità e resilienza dei contesti rurali e urbani applicando processi tecnologici in grado di promuovere strategie di "empowerment" che rafforzino la consapevolezza identitaria e valorizzino le diversità. Il testo si conclude con una proposta di metodo valutativo, strutturato su un caso studio - un territorio rurale portoghese - per la sperimentazione di nuovi modelli progettuali caratterizzati da processi dinamici di sviluppo.

Due testi che leggono la Resilienza quale paradigma d'innovazione nel progetto di Architettura a tutte le scale d'intervento, in questo caso nello sviluppo di nuovi modelli di economia circolare per le città del futuro e per la rigenerazione di paesaggi antropici, pur non perdendo la propria memoria storico-culturale.

L'ultimo testo, a carattere più generale: "Blue Economy 2.0, 200 progetti implementati, 4 miliardi di dollari investiti, 3 milioni di nuovi posti di lavoro creati" di Pauli G., edito nel 2010 e riedito nel 2015 da Edizioni Ambiente (Milano), completa la disanima delle nuove declinazioni del concetto di Resilienza, spostandosi sul rapporto Resilienza/Blue Economy ed evidenziando l'importanza di sapere riconoscere e mettere a frutto le capacità di rigenerazione dei sistemi attraverso l'imitazione dei cicli della natura. Sull'argomento, Donatella Radogna, Professore Associa-

to presso l'Università di Chieti-Pescara traccia gli aspetti salienti del testo evidenziando l'evoluzione del concetto di Blue economy dal 2004 nonchè gli sviluppi e le integrazioni riscontrabili nel libro del 2015 rispetto alla prima edizione del 2010, nella versione in italiano di Gianfranco Bologna. Il testo più recente integra le tecnologie ispirate dal funzionamento della natura attraverso le strategie della biomimesi, con alcuni casi studio che raccontano come la blue economy è stata messa in pratica. Inevitabilmente, il testo tende a comparare la blue alla green economy, proponendola quale strumento capace di creare maggiori flussi di reddito e di costruire al tempo stesso capitale sociale, grazie alla circolarità dei flussi di materia.

La Resilienza può essere cercata e interpretata attraverso ulteriori chiavi di lettura che ne completano il concetto e che riguardano altri ambiti quali il recupero edilizio e urbano, il ruolo delle piccole città nell'economia globale, le dinamiche di trasformazione della città indotte dal fenomeno migratorio. Un dibattito - che l'ampia bibliografia in materia propone - ancora da indagare e che guarda alla Resilienza come riferimento, obiettivo e strumento d'innovazione per il progetto.

*Francesca Giglio*

coAngeli (Milan), proposes a reflection on the landscape recovery process and on the resilient rearrangement of rural and urban settlements. The technological design it's proposed as the operative modality to face the complexity of the processes of conception, construction and management of the landscape, directing and coordinating the phases of regeneration of the natural and built heritage, to the various scales of intervention. Compared to the theme, Antonella Violano, Associate Professor at the University of Campania "Luigi Vanvitelli", highlights in her review how the Resilience represents a new paradigm in the dynamics of complex socio-ecological systems on the theme of landscape recovery. Citing some passages and critical positions of the authors, the need to improve the conditions of efficiency, prosperity and resilience of rural and urban contexts is underlined

by applying technological processes capable of promoting "empowerment" strategies that strengthen identity awareness and enhance diversity. The text concludes with a proposal for an evaluation method on a case study - a Portuguese rural territory - for the experimentation of new design models characterized by dynamic processes of development.

Two texts that read the Resilience as a paradigm of innovation in the architectural project at all scales of intervention, in this case in the development of new models method, of circular economy for the cities of the future and for the regeneration of anthropic landscapes, while not losing its historical-cultural memory.

The latest more general text: "Blue Economy 2.0, 200 progetti implementati, 4 miliardi di dollari investiti, 3 milioni di nuovi posti di lavoro creati"

by Pauli G., published in 2010 and re-issued in 2015 by Edizioni Ambiente (Milano), completes the disanimity of the new declinations of the Resilience concept, moving on the Resilience / Blue Economy ratio and highlighting the importance of knowing how to recognize the regeneration capabilities of systems through the imitation of nature cycles. On the subject, Donatella Radogna, Associate Professor at the University of Chieti-Pescara, traces the salient aspects of the text highlighting the evolution, from the first edition of 2010, together with the Italian translation of Gianfranco Bologna, up to the last edition. The latter integrates the technologies inspired by the functioning of nature through biomimic strategies, with some case studies that tell how the blue economy has been put into practice. Inevitably, the text compares blue to the green economy,

proposing it as an instrument capable of creating greater income flows and at the same time building social capital, thanks to the circularity of material flows. Resilience can be sought and interpreted through further interpretations that complement the concept and which concern other areas such as urban and building recovery, the role of small cities in the global economy, the dynamics of transformation of the city induced by the migration phenomenon. A debate - which the extensive bibliography on the subject proposes - still to be investigated and which looks at Resilience as a reference, objective and instrument of innovation for the design.

