

Lo sviluppo di misure di adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano rappresenta un tema chiave su scala globale e locale. I processi di trasformazione devono essere attuati attraverso strategie di progettazione adattiva e di governance in grado di ridurre la vulnerabilità del patrimonio costruito in rapporto agli scenari climatici attuali e futuri. Il volume presenta gli esiti della prima fase del progetto di ricerca "Metropolis - Metodologie e tecnologie integrate e sostenibili per l'adattamento e la sicurezza di sistemi urbani" (PON R&C 2007-2013), orientato alla costruzione di un quadro condiviso di conoscenze multidisciplinari per promuovere l'innovazione nel campo della ricerca applicata e del trasferimento tecnologico verso gli attori dei processi decisionali, approfondendo le potenzialità offerte da un approccio "climate-oriented" alla progettazione ambientale nei processi di rigenerazione urbana delle città metropolitane.

*The development of climate adaptation measures in the urban environment represents a key issue at both global and local scale. Transformation processes must be implemented through adaptive design and governance strategies able to reduce the vulnerability of the built environment in relation to current and future climate scenarios. The book presents the first outcomes of the research project "Metropolis - Integrated and sustainable methodologies and technologies for the adaptation and safety of urban systems" (PON R&C 2007-2013), oriented towards the definition of a shared multidisciplinary knowledge framework to foster innovation in applied research and technology transfer to decision makers, deepening the potential of a "climate-oriented" approach to environmental design within urban regeneration processes in metropolitan cities.*

## Progettazione ambientale per l'adattamento al Climate Change

### 1. Modelli innovativi per la produzione di conoscenza

#### Environmental Design for Climate Change adaptation

##### 1. Innovative models for the production of knowledge

a cura di / edited by  
Valeria D'Ambrosio  
Mattia Federico Leone



ISBN 978-88-8497-607-9



9 788884 976079 &gt;

**Collana**

**Abitare il Futuro / *Inhabiting the Future***

COPIA OMAGGIO

PER LA DIFFUSIONE DELLA RICERCA

PON R&C 2007-2013 - Decreto Direttoriale n. 713/Ric. del 29 ottobre 2010 - Avviso "Distretti ad Alta Tecnologia" e Laboratori Pubblico-Privato - Titolo III.

La presente pubblicazione è stata realizzata nell'ambito del progetto METROPOLIS - "Metodologie e tecnologie integrate e sostenibili per l'adattamento e la sicurezza dei sistemi urbani". Codice progetto: PON03PE\_00093\_4. Ammesso a finanziamento con decreto di concessione prot. 791 del 06/03/2014 / *This publication was made under the METROPOLIS project - "Integrated and sustainable methods and technologies for resilience and safety in urban systems".*

**Università di Napoli Federico II**  
**Gruppo di ricerca DiARC**  
**DiARC Research team**

Valeria D'Ambrosio (*coordinator and scientific director*), Lorenzo Boccia, Maria Cerreta, Rosa Anna Genovese, Mario Losasso, Andrea Maglio, Francesco Domenico Moccia, Maria Federica Palestino, Marina Rigillo, Salvatore Sessa, Alessandro Sgobbo, Federica Visconti; Francesco Abbamonte, Carmela Apreda, Antonia Arena, Eduardo Bassolino, Alessandra Capolupo, Barbara Cardone, Leo Conte, Antonio De Chiara, Ferdinando Di Martino, Cristian Filagrossi, Mattia Federico Leone, Roberta Mele, Giuliano Poli, Claudia Sansò, Cristina Visconti.

Con il contributo degli allievi del Progetto di Formazione Metropolis / *With the support of the Metropolis Training Program's students*  
Emmanuel Castagna, Mariacaterina Castagna, Raffaele Catanese, Florestano Lace, Nicola Nappi, Simona Scandurra, Francesco Ventre.

Altri contributi / *Other contributions*  
Edda Mastroianni, Vittorio Miraglia, Raffaella Ruocco.

Con il supporto di / *Supported by*  
Comune di Napoli, Autorità di Bacino Campania Centrale, Protezione Civile Regione Campania.



investiamo nel vostro futuro

# Progettazione ambientale per l'adattamento al Climate Change

## 1. Modelli innovativi per la produzione di conoscenza

# Environmental Design for Climate Change adaptation

## 1. Innovative models for the production of knowledge

a cura di / edited by  
Valeria D'Ambrosio  
Mattia Federico Leone



Copyright © 2016 CLEAN  
via Diodato Liroy 19,  
80134 Napoli  
tel. 0815524419  
www.cleanedizioni.it  
info@cleanedizioni.it  
www.ebook-clean.it

Tutti i diritti riservati  
È vietata ogni riproduzione / All right  
reserved. No part of this publication may  
be reproduced in any form or by any means  
without permission in writing from the  
publisher

ISBN 978-88-8497-607-9

*Editing*  
Anna Maria Cafiero Cosenza

*Graphic Design*  
Costanzo Marciano

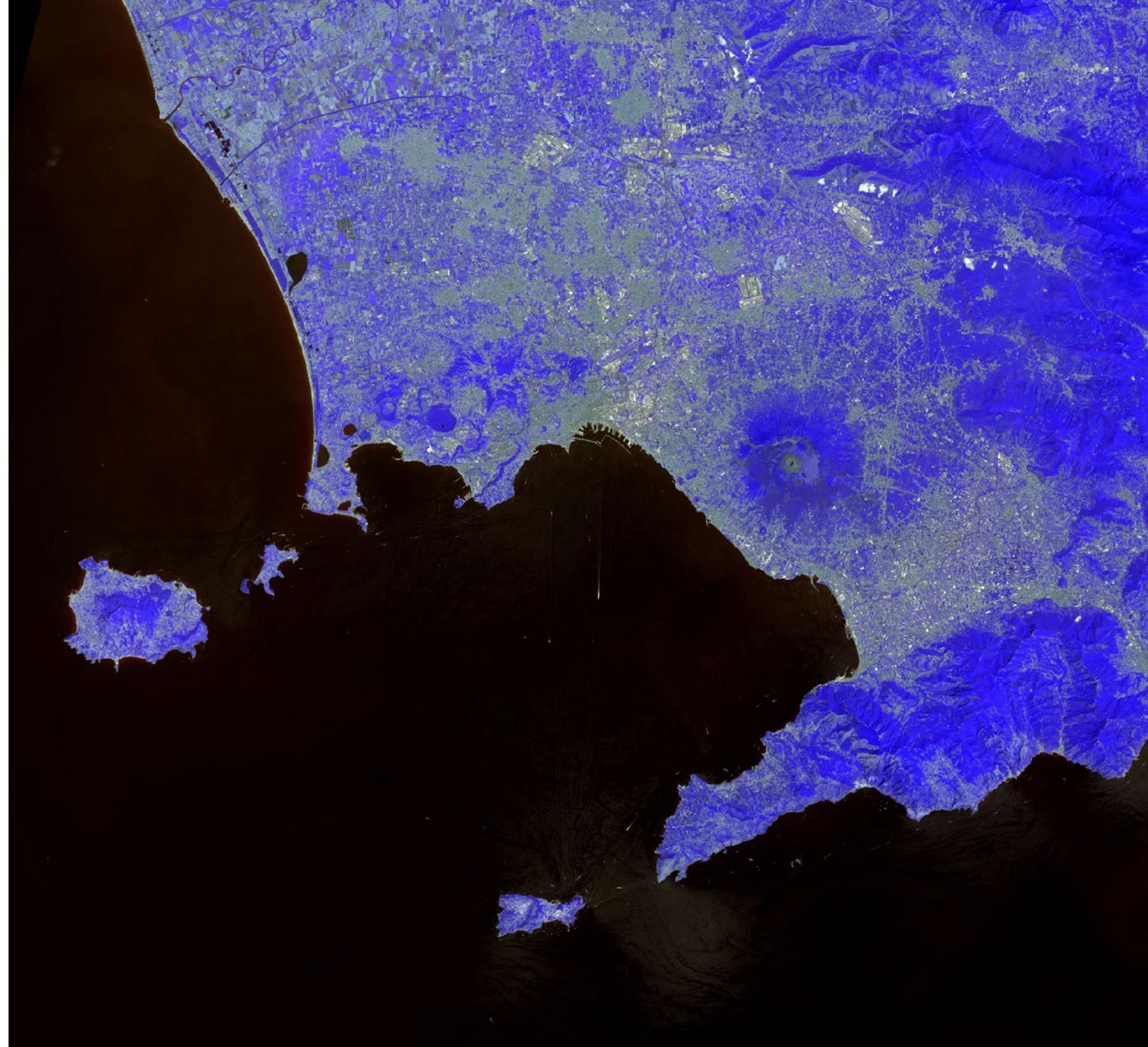
*Editing coordination*  
Eduardo Bassolino

*Copertina / Cover image*  
Progetto METROPOLIS. Aree di studio /  
Metropolis project. Study areas, processed  
by Pasquale Inglese.

*Nella pagina accanto / In the next page*  
Immagine satellitare Landsat 8 a falsi  
colori dell'area di Napoli. Le aree vegetate  
appaiono nelle tonalità del blu / *Landsat 8*  
*satellite image in false colors of the area of*  
*Naples. The vegetated areas appear in the*  
*shades of blue, processed by Mapsat srl.*

Collana / *Book Series*  
**Abitare il Futuro / *Inhabiting the Future* / 18**  
diretta da / *directed by* Mario Losasso  
**Comitato scientifico / *Scientific committee***  
Petter Naess Aalborg Universitat  
Fritz Neumeyer Technische Universität Berlin  
Robin Nicholson Edward Cullinan Architects  
Heinz Tesar Accademia di Architettura di Mendrisio  
**Comitato editoriale / *Editorial board***  
Agostino Bossi, Alessandro Claudi de Saint  
Mihiel, Valeria D'Ambrosio, Ludovico Maria  
Fusco, Rejana Lucci, Francesco Domenico  
Moccia, Maria Federica Palestino, Lia Maria Papa,  
Valeria Pezza, Francesco Polverino, Francesco  
Rispoli, Michelangelo Russo  
**Assistenti editoriali / *Assistant editors***  
Gilda Berruti, Mariateresa Giammetti,  
Enza Tersigni

Il libro è stato oggetto di *peer review*  
*The book has been peer-reviewed*



## Indice / Contents

### Presentazioni / Presentations

- 8 **Università e Terza missione / University and Third mission**  
Arturo De Vivo
- 10 **Collaborazioni pubblico-privato a supporto dell'innovazione sostenibile del settore delle costruzioni / Public-private partnerships to support sustainable innovation of the construction sector**  
Ennio Rubino
- 12 **La gestione integrata dei rischi naturali nel progetto Metropolis / Integrated management of natural hazards in Metropolis project**  
Valentina James
- 14 **Ricerca, programmazione e cambiamento / Research, planning and change**  
Carmine Piscopo
- 16 **Riflessioni sulla ricerca in campo ambientale e tecnologico / Reflections on the environmental and technological research**  
Maria Teresa Lucarelli
- 18 **Condivisione delle conoscenze e nuove professionalità / Sharing of knowledge and new professional skills**  
Ciro Buono

### Prefazione / Preface

- 20 Mario Losasso

### Introduzione al tema / Topic's introduction

- 26 **Conoscenza del sistema urbano e progetto ambientale climate adaptive / Knowledge of urban system and climate adaptive environmental design**  
Valeria D'Ambrosio
- 38 **Cambiamenti climatici, progettazione resiliente, scenari internazionali della ricerca / Climate change, resilient design, international research scenario**  
Mattia Federico Leone

### Il progetto Metropolis: un modello multidisciplinare per la conoscenza del sistema urbano / Metropolis project: a multidisciplinary knowledge model for the urban system

- 50 **Innovazione e sperimentazione nei processi di conoscenza dell'ambiente costruito / Innovation and experimentation in the knowledge processes of the built environment**  
Valeria D'Ambrosio
- 58 **Processi di analisi spaziale per la gestione della conoscenza / Spatial analysis processes to manage the knowledge**  
Ferdinando Di Martino, Salvatore Sessa
- 70 **Una metodologia per la ricerca storico-architettonica e la conoscenza della città contemporanea / A methodology for the research in history of architecture and the knowledge of the contemporary city**  
Andrea Maglio
- 80 **Gli elementi tipo-morfologici del sistema urbano: tradizione, attualità e futuro / Typological and morphological elements of urban systems: tradition, present practices and the future**  
Federica Visconti
- 92 **L'apporto tecnologico e ambientale per la conoscenza dei distretti urbani / Technological and environmental aid for the knowledge of urban districts**  
Mario Losasso
- 112 **Strumenti IT per la progettazione ambientale e il comfort indoor e outdoor / IT tool for the environmental design and indoor and outdoor comfort**  
Cristian Filagrossi Ambrosino, Eduardo Bassolino
- 126 **La conoscenza dei suoli urbani per la riduzione del rischio climate change / Enhancing urban soils for reducing Climate Change risk**  
Marina Rigillo, Lorenzo Boccia, Alessandra Capolupo, Maria Cristina Vigo Majello

- 136 **Resilienza urbana e pluvial flooding: lo studio predittivo del comportamento idraulico urbano / Urban Resilience and pluvial flooding: the predictive study of the urban hydraulic behavior**  
Francesco Domenico Moccia, Alessandro Sgobbo
- 146 **Patrimonio culturale e cambiamenti climatici / Cultural heritage and climate change**  
Rosa Anna Genovese
- 158 **La mappatura collaborativa di Napoli est: fra cambiamento climatico e community resilience / The collaborative mapping of eastern Naples: between climate change and community resilience**  
Maria Federica Palestino

### L'adattamento ai cambiamenti climatici: la sfida della resilienza nello scenario internazionale / Adapting to climate change: the challenge of resilience in the international scenario

- 170 **Resilience-based design per la rigenerazione urbana / Resilience-based design for urban regeneration**  
Mattia Federico Leone
- 180 **Rischio, vulnerabilità e resilienza nuovi paradigmi del progetto urbano / Risk, vulnerability and resilience as new paradigms for urban design**  
Marina Rigillo
- 190 **Cambiamenti climatici, bioregionalismo e paesaggio culturale / Climate change, bioregionalism and cultural landscape**  
Dora Francese
- 208 **Scenari di cambiamento climatico su aree urbane: problematiche di downscaling / Climate change scenarios at urban scale: the downscaling issue**  
Paola Mercogliano, Guido Rianna, Nicola Ciro Zollo

- 218 **Transdisciplinarietà nell'adattamento al cambiamento climatico in ambito urbano / Transdisciplinarity in urban climate change adaptation**  
Chantal Pacteau
- 228 **Climate resilient urban planning and design: sintesi dei risultati del report UCCRN-ARC3-2 / Climate resilient urban planning and design: UCCRN-ARC3-2 findings**  
Jeffrey Raven
- 240 **Riduzione del rischio e design eco-orientato per il waterfront di N.Y.C.: il progetto Living Breakwaters / Risk reduction and eco-oriented design for the N.Y.C. waterfront: the project Living Breakwaters**  
Marina Rigillo, Ada Tolla
- 250 **Il potenziale dei sistemi rurali periurbani per la resilienza metropolitana. Ricerche e sperimentazioni nel contesto milanese / The potential of rural suburban systems for metropolitan resilience. Research and experimentation in milan's context**  
Elena Mussinelli, Davide Cerati

## Università e Terza missione

### Arturo De Vivo

Università di Napoli Federico II - Prorettore

The DiARC takes part in a significant way to the development of research activities and the cultural debate at local, national and international level, reflecting the meaningful role it plays in the scientific community. In the Frederician athenaeum, in particular, the support provided by the Departments, required for the multiple and complex projects carried out by the University Federico II to reach prefigured results, is crucial.

#### *University and Third mission*

The initiative implemented by the Metropolis project is developed through a network of collaborations established between the Tehnological District STRESS, the City of Naples, several industrial partners and Departments of Campania, including that of Architecture of University of Naples Federico II.

The DiARC takes part in a significant way to the development of research activities and the cultural debate at local, national and international level, reflecting the meaningful role it plays in the scientific community. In the Frederician athenaeum, in particular, the support provided by the Departments, required for the multiple and complex projects carried out by the University Federico II to reach prefigured results, is crucial.

In this regard, the DiARC provides its contributions in several fields related to the territorial impact of academic activity. If, as an example, the theme of cultural assets is significantly addressed, also that of metropolitan areas and of the peripheral ones is one of the fields with which the departmental research activities effectively measures. Within this researc development framework are related to study areas of the Metropolis project, namely the western area and the eastern area of Naples.

These two areas condense the many critical aspects of metropolitan suburbs and, in them, it is necessary to realize integrated and interdisciplinary studies aimed at possible triggering of deep urban regeneration processes. Through institutional holdings, conventions and direct activities, the Federico II University is at the forefront in contributing their operational, scientific and cultural actions and to a relaunching of urban development.

Particularly, the settlement in the University Centre of San Giovanni a Teduccio of iOS Developer Academy, a collaboration between Apple and the University Federico II, has seen the Department of Architecture as an important partner with the Cupertino company affirmed to deal with the redesign of spaces according to the innovative structure of teaching. Similarly, the imminent birth of a new university in the former Vele of Scampia area testifies the strong link of our University with the Neapolitan territory.

The concrete target sees the need to enhance territories by implanting preference and qualified activities functions, aimed at raising the level of identity and specialized roles of contexts, such as crucial contribution to urban

L’iniziativa portata avanti dal progetto Metropolis nasce nell’ambito di una rete di collaborazione stabilita tra il Distretto Tecnologico STRESS, il Comune di Napoli, numerosi partners industriali e Dipartimenti di Atenei campani, fra cui quello di Architettura dell’Università di Napoli Federico II. Il DiARC partecipa in maniera rilevante allo sviluppo delle attività di ricerca e al dibattito culturale sul piano locale, nazionale e internazionale, a testimonianza del ruolo significativo che svolge all’interno della comunità scientifica. Nell’Ateneo federiciano, in particolare, è determinante il sostegno garantito dai Dipartimenti, necessario affinché i molteplici e complessi progetti portati avanti dall’Università Federico II raggiungano i risultati prefigurati. A tale proposito, il DiARC fornisce i propri contributi in numerosi campi connessi alle ricadute territoriali dell’attività accademica. Se, a titolo di esempio, il tema dei patrimoni culturali è affrontato in maniera significativa, anche quello delle aree metropolitane e di quelle periferiche rappresenta uno dei campi con i quali si misura efficacemente l’attività di ricerca dipartimentale. All’interno di tale quadro di sviluppo della ricerca sono correlate le aree studio del progetto Metropolis, ovvero l’area occidentale e l’area orientale di Napoli.

Queste due aree condensano le numerose criticità proprie delle periferie metropolitane e, in esse, è necessario effettuare studi integrati e interdisciplinari finalizzati al possibile innesco di profondi processi di rigenerazione urbana. Attraverso partecipazioni istituzionali, convenzioni e attività dirette, l’Ateneo Federico II è in prima linea nel contribuire con le proprie azioni operative e scientifico-culturali a un rilancio dello sviluppo urbano.

In particolare, l’insediamento nel Polo Universitario di San Giovanni a Teduccio della iOS Developer Academy, nata dalla collaborazione tra Apple e Università Federico II, ha visto il Dipartimento di Architettura come importante interlocutore con l’affermata azienda di Cupertino per occuparsi del ridisegno degli spazi in funzione della innovativa struttura della didattica. Analogamente, l’imminente nascita di un nuovo Polo Universitario nella zona delle ex Vele di Scampia testimonia il forte legame del nostro Ateneo con il territorio partenopeo. L’obiettivo concreto vede la necessità di valorizzare i territori attraverso l’impianto di funzioni privilegiate e di attività qualificate, tese a elevare il livello di identità e i ruoli specialistici dei contesti, quale contributo determinante allo sviluppo urbano. Tale obiettivo coincide con il sostegno alle politiche formative, culturali e scientifiche promosse

dall’Università in coerenza con le finalità pedagogiche e professionalizzanti per i futuri laureati.

Anche il tema centrale sviluppato dall’unità di ricerca del Dipartimento di Architettura, nell’ambito del progetto Metropolis, si esplica sul piano cruciale per le aree metropolitane, e non solo, dell’adattamento dei sistemi urbani agli effetti indotti dal cambiamento climatico. Tale ambito di studio, che prefigura potenziali ricadute territoriali, testimonia uno dei molteplici impegni che vedono l’Ateneo Federico II coinvolto nella cosiddetta terza missione, che si affianca sempre più a quella di carattere istituzionale propria dell’Università, ovvero della didattica e della ricerca. La terza missione consiste nella capacità di interagire con la realtà e con i contesti urbani e i territori, ponendosi come una delle principali finalità a cui l’Ateneo Federico II deve tendere, con l’obiettivo ultimo di incidere concretamente sul contesto urbano e sociale in cui si colloca. Si comprende bene come la capacità di coesione e la coerenza di obiettivi tra le Istituzioni atte al governo del territorio e la ricerca scientifica, rappresentata dai Dipartimenti, possano facilmente occupare un posto di rilievo nella promozione di strategie di sviluppo integrato del territorio, come richiesto dalle nuove condizioni cui deve adattarsi la città, per lo più ancora poco conosciute dalla cultura urbana internazionale. Il tema dell’adattamento agli impatti del cambiamento climatico richiede di essere collocato entro uno scenario di azione alla scala urbana e costituisce un’ottima occasione per avviare processi di trasferimento sul territorio dei risultati della ricerca, la cui valorizzazione rientra pienamente nelle attuali politiche di Ateneo.

development. This goal coincides with support for training, cultural and scientific policies promoted by the University in line with the pedagogical and professional aims for future graduates.

The central theme developed by the Research unit of the Department of Architecture, as part of the Metropolis project, is expressed on the crucial level for the metropolitan areas, and not only on adaptation of urban systems to the effects of climate change. This field of study, which foreshadows potential territorial impacts, testifies one of the many commitments that see the Federico II University involved in the so-called third mission, which always complements more to that of its institutional character of the University, namely of teaching and research .

The third mission is the ability to interact with reality and urban contexts and territories, acting as one of the main purposes for which the University Federico II should aim, with the final goal of practical effect on the urban and social context in which it ranks.

It is well understood how cohesion ability and coherence of targets between the local government institutions and scientific research, represented by the Departments, can easily take a prominent place in the promotion of integrated development strategies of the territory, as required by new conditions which must fit the city, still little known by the international urban culture.

The issue of adaptation to climate change impacts needs to be placed within a scenario of action at the urban scale and represents an excellent opportunity to start transfer processes on the territory of research results, whose value is fully part of current University policies.

## Collaborazioni pubblico-privato a supporto dell’innovazione sostenibile del settore delle costruzioni

### Ennio Rubino

*Distretto ad Alta Tecnologia per le Costruzioni Sostenibili Stress Scarl - Presidente*

#### **Public-private partnerships to support sustainable innovation of the construction sector**

*The effects of climate change produce specific risk conditions in urban areas that have increasing and significant impacts on environment, health and on the socio-economic context. To ensure a sustainable development of a territory, it is necessary to promote a virtuous meeting between the operators involved in the process, even respecting the objectives established in Paris after the COP 21. An important role is performed by the High Technology District for sustainable construction. The term District means an innovation hub that gathers scientific excellence and entrepreneurial experience and works to create a new model for industrial research able to promote excellence and competitiveness, develop technical, industrial and economical competences of a territory. The STRESS technology district is composed by public and private bodies working in the field of research and based in Campania region, including the University of Naples Federico II, the University of Sannio and the Italian National Research Council. It also has significant agreements with external organizations, including the University of Padua, the various local authorities concerned and an important part of the construction industry. To ensure the added value of such collaborations, an enlightened guide is needed to manage all the involved actors. This is particularly necessary in a reality such as the Neapolitan one, characterized by a strong complexity, that adds up to the implicit complexity of adaptation to climate change, and requires the definition of specific and particular local development strategies. The research projects coordinated by STRESS have always included a strong component of demonstration activities to apply, in real sites, the innovative solutions developed in the University Departments laboratories. The demonstrators actions have a double objective: on one hand, to highlight the results and the opportunities provided by research in order to make them effective factors of development, on the other hand to ensure operative feedbacks to research, to maintain a concrete link with reality. In brief, demonstration activities become an opportunity to launch joint actions to promote the*

Gli effetti dei cambiamenti climatici introducono specifiche condizioni di rischio nelle aree urbane che determinano progressivi e significativi impatti sull’ambiente, la salute e più in generale sul contesto economico-sociale locale. Per assicurare uno sviluppo sostenibile del territorio è necessario favorire un incontro virtuoso tra tutti gli operatori coinvolti nel processo di trasformazione urbana, che possano partecipare alla riduzione di tali rischi anche nel rispetto degli obiettivi fissati a Parigi in seguito alla COP 21. Un ruolo importante in tal senso è svolto dal Distretto ad Alta Tecnologia per l’edilizia sostenibile. Per Distretto si intende un polo di ricerca e innovazione che, mettendo a sistema le eccellenze scientifiche e le esperienze imprenditoriali, lavora per creare un nuovo modello di ricerca industriale che possa valorizzare le risorse messe a disposizione e far crescere la competitività, lo sviluppo e le capacità tecnico-industriali ed economiche del territorio. Il Distretto tecnologico STRESS, avente una struttura no profit, è composto da soggetti pubblici e privati che lavorano nel campo della ricerca con baricentro nella Regione Campania, tra cui l’Università degli Studi di Napoli Federico II, l’Università del Sannio e il CNR. Significativi sono anche gli accordi di partecipazione con enti esterni, tra cui l’Università degli Studi di Padova, i vari enti territoriali interessati e una parte rilevante della filiera delle costruzioni. Per garantire la validità di tali collaborazioni, occorre una regia illuminata che possa gestire sapientemente le competenze in gioco, in modo da raggiungere gli obiettivi precedentemente fissati in materia di sostenibilità. Questo è necessario soprattutto in una realtà come quella del territorio napoletano, caratterizzata da una forte complessità, da aggiungersi a quella congenita al tema dell’adattamento al cambiamento climatico, che implica la ricerca di forme di sviluppo locale virtuose e particolari.

I progetti di ricerca coordinati da STRESS hanno sempre previsto una forte componente applicativa che ha consentito l’effettiva applicazione, in cantieri reali, delle soluzioni innovative sviluppate nei laboratori dei Dipartimenti universitari. In questo contesto risultano fondamentali gli interventi dimostratori aventi un duplice obiettivo ovvero, da un lato, mettere in evidenza i risultati e le opportunità fornite dall’attività di ricerca, in modo da renderli effettivi fattori di sviluppo, dall’altro garantire alla ricerca un feedback operativo necessario a mantenere vivo il legame con la realtà. In sintesi gli interventi dimostratori, diventano un’occasione per avviare azioni congiunte atte a promuovere la cultura del costruire secondo

standard qualitativi che integrino la forte tradizione del modo di costruire in Italia, con le soluzioni e le tecnologie più innovative derivanti dalla ricerca orientata alla riqualificazione in chiave sostenibile, del patrimonio edilizio.

Negli anni recenti i Dipartimenti coinvolti nei progetti sono radicalmente aumentati, spaziando nei campi della sociologia, dell’archeologia e dell’ingegneria, fino ad arrivare alla fisica tecnica, per dimostrare come la tecnologia serva soprattutto ad aumentare la qualità della vita. Nel caso del progetto Metropolis, sono state coinvolte tutte le competenze accademiche impegnate sui temi della riduzione dei rischi, naturali e antropici, a cui sono esposte le aree urbane. I cambiamenti climatici possono, infatti, indurre alcuni eventi estremi come le ondate di calore, piogge temporalesche di notevole intensità o concentrazioni eccessive di CO<sub>2</sub> nell’aria. Ognuno di questi eventi legati al cambiamento climatico può generare effetti secondari o aggravare l’impatto di altri hazard secondo uno schema a cascata. La definizione di scenari di rischio indotto dai cambiamenti climatici a livello locale rappresenta un aspetto essenziale per la valutazione del grado di vulnerabilità delle aree urbane e la conseguente definizione di strategie di adattamento e mitigazione.

Quando si valuta l’impatto che il settore delle costruzioni ha sui consumi energetici, sulle emissioni di gas serra e di conseguenza sull’incremento della temperatura terrestre, appare evidente come la qualità della vita degli ambienti indoor e il benessere ambientale siano problematiche connesse e fortemente interdipendenti.

Per questo motivo il concetto di “edilizia sostenibile” deve necessariamente ampliarsi per includere anche valutazioni a scala urbana e territoriale degli impatti reciproci tra l’intervento edilizio e il luogo in cui lo si realizza. Rientrano appunto in quest’ottica le valutazioni relative alla riduzione dell’effetto isola di calore, dei consumi di acqua potabile, al riuso dei materiali da demolizione e decostruzione e a tutte le altre strategie connesse alla riduzione degli impatti dell’attività edilizia sull’ambiente circostante.

L’Organizzazione Mondiale della Sanità, individuando una relazione diretta tra incremento della temperatura all’interno sia dei luoghi di lavoro che delle abitazioni e tasso di mortalità, ha valutato in oltre 1,8 miliardi il numero di persone che vivono in situazioni non sostenibili per la propria salute. Non è possibile immaginare uno sviluppo sostenibile del settore delle costruzioni se non si affrontano e risolvono queste emergenze. Se l’Europa è la patria della cultura e del welfare sostenibile, è necessario ripartire proprio da questo presupposto e affrontare i problemi dell’adattamento ai cambiamenti climatici sin dalle fasi di pianificazione e governo dello sviluppo urbano. A tal fine, nell’ambito del progetto Metropolis è stata attivata una collaborazione con il Comune di Napoli finalizzata alla realizzazione di un intervento dimostratore finalizzato alla validazione di una metodologia di valutazione dei rischi a scala urbana e allo studio di strumenti e tecnologie per la loro riduzione. Questi interventi dimostratori che hanno una utilità tangibile per il territorio costituiscono anche una buona pratica per dare riscontro del buon utilizzo che si sta facendo dei fondi strutturali.

*culture of building according to quality standards that integrate the construction tradition with the solutions and the most innovative technologies, arising from research-oriented sustainable renovation of the building stock. In recent years, the University Departments involved in the projects have radically increased, ranging over the fields of sociology, archeology and engineering, up to the applied physics, to demonstrate how technology can, above all, increase the quality of life. In the Metropolis project all the academic skills engaged on the issues of natural and man-made risk reduction for urban areas were involved. Climate change may lead to extreme events such as heat waves, rainstorms of exceptionally high intensity or excessive concentrations of CO<sub>2</sub> in the air. Each of these climate change related events can create side effects or worsen the impact of other hazard according to a cascade scheme. The definition of risk scenarios induced by climate change at local level is an essential factor for the vulnerability assessment of urban areas and the consequent definition of adaptation and mitigation strategies. When evaluating the impact that the construction industry has on energy consumption, on greenhouse gas emissions and consequently on the increase the earth’s temperature, it is evident that the indoor quality of life and the environmental well-being are relevant and strongly interdependent problems. For this reason the concept of “sustainable construction” must necessarily widen to include assessments at urban and territorial scale of the reciprocal impacts between construction works and the place where they occur. In accordance with this point of view are all the methodologies related to the reduction of heat island effect, of the drinking water consumption or related to the reuse of materials from demolition and deconstruction and all other strategies finalized to reducing the impacts of construction activity on the environment. The World Health Organization, identifying a direct relationship between temperature increase within indoor environments and mortality rate, estimated that more than 1.8 billion persons are living in non-sustainable situations. It is not possible to imagine a sustainable development of the construction industry without addressing and solving these emergencies. If Europe is the home of culture and sustainable welfare, we must start from this assumption and address the problems of adaptation to climate change since the planning stages of urban development. In the Metropolis project a collaboration agreement with the City of Naples has been activated, aimed to the realization of demonstration activities to validate an assessment methodology for urban scale risks and for the study of tools and technologies for their reduction. These demonstration activities can also be considered as best-practices for the good use of EU structural funds.*

## La gestione integrata dei rischi naturali nel progetto Metropolis

### Valentina James

*Distretto ad Alta Tecnologia per le Costruzioni Sostenibili Stress Scarl - Responsabile Progetto Metropolis*

#### **Integrated management of natural hazards in Metropolis project**

*The Metropolis project, acronym for Methodologies and integrated and sustainable technologies for the adaptation and security of urban systems, explains the complexity, the reasearch program's size and the targets that were placed during the processing and execution steps of the activities. The themes here are really considerable not only on a national or regional level, but also on an European level, replying to the community programming demand about Horizon 2020, which recognizes as priority the urban systems adaptation to a set of risks they are involved in. The innovative approach of this project starts from considering the cities as a complex system, formed by a series of subsystems, such as the physical one of buildings and roads that support urban activities, and the social-economic one related to the perception and the use by the citizens of the services granted from the city.*

*The first project experiences have seen a focus on just one of the many risks to which the urban system is exposed, that is the seismic and hydrogeological one, which has represented an innovative approach method for assessing not only single hazards, but the interactions between them. The project concept is set up as an iterative process, which gets the integrated risk assessment through the knowledge of all system variables and the evaluation of susceptibility causes and of components' vulnerability.*

*The goal is not simply the return of risk maps, but instead providing tools for risk adaptation and mitigation which, together with the design actions and future planning, can be a new start, a new knowledge source.*

*The strength of the project is the multidisciplinary nature of the parties involved: Public Authorities, Research Groups and Engineering Societies, the latter as true stakeholders in relation to the need of developing tools and technologies to be marketed starting from the research activities.*

*The first steps of reading and knowledge about the urban system were neuralgic and aimed to the evaluation of the single components, by weighing the interconnections and relations, studying also the damage attitude linked to the hydrogeological and seismic hazards, but also the volcanic and climatic ones. The hazard related to the climate change showed that heat-waves and pluvial flooding may be impacting on the urban system, on its liveability and on the loss of functionality and value of its assets.*

Il Progetto Metropolis, acronimo di MEtodologie e Tecnologie integRate e sOstenibili Per l'adattamentO e La sicurezza di Sistemi urbani, fa comprendere la complessità, la dimensione del programma di ricerca e gli obiettivi che ci si è posti sia in fase di elaborazione che in fase di esecuzione dell'attività. Le tematiche affrontate sono rilevanti non solo a livello nazionale o regionale, ma anche a livello europeo, rispondendo alla richiesta della programmazione comunitaria relativa a Horizon 2020, che individua tra le priorità l'adattamento dei sistemi urbani a una serie di rischi cui sono sottoposti. L'approccio innovativo adottato nel progetto parte dalla considerazione della città come sistema complesso, in quanto composto da una serie di sottosistemi, quale quello fisico degli edifici e delle strade che supportano le attività urbane, e quello economico-sociale posto in relazione alla percezione e alla fruizione dei cittadini delle funzioni erogate dalla città.

Le prime esperienze progettuali hanno visto la focalizzazione su uno solo dei molteplici rischi ai quali è esposto il sistema urbano, ovvero quello sismico e idrogeologico, il che ha rappresentato una modalità di approccio innovativa secondo cui valutare non solo i singoli fenomeni di hazard, ma le interazioni che vi sono tra gli stessi. Il concept del progetto si configura come un processo iterativo, che arriva alla valutazione del rischio integrato attraverso la conoscenza di tutte le variabili del sistema e la valutazione delle cause di suscettibilità e della vulnerabilità delle componenti.

L'obiettivo non è la mera restituzione di mappe di rischio, quanto fornire strumenti per l'adattamento e la mitigazione del rischio che, assieme alle azioni di progettazione e pianificazione futura, possono costituire un nuovo punto di partenza, una nuova fonte di conoscenza. Il punto di forza del progetto è la multidisciplinarietà dei soggetti coinvolti: Enti Pubblici, Consorzi di Ricerca e Società di Ingegneria, queste ultime quali veri portatori di interesse rispetto alla necessità di sviluppare strumenti e tecnologie da immettere sul mercato partendo dalle attività di ricerca.

Le prime fasi di lettura e conoscenza del sistema urbano si sono rivelate nevralgiche e tese alla valutazione delle singole componenti, pesandone le interconnessioni e le relazioni, studiandone inoltre l'attitudine al danno legato a fenomeni di hazard idrogeologico e sismico, ma anche vulcanico e climatico. Proprio gli hazard legati ai cambiamenti climatici hanno mostrato quanto i fenomeni di ondate di calore e pluvial flooding possano essere impattanti sul sistema urbano, sulla vivibilità dello stesso da parte dei cittadini e sulla perdita di funzionalità e valore delle loro attività.

Le attività di ricerca sono state strutturate secondo approcci metodologici e tecnologici volti a produrre una valutazione del rischio, una volta indagato come dare valore all'elemento di vulnerabilità, relativa tanto al sistema fisico quanto al sistema socio economico. I canali di ricerca vedono la loro concretizzazione all'interno di progetti dimostratori, utili alla validazione delle tecnologie e metodologie sperimentate, incentrati su aree complesse del Comune di Napoli caratterizzate da una particolare attitudine a specifiche tipologie di danno: l'area Est di Barra e Ponticelli e l'area Ovest di Bagnoli e Fuorigrotta.

Tali progetti hanno consentito di raccogliere gli interessi di tutti i soggetti attuatori dell'area napoletana per portare loro uno strumento di valutazione integrata. Il ruolo dell'Assessorato all'Urbanistica del Comune di Napoli, interessato a comprendere quali fossero la risposta e l'adattamento di queste due aree vulnerabili, appare fondamentale e innesca un rapporto sinergico di supporto reciproco nell'indagare le necessità di risoluzione di determinate problematiche e approfondire la risposta metodologica utile a valutare la resilienza e l'adattamento del sistema rispetto ai fenomeni di rischio.

Non meno importante appare l'accordo di collaborazione con l'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, relativamente al tema del pluvial flooding e alla risposta del sistema fognario rispetto a eventi meteorici eccezionali, nonché con l'Azienda Napoletana Mobilità e la Società Metronapoli, soggetti progettisti ed Enti gestori che hanno consentito lo studio del sistema metropolitano e la valutazione della sua vulnerabilità rispetto a eventi quali gli incendi in galleria.

Il progetto si è inoltre avvalso della consulenza scientifica dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, attraverso ispezioni geofisiche non invasive mediante rivelatore muonico all'interno della Galleria Borbonica al fine di ricostruire l'uso del sottosuolo in maniera innovativa rispetto alle convenzionali perforazioni.

Il progetto di ricerca è diventato, infine, motore di processi di approfondimento, da parte di studenti diplomati e laureati, adeguatamente formati come tecnici esperti nell'applicazione di metodi e tecniche per acquisizione dati della realtà fisica finalizzate alla conoscenza del sistema urbano nella valutazione e gestione del rischio sismico e idrogeologico per i sistemi urbani, nell'ambito del progetto Metropolis Formazione.