**Gunter Pauli**

**Blue Economy 2.0**

**200 progetti implementati, 4 miliardi di dollari investiti, 3 milioni di nuovi posti di lavoro creati**

Edizioni ambiente, Milano, 2015

«È evidente dagli appunti di Leonardo che egli considerava la città una sorta di organismo vivente in cui le persone, i beni materiali, il cibo, l'acqua e i rifiuti dovevano muoversi e fluire con facilità perché la città potesse rimanere in salute». Con questa frase, Fritjof Capra sottolinea come alle menti più accorte e sensibili, il legame tra economia ed ecologia non sia mai sfuggito. Ciononostante e malgrado le economie ecologiche siano oggetto di attenzione e dibattito da circa cinquant'anni fa – da quando si costituì il Club di Roma, N. Georgescu R. sollecitava una sintesi tra biologia, ecologia ed economia e H. Daly, R. Costanza e J. Bartholomew introducevano le scienze ecologiche nel pensiero economico - nelle strategie contemporanee, prendere come riferimento gli ecosistemi non è ancora una prassi diffusa e consolidata.

Secondo Gunter Pauli le ragioni di tale reticenza dipendono dal fatto che il modello della *green economy*, per preservare l'ambiente, richiede di incrementare gli investimenti delle imprese e le spese dei consumatori a individui già sufficientemente provati dalle ben note condizioni di crisi. Con riferimento a questa riflessione, egli propone come punti nodali del suo *Blue Economy 2.0*, 200 progetti implementati, 4 miliardi di dollari investiti, 3 milioni di nuovi posti di lavoro creati, la "convenienza" per la società e per l'ambiente, la comprensione e l'esplicitazione della fattibilità delle iniziative nonché la diffusione dei successi che le stesse raggiungono nell'adozione di un'economia ispirata alla biomimetica.

**Gunter Pauli**

**Blue Economy 2.0**

**200 progetti implementati, 4 miliardi di dollari investiti, 3 milioni di nuovi posti di lavoro creati**

Edizioni Ambiente, Milano, 2015

«It is evident in Leonardo's notes that he considered the city as a sort of living organism in which people, material goods, food, waters and wastes should move and flow easily because the city could remain in health». With this expression, Fritjof Capra underlines as the link between economy and ecology never eluded the most watchful and sensible minds. Nevertheless and despite the discussion about the ecological economies is from fifty years ago – since the Club of Rome was founded, N. Georgescu R. pushed for a synthesis among biology, ecology and economy and H. Daly, R. Costanza and J. Bar-

tholomew introduced the ecologic sciences in the economic thought – in the contemporary strategies, to take on the ecosystems as a reference is not yet a diffused and stabilised practise.

According to Gunter Pauli the reasons of such a reticence are due to request of the *green economy* model that, for preserving the environment, requests of increasing the enterprises investments and the consumer expenses, not considering that they are worn out by the crisis. He proposes as essential points of his *Blue Economy 2.0*, the society and environment "convenience", the comprehension and the feasibility of the initiatives as well as the diffusion of the successes due to this economy inspired by the biomimetic.

The book contents are developed telling about the translation of the thought in actions and they are based on a work started about ten years before.

I contenuti del libro si sviluppano attraverso la traduzione del pensiero in strategie e azioni e si basano su un lavoro iniziato circa dieci anni prima.

Nel 2004, l'autore inizia a definire e ad applicare i concetti della *blue economy*, affermando che essi affrontano «le problematiche della sostenibilità al di là della semplice conservazione, lo scopo non è investire di più nella tutela dell'ambiente ma di spingersi verso la rigenerazione» e mirano ad «assicurare le possibilità dei percorsi evolutivi degli ecosistemi affinché tutti possano beneficiare dell'eterno flusso di creatività, adattamento e abbondanza della natura». Gunter Pauli descrive e riporta i primi risultati raggiunti con l'adozione di questa logica, nel suo libro *The Blue Economy. 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*, Paradigm Publications, Taos, (tradotto in più di 38 lingue; in italiano, a cura di Gianfranco Bologna, *Blue economy. 10 anni, 100 innovazioni, 100 milioni di posti di lavoro*, Edizione Ambiente, Milano, 2010), che costituisce la parte centrale del libro oggetto di questa recensione. Secondo Gianfranco Bologna, Pauli opera in linea con le iniziative che organismi internazionali importanti hanno intrapreso (quali il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente e l'Unione mondiale per la conservazione della natura) per «avviare decisamente in tutto il mondo una vera e propria green economy».

In 2004, the author starts to define and to apply the blue economy concepts, saying that they face «the sustainability problems overcoming the simple conservation, the aim is not to invest more in the environment safeguard but to go forward regeneration» and point to ad «ensure the ecosystems evolutionary processes possibilities so that everybody can benefit of the nature eternal creativity, adaptation and abundance flow».

Gunter Pauli describes the first results reached with this logic in 2010, in his book *The Blue Economy. 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*, Paradigm Publications, Taos (translated in more than 38 languages and in Italian by Gianfranco Bologna). According Gianfranco Bologna, Pauli in step with the initiatives undertaken by important international organisms for «directing decisively a real green economy all over the world». The author indicates some

possible solutions for generating new occupation, environmental quality, system culture that is concrete business actions for presenting a crisis passing, starting from the environment and the territory redevelopment.

To explain the *blue economy* concept, Pauli reports the following Leonardo Da Vinci *Codex Atlanticus* sentence: «Everything hails from everything; everything is made of everything; everything transforms itself in everything, because all that exists in the elements is made of these elements». The author affirms, «The glass is never half full or half empty. It is always full of water and air», maintaining the necessity of recognising the prosperity in any "element" we have, wastes included. The concept of waste should be cancelled because in nature there are not unnecessary elements. We should be able to recognise also the value of the invis-

GUNTER PAULI  
**BLUE**  
ECONOMY 2.0



200 PROGETTI IMPLEMENTATI  
4 MILIARDI DI DOLLARI INVESTITI  
3 MILIONI DI NUOVI POSTI DI LAVORO CREATI

Prefazioni di Catia Bastioli e Giuseppe Lavazza





L'autore indica alcune soluzioni possibili per generare nuova occupazione, qualità ambientale, cultura di sistema ossia azioni imprenditoriali concrete per prospettare un superamento della crisi, a partire dall'ambiente e dalla riqualificazione del territorio. Per chiarire il concetto di economia blu, Pauli riporta la frase di Leonardo Da Vinci, contenuta nel *Codex Atlanticus*: «Tutto deriva da tutto; tutto è fatto di tutto; tutto si trasforma in tutto, perché tutto quello che esiste negli elementi e fatto di questi elementi». L'autore afferma che «Il bicchiere non è mai mezzo pieno o mezzo vuoto. È sempre pieno di acqua e di aria», sostenendo la necessità di riconoscere la ricchezza in qualsiasi "elemento" che possediamo, compresi i rifiuti. Il concetto di rifiuto dovrebbe essere cancellato in virtù del fatto che in natura non ci sono elementi superflui. Bisognerebbe avere la capacità di riconoscere anche il valore degli elementi invisibili e intangibili come l'aria per progettare sistemi di business creativi, innovativi e capaci di generare una crescita inclusiva, cogliendo i suggerimenti che provengono dagli ecosistemi. Pauli richiama così la relazione tra *blue economy* e resilienza, facendo luce sull'importanza di sapere riconoscere le capacità di rigenerazione dei sistemi. Egli invoca la riconciliazione tra l'uomo – che è chiamato a comprendere non solo le cause degli effetti nocivi prodotti sul pianeta ma anche le capacità di resilienza di quest'ultimo – e la natura che invece è sempre "spontaneamente resiliente" perché, come affermava Emily Dickinson, circa due secoli fa, «la natura non bussa, eppure non è mai un'intrusa!». In *Blue Economy 2.0*, si integrano i contenuti del testo del 2010 con ragionamenti basati su esperienze concrete, messe in atto a seguito delle prospettive delineate in merito a "cosa è realmente fattibile". La parte conclusiva del libro riporta alcuni casi studio che raccontano come l'economia in esame è stata messa in

ible elements such as air, to plan creative, innovative and able to generate an inclusive growth business systems, as ecosystems do. So Pauli quotes the relation between blue economy and resilience, unravelling the importance of being able to recognise the system regeneration capabilities. He begs the reconciliation between man – that should understand not only the causes of the noxious effects caused on the planet but also its resilience capabilities – and nature that is always "spontaneously resilient" because, as Emily Dickinson said, about two centuries ago, «nature doesn't knock, yet it is never an intruder!». In *Blue Economy 2.0*, the 2010 book contents are integrated with the reasoning based on concrete experiences, realised following the drafted perspectives about "what is really feasible". The final part of the book reports some

study cases that show as the proposed economy was applied in India, thanks to the Development Alternatives work (Indian counterparty of the network Zero Emissions Research and Initiatives, founded by Pauli). The mentioned experiences concern the planning of opportunities to create sustenance, necessities and services suitable for satisfying people main needs, such as: designing urban ecologic buildings, producing building materials with zero emissions, low costs and wastes recycle, ensuring water and food in the rural areas, producing paper with recycled materials and without chemical substances, adopting technologies for recycling Tetra Pak, purifying and checking the water quality, building with an ecologic concrete. So Pauli works hard to supply tools to face the biomimetic challenge that is to take nature as reference, not trying to

pratica in India, grazie al lavoro del Development Alternatives (controparte indiana del network Zero Emissions Research and Initiatives di cui Pauli è fondatore). Le esperienze menzionate attengono alla pianificazione di opportunità per creare sostentamento, beni e servizi atti a soddisfare i bisogni primari delle persone, quali: progettare edifici urbani ecologici, produrre materiali da costruzione con zero emissioni, bassi costi e riciclo dei rifiuti, assicurare acqua e cibo nelle aree rurali, produrre carta con materiali riciclati e senza sostanze chimiche, adottare tecnologie per il riciclo del Tetra Pak, la purificazione e la verifica della qualità dell'acqua, la costruzione con calcestruzzo ecologico. Pauli si impegna così a fornire strumenti per mettere in atto la sfida della biomimetica ossia di prendere la natura come riferimento, non cercando di imitarla ma comprendendo i principi che essa usa, recependo il pensiero dei fondatori delle economie verdi nonché le esortazioni espresse da figure come Janine Benyus. In un clima in cui, da tempo, le cause delle criticità che viviamo sono state rilevate, analizzate e comprese come pure sono state individuate e divulgate ideologie e strategie per rimuoverle, l'autore si adopera per soddisfare l'esigenza contemporanea di agire per risolvere uno stato di allarme già troppo manifesto e denunciato. Il contributo importante che il volume in esame apporta non risiede tanto in uno sviluppo concettuale nell'ambito delle economie ecologiche quanto nel voler "cambiare la realtà" elaborando ipotesi rispetto ad azioni fattibili e raccontando i successi ottenuti applicando quelle stesse ipotesi. È auspicabile che il libro determini uno stimolo efficace per la traduzione di concetti decisamente maturi in azioni efficaci, indispensabili per dare valore al pensiero.