*The research activities have been structured according to methodological and technological approaches to produce a risk assessment, once investigated how to give value to the vulnerability element, concerning both the physical system and the socio-economic one.*

*The research channels see their realization within demonstrative projects, useful for the validation of technologies and proven methodologies, focused on complex areas of the City of Naples characterized by a strong aptitude for specific types of damage: the East Area of Barra and Ponticelli and the West Area of Bagnoli and Fuorigrotta.*

*These projects made it possible to collect the interests of all stakeholders of Naples area, to provide them an with integrated assessment tool.*

*The role of the Office for Urban Planning of the City of Naples, interested in understanding the response and adaptation of these two vulnerable areas, is fundamental and allows to start a synergistic relation of mutual support in discovering the needs for resolving certain issues and deepen the methodological answer useful to assess the system's resilience and adaptation related to risk phenomena.*

*The collaboration agreement with the Regional Basin Authority of Central Campania is notable too, regarding the topic of pluvial flooding and the answer of the sewerage system to exceptional rainfall events, as well as with Neapolitan Mobility Company (ANM) and Metronapoli Company, designers and managing institutions that have allowed the underground system's study and its vulnerability assessment to events such as fires in tunnels.*

*The project has also made use of the scientific advice of the National Institute of Nuclear Physics, through non-invasive geophysical inspections using muon detector inside the Bourbon Gallery in order to reconstruct the subsoil use in an innovative manner than conventional drillings.*

*The research project has finally become the engine of in-depth analysis processes, by qualified and graduated students trained as technical experts in the application of methods and techniques for data acquisition of physical reality, to create awareness of the urban system in the evaluation and management of seismic and hydrogeological risk for urban systems, as part of the Metropolis Training Project.*

## Ricerca, programmazione e cambiamento

### Carmine Piscopo

*Comune di Napoli - Assessore al diritto alla città, alle politiche urbane, al paesaggio e ai beni comuni*

#### **Research, planning and change**

*Institutional collaboration between scientific research and territory administration plays a fundamental role in an integrated approach, which has the gain of establishing urban transformation strategies. It is for these reasons that the capability of reading the territory, the identification of addresses and aims, the knowledge of the territory's knowledge and its transmission, have to realize a strong system of relations and cooperation aimed to territory regeneration.*

*The work done and the proposal of the research fields for Metropolis project were initially stipulated with the City of Naples Administration in order to develop and build a wider plan, in which was possible to define the main questions about territory and metropolitan area transformation. The shared objective is the governance of the territory-changing processes, which are included in dynamic procedures build through the Administration strategies.*

*The west area and the east hinterland constitute, for different reason of course, strategic places if considered in the context of a synergic action which comprehend urban system adaptation, both to the structural change due to the territory governance and to the climate change conditions. Even if these factors involve many risks they are also a good opportunity for urban regeneration. The integrated actions have to join together different changing processes that are interesting our territory, without excluding relation with wider dynamics, like the welfare policy, which regards different local communities. The comprehension of these complex dynamics can define the establishment of an overall transformation, in which the biunique relation between the anthropic and natural system includes the change, that has to be analyzed and studied in order to become a concrete planning action.*

*If the human being is moving, because of his journey, even the nature is moving, according to a relation which includes the change. From this relation new landscapes are derived, and with them many researches aimed to understand their semantic field. This journey also highlights the birth of diaspora dynamics, global flows, deeply mutated natures because of human hand. Inside these processes the urban landscape become a symbolic connotation of dynamic flows, different scale*

La collaborazione istituzionale tra la ricerca scientifica e l’amministrazione del territorio acquisisce sempre più un ruolo fondamentale, soprattutto se organicamente calata in un approccio volto a definire strategie di trasformazione del territorio urbano.

È per queste ragioni, che conoscenza del territorio, capacità di lettura e di individuazione di indirizzi e azioni e trasmissione delle conoscenze devono costruire un sistema di relazioni e di cooperazione sempre più stringente in un quadro di rapporti finalizzato alla rigenerazione del territorio.

Il lavoro svolto e la proposta di ambiti di ricerca per il progetto Metropolis registrano una condivisione iniziale con l’Amministrazione comunale di Napoli relativa alla valutazione e alla costruzione di un orizzonte più ampio, in cui fosse possibile definire i punti nodali che riguardano la trasformazione del territorio e dell’intera area metropolitana della città. Una condivisione che ha per orizzonte il governo dei processi di cambiamento del territorio, all’interno di dinamiche e di processi di cambiamento entro cui l’Amministrazione costruisce una propria strategia.

L’area occidentale e l’entroterra a est costituiscono, certamente per aspetti diversi, luoghi strategici se inquadrati all’interno di un’azione sinergica che intercetta l’adattamento del sistema urbano, sia rispetto ai cambiamenti strutturali richiesti dal governo del territorio, sia alle condizioni contingenti costituite dai cambiamenti climatici, quali fattori che comportano specifici rischi, ma anche grandi opportunità per la rigenerazione urbana. L’azione integrata deve così avere l’obiettivo di comporre unitariamente differenti processi di cambiamento che stanno interessando il nostro territorio, senza escludere relazioni con dinamiche più ampie, come, ad esempio, il welfare, che investono, con la propria azione, differenti collettività insediate. La lettura di queste complesse dinamiche, può definire l’esplicitazione di una trasformazione complessiva, in cui la relazione biunivoca tra sistema antropico e sistema naturale comprende il cambiamento, che va analizzato e studiato, per poi diventare un’azione di programmazione concreta.

Se l’uomo è in movimento, per effetto del suo stesso viaggio, lo è anche la natura, secondo una relazione che include il cambiamento. Se da questa relazione si sono generati nuovi paesaggi, e con essi numerosi studi tesi a interpretarne il campo semantico, dentro questo stesso viaggio si individua anche l’emergere di dinamiche di diaspora, di flussi globali, di nature profondamente mutate per effetto della mano dell’uomo. È all’interno di questi processi, che il paesaggio urbano diviene

emblematica connotazione di dinamiche, di flussi, di impatti a differenti scale, portatori di un cambiamento. Multicittà, geourbanità, iperterritori, ibridazioni vegetali e nuove nature: siamo tutti sempre più calati in una griglia di rapporti dalle diverse velocità che, mentre guarda, alle diverse scale, alle relazioni che vanno dall’ingegneria genetica alla cibernetica militare, fa i conti con le sterilizzazioni dei terreni e i deserti che avanzano per effetto dei cambiamenti climatici. Se dentro questi spazi di interrelazione oltre che di scambio continuo di matericità e di intuizioni, nuove tassonomie e antiche sinossi si incontrano, mentre nuove immagini di un antico territorio, prossimo al cambiamento globale, avanzano su nuove dimensioni locali e disegnano nuovi territori.

È in questa cornice che la costruzione di una metodologia di lavoro comune, fondata sulla ricerca pubblica, assume un ruolo centrale per l’Amministrazione comunale, configurandosi come un quadro di azioni coerenti dentro cui si intrecciano azioni complesse. Non vi è dubbio che l’adattamento dei sistemi urbani ai fattori di rischio e ai cambiamenti climatici definirà, nel tempo, quadri di programmazione profondamente mutati che porteranno alla variazione degli strumenti urbanistici, giacché la vita del territorio e il suo adattamento non possono che procedere di pari passo. Ecco perché, dentro questo quadro, in cui si iscrive il mutare degli assetti e delle condizioni urbane, diviene sempre più importante un lavoro di confronto costante tra i presupposti della conoscenza del sistema stesso e i livelli del cambiamento in atto. La variazione degli strumenti urbanistici, intesa come un grande telaio che tiene insieme cambiamenti e adattamenti in un elevato grado di complessità, può assumere una connotazione scientifica che approfondisce la natura delle aree vincolate, riconoscendone il carattere molteplice e i suoi gradi di nuova trasformabilità.

Osservare il cambiamento, inteso come fenomeno strutturale, significa coglierne gli aspetti principali e gli effetti, la cui comprensione orienta la programmazione e la variazione degli strumenti urbanistici negli aspetti relativi ai modi d’uso, alle sfide e agli obiettivi che il cambiamento stesso sta disegnando.

Per tali motivi, l’Amministrazione comunale ha sottoscritto un accordo di collaborazione scientifica della durata di tre anni con il Distretto Tecnologico STRESS, avente a oggetto la Città di Napoli, nel suo continuo intreccio con la Città Metropolitana. La sfida sarà avviare un processo di trasformazione in cui la Città Metropolitana, che si avvia alla redazione del Piano Strategico in accordo con la legge Del Rio, e il Comune di Napoli porranno al centro della propria azione l’obiettivo comune di definire strategie di trasformazione basate sui dati del cambiamento in atto.

*impacts, bearer of change. Multi-city, geo-urbanity, iper-territories, vegetable hybridization and new natures: we are reaching a framework of relations with different speeds, going from genetic engineering to military cybernetic. The framework of relations has to deal with land sterilization and desertification due to the climate change. Inside this space of interrelation, beyond the continuous exchange of materiality and intuitions, new taxonomy and ancient synopsis meet each other, while new images of an ancient territory, near to the global change, advance towards new local dimensions and draw new territory.*

*In this context, the construction of a common work methodology, based on public research, has a central role for the City Administration. The new methodology builds a framework of coherent actions in which complex actions are connected.*

*There is no doubt that urban system adaptation to risk factors and to the climate change will define a planning framework deeply different, which will lead to a variation of the urban instrument, because territory life and its adaptation has to proceed at the same velocity. In this framework, which includes urban assets and conditions, it is even more important to start a work of comparison between the prerequisites of knowledge of the system itself and the levels of change. The urban instruments variation is considered as a framework which keeps together changes and adaptations, having a high level of complexity. The urban instruments indeed can assume a scientific connotation that focuses on the nature of restricted areas, recognizing their multiple character and ranges of transformability.*

*Observing the change, considered as a structural phenomenon, means to understand its main aspects and effects. The comprehension of the change directs the planning and the urban instruments variations, in the aspects connected to the common use, to the challenges and objectives that the change involves. For these reasons, the City Administration has subscribed a three years' scientific collaboration agreement with STRESS Technological District regarding the City of Naples and its relation with the Metropolitan City. The challenge will be to start a transformation process during which the Metropolitan City and the City of Naples can put in the middle of their action a common objective: define transformation strategies based on the data of the ongoing change.*

## Riflessioni sulla ricerca in campo ambientale e tecnologico

### Maria Teresa Lucarelli

*SITdA Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura - Vice Presidente*

#### **Reflections on the environmental and technological research**

*The presentation of the results of the first phase of the research project Metropolis - Methodologies and integrated and sustainable technologies for adaptation and safety of urban systems is an occasion for a reflection, though short, about the complex issue of climate change and how the technological design can - but must also - face and manage urban adaptation needs derived by serious and now evident phenomena induced by this change. The problems generated by climate change and associated to the significant reduction of natural resources, are discussed and under observation since a long time now, although with satisfying results. In fact, after more than 30 years from the first significant warnings by scientists, intellectuals and populations concerned, the repetition of the problem is constant in the time, but with more and more serious manifestations. Since the late '70s talks, with concern yet, about greenhouse effect, ozone depletion and acid rain, phenomena attributable largely to increasing of pollution of the cities and linked to the human activities and despite the International Protocols - Kyoto '97 first and COP 21 Paris 2015, last - the results are far from satisfying. Two factors take part in this deadlock. One, attributable to the state of the environment: nature rebels against and climate change becomes more «[...] an urgent and potentially not reversible threat to the human society and the planet»<sup>1</sup>. The other one, attributable mainly to the socio-political problems affecting the planet: despite the agreements reached in Paris, not all countries are ready to ratification, expected in 2020; developing countries, in particular, claim the right to an adequate growth process that until today does not prove to be in line with the principles of “sustainability”. The example of China is paradigmatic. In addition, the recent position taken by the newly elected President of the United States on the re-use of coal and oil as an energy source, it certainly not seems to strengthen the recall of taking global responsibility for the environment. So, how to cope with this unstoppable phenomenon that is generating significant impacts, particularly evident in urban areas where the effects of the global warming seems more evident? By a recent Legambiente report “Le città italiane alla sfida del Clima”<sup>2</sup>, elaborated in cooperation with the Ministry of Environment, emerges the need to program Climate Plans for Italian cities, foreseeing, also through the*

La presentazione degli esiti della prima fase del progetto di ricerca Metropolis - Metodologie e tecnologie integrate e sostenibili per l’adattamento e la sicurezza dei sistemi urbani è occasione per una riflessione, se pur breve, sul complesso tema del Climate Change e su come la progettazione tecnologica possa - ma debba anche - affrontare e gestire le nuove esigenze di adattamento urbano derivate dai gravi edormai evidenti fenomeni indotti da tale cambiamento.

I problemi generati dai mutamenti climatici, associati alla consistente riduzione delle risorse naturali, sono discussi e sotto osservazione ormai da molto tempo, sebbene con risultati insoddisfacenti; tant’è che a distanza di oltre 30 anni dalle prime significative denunce da parte di scienziati, intellettuali e popolazioni interessate, la riproposizione del problema è costante nel tempo ma con manifestazioni sempre più gravi. Già dalla fine degli anni Settanta si parlava con preoccupazione di effetto serra, buco dell’ozono e piogge acide, fenomeni attribuibili in buona parte all’aumento dell’inquinamento di fondo delle città e legato alle attività dell’uomo ma nonostante i protocolli internazionali - Kyoto '97 per primo e COP 21 Parigi 2015, per ultimo - gli esiti sono tutt’altro che soddisfacenti. Due fattori concorrono a questo stallo. L’uno, ascrivibile allo stato dell’ambiente: la natura ha presentato con evidenza il suo conto e il cambiamento climatico diviene sempre più «[...] una minaccia urgente e potenzialmente irreversibile per le società umane e per il pianeta»<sup>1</sup>. L’altro, riferibile in prevalenza alle problematiche socio politiche che investono il pianeta: nonostante gli accordi assunti a Parigi, non tutti i Paesi sono pronti alla ratifica, prevista nel 2020; quelli in via di sviluppo, in particolare, reclamano il diritto a un adeguato processo di crescita che ad oggi, non dimostra essere in linea con i principi della “sostenibilità”. L’esempio della Cina è paradigmatico. Inoltre, la recente posizione assunta dal neo eletto Presidente degli Stati Uniti sul reimpiego del carbone e del petrolio come fonte energetica, non sembra certo rafforzare il richiamo all’assunzione planetaria di responsabilità verso l’ambiente. Come fronteggiare, dunque, questo inarrestabile fenomeno che sta generando ricadute significative, evidenti soprattutto nelle aree urbanizzate dove gli effetti del global warming sembrano esaltarsi?

Da un recentissimo dossier di Legambiente “Le città italiane alla sfida del Clima”<sup>2</sup>, elaborato in collaborazione con il Ministero dell’ambiente, emerge la necessità di programmare Piani Clima per le città italiane prevedendo, anche attraverso l’illustrazione di esperienze già condotte o in atto in diverse realtà europee e nazionali,

strumenti di intervento volti a garantire la sicurezza degli abitanti e comunque il complessivo miglioramento della vita nelle città e nel territorio.

Si ripropone dunque il tema della prevenzione - controllo dei comparti ambientali - acqua aria, suolo, energia - che in diverso modo usati e abusati, reclamano ulteriore attenzione non tanto come comparti a sé ma quanto per gli effetti, quasi sempre negativi, che in sinergia producono sui sistemi urbani. Da qui l’esigenza di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici attraverso interventi a scala territoriale e urbana di manutenzione e riqualificazione dei corsi d’acqua, sul drenaggio delle acque meteoriche, sulla permeabilità dei suoli ma anche sulla siccità e carenza idrica, sulle ondate di calore durante la stagione estiva. Allo stesso tempo si impone un livello di attenzione alto anche alla scala edilizia, in particolare alle relazioni e interazioni tra edificio e contesto - climatico e non - operando sui valori di albedo e di inerzia termica, oltre che sul controllo ambientale degli inquinanti atmosferici; configurando opportunamente quelle tra spazi aperti e di pertinenza dell’edificio con interventi di riqualificazione energetico ambientale e materiale. È bene ricordare che allo scarso rendimento energetico degli edifici viene attribuito, in area europea, un consumo di CO<sub>2</sub> pari al 40% e una produzione pari a un terzo del totale, con un conseguente significativo innalzamento della temperatura che, come è da tempo evidente, agisce in modo significativo sulla vulnerabilità degli aggregati urbani. Trovare, dunque, soluzioni adeguate ai cambiamenti climatici è complesso ma necessario; richiede una approfondita riflessione e confronto tra varie figure e competenze - comprese quelle politiche - con l’obiettivo di proporre azioni/soluzioni, interdisciplinari e interscalari, innovative e praticabili, per far fronte ai rischi ambientali, diversamente generati. In tal modo è forse possibile, comunque auspicabile, una rigenerazione sostenibile che, attraverso lo studio della capacità di adattamento delle città e dei territori, sia in grado di fronteggiare, oltre ai citati problemi ambientali, anche le attuali sollecitazioni sociali ed economiche, anch’esse causa delle modificazioni in atto.

In conclusione, come dimostrano gli esiti della ricerca Metropolis, la progettazione tecnologica-ambientale, determinante nella realizzazione del progetto, ha in sé tutti gli assunti scientifici per orientare alla costruzione di un quadro condiviso di conoscenze, sia per le competenze diversificate che esprime sia per la metodologia che propone, in virtù della capacità di utilizzare «[...]approcci sistemici, prestazionali e di gestione di processo sia in termini di fasi che di proiezioni temporali, attraverso la gestione dinamica dei dati e la simulazione degli scenari [...]»<sup>3</sup>

1. IPCC -Intergovernmental Panel on Climate Change (2013) “Climate Change 2013. The Physical Science Basis” WMO UNEP.
2. Legambiente (2016), *Le città Italiane e la sfida del clima*.
3. D’Ambrosio V. (2015), *Cambiamento climatico e ondate di calore; sistemi di conoscenza e strategie ambientali per la riduzione del livello di vulnerabilità degli edifici*, in “PONTE”, n. 6 (2015), Dei, Roma.

*illustration of experiences already conducted or ongoing in several European and national realities, instruments aimed at ensuring the security of the inhabitants and the overall improvement of life in city and territory. It is re-proposed the issue of control and prevention of environmental sectors - water, air, soil, energy - that, differently used and abused, reclaim further attention, not so much as domains, but also as for the effects, almost always negative, which together produce on urban systems. So, the need for mitigation and adaptation to climate change through territorial and urban scale interventions of maintenance and upgrading of water courses, the drainage of rain water, the permeability of soil, but also the interventions to fight drought and water scarcity, heat waves during the summer season. At the same time, a high level of attention also to the building scale is required, in particular to relationships and interactions between the building and context - climatic and not - by operating on the albedo values and thermal inertia as well as environmental control of air pollutants, configuring the relations between open spaces and buildings trough interventions of environmental, material and energy regeneration. It is important to remember that to the low energy performance of buildings is attributed, in Europe, a consumption of CO<sub>2</sub> equal to 40% and a production equal to one third of the total, with a consequential increasing of temperature that evidently operates significantly on the vulnerability of urban centres. So, to find adequate solution about climate change is complex but necessary. It requires a detailed reflection and discussion between the various figures and skills - included policies - with the goal of proposing actions and solutions, interdisciplinary and interscalar, innovative and practicable, to cope with the environmental risks, differently generated. In this way it is perhaps possible, however desirable, a sustainable regeneration that, through studying the adaptability capacity of cities and territories, is able to cope with besides the above mentioned environmental problems, also the actual social and economic solicitations, that are causes of the changes. In conclusion, as the results of Metropolis research show, the technological and environmental design, determining factor in realizing the project, has in itself all the scientific assumptions to guide the construction of a common framework of knowledge, both for the different skills that expresses both for the methodology it proposes, in virtue of the ability to use «[...] systemic approaches, performance and process management both in terms of phases that the temporal projections, through dynamic management of data and scenario simulation [...]»<sup>3</sup>.*

## Condivisione delle conoscenze e nuove professionalità

### Ciro Buono

*Ordine degli Architetti P.P.C. di Napoli e Provincia - Segretario*

#### ***Sharing of knowledge and new professional skills***

*In the contemporary world climate change in cities undoubtedly constitutes one of the most interesting and pressing topics. Confirmation of this is provided by the quantity and quality of articles that even non-specialist newspapers dedicate to it and the needs and expectations raised by the numerous initiatives, ranging from the new technical regulations for the preparation and implementation of city climate monitoring plans and programs by the ministerial bodies, public and private finance, local authorities, associations of building owners, entrepreneurs, professionals and all operators in the sector. It is an important operational space that is open to the perspectives of research and work for numerous categories of technicians and enterprises, well beyond those traditionally involved in the construction field. A space that is more and more emerging as essential to the preservation of natural resources and the protection of health, being structured on the overcoming of punctual and episodic interventions and lying on a process-based and continuous view of the entire global phenomenon. We need a clear and coherent strategic approach to the implementation of an action plan to ensure the effectiveness, coherence and the timely adoption of safeguard measures of the environmental system. The theme of the redevelopment and urban regeneration - even under the profiles that affect the energy savings, given the now clearly established need to avoid consuming more land - underpinned by the expansion of the international competition of the construction companies, but also by the design and process management, should be compared with European and non-European planning and realization standards, where technological innovation and the push toward green building will emphasize the role of knowledge, as well as the ability and potential that this process involves not only for large companies, large professional firms, but also for SMEs and a generation of designers with a high-level know-how on new technologies. The essential point, on this side, is that the knowledge on new uses, are original and likely to be adopted by large circuits, potentially global, of users. The value of knowledge must be generated by a new creativity, seen as successful strategic factor in this new phase of the competition: a creativity that is at the*