*Donatella Radogna*

imitate it but understanding its principles, adopting the green economies founders thought as well as the exhortations that figure as Janine Benyus expressed. In a mood in which, for long a time, the causes of nowadays criticalities have been surveyed, analysed and understood as well as ideologies and strategies for removing them have been individuated and divulged, the author works hard for satisfying the contemporary need of operating to solve an already too manifest e denounced alert state. The important contribution that the considered book gives is not so much for an ecologic economies conceptual development as the will of "changing the reality" elaborating hypothesis of feasible actions and diffusing the reached results applying those hypothesis.

It is desirable that the book determines an efficient incitement for the translation of the reached concepts in efficient actions, which are indispensable for enhancing the thought.

**Ernesto Antonini, Fabrizio Tucci (a cura di)**  
**Architettura, Città e Territorio verso la GREEN ECONOMY**  
Edizioni Ambiente, Milano, 2017.

Nel 2015 l'Agenda 2030 ed i 17 Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs–*Sustainable Development Goals*) finalmente mettono la sostenibilità al centro della cooperazione economica globale. Tali obiettivi, pur rappresentando la *'triplice bottom line'* in termini economici, sociali ed ambientali, risultano però di complessa applicazione per re-impostare politiche di governo dei territori e delle città e per fronteggiare crisi climatiche ed ingiustizie economico/sociali.

Ecco il paradosso dello sviluppo sostenibile: è fattibile, cruciale per la nostra sopravvivenza, ma oggetto di elusione a livello politico. La *Green Economy* è il driver dello sviluppo sostenibile auspicato fin dal 1972, quando il Club di Roma e il *Massachusetts Institute of Technology* presentarono il rapporto *'I limiti dello sviluppo'*. Tesi poi consolidata nell'87 dal rapporto *Brundtland* che delineava un «processo di cambiamento tale per cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico siano resi coerenti con i bisogni futuri». È su questa base che nasce la Strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile, nella quale sono previsti un risparmio di risorse, la tutela dell'ambiente, la riduzione delle emissioni inquinanti, la propensione verso la cosiddetta economia circolare; le stesse pagine della Strategia declinano la dipendenza reciproca tra le cinque P dello sviluppo sostenibile (pianeta, partnership, pace, persone, prosperità).

Le politiche e le misure ispirate alla *Green Economy* delineano una direzione strategica, ineludibile, da seguire per un futuro sostenibile delle città ove nel 2050 vivrà il 66% della popolazione, luoghi in cui viene prodotto l'80% del PIL, si concentrano

**Ernesto Antonini, Fabrizio Tucci (edited by)**  
**Architettura, Città e Territorio verso la GREEN ECONOMY**  
Edizioni Ambiente, Milano, 2017.

In 2015, the 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals (SDGs) finally placed sustainability at the centre of global economic cooperation. These goals - although forming the 'threefold bottom line' in economic, social and environmental terms - prove to be difficult to implement in redefining territorial and city government policy, and in facing climate crises and social/economic injustice.

This is the paradox of sustainable development: it is feasible, crucial for our survival, but is being eluded at policy level. The Green Economy is the driver of the sustainable development advocated since 1972, when the Club of

Rome and the Massachusetts Institute of Technology presented the report *The Limits to Growth*. The thesis was then consolidated in 1987 by the *Brundtland Report*, which outlined a «process of change in which the exploitation of resources, the direction of investments, the orientation of technological development, and institutional change are made consistent with future as well as present needs.» It is on this basis that the National strategy for sustainable development was born. It includes: saving resources, protecting the environment, reducing pollutant emissions, and favouring the so-called circular economy. The same pages of the Strategy declare the reciprocal dependency of the five Ps of sustainable development (planet, partnership, peace, people, prosperity). The policies and measures inspired by the Green Economy outline a strategic direction to be followed strictly for a sus-

gli investimenti e si creano nuove forme di occupazione. Luoghi responsabili di più del 70% delle emissioni di gas serra, che necessitano di interventi urgenti, per mantenere il riscaldamento globale sotto le soglie stabilite dall'Accordo di Parigi sul clima, per riorganizzare le priorità di sviluppo economico e sociale.

Questi i temi sui quali gli afferenti al Gruppo nazionale degli Stati Generali della *Green Economy* per l'Architettura si confrontano con i contributi solidamente costruiti e raccolti nel volume *Architettura, Città e Territorio verso la Green Economy*, curato da Ernesto Antonini e Fabrizio Tucci, edito da Edizioni Ambiente, Milano. Il volume restituisce il percorso di un anno di lavoro del tavolo nazionale di esperti - gran parte di essi soci SITdA - scandito dall'avvicinarsi di interessi tematici e di scelte tutt'altro che scontate che ha portato all'elaborazione del *"Manifesto della Green Economy per l'Architettura e l'Urbanistica"*.

Un percorso evolutivo da cui emerge la complessità, la multidisciplinarietà, il non indifferente impegno nella costruzione scientifica della struttura, dei passaggi logici, di metodo e di contenuto che vanno dalla costruzione di un quadro di riferimento delle questioni affrontate agli obiettivi e alle strategie che hanno guidato e sostanziato il Manifesto.

I temi per puntare sulla *Green Economy* e trasformare le difficoltà e le sfide in opportunità di sviluppo anche economico in una visione *'Life Cycle'*, bellezza e qualità, evidenziano come lo

tainable future of cities, where 55% of the population will live by 2050, where 80% of the GDP is produced, investments gather and new forms of occupation are created. Cities are also responsible for more than 70% of greenhouse gas emissions and therefore they need urgent actions to reduce them, in order to keep global warming below the thresholds established in the Paris Agreement on climate, and to reorganise the priorities for social and economic development.

These are the topics discussed by the affiliates of the Italian Group of States General for the Green Economy for Architecture, with contributions solidly structured and collected in the volume *Architettura, Città e Territorio verso la GREEN ECONOMY*, edited by Ernesto Antonini and Fabrizio Tucci.

The volume is the result of one year of work of the national board of experts - many of whom are SITdA members

- articulated by the alternation of the thematic interests and complex choices that led to the drafting of the *Manifesto of the Green Economy for Architecture and Urban Planning*.

It is an evolutionary process which reveals the complexity, the multi-disciplinarity, the substantial effort in scientifically defining the structure, and the logical, methodological and content-steps, ranging from the development of a reference framework of the addressed topics, to the objectives and strategies that guided and informed the Manifesto. The topics on reaching Green Economy and transforming difficulties and challenges into opportunities for development - in a Life Cycle vision, beauty and quality-highlight how the progressive shift of incentives from 'brown' to 'green', starting from the building sector (through deep renovation), would produce an annual increase of about



spostamento progressivo degli incentivi dal “brown” al “green”, a cominciare dal settore costruzioni, (attraverso la *deep renovation*) oltre ad avere effetti sul piano della sostenibilità ambientale e del risparmio energetico, produrrebbe un incremento annuo di quasi 200mila occupati.

È qui opportuno ripercorrere i passaggi significativi che, nella traduzione operativa, hanno delineato gli elementi fondanti del Manifesto:

- lo sforzo interpretativo e di sintesi dimostrato nell’analisi dei fattori di ‘crisi’ e nell’identificazione della reale portata degli elementi in gioco (macro-criticità) a cui la *Green Economy* è chiamata a contribuire nel fornire risposte contestualizzate alle peculiarità del nostro territorio;
- la scelta dei macro-obiettivi che ne derivano per dare nuovo slancio alle tradizionali strategie per lo sviluppo sostenibile (protezione del *capitale naturale*, degli ecosistemi e dei suoli urbani; tutela del *capitale sociale* con aumento delle condizioni di sicurezza e di offerta di servizi alla popolazione, miglioramento delle condizioni di inclusività sociale, della qualità e del benessere; valorizzazione del *capitale culturale*, dell’identità dei luoghi dell’abitare e delle città; riduzione delle emissioni nocive, adattamento ai cambiamenti climatici, aumento delle capacità di resilienza, reattività alle emergenze ambientali; uso efficace e risparmio delle risorse, gestione sostenibile della questione energetica);
- la conseguente formulazione di assi strategici da perseguire in ambito edilizio e urbano per arrivare ai sette ambiti tematici che connotano la struttura del Manifesto “La Città Futura”.

Sette quindi i capitoli articolati in due sessioni per una esposizione che va dalla valorizzazione dei ‘Capitali’ della *Green Economy* alle azioni strategiche e strumenti per il futuro dei cittadini, degli operatori, degli amministratori, delle istituzioni, dei progettisti e pianificatori.

200,000 jobs, in addition to affecting environmental sustainability and energy conservation.

It is worthwhile to retrace here the significant steps that, in its operative translation, have outlined the fundamental elements of the Manifesto:

- the interpretative and synthesis effort demonstrated in the analysis of ‘crisis’ factors and in the identification of the real impact of the elements involved (macro-criticalities) that the Green Economy needs to respond to, in order to provide solutions adapted to the peculiarities of the Italian territory;
- the choice of the macro-objectives deriving from it, to renew the drive of traditional strategies for sustainable development (protection of *natural assets*, of ecosystems and urban areas; protection of *social assets* causing increased safety conditions and service provision to the population, and

improvement of social inclusiveness, quality and well-being; enhancement of *cultural assets*, of the identities of living places and cities; reduction of harmful emissions; adaptation to climate changes, increased resilience capacities, reaction to environmental emergencies; efficient use and conservation of resources, sustainable energy management);

- the consequent formulation of strategic axes to be implemented in building and urban planning, leading to the seven thematic areas which outline the layout of the Manifesto “The City of the Future”.