Nel mondo contemporaneo il cambiamento climatico delle nostre città costituisce senz’altro uno dei temi di maggiore interesse e attualità. La conferma di ciò è fornita dalla quantità e qualità degli interventi che i quotidiani anche non specialistici dedicano all’argomento e alle esigenze e aspettative suscitate dalle numerose iniziative in materia, che spaziano dalla nuova normativa tecnica alla redazione e attuazione di piani e programmi di monitoraggio climatico delle città da parte degli organismi ministeriali, della finanza pubblica e privata, degli enti locali, delle associazioni della proprietà edilizia, degli imprenditori, dei professionisti e di tutti gli operatori del settore. Si tratta di un importante spazio operativo che si è aperto alle prospettive di ricerca e di lavoro per numerose categorie di tecnici e di imprese, ben al di là di quelle tradizionalmente coinvolte nel campo delle costruzioni. Uno spazio che si va sempre di più delineando come essenziale alla salvaguardia delle risorse naturali e di tutela della salute in quanto strutturato sul superamento dell’intervento puntuale ed episodico e fondato su una visione processuale e quindi continua dell’intero fenomeno globale. È necessario un coerente e chiaro approccio strategico per l’attuazione di un piano di azione che garantisca l’efficacia, la coerenza nonché la tempestiva adozione delle misure di salvaguardia del sistema ambiente. Il tema della riqualificazione e della rigenerazione urbana, anche sotto i profili che interessano il risparmio energetico, data l’ormai acclarata impossibilità di consumare ulteriore territorio, corroborato dall’ampliamento della competizione internazionale delle imprese edilizie ma anche del management progettuale e gestionale, dovrà essere messo a confronto con standard progettuali e realizzativi europei ed extraeuropei, dove l’innovazione tecnologica e la spinta verso il *green building* dovrà enfatizzare il ruolo della conoscenza, nonché la possibilità e la potenzialità che a questo processo partecipino non solo le grandi aziende, i grandi studi professionali, ma anche le PMI e un generazione di progettisti dotati di un know-how di alto livello sulle nuove tecnologie. Il punto essenziale, su questo versante, è che le conoscenze sui nuovi usi siano originali e suscettibili di essere adottate da circuiti ampi, tendenzialmente globali, di utilizzatori. Il valore delle conoscenze deve essere generato da una nuova creatività, vista come fattore strategico vincente in questa nuova fase della competizione: una creatività che sta alla base della natura originaria del mondo della progettazione. In questa prospettiva, il dibattito sul cambiamento climatico in ambito urbano con il suo relativo adattamento, coinvolge il ruolo delle professioni tout-court, privilegiando, in qualche misura, la figura dell’architetto a cui è devoluta

l’azione creativa di trasformazione, controllo e monitoraggio di un mondo in continuo divenire: solo prestando attenzione ai cambiamenti disciplinari in atto, l’architetto può rispondere adeguatamente alle istanze di una società, reinventando e/o attualizzando alcuni aspetti dell’antica professione. Oggi l’attenzione verso lo sviluppo sostenibile muove i suoi passi inizialmente con la sostenibilità territoriale e ambientale dei progetti, e poi con la loro effettiva realizzazione, sia in campo pubblico che privato. Il ruolo dell’architetto diventa determinante in questo contesto perché è proprio nella fase di progettazione che, in un’ottica sostenibile, devono essere previsti tutti gli input e tutti gli output che il progetto comporta. Se la produzione industriale è in questo senso agevolata, data la relativa facilità di redigere un bilancio ambientale anche per singolo prodotto, il prodotto edilizio produce una complessità a monte, che si riverbera in modo particolare sulla figura dell’architetto-progettista che deve predisporre un progetto che sia in linea con le richieste della committenza, si inserisca nel contesto territoriale di riferimento, segua le prescrizioni pianificatorie e urbanistiche, minimizzi gli impatti ambientali, esalti in senso positivo gli impatti economici e sociali, preveda un determinato uso di materiali, gestisca la sostenibilità nella fase di cantiere, di utilizzazione, di manutenzione, di demolizione e perché no di recupero dei materiali coinvolti nel processo. Il nodo centrale è il rapporto tra identità e innovazione del paesaggio a cui la progettazione e il settore delle costruzioni devono maturare. È il momento per un salto di scala nel know-how, nella conoscenza, nell’uso delle tecnologie, nel disegno del modello di offerta. Il tema del rischio dei sistemi urbani non è, certamente, un tema nuovo; già agli inizi degli anni Ottanta l’ICR (Istituto Centrale del Restauro) si pose come obiettivo quello di definire un sistema atto a individuare rapidamente, nell’ambito dell’esteso patrimonio culturale italiano, quali sono i beni più esposti a rischio ambientale, al fine di programmare gli interventi da effettuare con maggiore urgenza. Tutto ciò si è concretizzato nella realizzazione di un sistema di banche dati capace di raccogliere, elaborare e gestire informazioni e dati relativi all’intero patrimonio nazionale monumentale, ai fenomeni fisico-chimici e sociali che intervengono sullo stato di conservazione e di degrado dei beni. Per concludere, si intende sottolineare quanta strada ancora bisogna fare per colmare il gap tra la ricerca scientifica e le problematiche legate alla vita reale; in una delle sue ultime interviste, Umberto Eco sottolineava in maniera provocatoria quanto la ricerca, in senso lato, anticipasse di venti anni i problemi della vita reale. In tal senso, appare determinante l’affiancamento dell’ambito della politica ordinistica della professione: mettere in campo soluzioni attuabili, non utopiche, che rappresentino il dignitosissimo versante culturale di orizzonti più lontani. Solo incentivando la collaborazione multidisciplinare nel settore della ricerca, si possono abbreviare i tempi e migliorare le modalità di rilancio e raggiungimento di obiettivi più concreti.

*basis of the original nature of the design world. In this perspective, the debate on climate change in urban areas with its relative adaptation, involves the role of the professions as a whole, giving priority to some extent, to the architect who manages the processing, control and monitoring of actions in a changing world: only paying attention to the disciplinary changes, the architect can adequately meet the needs of the society, reinventing and/or updating some aspects of the ancient profession. The architect’s role becomes crucial in this context because it is in the design phase which, in a sustainable way, all inputs and outputs that the project entails must be provided. If industrial production is facilitated in this way, because of the relative ease of drawing up an environmental balance sheet even for single product, the building product produces an upstream complexity, which is reflected in particular on the architect-designer figure, which must establish a project in line with the demands of the client, attached in the territory of reference, following regional-planning and zoning requirements, minimizing environmental impacts, positively enhancing the economic and social impacts, providing a use of materials, managing sustainability in the phase of construction, use, maintenance, demolition and recovery of the materials involved in the process. The central issue is the relation between landscape identity and innovation, which the design and the construction sector must mature. It is time for a change of scale in the know-how, knowledge, use of technology and in the supply model design. The theme of the risk of urban systems is not, certainly, a new theme; already at the beginning of the 80s the ICR (Central Restoration Institute) had as objective to establish a mechanism to quickly identify, within the extensive Italian cultural heritage, which are the most exposed to environmental risk assets, in order to plan interventions to be made with greater urgency. All of this has led to the creation of a database system that can collect, process and manage information and data of the whole monumental national heritage and of the physical-chemical and social phenomena involved on assets conservation and deterioration. Finally, it is highlighted how much more needs to be done to fill the gap between scientific research and the issues related to real life. In one of his last interviews, Umberto Eco provocatively emphasized that research, in the broad sense, anticipate of twenty years the problems of real life. In this sense, it appears as crucial the support of professional association policy, putting in place viable, not utopian solutions, representing the dignified cultural side of more distant horizons. Only by encouraging multidisciplinary collaboration in research, the time frame can be shortened and the methods for the relaunch and achievement of specific targets improved.*

## Prefazione

### Mario Losasso

*Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Architettura - Direttore*

#### **Preface**

*The reduction of climate change impacts on the urban environment, a strategic topic for the next future supported by a growing international relevance, has found in the research project METROPOLIS - Methodologies and Technologies for Integrated and Sustainable Adaptation and Security of Urban Systems, an opportunity for the advancement of research and a push to the Third Mission of the University, increasingly interested in the impact of research on territory and society. The synergy between different stakeholders - such as the Technological District on Construction, as part of STRESS Consortium; the City of Naples; the DiARC -Department of Architecture of the University of Naples Fedenco II; as well as several other Universities, national and international partners - has allowed to achieve the important results reported in this volume Environmental Design for Adaptation to Climate Change. Innovative Models for Knowledge Production, effectively and originally edited by Valeria D’Ambrosio and Mattia Leone.*

*The research work proposes methodological innovations and practices for knowledge and design related to urban, building and environmental adaptation to climate change, where the advancement of the cognitive approach is implemented through the convergence of a plurality of stakeholders and expertise which potentially allow the transfer and the actual implementation of the research results on the territory. Climate change produces significant impacts in urban systems and this emergency is combined with the current condition, in our country and Europe, of a high concentration of the population in cities, particularly vulnerable and exposed to intense climatic phenomena. Impacts and vulnerabilities are however sensitive and specific to each context and, therefore, adaptation and mitigation strategies are more effective if there is a detailed knowledge at local level, in relation to the specificity of the application scales and finalized to the planned interventions. The design of climate-related settlement systems and architectures has been a constant over time because they were necessarily designed according to bioclimatic principles. Designing “without technical systems” has been a necessity for millennia, while “building with the climate” has always been an indispensable imperative. Only with*

La riduzione degli impatti dei cambiamenti climatici sull’ambiente urbano, tema strategico per il prossimo futuro e sostenuto da una crescente rilevanza internazionale, ha visto nel progetto di ricerca METROPOLIS - *ME*todologie e *Tec*nologie *integ*Rate e *sO*stenibili *Per l’adattamentO* e *La sI*curezza di *Sistemi urbani*, un’opportunità per l’avanzamento della ricerca e per l’impulso all’attività di terza missione dell’Università, sempre più interessata alle ricadute della ricerca sul territorio e nella società. La sinergia tra diversi soggetti - quali il Distretto Tecnologico sulle Costruzioni nell’ambito del Consorzio STRESS, il Comune di Napoli, il DiARC - Dipartimento di Architettura dell’Università Federico II oltre a prestigiose Sedi Universitarie e a numerosi partners nazionali e internazionali - ha consentito di raggiungere gli importanti risultati che sono riportati nel presente volume *Progettazione ambientale per l’adattamento al Climate Change. Modelli innovativi per la produzione di conoscenza*, curato in maniera efficace e originale da Valeria D’Ambrosio e Mattia Leone. Il lavoro di ricerca propone innovazioni metodologiche e prassi per la conoscenza e la progettazione riferite all’adattamento urbano, edilizio e ambientale al cambiamento climatico, in cui l’avanzamento dell’approccio cognitivo viene attuato attraverso la convergenza di una pluralità di soggetti e di saperi che, potenzialmente, consentono il trasferimento e l’attuazione concreta dei risultati della ricerca sul territorio.

Il cambiamento climatico ha ricadute significative negli impatti sui sistemi urbani e tale emergenza si combina con il fatto che oggi, nel nostro paese e in Europa, la maggioranza della popolazione è concentrata nelle città, dove risulta particolarmente vulnerabile ed esposta ai fenomeni climatici intensi. Gli impatti e le vulnerabilità sono tuttavia sensibili e specifici per ciascun contesto e, pertanto, le strategie per l’adattamento e la mitigazione hanno maggiore efficacia se vi è una conoscenza dettagliata dei contesti, commisurata alla specificità delle scale di applicazione e finalizzata agli interventi previsti.

Nel corso del tempo la progettazione dei sistemi insediativi e delle architetture in relazione al clima ha rappresentato una costante per il fatto che essi erano per necessità concepiti secondo principi bioclimatici. Progettare “senza impianti” è stata per millenni una necessità, mentre “costruire con il clima” è stato sempre un imperativo indispensabile. Solo con il periodo particolarmente breve dell’energia a buon mercato, che ha avuto peraltro una coincidenza con il boom economico degli

anni Sessanta, a cavallo di quegli anni e fino alla fine degli anni Ottanta l’approccio climaticamente consapevole è stato collocato in secondo piano rispetto a nuovi modelli insediativi energivori e disinteressati alla relazione con il contesto climatico e le risorse disponibili.

Gli anni recenti restituiscono due grandi criticità con cui l’abitare contemporaneo è costretto a fare i conti: da un lato la crisi energetica, con l’incremento dei costi energetici e la tendenziale riduzione di disponibilità delle fonti di tipo fossile, dall’altro l’evidenza provata che il clima sta cambiando, con il sostanziale contributo di emissioni di CO<sub>2</sub> dei modelli economici globalizzati e di vita energeticamente dissipativi, con impatti intensi diversificati a seconda delle latitudini. Il cambiamento climatico vede un progressivo incremento della temperatura: anche in Italia il *global warming* conduce l’attenzione agli scenari delle variazioni climatiche future recentemente valutate (ISPRA, *Il clima futuro in Italia: analisi delle proiezioni dei modelli regionali*, 2015) per tre orizzonti temporali, rappresentati da periodi di 30 anni (2021-2050, 2041-2060 e 2061-2090) in cui è previsto, in assenza di efficaci contromisure di mitigazione, il preoccupante e potenzialmente irreversibile aumento della temperatura media del pianeta. La crisi climatica vede nell’ambiente urbano, nonché nel sistema delle reti infrastrutturali e della produzione energetica e industriale, i “luoghi” in cui si attua la sfida climatica. Per affrontarla, è necessario superare innanzitutto i deficit di conoscenza e predisporre metodologie progettuali in termini di sostenibilità allargata, in cui la responsabilità ambientale sia al centro del progetto, divenendo prevalente e associata alla responsabilità culturale, sociale ed economica in relazione al rischio climatico.

La progressiva trasformazione del quadro normativo europeo e nazionale ben evidenzia la crescente consapevolezza in sede UE del necessario miglioramento del rendimento energetico, con una successione di disposizioni normative che vanno dalla Direttiva 2002/91/CE sul “Rendimento energetico nell’edilizia” fino alla Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla “Prestazione energetica nell’edilizia” con cui si è introdotto il concetto di NZEB, edifici a energia quasi zero. Nel quadro di evoluzione della politica tecnica, i temi della riduzione del fabbisogno energetico nell’edilizia e nelle infrastrutture sono stati progressivamente collegati alle tematiche climatiche, varando i cosiddetti “pacchetti clima-energia”. Il pacchetto denominato “20-20-20”, contenuto nella Direttiva 2009/29/CE, entro il 2020 prevedeva la riduzione delle emissioni di gas serra del 20%, l’innalzamento al 20% della quota di energia prodotta da fonti rinnovabili e al 20% quella del risparmio energetico. I nuovi obiettivi climatici ed energetici per il 2030 adottati dai leader dell’UE nell’ottobre 2014 (“Quadro per il clima e l’energia 2030”) prevedono la riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas serra rispetto ai livelli del 1990, la produzione almeno del 27% di energia rinnovabile e un miglioramento almeno del 27% dell’efficienza energetica. A tali obiettivi si aggancia, con una interessante

*the particularly short period of cheap energy, which had moreover a coincidence with the economic boom of the ‘60s, and until the end of the ‘80s the climate-conscious approach was placed in the background, compared to new, energy-demanding settlement models unaware of the relationship with the climate and available resources. The recent years return two major criticisms that contemporary living must face with: on the one hand, the energy crisis, with the increase in energy costs and the tendency towards a reduced availability of fossil sources, on the other the proven evidence that the climate is changing, with the substantial contribution of CO2 emissions from globalized economic models and energetically dissipative life, with diverse intense impacts depending on latitudes. Climate change will have a gradual increase in temperature: even in Italy, global warming leads attention to the scenarios of recently evaluated climate variations (ISPRA, Future Climate in Italy: Analysis of Regional Model Projections, 2015) for three time horizons, represented by periods of 30 years (2021-2050, 2041-2060 and 2061-2090) where, in the absence of effective mitigating countermeasures, the worrying and potentially irreversible increase in the average temperature of the planet is expected. The climatic crisis sees in the urban environment, as well as in the system of infrastructure, energy and industrial production networks, the “places” where the climate challenge takes place. In dealing with it, it is necessary to first overcome the deficits of knowledge and to devise planning methodologies in terms of broader sustainability, in which the environmental responsibility is at the center of the project, becoming prevalent and associated with cultural, social and economic responsibility in relation to climate risk. The progressive transformation of the European and national regulatory framework well highlights the increasing EU awareness of the necessary energy efficiency improvement, with a series of normative provisions ranging from Directive 2002/91/EC on “Energy efficiency in buildings” to the Directive 2010/31/EU of the European Parliament and Council on “Building energy performance” with which the concept of NZEB, nearly zero energy buildings, has been introduced. In the framework of evolving technical policy, the issues of reducing energy demand in buildings and infrastructures have been progressively linked to climate issues by launching so-called “climate-energy packages”. The “20-20-20” package, contained in Directive 2009/29/EC, included the reduction by 2020 of greenhouse gas emissions by 20%, the increase of 20% of the share of energy produced from renewable sources and to 20% that of energy saving. The new climate and energy targets adopted for 2030 by EU leaders in October 2014 (“Climate and Energy Framework 2030”) provide for a reduction of at least 40% of greenhouse gas emissions compared to 1990 levels, the production of at least 27% of renewable energy and an improvement of at least 27% of energy*

efficiency. These objectives, with an interesting relapse at the local scale, are embedded in the “Covenant of Statutory Auditors for climate and energy” signed by the European Commission in October 2015 and the Covenant of Mayors with the support of the European Committee of the Regions. The response involves thousands of local and regional authorities committed voluntarily to reaching on their own territory EU energy and climate targets for 2030 and adopting an integrated approach to mitigating and adapting to climate change. The climate-energy “packages” thus confirm the shift of government actions in the direction of an integrated system of energy demand reduction (reduction in consumption, efficiency and reduction of energy demand as a result of urban and building design with high energy performance and the promotion of technological innovation and sustainable development) associated with mitigation actions for climate change, mainly through the reduction of greenhouse gases emissions. Taking into account the need to live in the short term with the progressive alteration of climate conditions, mitigation actions should be supplemented by an adaptive and climate responsive design, with a holistic approach but capable of contemplating in-depth analyses and measures located in strategic points of urban systems, as well as measurable and verifiable solutions through the use of advanced indicators systems. Designing must also be capable of activating a decision-making process in which, through the choice of priority adaptation options, environmental implications are concerned, to support an innovative living culture based on cohesion and social equity, as well as on technical and economic feasibility of the new sustainability conditions for the components of the built environment along their entire life cycle. The scenario turns into integrated sustainable models and systemic design: it must be understood as the multiplicity of sometimes separated segments of urban, architectural and environmental themes - such as the architectural and urban bioclimatic design, energy efficiency, facilities efficiency improvement, environmental comfort, water management, urban greening, etc. – that have to focus towards objectives strictly aimed at adapting urban systems to the new conditions imposed by climate change, which are for the first time particularly impressive in the culture of living and require a vision capacity and coherence of aims. The long-term perspective foresees the transition towards a low-carbon competitive economy by 2050, with the goal of containing the average temperature rise within acceptable limits as established in the recent climate agreements. The decarbonisation of urban metabolism and the processes of technological transformation of the built environment must be associated with green economy forms. The description of a common reference framework for adaptation to climate change should be defined from

ricaduta alla scala locale, il “Patto dei Sindaci integrato per il clima e l’energia” siglato a ottobre 2015 dalla Commissione europea e il Patto dei Sindaci con il sostegno del Comitato europeo delle regioni. La risposta vede coinvolte migliaia di autorità locali e regionali impegnate su base volontaria a raggiungere sul proprio territorio gli obiettivi UE per l’energia e il clima per il 2030 e ad adottare un approccio integrato per affrontare la mitigazione e l’adattamento ai cambiamenti climatici. I “pacchetti” clima-energia sanciscono in tal modo lo spostamento delle azioni governative nella direzione di un sistema integrato di riduzione del fabbisogno energetico (diminuzione dei consumi, efficienza e riduzione della domanda energetica per effetto di una progettazione urbana ed edilizia con elevate prestazioni energetiche e con la promozione dell’innovazione tecnologica e di uno sviluppo sostenibile) associato alle azioni di mitigazione del cambiamento climatico, da attuarsi prevalentemente attraverso la riduzione delle emissioni di gas climalteranti. Tenendo conto della necessità di dover convivere nel breve termine con condizioni climatiche in progressiva alterazione, le azioni volte alla mitigazione vanno integrate da una progettazione impostata in termini di *adaptive* e *climate responsive design*, secondo un approccio che deve essere olistico ma capace di contemplare approfondimenti di tipo deep e localizzati in punti strategici dei sistemi urbani, nonché misurabile e verificabile attraverso l’utilizzo di evoluti sistemi di indicatori. La progettazione dovrà altresì essere capace di attivare un processo decisionale in cui, attraverso la scelta di opzioni prioritarie di adattamento, siano considerate le implicazioni ambientali e di sostegno a una innovativa cultura abitativa basata su coesione ed equità sociale nonché su fattibilità tecnica ed economica nelle nuove condizioni di sostenibilità complessiva dei cicli di vita delle componenti dell’ambiente costruito. Lo scenario si trasforma verso modelli sostenibili integrati e di progettazione sistemica: va compreso come la molteplicità dei segmenti, a volte separati, delle tematiche urbane, architettoniche e ambientali - quali il progetto architettonico e urbano bioclimatico, il rendimento energetico, il miglioramento dell’efficienza degli impianti, il comfort ambientale, il *water management*, l’*urban greening*, ecc. - siano chiamati a convergere verso obiettivi strettamente finalizzati all’adattamento dei sistemi urbani alle nuove condizioni imposte dal cambiamento climatico, che si presentano per la prima volta in maniera particolarmente impattante nella cultura dell’abitare e che richiedono capacità di vision e coerenza di obiettivi. La prospettiva di lungo termine prevede di passare a un’economia competitiva a basse emissioni di carbonio entro il 2050, accogliendo l’obiettivo di contenere l’aumento della temperatura media entro limiti accettabili come stabilito nei recenti accordi sul clima. La decarbonizzazione del metabolismo urbano e dei processi di trasformazione tecnologica dell’ambiente costruito dovrà essere associata a forme di *green economy*.