There are therefore seven chapters structured in two sessions forming an exposition ranging from the enhancement of ‘Assets’ of the Green Economy, to strategic actions and tools for the future of citizens, operators, administrators, institutions, designers and planners.

Un impianto comunque caratterizzato da una logica unitaria e una regia mirata a promuovere conoscenza, ricerca, innovazione.

Promuovere conoscenza: un esempio di come le istituzioni accademiche in qualità di centri di istruzione superiore, ricerca e progettazione, potrebbero lavorare con i governi, le aziende e la società civile per accelerare il cammino verso gli SDGs.

Promuovere innovazione per orientare le imprese, in particolare Pmi, sui temi della digitalizzazione industriale; incidere sulla formazione; attuare progetti di innovazione proposti dalle imprese; agevolare il trasferimento tecnologico per Industria 4.0.

Un percorso che richiede una accelerazione nella innovazione di processi e prodotti, investendo in conoscenza, ricerca e generando nuovi saperi.

Molti gli aspetti trattati nei sette punti del Manifesto che possono facilitare il passaggio dall’intuizione alla configurazione di soluzioni concrete.

Risulta comunque necessario sostituire la logica dell’incremento con processi più ‘soft’, meno dissipativi attraverso un’economia che tiene insieme saperi e cultura del territorio, capacità di produrre innovazione ma anche bellezza, qualità e sostenibilità. Una economia che può anche sfuggire alle agenzie di rating, ma che invece risponde al territorio, alle filiere produttive, in sinergia con le associazioni di categoria e le istituzioni.

Dal livello locale al globale, dal piccolo e dal basso per cercare di risolvere i problemi più grandi.

In sintesi saldare la sostenibilità economica con quella sociale ed ambientale come suggerisce l’acronimo ESG *Environmental, Social and Governance*: uno standard per valutare l’approccio sostenibile agli investimenti. La strada è dunque questa e tutti sono impegnati a percorrerla.

Teresa Villani

It is however a layout with a unified logic and a focus on promoting knowledge, research, and innovation.

Promoting knowledge: an example of how academic institutions, in their capacity of superior education, research and design centres, could work with governments, enterprises and civil society in order to accelerate the path towards the SDGs.

Promoting innovation to steer enterprises, especially SMEs, towards the topics of industrial digitisation; impact on education; enact innovation projects proposed by enterprises; facilitate technological transfer for Industry 4.0.

This is a path that requires acceleration in innovation of products and processes, by investing in knowledge and research, and by generating additional know-how.

In the Manifesto’s seven points, there are many aspects that can facilitate the

transition from insight to development of tangible solutions.

It is however necessary to replace the logic of increase with ‘softer’, less dissipative processes, by means of an economy framework encompassing knowledge and territorial culture, innovation capacity, as well as beauty, quality and sustainability. Such an economy might elude rating agencies, while reflecting the needs of the territory and of production chains, in synergy with trade associations and institutions, in a bottom-up process going from local to global to solve greater problems.

In short, the aim is to join economic sustainability with social and environmental sustainability, as suggested by the acronym ESG - Environmental, Social and Governance: a standard to assess the sustainable approach to investments. This is therefore the path, and everyone is committed to tread on it.

Filippo Angelucci, Rui Braz Afonso, Michele Di Sivo, Daniela Ladiana

*The technological design of resilience landscape. Il progetto tecnologico del paesaggio resiliente*

FrancoAngeli, Milano, 2015

La condizione di abbandono, che sembra omologare – in un medesimo disagio – il volto delle aree rurali e urbane, non è solo una delle numerose conseguenze dell’oggettiva difficoltà di gestione del territorio, ma anche la dichiarata incapacità di recuperare l’antico rapporto fra natura e costruito. L’apparente indifferenza delle Amministrazioni locali nel delineare strategie di sviluppo/valorizzazione largamente partecipate e proiettate verso un futuro desiderabile, fluttua su una diffusa condizione di *deficit culturale* che non sa/può riconoscere il sistema di valori sottesi a questo straordinario incubatore di risorse.

In Italia, Ciribini già negli anni ’70 aveva intuito l’importanza di porre in relazione le problematiche del costruire (inteso come atto di trasformazione antropica) con quelle più ampie delle matrici ambientali (declinate nelle categorie: natura, società e individuo), ponendo le basi della tecnologia adattiva e rigenerativa. Del resto gli anni settanta furono gli anni in cui il mondo prese consapevolezza dei limiti dello sviluppo e introdusse nelle metodologie di azione il concetto di “soglia”<sup>1</sup> ovvero l’analisi della capacità di carico dell’ecosistema. Una vera e propria permutazione dei principi alla base dell’uso delle risorse ambientali e dello spazio, che la tecnologia riceverà come paradigma nel giro di qualche anno: le regole di crescita dinamica dell’ecosistema diventano le regole cui il progetto tecnologico deve sottostare per coevolvere con il suo intorno e trasformare i conflitti (oggi leggasì: rischi) in sinergie,

Filippo Angelucci, Rui Braz Afonso, Michele Di Sivo, Daniela Ladiana

*The technological design of resilience landscape. Il progetto tecnologico del paesaggio resiliente*

FrancoAngeli, Milano, 2015

The state of dereliction, that seems to homologate – in the same discomfort – the rural and the urban areas, is not only one of the numerous consequences of the objective difficulty in territory management, but it is also the evident inability to recover the ancient relationship between nature and built. The apparent indifference from local Authorities in making strategies for development/valorisation widely participated and aimed at a desirable future, floats on a widespread condition of *cultural deficit* that cannot recognize the value system underpinned by this extraordinary resource incubator.