La descrizione di un comune quadro di riferimento sull’adattamento ai cambiamenti climatici va definita a partire dalle conoscenze sugli impatti, sulla vulnerabilità e sulle alternative tecnico-progettuali per l’adattamento, integrando questa tematica nelle politiche settoriali così come è avvenuto dal 2009 con la pubblicazione, da parte della Commissione Europea, del libro bianco *Adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d’azione europeo*. Nell’aprile del 2013 si è poi avuta l’adozione della “Strategia europea per i cambiamenti climatici” e, successivamente, della “Strategia europea di Adattamento al Cambiamento Climatico”. Il Quinto Rapporto di Valutazione del Comitato Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite IPCC (AR5), pubblicato nel 2014, ha mostrato i risultati delle proiezioni climatiche realizzate nell’ambito del *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5* (CMIP5) del *World Climate Research Programme* (WCRP) ed effettuate costruendo specifici scenari, definiti *Representative Concentration Pathways* (RCP). Secondo tutti gli scenari RCP la temperatura media aumenterà entro la fine di questo secolo almeno di 1,5°C rispetto al periodo 1850-1900. Il target di 2°C diventa necessario per evitare gli effetti devastanti del climate change. Quale struttura responsabile a livello nazionale delle politiche sul clima, il MATTM - Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha definito nel 2014 la “Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici” (SNAC) da attuare mediante un Piano di Azione e Piani di Azione Settoriali nelle loro varie derivazioni, fino a quella locale e distrettuale. La tesi della ricerca METROPOLIS condotta dal gruppo di ricerca del DiARC ed esplicitata nel presente volume, riguarda la necessità di un cambio di atteggiamento cognitivo e progettuale nell’affrontare le tematiche dell’adattamento nel campo dell’architettura e dell’ambiente costruito. Per comprendere gli effettivi livelli di vulnerabilità, rispetto ai quali allocare appropriate risorse e sviluppare specifiche attività, sono necessarie conoscenze approfondite, strutturate e finalizzate. Tale aspetto è teso a superare i deficit di conoscenza legati all’approccio di area vasta, che tende a predisporre interventi sull’ambiente costruito derivati da dati di solo carattere generale. In coerenza con gli indirizzi comunitari, nel testo si sostiene che l’attuazione di piani di azione caratterizzati da una inevitabile componente di centralizzazione (approccio *top-down*) debba essere affiancata da opzioni settoriali anche decentralizzate e di tipo *bottom-up*, alla scala di distretto urbano o di quartiere, che vanno a incrociarsi con i piani di adattamento locale alla scala regionale, metropolitana e comunale. L’errata valutazione che può derivare da una conoscenza preliminare non opportunamente dettagliata può indurre erronee considerazioni sulla vulnerabilità e quindi la previsione di misure di adattamento tardive o valutate in maniera sbagliata, provocando danni evitabili e oneri inefficaci. Un importante elemento emerso dalla ricerca METROPOLIS ed esplicitato dai curatori del volume, risiede nella necessità di graduare l’approccio alla conoscenza,

the knowledge of impacts, vulnerabilities and technical-design alternatives for adaptation, integrating this issue into sectoral policies as it has been since 2009 with the publication, by the European Commission, of the white paper *Adapting to climate change: towards a European framework to action*. In April 2013, there was the adoption of the “European Climate Change Strategy” and then the “European Climate Adaptation Strategy”. The Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change of the United Nations (IPCC-AR5), published in 2014, has shown the results of climate projections conducted under the Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) by World Climate Research Program (WCRP) and produced by conceiving specific scenarios, defined as Representative Concentration Pathways (RCP). According to all RCP scenarios, the average temperature will increase by at least 1.5 ° C by the end of this century compared to the 1850-1900 period. The 2 ° C target is needed to avoid the devastating effects of climate change. In 2014 the Ministry of the Environment and the Protection of the Territory and the Sea (MATTM) defined, as national responsible department in climate policy, the “National Climate Change Adaptation Strategy” (SNAC) to be implemented through an Action Plan and Sector Action Plans in their various derivations, up to local and district levels. The assumption of METROPOLIS research project, conducted by the DiARC research group and outlined in this volume, focuses on the need for a change of cognitive and design attitude in addressing adaptation issues in the field of architecture and built environment. In order to understand the actual levels of vulnerability, in relation to which to allocate appropriate resources and develop specific activities, deep, structured and finalized knowledge are needed. This aspect is aimed at overcoming the knowledge deficits linked to the wide area approach, which tends to identify interventions on the built environment derived only from general data. In line with the Community guidelines, the text argues that the implementation of action plans characterized by an inevitable centralization component (top-down approach) should be accompanied by sectoral options, even decentralized and bottom-up, at the scale of urban districts or neighborhood, which interact with local adaptation plans at the regional, metropolitan and municipal scale. The incorrect assessment that may arise from an inappropriately detailed preliminary knowledge may lead to erroneous considerations about vulnerability, and so a late prediction or incorrect evaluation of adaptation measures, causing avoidable damages and ineffective expenses. An important aspect emerging from METROPOLIS research and illustrated by the curators of the volume lies in the need to measure the approach to knowledge, vulnerability assessment and then adaptation strategies based on the original development of spatial modelling tools and the convergence of many

*disciplinary components, both in the fields of architecture and in those that, from other points of view, are more focused on the socio-economic and environmental aspects. Within the field of Architectural Technology Design, which has coordinated the research work, the Environmental Design contains, for its scientific status based on systemic logic and procedural approach, a multidisciplinary opening aimed at working in the convergence of several knowledge domains and points of view, synthesizing the various scientific contributions through recursive processes of knowledge processing. Another important element relates to the disciplinary attitude of an experimental methodological approach that has seen the development of knowledge models to handle complex data and information, resulting in verifications and simulations for the validation and the potential replication of developed hypotheses. All the stakeholders involved in the building process are called upon to develop concrete actions to redirect the approach to the plan and the project, taking into account changes in the environmental and socioeconomic structures and in the needed alignment with the new regulatory dictates. The widening of knowledge deriving from “downscaling” processes deals with the assumption that the vulnerability of urban systems is influenced by the impact of climate change on the local scale, but primarily depends on the quality of the built environment in terms of type-morphological characteristics and performance, of the settlement and road layouts, of the orientation, of the buildings and urban elements, of construction techniques, of the building envelope and surfaces, of the orographic conditions, of the green areas, etc. These features have a significant influence on vulnerability and require a thorough knowledge and management to anticipate successful adaptation measures in the transition phase of the coming decades, which should lead the population to coexist with higher temperatures and with intense climatic events such as pluvial flooding and heat waves, typical of the temperate Mediterranean climate. Rainfall reduction, droughts in the summer and early fall, water shortages, damages to economic activities, social cohesion, health risks, increased healthcare costs, network infrastructure service interruptions, water and air quality worsening and habitat alterations: as is well known, the effects are not always foreseeable or quantifiable, and with respect to them the communities, nowadays poorly or not at all equipped or sensitized, must start to play an active role, in synergy with the local administrations, stakeholders and research community to address the challenges of adapting to climate change and increasing the climatic resilience of urban systems.*

alla valutazione della vulnerabilità e, successivamente, alle strategie di adattamento in base allo sviluppo originale di strumenti di modellazione spaziale e alla convergenza di molteplici componenti disciplinari, sia nei campi dell’architettura sia in quelli che, da altri punti di vista, sono maggiormente focalizzati sugli aspetti socio-economici e ambientali. Nell’ambito della Progettazione tecnologia dell’architettura, che ha costituito il coordinamento del lavoro scientifico della ricerca, la disciplina della Progettazione ambientale contiene, per suo statuto scientifico basato sulla logica sistemica e sull’approccio di tipo processuale, un’apertura multidisciplinare tesa a lavorare nella convergenza di numerosi saperi e più punti di vista, sintetizzando i vari apporti scientifici attraverso processi ricorsivi di elaborazione delle conoscenze. Un altro elemento significativo riguarda l’attitudine disciplinare a un approccio metodologico di tipo sperimentale che ha visto l’elaborazione di modelli di conoscenza per gestire dati e informazioni complesse, da cui derivano verifiche e simulazioni per la validazione e la potenziale replicabilità delle ipotesi sviluppate.

Tutti i soggetti coinvolti nel processo edilizio sono chiamati a sviluppare azioni concrete per riorientare l’approccio al piano e al progetto, tenendo conto delle modificazioni degli assetti ambientali e socio-economici e nella necessità di allinearsi ai nuovi dettati normativi. L’ampliamento della conoscenza che deriva da operazioni di *downscaling* parte dalla considerazione che la vulnerabilità dei sistemi urbani è influenzata dall’impatto del climate change alla scala locale, ma dipende soprattutto dalle qualità dell’ambiente costruito nelle sue caratteristiche e prestazioni tipo-morfologiche, dell’insediamento e dei tracciati viari, dell’orientamento, degli edifici e degli elementi urbani, delle tecniche costruttive, dell’involucro edilizio e delle superfici, delle condizioni orografiche, della presenza del verde, ecc. Tali caratteristiche influenzano in maniera determinante la vulnerabilità e richiedono di essere approfonditamente conosciute e gestite per poter prevedere interventi di adattamento efficaci nella fase di transizione dei prossimi decenni, che dovrebbe condurre la popolazione a convivere con temperature maggiori e con eventi climatici intensi quali *pluvial flooding* e ondate di calore, tipici del clima mediterraneo temperato. Riduzione delle precipitazioni, siccità in estate e inizio autunno, carenze idriche, danni alle attività economiche, condizionamento della coesione sociale, rischi per la salute, aumento dei costi per la sanità, interruzioni del servizio delle infrastrutture a rete, peggioramento della qualità delle acque e dell’aria, alterazione degli habitat: come è noto, gli effetti non sono sempre prevedibili o quantizzabili e rispetto a essi le comunità, oggi poco o niente attrezzate e tantomeno sensibilizzate, dovranno iniziare a svolgere un ruolo attivo e in sinergia con le amministrazioni locali, gli stakeholder e con quanto proposto dal mondo della ricerca per affrontare le sfide poste dall’adattamento al cambiamento climatico e dall’incremento della resilienza climatica dei sistemi urbani.

## Introduzione al tema

### *Topic’s introduction*

## Conoscenza del sistema urbano e progetto ambientale *climate adaptive*

Valeria D’Ambrosio

### **Knowledge of urban system and climate adaptive environmental design**

*The building sector and the energy consumption of buildings and urban districts contribute to almost 50% of the CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere and significantly worsen global warming. In the projections for 2050 and 2100, medium and long term scenarios are particularly critical and show meaningful climate alterations, with effects such as the increasing temperature and decreasing summer precipitation in the Mediterranean area, as well as increasing extreme weather events and pluvial flooding. The coevolution of the urbanization process and the correlation between global warming and climate change will cause the exposure of assets and individuals to high risks in the near future. The impacts of climate change in urban areas indicate adverse effects on the health and well-being of citizens, on energy demand, on the functioning of infrastructures and technological networks, on the development of social cohesion conditions, on the reduction of the quality of life in the most disadvantaged sections of the population (Castellari et al., 2014). Against this trends, the international community has been implementing programmes to prevent and contrast both the causes and the effects of climate change. On the one hand, it is necessary to drastically reduce CO<sub>2</sub> emissions to mitigate climate change and, on the other hand the developing of appropriate actions of adaptive urban transformations is a priority to make the areas and constructions that are subject to climate hazards much more resilient. Possible inadequacies of mitigation actions will inevitably lead to the failure of adaptation, as climate hazards tend to become progressively more severe. Therefore, it is worth repeating how much mitigation and adaptation are complementary actions rather than alternative strategies that require being pursued jointly (UN-Habitat, 2011). In the urban environment, adaptive design actions can be strategic in the short and medium term whereas mitigation actions imply inevitably medium long terms. Since CO<sub>2</sub> emissions exceed now the capacity of natural absorption, anthropogenic contribution to climate change is becoming irreversible. Climate change predictions show a potential increase in the average temperature between 2 and 6°C by 2100 compared to pre-industrial. The least*

Il settore delle costruzioni e i consumi energetici di edifici e distretti urbani contribuiscono ormai per circa il 50% alle emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera, rappresentando un significativo apporto al *global warming*. Nelle proiezioni al 2050 e al 2100 gli scenari di previsione a medio e a lungo termine sono particolarmente critici e individuano significative modificazioni climatiche, con effetti quali l’incremento della temperatura e la riduzione delle precipitazioni estive in area mediterranea, nonché l’incremento degli eventi meteorologici estremi e l’aumento dei fenomeni di *pluvial flooding*. La coevoluzione dei processi di urbanizzazione e della correlazione fra *global warming* e cambiamento climatico tenderanno nel prossimo futuro a determinare elevate esposizioni di beni e persone. Gli impatti del cambiamento climatico in ambito urbano prefigurano, inoltre, ricadute sulla salute e sul benessere dei cittadini, sulla domanda energetica, sul funzionamento di infrastrutture e di reti tecnologiche, sulle modifiche delle condizioni di coesione sociale, sulla diminuzione della qualità della vita delle fasce più svantaggiate di popolazione (Castellari et al., 2014).

Per contrastare tali tendenze, la comunità internazionale ha da tempo attuato programmi di prevenzione e di contrasto sia delle cause che degli effetti del cambiamento climatico. Se da un lato è quindi necessaria una drastica riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per mitigare il *climate change*, dall’altro è prioritario sviluppare appropriate azioni di trasformazione urbana adattiva, che rendano più resilienti le aree e i manufatti soggetti ai rischi climatici. Una eventuale inadeguatezza delle azioni di mitigazione è inevitabilmente portata a determinare un insuccesso dell’adattamento, poiché i rischi climatici tenderanno a divenire progressivamente più severi. In tal modo va ribadito quanto la mitigazione e l’adattamento non siano strategie alternative ma azioni complementari che richiedono di essere perseguite congiuntamente (UN-Habitat, 2011).

In ambito urbano gli interventi di *adaptive design* possono rappresentare un’azione strategica sia nel breve che nel medio termine, mentre le azioni di mitigazione viaggiano inevitabilmente su tempi medio-lunghi. Poiché le emissioni di CO<sub>2</sub> eccedono ormai la capacità di riassorbimento naturale, il contributo di natura antropica al cambiamento climatico sta diventando irreversibile. Le previsioni di modificazione climatica individuano una potenziale crescita della temperatura media entro il 2100 tra i 2 e i 6 °C rispetto all’epoca pre-industriale. Gli scenari meno preoccupanti richiedono di mantenere le temperature al di sotto dei 2°C al fine di ottenere effetti controllabili

attraverso strategie integrate che facciano ricorso ad azioni combinate di mitigazione e di adattamento. Con la mitigazione si tende ad attenuare le cause del cambiamento climatico riducendo le fonti di rilascio o rafforzando e potenziando le fonti di assorbimento dei gas serra (Core Writing Team et al., 2015). Tra le principali misure di mitigazione, unitamente alle azioni volte a incrementare l’efficienza e a ridurre la domanda energetica, vanno previsti l’utilizzo di energie rinnovabili e l’attuazione di filiere energetiche *low carbon*. Nel rapporto dell’IPCC 2014 viene riaffermata la necessità di una riduzione del 40-70% dei gas serra entro il 2050 per garantire una soglia di incremento delle temperature al di sotto dei 2°C.

Gli accordi sul clima, a partire dal protocollo di Kyoto fino a quelli di Copenhagen e di Parigi (COP21) pur rappresentando uno storico impegno per il numero di paesi coinvolti non appaiono ancora sufficienti a garantire il raggiungimento della soglia di sicurezza. Dal rapporto dell’UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change del 2016 emerge infatti che, seppure gli impegni volontari di riduzione di gas serra dei paesi coinvolti verranno mantenuti, entro la fine del secolo la temperatura media globale tenderà a innalzarsi dai 2,7 ai 3,5°C. Alcuni studi stimano che per raggiungere gli obiettivi prefissati nell’accordo di Parigi entro il 2050 il settore energetico dovrà tendere alla de-carbonizzazione: almeno tre quarti dell’energia dovrà essere prodotta da fonti a zero emissioni<sup>1</sup>.

L’adattamento è invece individuato come il processo secondo cui adattarsi al regime climatico attuale o atteso e ai suoi effetti, limitando i danni e sfruttando opportunità favorevoli di tipo ambientale e tecnologico. La capacità adattiva di un sistema è riferita alla possibilità di sviluppare azioni che possano evitare perdite o decadimenti di tipo funzionale e materiale oltre che socio-economico e accelerarne il recupero in seguito agli impatti climatici. In particolare, l’*Intergovernmental Panel on Climate Change*<sup>2</sup> definisce alcuni tipi di adattamento che sono direttamente correlabili a interventi progettuali per miglioramenti in ambito urbano ed edilizio tesi a ridurre la vulnerabilità climatica (Parry et al., 2007):

1. *adattamento anticipatorio* (proattivo), che ha luogo prima che si verifichino gli impatti del cambiamento climatico; tale adattamento costituisce una misura preliminare per prevenire o ridurre al minimo il potenziale degli impatti del cambiamento climatico;
2. *adattamento pianificato*, che è il risultato di una decisione politica, sulla base di una consapevolezza che le condizioni sono cambiate o stanno per cambiare ed è necessario che l’azione di adattamento sia orientata a mantenere o raggiungere uno stato auspicabile;
3. *adattamento reattivo*, che avviene dopo gli impatti del cambiamento climatico, come nel caso di nuovi regolamenti edilizi introdotti in seguito a gravi eventi<sup>3</sup>.