In the ’70s in Italy, Ciribini had already realized the importance to match the problems of building (meant as an act of anthropic transformation) with the broader ones of environmental arrays (declined in the categories: nature, society and individual), laying the groundwork for adaptive and regenerative technology. After all, the Seventies were the years when the world became aware of the limits of development and the concept of “threshold”<sup>1</sup> was introduced in the action-based methodologies, that is the analysis of the ecosystem carrying capacity. It is a real permutation of the principles on the basis of the use of environmental resources and space, which technology will adopt as a paradigm in a few years: the rules of dynamic growth of the ecosystem become the rules imposed to the technological design in order to co-evolve with its surroundings and transform

in una logica di automoltiplicazione dei benefici. L’attore del processo è, dunque, il “buon progetto”, l’atto trasformativo che genera plus-valore, l’azione antropica benefica e produttiva che trasforma il territorio in paesaggio. «Assistiamo» dunque «all’evoluzione dei rapporti tra spazio abitativo e tecnologie costruttive, proprio a partire dalle aperture metodologiche e dai fondamenti sistemici teorico-applicativi di questo nuovo paradigma» (Di Sivo) ed emerge un nuovo requisito di matrice ambientale: la resilienza.

Il volume “The technological design of resilience landscape” di Angelucci F., Braz Afonso R., Di Sivo M., Ladiana D., edito nel 2015 da FrancoAngeli (Milano), argomenta con sapienza critica il tema del recupero del paesaggio, coniugato secondo il nuovo paradigma della resilienza, che è diventato «uno degli attributi fondamentali che governano le dinamiche dei sistemi complessi socio-ecologici» (Angelucci).

Nel volume si affronta il tema del riassetto gerarchico-funzionale degli insediamenti rurali e urbani e si teorizza la trasformazione culturale della *società del consumo* in *società della cura*. Il processo di manutenzione del paesaggio, una sequenza complessa di natura ciclica e d’impostazione decisionale, che va orientata

conflicts (today read as: risks) into synergies, in a logic of self-multiplication of benefits. The actor of the process is, therefore, the “good design”, the transformation act generating plus-value, the beneficial and productive anthropic action that transforms territory into landscape. «We» therefore «attend the evolution of the relationship between living space and construction technologies, starting from the methodological openings and the theoretical-applicative systemic fundamentals of this new paradigm» (Di Sivo) and a new requirement of environmental array is emerged: resilience.

The book entitled “The technological design of resilience landscape” by Angelucci F., Braz Afonso R., Di Sivo M., Ladiana D., published by Franco Angeli (Milan) in 2015, speaks with a critical wisdom about the landscape recovery, according to the new paradigm of re-



silience, which has become «one of the key attributes governing the dynamics of socio-ecological complex systems» (Angelucci).

The book deals with the issue of the hierarchical-functional reorganization of rural and urban settlements and the cultural transformation of a *consumer society* into a *care society* is theorized. The landscape maintenance process, a complex sequence of a cyclic nature and decision setting, which should be oriented towards a negative entropy (“negentropy”), goes well with the autopoietic nature of the environmental systems, no longer considered as a storage of resources, but the array of self-regenerative circularity of  $\phi\upsilon\sigma\ \iota\sigma$  (the ancient model of classical philosophy, which includes both man and what will be contrasted to him as the sphere of culture and spirit only much later). In reality, the experiences carried out

verso l'entropia negativa ("neghentropia"), ben si sposa con la natura autopoietica dei sistemi ambientali, non più considerati un deposito di risorse, ma la matrice della circolarità auto-rigenerativa della φύσις (l'antico modello della filosofia classica che comprende in sé tanto l'uomo quanto quella che, solo molto più tardi, le sarà contrapposta come la sfera della cultura e dello spirito). In realtà, le esperienze condotte in ambito internazionale sulle strategie di valorizzazione degli ambiti rurali consolidati hanno dimostrato la necessità del superamento del concetto di «permanenza nel tempo della qualità originaria di beni e servizi» (Di Sivo) e hanno fondato nell'individuazione dell'"impronta tecnologica" delle attività antropiche presenti sul territorio l'humus delle condizioni di efficienza / prosperità e resilienza del territorio stesso. Il tentativo di conservare l'identità legata con "lacci invisibili" (per dirla con Braz Afonso) alla natura dei luoghi e all'insieme delle risorse ambientali, passa necessariamente per lo sforzo di mantenere in vita l'autenticità del mondo rurale, evitare museificazioni e orientare/ravvivare i processi tecnologici che hanno generato l'economia locale che da vitalità a tutto il sistema. Nel volume si sottolinea l'esigenza di promuovere la "memoria critica rurale" (Cristovão) connessa alla memoria storica della comunità che ha vissuto e performato nel tempo quel paesaggio rurale. Diversi sono i modelli di intervento proposti: la tabula rasa, il "gioiello della corona", la "terra incognita", il "paesaggio produttivo", l'"eco-museo". Ma la conservazione della materia che non prevede la valorizzazione del processo dinamico di sviluppo che l'ha generata, non consente al sistema di rimanere in vita e di contrastare i rischi del cambiamento delle condizioni economiche, politiche e sociali. Il rapporto che esiste tra determinismo sociale e tecnologico e come quest'ultimo racchiude in sé la "con-