Il principale obiettivo dell’adattamento di tipo anticipatorio o pianificato è quello di contenere e limitare il processo che genera l’incremento dei livelli di pericolosità e di

*alarming scenarios require to keep the temperatures below 2°C to get effects that can be controlled by means of integrated strategies based on actions that combine mitigation and adaptation.*

*Mitigation aims at reducing the causes of climate change by cutting the emission sources or improving and enhancing greenhouse gas absorption (Core Writing Team et al., 2015). Among the main mitigation measures, the use of renewable energies and the implementation of a low carbon economy are to be expected besides the actions aimed at improving efficiency and reducing energy demand. The IPCC 2014 report reaffirms the need for a 40-70% reduction in greenhouse gas emissions by 2050 to ensure to keep the increase in temperature below 2°C. Climate agreements, from the Kyoto Protocol to Copenhagen and Paris (COP21), while representing a historic commitment to the number of countries involved, are still insufficient to ensure that the security threshold is reached. The UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change of 2016 shows that although the voluntary greenhouse gas reduction commitments will be maintained, by the end of the century the average global temperature will tend to rise from 2.7 To 3.5°C. Some studies estimate that in order to achieve the goals set out in the Paris agreement, by 2050 the energy sector will have to aim for de-carbonization, and at least three quarters of the primary energy will have to be produced from zero emission sources<sup>1</sup>.*

*Adaptation is identified as the process to adapt ourselves to the current and future climate or to its effects, by limiting damages and exploiting favourable opportunities provided by technologies or the environment. The adaptive capacity of a system refers to the possibility of developing actions that can avoid functional or material loss besides the socio-economical losses and speed up the recovery of climate-related impacts. The Intergovernmental Panel on Climate Change<sup>2</sup> defines different kinds of adaptation that can be directly related to design actions for urban and building improvements to reduce climate vulnerability (Parry et al., 2007):*

1. *anticipatory adaptation (proactive) takes place before climate change impacts occur; here, adaptation is a preliminary measure to prevent or minimize the potential of climate change impacts;*
2. *planned adaptation is the result of a political decision based on the awareness that the conditions have changed or are going to change and it is necessary that the adaptation action is aimed at keeping or achieving a suitable state;*
3. *reactive adaptation takes place after climate change impacts, as it happens when introducing new building regulations after severe events<sup>3</sup>.*

*The main purpose of the anticipatory and planned adaptation is containing and limiting the process that triggers the increase in hazard levels and urban risks. Therefore, adaptation to climate change includes all*

actions aimed at reducing the vulnerability of an urban system and groups of population, i.e. at reducing the propensity or predisposition to being adversely affected by extreme weather<sup>4</sup>. Following the 2016 COP22 Marrakech Conference, the European Parliament stressed that «adaptation interventions are an inevitable need for all countries that aim to minimize adverse effects and fully exploit climate resilient growth and sustainable development opportunities» (COP22, 2016). An adaptive design approach requires the use of innovative design solutions that can introduce performances that were not originally provided and improve the response capacity of buildings and urban areas against climate stresses thus reducing the extent of impacts.

Adaptive design actions and solutions aim at limiting the impact and the hazard aggravating factors due to the main effects of climate change such as pluvial flooding and heat waves. These are the most alarming conditions in Europe besides other risks such as the reduction in the supply of drinking water, drought, partial desertification, coastal erosion.

The actions based on low carbon strategies for buildings and urban systems focus on an appropriate contribution to reducing vulnerability related to the different components of climate risk, based on increasing the resilience of the built environment against heavy phenomena. The design of buildings and urban areas that are critical scenario-ready is the challenge of the adaptive design, whose objective is increasing parameters of comfort, safety and liveability of living spaces, durability of actions besides the efficacy of environmental and thermal performances, the rational use of resources and the reduction of the demand with effects on the reduction of CO<sub>2</sub> emissions (Pelsmakers, 2015).

The adaptive response of the urban system depends mainly on the spatial structure and the morphology of buildings and urban elements as well as on the construction techniques, performances and specific features such as thermal mass, surface reflectance and the presence of vegetation. The performance, physical and functional state of these elements are predisposing factors for the degree of vulnerability against climate impacts. For instance, the configuration of urban sprawl – isolated buildings characterized by non-compact forms and derelict sites – adversely affects vulnerability. By contrast, to avoid discomfort and high levels of vulnerability also the areas characterized by high density require appropriate configuration of compact urban forms that are also climate-resilient (Raven and Heid, 2015).

Both the complexity of the interaction between the altered climate conditions due to global warming and the features, performance and living conditions of the urban system require deep knowledge, based on analysis and interpretation that take account of the contribution of several disciplines and the management of a huge amount of data. They refer to various aspects, from the characteristics of the built environment to climate

rischio urbano. L'adattamento al cambiamento climatico include dunque tutte le azioni volte a ridurre la vulnerabilità di un sistema urbano e di gruppi di popolazione, ovvero a ridurre la propensione o la predisposizione a essere influenzati sfavorevolmente da un evento climatico<sup>4</sup>.

In seguito alla Conferenza COP22 di Marrakech del 2016, il Parlamento Europeo ha sottolineato che «gli interventi di adattamento sono una necessità ineluttabile per tutti i paesi che intendano minimizzare gli effetti negativi e sfruttare pienamente le opportunità di crescita resiliente ai cambiamenti climatici e di sviluppo sostenibile» (COP22, 2016). Un approccio progettuale di tipo adattivo prevede il ricorso a soluzioni progettuali innovative, in grado di introdurre prestazioni non previste originariamente, che possano migliorare le capacità di risposta degli edifici e dell'ambiente urbano agli stress climatici, riducendone l'entità degli impatti.

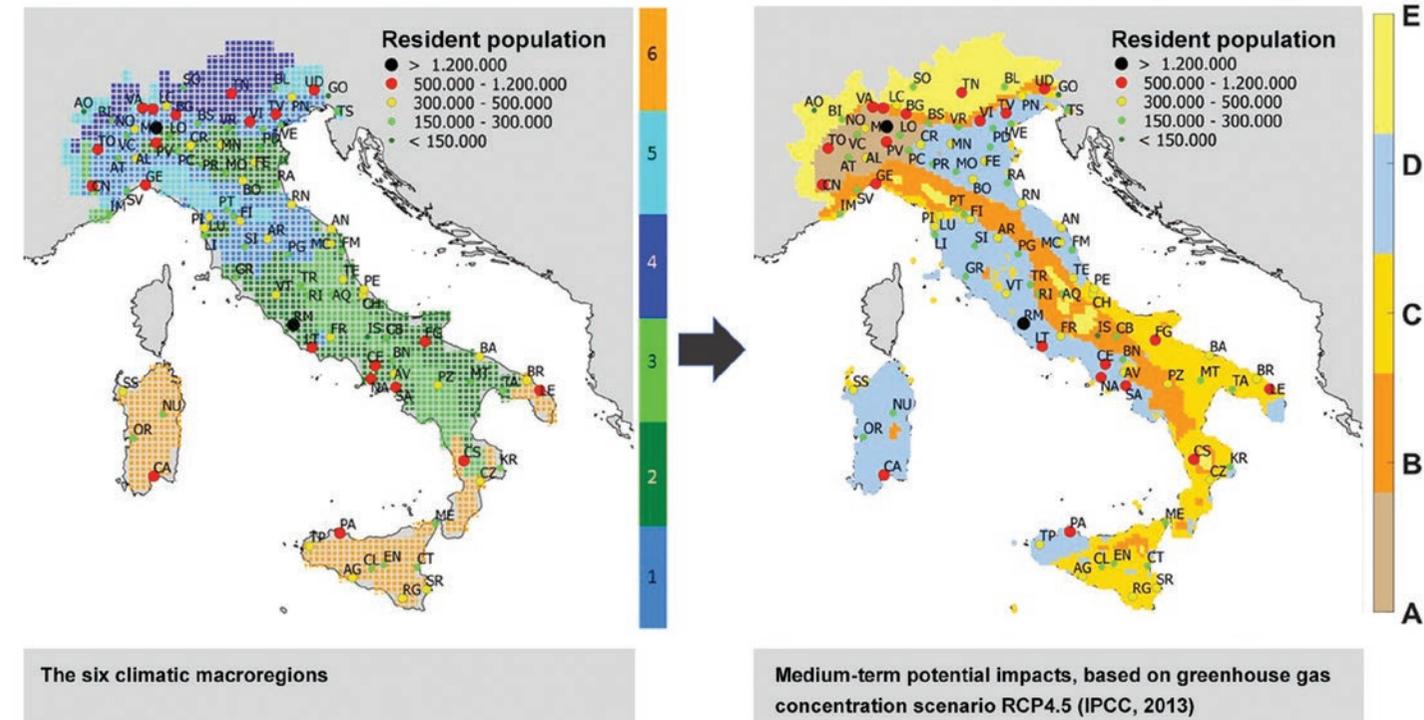
Le azioni e le soluzioni di *adaptive design* hanno dunque l'obiettivo di limitare gli impatti e la pericolosità dovuta ai principali effetti del *climate change*, individuabili nei fenomeni di *pluvial flooding* e di ondata di calore. Essi rappresentano le condizioni più preoccupanti per i contesti europei, accanto ad altri rischi quali la riduzione della disponibilità di acqua potabile, le condizioni di siccità, la parziale desertificazione dei suoli, l'erosione delle coste.

Le azioni riferite a strategie *low carbon* per gli edifici e per il sistema urbano convergono quindi verso un appropriato contributo alla riduzione della vulnerabilità rispetto alle varie componenti di rischio climatico, basandosi sull'incremento della resilienza dell'ambiente costruito nei confronti dei fenomeni più impattanti.

La progettazione di edifici e contesti urbani a prova di scenari futuri critici diventa la sfida dell'*adaptive design* che ha come obiettivo l'incremento dei parametri per il comfort, la sicurezza e la vivibilità dello spazio abitabile, la durabilità degli interventi nonché efficienti prestazioni termiche e ambientali, l'uso razionale delle risorse e la riduzione del loro fabbisogno, con ricadute sulla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> (Pelsmakers, 2015).

La risposta adattiva del sistema urbano dipende prevalentemente dalle conformazioni spaziali e dalla morfologia degli edifici e degli elementi urbani, nonché dalle tecniche costruttive, dalle prestazioni e da specifiche caratteristiche, quali la massa termica e la riflettanza delle superfici, oltre che dalla presenza di vegetazione. Lo stato fisico, funzionale e prestazionale di questi elementi rappresenta dei fattori predisponenti per il grado di vulnerabilità agli impatti climatici; per esempio, la conformazione dei contesti di *sprawl* urbano - costituiti da edifici isolati caratterizzati da forme non compatte e da luoghi degradati - incide negativamente sulla vulnerabilità. Di contro, al fine di non determinare condizioni di discomfort e di elevati livelli di vulnerabilità, anche i tessuti caratterizzati da densificazione richiedono appropriate configurazioni di forme urbane compatte che siano *climate-resilient* (Raven e Heid 2015).

La complessità dell'interazione tra condizioni climatiche modificate dal *global*



*warming* e caratteristiche, prestazioni e condizioni abitative del sistema urbano, richiede conoscenze approfondite basate su letture analitiche e interpretazioni che tengano conto dell'apporto di più discipline e della gestione di una considerevole mole di dati. Essi riguardano numerosi aspetti che vanno dalle caratteristiche del costruito fino ai dati climatici, dalla morfologia dei tessuti e dalle caratteristiche degli impianti urbani fino ai dati di carattere socio-economico.

I fattori di conoscenza costituiscono una priorità indispensabile per prefigurare credibili aspetti previsionali riferiti al sistema urbano nelle sue condizioni di adattamento al cambiamento climatico. La matrice transdisciplinare delle tematiche ambientali chiama in causa numerose competenze e la capacità di interagire attraverso linguaggi, conoscenze e strumenti che siano confrontabili e finalizzabili a risultati condivisi.

Gestire, acquisire e governare un'ampia varietà di dati sono i principali temi con i quali si deve misurare la struttura e la funzionalità dei processi di conoscenza.

Come viene evidenziato anche nel campo dei *big data analytics*, i livelli di

Le sei macroregioni climatiche e i potenziali impatti sugli insediamenti urbani elaborati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare per il supporto alla redazione di Piani di Adattamento locale / *The six climatic macroregions and the potential impacts on urban settlements defined by the Ministry for the Environment, Land and Sea protection, to support the development of Local Adaptation Plans (source: www.minambiente.it).*

*data, from the morphology of the urban fabric and the features of city layouts, to the socio-economic data. Knowledge factors are an absolute priority to provide credible forecasts of the urban system's climate change adaptation conditions. The transdisciplinary nature of the environmental issues invokes several expertise and the ability to interact by means of jargons, know-how and tools that are comparable and finalized to shared results. Collecting, managing and governing a wide variety of data are the main issues against which the structure and functioning of the knowledge systems measure themselves. As shown also in the field of the big data analytics, the complexity levels require the data to be linked to different systems and then normalized and transformed, being able to develop relationships, hierarchies and connections among several data that are characterized by meaningful size and flows, structured in traditional databases, and information deriving from dedicated applications (Mora and Bolici, 2016). Research and design experimentation can be the tools able to provide the synthesis of the processes regarding the complex relationship between construction and environment, based on the circular nature of processes, overcoming the fragmentation at different scales among land, urban context and construction. This distinction is to be considered instrumental and, without agreeing to its logics, can be considered as the expression of the different technical aspects belonging synchronically to environmentally compatible design works that refer to the local urban area, its buildings, its construction technologies and techno-economic features (Diema, 1994). The necessary multi-scale approach to knowledge systems and adaptive design scenarios is connected to the need of multidisciplinary, approaches which consider architectures as variables of the built environment rather than being out of it and require a deeply modified design approach compared to traditional approaches. The environmental issue is crucial in the European and national contexts "because of the fragility of lands, marked by decay and disruption worsen by improper anthropic actions. A scenario where the building sector and production play a massive role in the alteration of the features in the environmental balance" (Forlani et al., 2016). The acknowledgment of the ecological dimension is therefore the acceptance of the man-nature interaction in terms of flows and cycles of materials, energy and information (Bottero, 2004). The transdisciplinary nature of the disciplines in the technological area is related to the multi-scale, multi-disciplinary and systemic dimension of environmental design. By developing itself, the discipline has provided a wider knowledge and the enhancement of the design governance abilities addressing many specialisms towards sustainability (Diema and Orlandi, 2009). The knowledge approach to the issue of climate change effects requires considering the local aspects against wide regional*

complessità richiedono di collegare i dati tra diversi sistemi per poi normalizzarli e trasformarli, avendo la capacità di sviluppare relazioni, gerarchie e collegamenti tra una molteplicità di dati, caratterizzati da volumi e flussi significativi nonché da dati strutturati in database tradizionali, in informazioni ricostruite attraverso applicativi dedicati (Mora e Bolici, 2016).

La ricerca e la sperimentazione progettuale possono essere elementi che restituiscono la sintesi dei processi relativi al complesso rapporto fra edificazione e ambiente secondo una derivazione dalla natura circolare dei processi, superando la frammentazione in distinti livelli scalari tra il territorio, il contesto urbano e l'edificazione. Tale distinzione è da ritenersi strumentale e, senza sposarne la logica, può essere considerata unicamente per l'esplicitazione delle diverse dimensioni tecniche possedute sincreticamente da interventi progettuali ambientalmente compatibili, relativi quindi al livello territoriale urbano, edilizio, tecnologico-costruttivo e tecnico-economico (Diema, 1994). La necessaria interscalarità dei sistemi di conoscenza e degli scenari di *adaptive design* si collega alla necessità di approcci multidisciplinari secondo cui le architetture costituiscono una variabile dell'ambiente costruito e richiedono un approccio progettuale modificato in maniera significativa rispetto agli approcci convenzionali. La questione ambientale rappresenta una tematica centrale nel contesto europeo e nazionale «per la fragilità dei territori, segnati da degradi e dissesti accentuati da azioni antropiche improprie. Uno scenario nel quale la produzione edilizia e il settore delle costruzioni svolgono un ruolo determinante nelle alterazioni dei caratteri degli equilibri ambientali» (Forlani et al., 2016). L'acquisizione della dimensione ecologica rappresenta in tal modo l'accettazione dell'interazione uomo-natura in termini di flussi e cicli di materia, energia, informazione (Bottero, 2004).

La matrice transdisciplinare delle discipline dell'area tecnologica è programmaticamente relazionata alla dimensione multiscalare, multidisciplinare, processuale e sistemica come nel caso della progettazione ambientale. Infatti, nella sua evoluzione, la disciplina ha determinato un ampliamento delle conoscenze e il potenziamento delle capacità di regia del progetto indirizzando molti specialismi al paradigma della sostenibilità (Diema e Orlandi, 2009). Gli approcci di tipo conoscitivo sul tema degli effetti del cambiamento climatico richiedono tuttavia che sia presa in considerazione la dimensione locale rispetto agli approcci di solo carattere territoriale o di area vasta. I processi di *downscaling* determinano infatti la possibilità di raccogliere, utilizzare e gestire dati in maniera più raffinata nei contesti locali, al fine di produrre una conoscenza approfondita. Solo attraverso l'integrazione di focalizzate conoscenze contestuali e conoscenze di scala maggiore è possibile attuare interventi finalizzati a incrementare la resilienza urbana. Gli ordini gerarchici attuati secondo processi *top down* e determinati da livelli di conoscenza e pianificazione di area vasta, vanno integrati o addirittura sostituiti da "ordini locali" che procedono per

approssimazioni e non per percorsi univocamente definiti, ovvero a cascata, attraverso una reinterpretazione degli elementi, delle informazioni e dei soggetti in gioco<sup>5</sup>.

Una componente importante nell'attuale dibattito potenzia da un lato la relazione inscindibile tra analisi e progetto, dall'altro esprime la consapevolezza generale del valore delle conoscenze e delle azioni alla scala locale attraverso processi *bottom up*. Anche l'approccio esigenziale prestazionale e la matrice transdisciplinare si basano, alla scala locale, su strumenti e azioni di informazione e trasferimento di conoscenze: attraverso differenziati livelli di metaprogettazione si configurano scenari progettuali e metodologie controllabili e valutabili in progress e negli esiti (Forlani et al., 2016).

### Il progetto di ricerca Metropolis: metodologie e modelli sperimentali per il progetto adattivo al climate change

Negli ultimi anni la ricerca scientifica ha elaborato numerosi studi finalizzati a comprendere le relazioni tra ambiente costruito e fenomeni climatici per definire strategie e programmi di adattamento indirizzati alla riduzione dei rischi derivanti dai cambiamenti climatici. Sia in ambito nazionale che internazionale lo sviluppo di progetti di ricerca ha condotto all'elaborazione di metodologie, procedure, linee guida, portali per la conoscenza della vulnerabilità e degli impatti climatici e di strumenti di supporto allo sviluppo di strategie e piani di adattamento locali. L'European Climate Adaptation Platform, inoltre, fornisce una raccolta di casi studio proposti da istituzioni ed enti locali in Europa, che hanno definito e attuato azioni strategiche a livello locale. Ciononostante la sfida legata alla progettazione adattiva richiede ulteriori margini di approfondimento legati alla necessità di migliorare i quadri di conoscenza e le stime degli impatti correlandole alla specificità dei luoghi, alle variabili fisiche, socio-economiche e ambientali per le quali serve la costruzione di dati e informazioni a una scala più di dettaglio. Il lavoro da svolgere è quindi ampio per la ridotta disponibilità di dati, serie storiche e osservazione dei fenomeni che siano adeguati in termini di scale spazio-temporali e di tematismi.

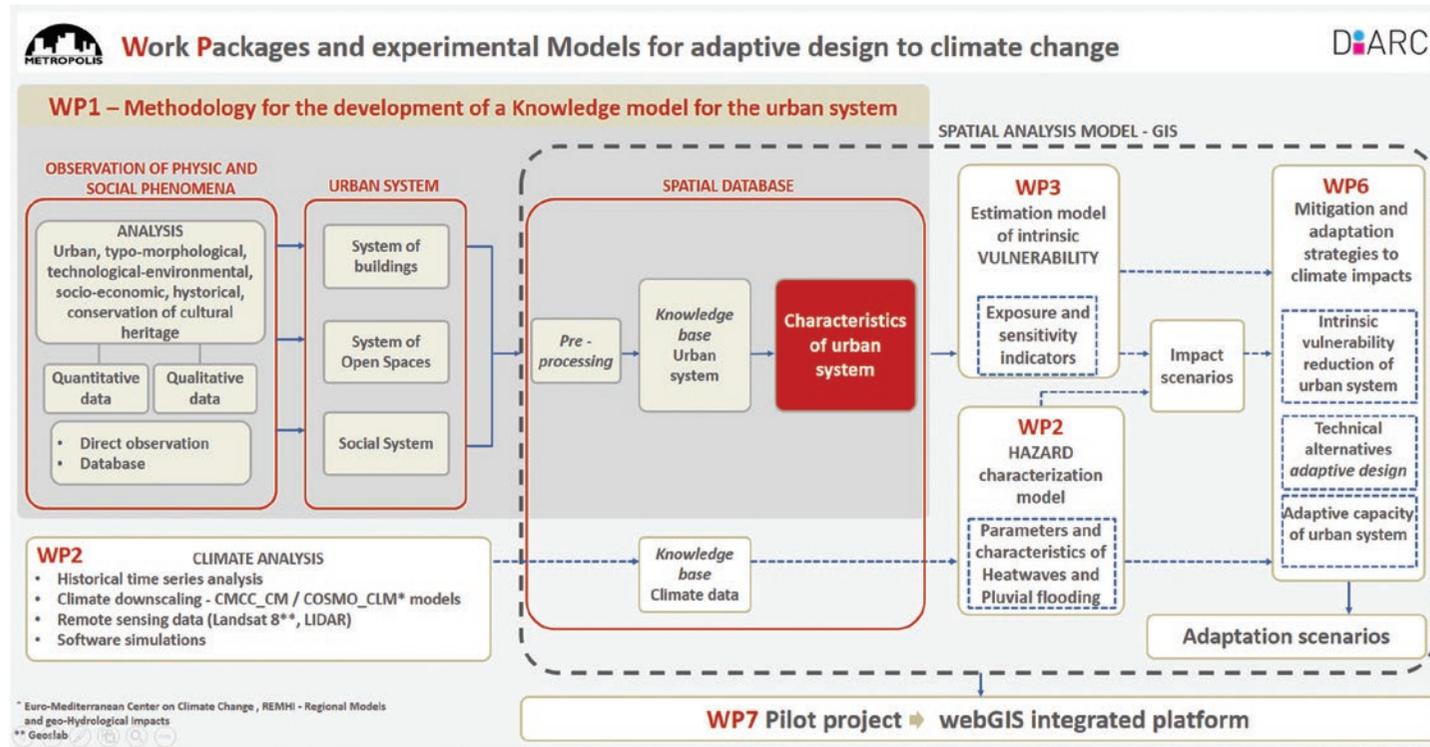
Il contributo del Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II nell'ambito del progetto di ricerca Metropolis - *Metodologie e tecnologie integrate e sostenibili per l'adattamento e la sicurezza di sistemi urbani* si inserisce nelle linee di ricerca europee sulle tematiche per la riduzione degli impatti indotti dai fenomeni di ondata di calore e di *pluvial flooding*.

Il progetto, condotto nell'ambito del Distretto ad Alta tecnologia Stress, ha visto la partecipazione di Università, Centri di ricerca, partner industriali nonché la collaborazione di Enti territoriali e Istituzioni<sup>6</sup> ed è stato finalizzato all'elaborazione di metodologie innovative e strumenti di supporto alle decisioni orientate alla conoscenza e alla gestione integrata dei rischi ambientali nei contesti urbani. In particolare, il DiARC ha affrontato le problematiche legate al rischio climatico inteso come «il prodotto complesso dell'interazione tra la vulnerabilità, l'esposizione del

*approaches. Downscaling processes provide the possibility of collecting, using and managing data of local contexts in a more refined way and thus resulting in extensive knowledge. Only by integrating locally focused knowledge with wide-scale knowledge it is possible to implement actions aimed at increasing urban resilience. The applied hierarchical structure based on top down processes and characterized by wide-scale knowledge and planning has to be integrated or replaced by "local structures" that work approximately rather than unequivocally, through a new interpretation of elements, information and stakeholders<sup>5</sup>. An important component of the current debate strengthens on one hand the indissoluble relationship between analysis and design, on the other hand it expresses the general awareness of the value of knowledge and actions at the local scale through bottom up processes. Moreover, the requirement-performance approach and the transdisciplinary nature are based locally on tools and actions to inform and transfer knowledge: differentiated levels of meta-design provide design scenarios and methodologies that can be managed and progressively evaluated, based on results (Forlani et al., 2016).*

#### **The research project Metropolis: methodologies and experimental models for climate-change adaptive design**

*In recent years, scientific research has developed several studies to understand the relationship between built environment and climate phenomena, defining strategies and adaptation programs aimed at reducing the risks of climate change. Both nationally and internationally, the progress of research projects has led to the development of methodologies, procedures, guidelines, knowledge portals on vulnerability and climatic impacts, and tools to support local strategies and adaptation plans. The European Climate Adaptation Platform also provides a collection of case studies proposed by local institutions and bodies in Europe, which have defined and implemented strategic actions at local level. Nevertheless, the challenge of the adaptive design requires further insights related to the need to improve the knowledge frameworks and the estimates of the impacts, linking them to the specificity of places, to physical, socio-economic and environmental variables for which it is necessary to build data and information at a more detailed scale. The work is therefore wide due to the low availability of data, historical series, and phenomena observations that are appropriate in terms of space-time scales and themes. The contribution of the Department of Architecture at the University of Naples Federico II within the research project Metropolis - Methodologies and sustainable integrated technologies for adaptation and safety of urban systems follows the European lines of research on the issues of reducing the impacts of heat waves and pluvial flooding. The project, implemented within the Stress High Technology District, involves Universities and research*



Obiettivi realizzativi del progetto Metropolis per gli aspetti di adattamento e mitigazione degli impatti del *climate change* in ambito urbano / *Metropolis project Work Packages related to the adaptation and mitigation of climate change impacts in urban context*.

territorio agli impatti climatici - ovvero la presenza di persone, ecosistemi, servizi, infrastrutture, attività socio-economiche e culturali, che possono essere esposti agli impatti negativi dei cambiamenti climatici - e i pericoli provocati dal clima e dai cambiamenti climatici - eventi estremi e trend nel tempo<sup>7</sup>». Il presente volume riporta gli esiti della prima fase dell'attività di ricerca Metropolis che ha condotto allo sviluppo di una metodologia per la costruzione di un *knowledge based model* costruito attraverso contributi multidisciplinari finalizzati a comprendere le relazioni tra parti ed elementi del sistema fisico e le componenti socio-economiche unitamente alle loro corrispondenze con i fenomeni urbani di ondata di calore e *pluvial flooding*. Questa prima fase si è avvalsa dei contributi di alcune esperienze di studio provenienti dal panorama della ricerca internazionale sul tema della resilienza urbana che ha avuto un momento di importante confronto nel Convegno Internazionale *Technological and environmental design for climate change adaptation in urban areas* che si è svolto a Napoli nel luglio del 2016. Nel Convegno sono stati affrontati i temi della progettazione e della governance dei processi di trasformazione in chiave adattiva attraverso il contributo di studiosi e progettisti il cui lavoro è

caratterizzato da un approccio *climate-oriented* alla progettazione ambientale nei processi di rigenerazione urbana<sup>8</sup>.

La valutazione degli effettivi livelli di rischio in ambito urbano ha richiesto, per ognuna delle componenti di cui esso si compone, lo sviluppo di conoscenze approfondite attraverso l'elaborazione di metodologie originali e modelli sperimentali finalizzati alla comprensione degli impatti a una scala di maggiore dettaglio rispetto a quello di area vasta. La vulnerabilità climatica - intesa come il livello a cui un sistema umano o naturale è propenso o predisposto a subire impatti negativi dei cambiamenti climatici - è correlata a fattori intrinseci del sistema urbano espressi dalle sue caratteristiche che incidono sul grado di esposizione ai fenomeni nonché sul livello di sensibilità secondo cui è colpito il sistema. Agire sulle caratteristiche del sistema attraverso strategie e soluzioni progettuali adattive, che introducano prestazioni non previste originariamente, può determinare una riduzione della vulnerabilità e un incremento della capacità di risposta resiliente del sistema<sup>9</sup>.

La ricerca si è misurata con operazioni di lettura e interpretazioni alla scala locale di caratteristiche e prestazioni degli elementi costitutivi del sistema urbano, intese come cause predisponenti del sistema fisico e sociale alla vulnerabilità al *climate change*. Tale processo conoscitivo, correlato a numerosi dati da banche dati istituzionali o telerilevati, ha consentito di ottenere informazioni approfondite alla piccola scala per poter elaborare, a una scala maggiore di tipo urbano e territoriale, appropriate carte tematiche. Il processo di *downscaling* ha permesso, inoltre, di costruire scenari di pericolosità collegati ai fenomeni di ondata di calore e *pluvial flooding* a partire dallo studio dei dati climatici locali interfacciandoli con i modelli climatici sui trend internazionali.

Il prodotto dell'attività di ricerca, sviluppata attraverso le fasi degli Obiettivi Realizzativi (OR), è stato l'elaborazione di metodologie e modelli complessi di carattere analitico-previsionale attraverso i quali approcciare alla conoscenza integrata per il progetto adattivo alla scala urbana. In particolare, nell'OR1 è stata elaborata una metodologia per sviluppare interfacce fra conoscenza e progetto per la gestione della complessità del sistema urbano. Attraverso un modello sistemico, strutturato gerarchicamente, sono stati orientati i molteplici approcci disciplinari verso aspetti di conoscenza strutturati - le caratteristiche del sistema urbano - necessari per la costruzione di indicatori di vulnerabilità (OR3). L'elaborazione di indicatori fornisce parametri di conoscenza e di stima della vulnerabilità del sistema, quantificabili e monitorabili nel tempo. Infatti, il modello sviluppato nella fase OR1 ha riguardato le caratteristiche connotanti del sistema urbano la cui lettura è stata sviluppata attraverso la convergenza di approcci disciplinari integrati<sup>10</sup>, associando alla conoscenza del sistema fisico quella della sfera sociale, economica e ambientale. In base alle capacità disciplinari riferite alla gestione sistemica e processuale della conoscenza, l'approccio della

*Centres, industrial partners, local authorities and Institutions<sup>8</sup> and is aimed at developing innovative methodologies and decision-making support tools to acquire knowledge and develop an integrated management of environmental risks in urban contexts. DiARC (the Department of Architecture of the University of Naples Federico II) deals with issues related to climate risk as «the complex result of the interaction of vulnerability, i.e. the exposure to climate impacts - the presence of individuals, ecosystems, services, infrastructures, socio-economic and cultural activities that can be affected by negative impacts of climate changes - and the hazards caused by climate and climate changes as extreme events and trends over time<sup>9</sup>». This book shows the results of the first phase of the Metropolis research that led to the development of a methodology to build up a model of knowledge aiming at a knowledge-based system to which many disciplines have contributed, to understand the relationships between parts and elements of the physical system and the socio-economic components together with their response to the urban phenomena of heat wave and pluvial flooding. This initial phase has been supported by experiences coming from the international research on urban resilience gathered during the International Conference «Technological and environmental design for climate change adaptation in urban areas» that took place on July 2016 in Naples. The Conference addressed the issues of design and governance of transformation processes in terms of adaptation with the contribution of designers and academics with a climate-oriented approach to environmental design in the urban regeneration processes<sup>8</sup>.*

*The actual risk assessment in urban areas requires, for each of its components, detailed knowledge by means of original methodologies and experimental models aimed at understanding impacts at a level of higher detail compared to the territorial scale. Climate vulnerability - as the extent to which the natural or human systems are affected or susceptible of being affected by the negative impacts of climate change - is related to intrinsic factors of the urban system expressed by its constituent characteristics that affect the degree of exposure to phenomena and the level of sensitivity that affects the system. Acting on the system's features by means of adaptive design strategies that provide performances that were not originally considered, can reduce vulnerability and increase the system's resilience<sup>9</sup>. The research focused on the interpretation at the local scale of characteristics and performances of the urban system's elements considered as predisposing factors for climate change vulnerability of the physical and social systems. This process of knowledge, linked to several data from institutional databases or remote sensing activities allowed getting detailed information at the small scale to develop suitable maps at a wider scale, both urban or regional. The downscaling process has also allowed to*

*set up hazard scenarios related to heat wave and pluvial flooding starting from the analysis of local climatic data, interfaced with climate models and international trends. The product of the research activity, developed through Work Packages is the development of methodologies and complex analytic-forecasting models to approach the integrated knowledge in the adaptive design at the urban scale. WP1 resulted in the development of a methodology to interface knowledge with design and manage the complexity of urban systems. Thanks to a hierarchical systemic model the different disciplinary approaches have been oriented to structured aspects of knowledge - the features of urban systems - that are necessary to develop vulnerability indexes (WP3). Indexes provide the parameters of knowledge and assessment of the system's vulnerability that can be quantified and monitored over time.*

*The model developed in WP1 deals with the characterising features of the urban system and whose interpretation has been developed through integrated disciplinary approaches<sup>10</sup>, matching the knowledge of the physical system with the socio-economic and environmental aspects. Based on the disciplinary expertise applied to the management of the system and process knowledge, the approach of the technological and environmental design allowed synergies on contents and operating methods of the several disciplines that contributed to the research. The second model refers to heat wave and pluvial flooding hazards characterization (WP2). The forecasting model allowed the assessment of intensity, sequence and duration of climate events based on the collection of data from the analysis of the history of temperature and rainfall and developing the trends from 1971 to 2000<sup>11</sup>. The climate characteristics that determine the possibility that the event occurs and cause a hazard scenario were the input (Smith, 2001). The hazard parameters and risk features whose values are defined in relation with local contexts and climate forecasting scenarios were the output.*

*The third model refers to the assessment of the inherent vulnerability of the parts and elements of the urban system (WP3), based on the assumption that all features and performances (type, morphology, function, space, technology and environment) are predisposing factors for vulnerability to climate impacts.*

*The model shows exposure and sensitivity to hazards based on the scenarios of climate projections developed in WP2. Matching vulnerability data with the climate hazard ones allowed to produce the impact levels, taking into account specific climate trend predictions. The vulnerability assessment has been carried out developing systems technological, environmental and socio-economic indexes based on the features of the urban system and its elements investigated in the model developed in WP1. In local contexts, the knowledge and the assessment of vulnerability depend necessarily on specific indexes linked to performance and physical-functional features, measured*

progettazione tecnologica e ambientale ha consentito di dialogare in maniera sinergica con i contenuti e le modalità operative dei numerosi saperi disciplinari che hanno concorso allo sviluppo della ricerca. Le metodologie e il modello elaborato sono descritti nel capitolo 1.

Il secondo modello è relativo alla caratterizzazione delle condizioni di pericolosità (*hazard*) di ondata di calore e *pluvial flooding* (OR2). Il modello di tipo previsionale ha consentito di valutare l'intensità, la sequenza e la durata dei fenomeni climatici in base alla raccolta di dati derivanti dall'analisi delle serie storiche delle temperature e della piovosità sviluppando i trend dal 1971 al 2000<sup>11</sup>. Come condizione di input sono state prese in considerazione quelle caratteristiche climatiche che determinano un possibile pericolo di accadimento del fenomeno e connotano uno scenario di *hazard* (Smith, 2001). Gli output del modello riguardano parametri e caratteristiche di pericolosità, definendone i possibili valori in relazione ai contesti locali e agli scenari climatici previsionali (D'Ambrosio e Di Martino, 2016).

Il terzo modello è riferito alla stima della vulnerabilità intrinseca di parti ed elementi costitutive del sistema urbano (OR3) partendo dal presupposto che le caratteristiche e le prestazioni tipo-morfologiche, funzionali-spaziali, tecnologiche e ambientali rappresentano dei fattori predisponenti alla vulnerabilità in conseguenza degli impatti climatici. Attraverso il modello si sono evidenziate le caratteristiche di esposizione e quelle di sensibilità alle condizioni di pericolosità legate agli scenari di proiezione climatica elaborati nell'OR2. Dall'accoppiamento di dati relativi alla vulnerabilità e alla pericolosità climatica sono infine emersi i livelli di impatto, tenendo conto della prefigurazione di specifici trend climatici. Le modalità di verifica della vulnerabilità sono state attuate a partire dall'elaborazione di sistemi di indicatori tecnologici, ambientali e socio-economici, costruiti a partire dalle caratteristiche del sistema urbano e dei suoi elementi approfonditi nel modello elaborato nell'OR1. Infatti, nei contesti locali è necessario operare per la conoscenza e per la valutazione dei livelli di vulnerabilità attraverso specifici indicatori legati a sistemi prestazionali e di caratteristiche fisico funzionali, misurati attraverso una appropriata normalizzazione per essere confrontabili al fine di superare le differenze dovute alle diverse scale (Epifani et al., 2006).

I modelli quindi forniscono informazioni di tipo conoscitivo e previsionale per la stima della vulnerabilità del sistema fisico e del sistema sociale al fine di elaborare strategie e strumenti di supporto alle decisioni in grado di simulare scenari di adattamento e alternative tecnico-progettuali per la resilienza del sistema urbano al *climate change* (OR6). L'applicazione di metodologie di tipo analitico-deduttivo e di modelli di tipo sperimentale ha consentito l'elaborazione delle conoscenze, la valutazione dei livelli di vulnerabilità e lo sviluppo di simulazioni progettuali per la riduzione della vulnerabilità applicando principi di *adaptive design*. I modelli *knowledge based* sono stati sviluppati in ambiente GIS, al fine di garantire la gestione complessa di dati e

informazioni numericamente rilevanti, nonché la traduzione spaziale e interscalare degli esiti del processamento dei dati. Attraverso la modellazione dei dati, il sistema risulta interrogabile e implementabile.

Nei suoi dati multidisciplinari, l'intero sistema degli esiti delle conoscenze e dei modelli della ricerca confluisce in un progetto Dimostratore (OR7) che prevede una Piattaforma webGIS, applicata ad alcune aree del contesto regionale campano come strumento di supporto alle decisioni per lo sviluppo di strategie di adattamento locale alla scala urbana e di quartiere. La sperimentazione ha interessato, in particolare, alcune aree urbane della città di Napoli corrispondenti all'area orientale e a quella occidentale. Infine, il progetto di ricerca nelle sue componenti metodologiche e operative rappresenta un sistema complesso di informazioni, conoscenze e metodologie utili al supporto dei processi decisionali per la scala urbana, trasferibile e riproducibile in contesti analoghi implementandone in tal modo il valore dimostratore. Il campo della progettazione tecnologica ha quindi interagito con «gli scenari evolutivi della pianificazione strategica, dell'inclusione e della coesione sociale, dell'utilizzo efficiente ed efficace delle risorse, [...] della riduzione degli impatti e del controllo dei rischi ambientali, dell'identità e del senso di appartenenza ai luoghi. La rigenerazione risulta inoltre connessa alla resilienza urbana e ai processi di retrofit edilizio attraverso azioni di adeguamento dei sistemi urbani in modo che, in condizioni variabili, siano capaci di maggiore adattamento e duttilità sistemica e per i quali sia possibile prefigurare la simulazione dei comportamenti e delle alternative di risposta» (Losasso 2015, p.4).