internationally on strategies for the valorization of consolidated rural areas have shown the necessity of overcoming the concept of «permanence of the original quality of goods and services in time» (Di Sivo); they have also founded the humus of the conditions of efficiency/prosperity and resilience of the territory in the identification of the "technological footprint" of the anthropic activities made on the territory itself. The attempt to preserve the identity linked with "invisible laces" (to say it as Braz Afonso did) to the nature of the places and to the whole of the environmental resources, tries to keep alive the authenticity of the rural world, avoid museification and orient/revive the technological processes generating the local economy that gives vitality to the whole system. The need to promote "rural critical memory" (Cristovão), linked with the

historical memory of the community that has lived and performed that rural landscape over time, is underlined in the book. There are several models of intervention proposed: tabula rasa, "the jewel of the crown", "incognito land", "productive landscape", "eco-museum". The conservation of the material that does not provide for the valorization of the dynamic process of the development that has generated it, does not allow the system to remain alive and contrast the risks of changing economic, political and social conditions. The relationship that exists between social and technological determinism and how the latter contains "contemporaneity" and changing nature of technological culture in itself, imposes needs, limits fragmentation and orients the choices not to have "fossil landscapes" or "relic landscapes" (Braz Afonso), but to trigger a process

temporaneità" e la mutevolezza della cultura tecnologica, impone i bisogni, limita la frammentarietà e orienta le scelte, perché non si abbiano "paesaggi fossile" o "paesaggi reliquia"(Braz Afonso), ma si inneschi un processo di "empowerment" che rafforzi la consapevolezza identitaria e valorizzi la diversità.

Una parte dello studio, focalizzato su un territorio rurale portoghese, antropizzato ma non abitato, ha richiesto l'uso di diverse categorie di valori: Naturali, della Terra, Costruiti e Patrimoniali Tematici, relazionati ai modi di vita dei luoghi. Il paesaggio rurale è assimilato a un incubatore, il cui ruolo è accrescere le potenzialità, il lavoro sinergico (nel volume si propone - Ladiana - la costituzione di Laboratori d'Ambito Territoriale) tra cittadini, imprenditori, istituzioni, associazioni, creando un mercato, stimolando la domanda e qualificando l'offerta di beni e servizi. Analoghe categorie di attori governano la trasformazione del paesaggio urbano, rispondente a un modello progettuale «inclusivo e interscalare che possa far convergere gli aspetti qualitativi ecologico-ambientali, organizzativo-procedurali, tecnico-spaziali e di processo in un iter coerente e integrato di gestione e progettazione della vivibilità dell'habitat urbano». (Angelucci, Di Sivo).

*Antonella Violano*

#### NOTE

1. Cfr. D.H.Meadows, D.L.Meadows, J.Randers, W.W.Behrens (prefazione di Aurelio Peccei, Trad. F. Macaluso), I limiti dello sviluppo: rapporto del System Dynamics Group, Massachusetts Institute of Technology (MIT), per il progetto del Club di Roma sui dilemmi dell'umanità, Edizioni scientifiche e tecniche Mondadori, Milano, 1972; Gillette R., The Limits to Growth: Hard Sell for a Computer View of Doomsday, in Science 10 Mar 1972: Vol. 175, Issue 4026, pp. 1088-1092 - DOI: 10.1126/science.175.4026.1088.

of "empowerment" that will strengthen the identity awareness and valorize diversity.

A part of the study focused on a rural Portuguese territory, anthropized but uninhabited, has required the use of different categories of values: Natural, Earth, Built and Heritage Thematic values, related to the ways of life of the places. The rural landscape is assimilated to an incubator, whose role is to increase the potentialities, a synergic work (in the book it is proposed - Ladiana- the establishment of Territorial Laboratories) among citizens, employers, institutions and associations, creating a market, stimulating the demand and qualifying the supply of goods and services. Similar categories of actors govern the transformation of the urban landscape, responding to an «inclusive and inter-scalar" design model, "that can converge both the ecological-envi-

ronmental, organizational-procedural, technical-spatial quality aspects and the process aspects into a coherent and integrated iter of management and design of the habitability of the urban habitat». (Angelucci, Di Sivo)

#### NOTES

1. Cfr. D. H. Meadows, D. L. Meadows, J. Randers, W. W. Behrens (preface by Aurelio Peccei, Translation F. Macaluso), The limits of development: relationship of the System Dynamics Group, Massachusetts Institute of Technology (MIT), for the design of the Club of Rome on the dilemmas of humanity, Mondadori scientific and technical editions, Milan, 1972; Gillette R., The Limits to Growth: Hard Sell for a Computer View of Doomsday, in Science 10 Mar 1972: Vol. 175, Issue 4026, pp. 1088-1092 - DOI: 10.1126/science.175.4026.1088.