Attraverso la partecipazione ai processi di adattamento delle comunità locali sperimentata in uno dei percorsi culturali e scientifici di supporto alle finalità della ricerca si è costruita un'appropriata finalizzazione unitaria dei differenti apporti disciplinari in cui sono stati opportunamente integrati i vari aspetti, a partire da quelli esigenziali prestazionali e sistemici, fino a quelli della morfologia urbana, dell'urbanistica, degli aspetti storici e della conservazione, nonché della sostenibilità ambientale e socio-economica. Rilevante è stato l'apporto della costruzione di un *knowledge based model* in ambiente GIS e dei processi valutativi per lo sviluppo di scelte capaci di integrarsi con i fattori di conoscenza e gli aspetti di carattere progettuale a partire dalla scala urbana fino agli edifici seriali o di valore storico-documentario. La ricerca tecnologica nell'ambito della governance di processo attuata attraverso strumenti IT amplifica il proprio campo di interesse a un più vasto scenario scientifico e culturale rispetto al quale mettere in atto innovative relazioni interdisciplinari capaci di inquadrare le tematiche dell'*adaptive design* all'interno dei processi di rigenerazione complessi, mirati a una sfida ambientale declinata in rapporto ai contesti locali come obiettivo strategico per l'attuazione di processi di adattamento efficaci. Da tale approccio deriva una rilevante opportunità per un rinnovamento del settore delle costruzioni, «attento alle innovazioni sia di

*by a suitable normalization to overcome the differences due to the different scales and be comparable (Epifani et al., 2006).*

*Models provide knowledge and forecasting scenarios about the assessment of the vulnerability of physical and social systems to elaborate strategies and decision-making support tools that can develop adaptation scenarios and alternative technologies and designs for the urban system's resilience to climate change (WP6). The application of analytic-deductive methodologies and of experimental models allowed to elaborate knowledge, assess vulnerability levels and develop design simulations to reduce vulnerability by means of adaptive design principles. Knowledge based models were developed in a GIS environment to guarantee the complex management of a relevant number of data, including the space and inter-scale interpretation of results from data processing. Data modelling makes the system queryable and implementable. With its multidisciplinary data, the entire system of knowledge results and research models flows into a demonstration project (WP7) based on a web GIS platform and applied to specific areas in the Campania region as decision-making support tool to develop strategies, knowledge and methodologies of local adaptation at the urban and district scale. The experimentation was implemented in specific areas of west and east Naples. The project components, its methodology and operation, are a complex information system that supports the decision-making processes at the urban scale, transferable and reproducible in similar contexts and thus implementing its demonstrative value.*

*The field of technological design has interact with «the evolutionary scenarios of both strategic planning and creative economy, providing new kind of knowledge in terms of social inclusion and cohesion, new identity and sense of the place, effective and efficient exploitation of urban resources, [...] reduction of environmental impacts and risks. Urban regeneration deals with urban resilience thanks to its attitude at adapting urban living to the city dynamics, providing effective answers to social demands» (Losasso, 2015, p.4).*

*Thanks to the participation in the adaptation processes of local communities experimented in one of the scientific and cultural paths supporting the research objective, an appropriate common finalization of the different disciplinary contributions has been set, where the several aspects have been duly integrated, such as performance and system needs, urban morphology, urban planning, historical e conservative aspects, as well as environmental and socio-economic sustainability. Creating a GIS knowledge based model and assessment processes to develop choices that can be integrated with knowledge factors and design aspects at the urban scale, including serial buildings or buildings with historical documentary value, has been a relevant contribution. Therefore, technological research belongs to a wider*

*scientific and cultural scenario where new and innovative interdisciplinary relationships can deal with the themes of adaptive design applied to complex regeneration processes that aim at facing the environmental challenge in local contexts as the strategic objective to implement effective adaptation processes. This approach provides a great opportunity of development in the building sector, «focused on product and process innovation, research and last but not least, experimentation meant as the will to adapt to the social economic and environmental context» endorsing a current leading principle that pushes towards global thinking and local acting (Lucarelli, 2016, p.24).*

1. ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, *Paris Climate Change Agreement: First Assessment*, <http://www.isprambiente.gov.it/files/notizie-ispra/notizie-2016/ParisAgreement.pdf>
2. Intergovernmental group of experts on climate change that provides governments with a comprehensive assessment on scientific, technical and socio-economic findings to date related to climate change.
3. Snow M. and Prasad D. (2011), *Climate Change Adaptation for Building Designers: An Introduction. Environment Design Guide*, Australian Institute of Architecture
4. *The term vulnerability encompasses several concepts among which sensitivity and susceptibility to damage and the lack of resilience and adaptability. Cfr. Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.) 2015, 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 IPCC, Geneva, Switzerland.*
5. Cuomo A. (2016), *Speech at the Round Table for the presentation of F. Rispoli's book*, Forma data e Forma trovata. Interpretare / progettare l'architettura, Department of Architecture, Naples 16.12.2016.
6. *Naples City Council, River Basin Authority Campania 2, Civil Protection and Campania Region.*
7. Castellari S. (31.10.2014), "Dal rischio climatico allo sviluppo: pianificazione politica, supporto scientifico e partecipazione. Alcune proposte", available at: <http://www.cmcc.it/it/politica-climatica/dal-rischio-allo-sviluppo-attraverso-pianificazione-politica-e-supporto-scientifico-2>.
8. *Representatives of Agencies and Institutions attended the Conference (A. De Vivo Prorector of the University of Naples Federico II, M. Losasso Head of Department of Architecture of University of*

prodotto che di processo, alla ricerca e, non ultimo, alla sperimentazione intesa soprattutto come volontà di adattarsi alle condizioni del contesto sociale, economico e ambientale» aderendo a un principio guida della contemporaneità che induce a *pensare globalmente e agire localmente* (Lucarelli 2016, p.24).

1. ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, *Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici: una prima valutazione*, <http://www.isprambiente.gov.it/files/notizie-ispra/notizie-2016/ParisAgreement.pdf>
2. Il gruppo intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici ha il compito di fornire ai governi una valutazione esaustiva e più aggiornata possibile delle conoscenze scientifiche, tecniche, socio-economiche sui temi legati ai cambiamenti climatici.
3. Snow M. and Prasad D. (2011), *Climate Change Adaptation for Building Designers: An Introduction. Environment Design Guide*, Australian Institute of Architecture.
4. Il termine vulnerabilità abbraccia una molteplicità di concetti, tra cui la sensibilità o suscettibilità al danno e la mancanza di capacità a resistere e adattarsi. Cfr. Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.) 2015, *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 IPCC*, Geneva, Switzerland.
5. Cuomo A. (2016), *Intervento alla Tavola Rotonda nell'ambito della presentazione del volume di F. Rispoli, Forma data e Forma trovata. Interpretare / progettare l'architettura*, Dipartimento di Architettura, Napoli 16.12.2016.
6. Comune di Napoli, *Autorità di Bacino Campania 2, Protezione Civile e Regione Campania.*
7. Castellari S. (31.10.2014), "Dal rischio climatico allo sviluppo: pianificazione politica, supporto scientifico e partecipazione. Alcune proposte", available at: <http://www.cmcc.it/it/politica-climatica/dal-rischio-allo-sviluppo-attraverso-pianificazione-politica-e-supporto-scientifico-2>.
8. Al Convegno hanno partecipato rappresentanti di Enti e istituzioni (A. De Vivo Prorettore dell'Università di Napoli Federico II, M. Losasso Direttore del Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II e Presidente della SITdA Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura, E. Rubino Presidente del Distretto ad Alta Tecnologia per le Costruzioni Sostenibili Stress Scarl, V. James Responsabile Stress del Progetto Metropolis, C. Piscopo Assessore alle politiche urbane del Comune di Napoli, C. Buono Segretario dell'Ordine degli Architetti P.P.C. di Napoli e Provincia, M.T. Lucarelli Vicepresidente SITdA-Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura); ricercatori, progettisti e rappresentanti di Centri di ricerca internazionali (C. Pacteau CNRS-Centre Nationale de la Recherche Scientifique, UCCRN-Urban Climate Change Research Network, J. Raven NYIT-New York Institute of Technology, UCCRN-Urban Climate Change Research Network, A. Tolla LOT-EK Associate, Columbia University, P. Mercogliano CMCC-Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, CIRA-Centro Italiano Ricerche Aerospaziali, E. Mussinelli Politecnico di Milano, V. D'Ambrosio responsabile scientifico progetto Metropolis per il DiARC, M. Rigillo e M. F. Leone Università di Napoli Federico II.
9. Cfr. *Costruire città resilienti. Linee guida per l'adattamento al cambiamento climatico*, Report del progetto ACT - *Adapting to Climate change in Time*, finanziato dalla Commissione europea all'interno del programma LIFE Environmental Policy and Governance, 2013.
10. La ricerca ha previsto lo studio del sistema urbano attraverso differenti approcci disciplinari che hanno riguardato gli aspetti tipo-morfologici, funzionali-spaziali, ambientali, tecnologici, storici e di conservazione, percettivi, urbanistici, valutativi.
11. Le proiezioni nel tempo delle temperature massima e minima e dell'umidità relativa giornaliere sono state ottenute dai risultati di modelli climatici elaborati dal CMCC Centro Euro Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, basati sull'andamento di emissioni e concentrazioni di gas serra (GHG) al 2100.

## References

- Bottero M. (2009), "Per un manifesto della progettazione ambientale", in Sala M. (ed.), *I percorsi della progettazione per la sostenibilità ambientale*, Alinea, Firenze.
- Castellari S., Venturini S., Ballarin Denti A., Bigano A., Bindi M., Bosello F., Carrera L., Chiriaco M.V., Danovaro R., Desiato F., Filpa A., Gatto M., Gaudioso D., Giovanardi O., Giupponi C., Gualdi S., Guzzetti F., Lapi M., Luise A., Marino G., Mysiak J., Montanari A., Ricchiuti A., Rudari R., Sabbioni C., Sciortino M., Sinisi L., Valentini R., Viaroli P., Vurro M., Zavatarelli M., (eds.) (2014), *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia*, MATTM - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- COP 22 (2016), *Risoluzione del Parlamento europeo sull'attuazione dell'accordo di Parigi e la conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici di Marrakech del 2016*, 2016/0000(RSP).
- Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.) (2015), *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 IPCC*, Geneva, Switzerland.
- D'Ambrosio V., Di Martino F. (2016), "The Metropolis research. Experimental models and decision-making processes for the adaptive environmental design in climate change", in *UPLanD - Journal of Urban Planning, Landscape & environmental Design*, n.1, (www.upland.it).
- Dierna S. (1994), "Tecnologie del progetto ambientale. Per una trasformazione sostenibile degli assetti parlando", in Sala M. (ed.) *Teaching in architecture. Energy and environment world network*, Florence University Press.
- Dierna S., Orlandi F. (2009), *Ecoefficienza per la città diffusa. Linee guida per il recupero energetico e ambientale degli insediamenti informali nella periferia romana*, Alinea, Firenze.
- Epifani S., Hilgenberg K., Sabbadin E., Parshat J. (2006), *Decidere l'innovazione. Come misurare, valutare e scegliere il cambiamento*, Sperling & Kupfer, Milano.
- Forlani M.C., Mussinelli E. e Daglio L. (2016), "Tecnologia, ambiente e progetto", in Lucarelli MT., Mussinelli E. Trombetta C. (eds.), *Cluster in progress. La tecnologia dell'architettura in rete per l'innovazione The architectural Technology network for innovation*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna (RN).
- Losasso M. (2015), "Rigenerazione urbana: prospettive di innovazione", in *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 10, pp. 4-5.
- Lucarelli M. (2016), "Building sustainability and experimental aspects", in Lauria M., Trombetta C. (eds.), *Building Future Lab. Experimental research for sustainability in the building sector*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna (RN).
- Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (eds.) (2007), *IPCC 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Mora L., Bolici R. (2016), *Progettare la Smart City. Dalla ricerca teorica alla dimensione pratica*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna (RN).
- Pelsmakers S. (ed.) (2015), *The environmental design pocketbook*, 2nd edition, RIBA publishing, London.
- Raven J., Heid A. (eds.) (2015), *Urban Climate Lab*, New York Institute of Technology.
- Smith, K. (2001), *Environmental Hazards: Assessing risk and reducing disaster*. New York, Routledge, New York, USA.
- UN-HABITAT 2011, *Cities and climate change. Global Report on human settlements 2011*, United Nations Human Settlements Programme, Earthscan, London-Washington DC.

- Napoles Federico II and President of SITdA Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura, E. Rubino President of the High Technology Research Center for Sustainable Construction Stress Scarl, V. James Stress Project manager for the Metropolis project, C. Piscopo Councillor to urban policies in Naples, C. Buono Secretary of the Architects' Association P.P.C. of Naples and Province, M.T. Lucarelli Vice-president of The Italian Society for Architecture Technology (SITdA); researchers, planners and representatives of International Research Centres (C. Pacteau CNRS-Centre Nationale de la Recherche Scientifique, UCCRN-Urban Climate Change Research Network, J. Raven NYIT-New York Institute of Technology, UCCRN-Urban Climate Change Research Network, A. Tolla LOT-EK Associate, Columbia University, P. Mercogliano The Euro-Mediterranean Center on Climate Change CMCC, Italian Aerospace Research Centre, E. Mussinelli Politecnico di Milano, V. D'Ambrosio scientific coordinator of the project Metropolis for the DiARC, M. Rigillo e M. F. Leone University of Naples Federico II.*
9. Cfr. *Costruire città resilienti. Linee guida per l'adattamento al cambiamento climatico, Project Report ACT – Adapting to Climate change in Time, financed by the European Commission within the Programme LIFE Environmental Policy and Governance, 2013.*
  10. *The research studied the urban system with different disciplinary approaches based on type, morphology, function, space, technology, environment, history, conservation, urban planning, perception and assessment.*
  11. *Projections over time of daily highest and lowest temperatures and relative humidity are the results of climate models developed by The Euro-Mediterranean Center on Climate Change CMCC, based on the emission and greenhouse gas concentration trends (GHG) for 2100.*

## Cambiamenti climatici, progettazione resiliente, scenari internazionali della ricerca

Mattia Federico Leone

### *Climate change, resilient design, international research scenario*

#### **Resilience and adaptation of urban systems: a multi-disciplinary research field**

*The relevance of climate change issues in the international context and the growing awareness of both short and long term potential environmental and socio-economic impacts at global and local scale has led in recent years to the convergence of goals and strategies in several key areas - such as research, industry, land use transformation, political and administrative governance, social inclusion - in order to address a common action aimed at addressing two major challenges: mitigating the main anthropogenic factors at the base of climate change and adapting to the inevitable consequences.*

*Mitigation (i.e. the need of reducing greenhouse gases emissions from human activities), and adaptation (i.e. the reduction of vulnerability of built environment and society) are the two pillars of a resilient approach, which, in relation to the diverse domains where the concept (and the thinking) is applied, assumes specific strategic and operational objectives.*

*In the framework of European research, climate change mitigation and adaptation have been identified as key "societal challenges" within the Horizon 2020 Programme, and will be likely extended as priority areas also in the next Framework Programme given the ambitious objectives set both at EU and international level with the 2030 and 2050 agendas, the Paris Agreement, the Sustainable Development Goals and the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction.*

*The European challenge-driven approach has proved to be an effective way to cover the entire innovation chain from fundamental research to demonstration, with the industry playing an important role in supporting and exploiting a research implementation which is characterizing itself as more and more interdisciplinary and collaborative.*

*In fact, "The management of integrated knowledge systems requires a broad cross-cutting, interdisciplinary and multidisciplinary vision of the issues surrounding the transformation of the built environment.*

*Specialization becomes necessary, but it requires less and less abstraction and greater focus toward goals where multiple and integrated skills inputs converge.*

#### **Resilienza e adattamento dei sistemi urbani: un ambito di ricerca multi-disciplinare**

La rilevanza nel quadro internazionale del tema dei cambiamenti climatici e la crescente consapevolezza riguardo ai potenziali impatti a breve e lungo termine in termini ambientali e socio-economici a livello globale e locale ha determinato in anni recenti una convergenza di obiettivi dichiarati e strategie di innovazione nell’ambito di diversi settori chiave - quali la ricerca, l’industria, la trasformazione del territorio, la governance politica e amministrativa, l’inclusione sociale - al fine di indirizzare un’azione comune in grado di rispondere a due principali sfide: mitigare i principali fattori antropogenici alla base del *climate change* e adattarsi alle inevitabili conseguenze.

La mitigazione (ossia la necessità di ridurre le emissioni di gas a effetto serra legate alle attività umane) e l’adattamento (cioè la riduzione della vulnerabilità dell’ambiente costruito e della società agli effetti del cambiamento climatico) sono i due pilastri di un approccio resiliente che, in relazione ai diversi ambiti in cui viene applicato, può declinarsi attraverso specifici obiettivi strategici e operativi.

Nell’ambito della ricerca europea, la mitigazione e l’adattamento dei cambiamenti climatici sono stati identificati come “sfide sociali” fondamentali nell’ambito del programma Horizon 2020 e saranno probabilmente confermate come ambiti prioritari anche nel prossimo programma quadro, date le ambizioni a livello europeo e internazionale dichiarate con le agende 2030 e 2050, l’Accordo di Parigi siglato a valle della COP21, i *Sustainable Development Goals* e il *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*.

L’approccio europeo “*challenge-based*” si è dimostrato efficace nel coprire l’intera filiera dell’innovazione, dalla ricerca di base allo sviluppo di progetti dimostratori, con l’industria che svolge un ruolo importante nel sostenere e sfruttare le potenzialità offerte dalla ricerca scientifica e tecnologica che si caratterizza come sempre più interdisciplinare e collaborativa.

Infatti, “la gestione di sistemi di conoscenze integrate richiede un’ampia visione trasversale, interdisciplinare e multidisciplinare delle problematiche relative alle trasformazioni dell’ambiente costruito. Lo specialismo diventa necessario, ma per esso si richiede sempre meno astrazione e una maggiore focalizzazione rispetto a obiettivi sui quali convergono gli apporti di competenze multiple e integrate. Gli orizzonti della conoscenza e del progetto devono misurarsi con una collaborazione multidisciplinare” (Losasso, 2014)

In questo senso, affrontare i temi che legano città e cambiamento climatico implica la necessità di rafforzare la collaborazione tra aree disciplinari caratterizzate da diversi ambiti

di ricerca, ma complementari nel contribuire efficacemente a individuare risposte e soluzioni adeguate alla complessità sistemica della sfida. Le città possono essere concepite come sistemi complessi derivanti dall’interazione di diversi sottosistemi: fisico, funzionale e socio-economico (D’Ambrosio e Leone, 2016). Il cambiamento climatico sta producendo crisi crescenti in ciascuno di questi sottosistemi, con conseguenze per la società nel suo insieme. Il “pensiero resiliente” (Walker e Salt, 2008, Rees, 2010) è recentemente emerso come approccio olistico alla progettazione urbana (Karlenzig, 2010; Cook et al., 2013), sottolineando la necessità di una prospettiva sistematica e multidisciplinare alla trasformazione dell’ambiente costruito, in cui le discipline architettoniche e urbane - con l’ingegneria dei sistemi, gli studi sociali, le scienze della terra, le tecnologie dell’informazione e per la visualizzazione dei dati, la modellazione probabilistica e l’analisi di scenario - sono chiamate a concentrarsi sull’individuazione di soluzioni di adattamento efficaci e adeguate alle sfide imposte dall’esigenza di una crescita che, per essere realmente sostenibile, dovrà sempre più relazionarsi ai cambiamenti climatici in atto.

In tale contesto, le azioni sull’ambiente costruito, in particolare nelle aree urbane, rappresentano un ambito prioritario per ridurre i rischi per la popolazione e l’economia locale rispetto ai diversi *hazard* climatici. La maggior parte della crescita della popolazione dell’ultimo decennio si è infatti concentrata nelle aree urbane e suburbane metropolitane, già caratterizzate da elevati livelli di esposizione e di vulnerabilità. In assenza di politiche di mitigazione efficaci, l’aumento della pressione antropica ha contribuito ad aggravare i fattori di rischio (Walker et al., 2004; Karlenzig, 2010). Le perdite economiche derivanti da disastri naturali sono aumentate di quasi 10 volte negli ultimi 40 anni (Swiss-RE, 2014 e 2015), con 10 miliardi di impatto economico annuo solo nel contesto dell’UE, e c’è una crescente consapevolezza che le strategie internazionali di sviluppo sostenibile, riduzione della povertà e tutela dell’ambiente non possono essere attuate senza tener conto degli impatti degli eventi climatici progressivi ed estremi destinati ad aumentare in termini di frequenza e intensità. Esempi di buone pratiche sviluppati in anni recenti rappresentano la dimostrazione di come gli impatti e i costi dei rischi naturali possono essere ridotti attraverso l’integrazione di misure di mitigazione e adattamento nell’ambito di interventi di nuova edificazione e di *retrofitting* alla scala edilizia e di quartiere (Multihazard Mitigation Council, 2005; Stern, 2006; Mullan et al. 2013; OCSE, 2012; IPCC, 2014).

#### **Attuare l’adattamento: progetto, standard e governance Progetto**

Le strategie di progettazione e pianificazione resiliente orientate all’adattamento, pur perseguendo obiettivi generali comuni, possono seguire percorsi di attuazione specifici in rapporto al contesto. Sono osservabili differenze nelle modalità di risposta alla sfida della resilienza da parte delle aree metropolitane nei paesi sviluppati, delle megalopoli globali e dei piccoli centri urbani caratterizzati da processi di urbanizzazione e di crescita demografica.

*The horizons of knowledge and project must be met with multidisciplinary collaboration” (Losasso, 2014). In this sense, dealing with climate change and cities entails the clear need of strengthening the collaboration between areas characterized by diverse research backgrounds, but all complementary to effectively contribute to identify answers and solutions adequate to the systemic complexity of the challenge. Cities can be conceived as complex systems resulting from the interaction of different subsystems: physical system, functional system and socio-economic system (D’Ambrosio e Leone, 2016). Climate change is producing increasing crises in each of these subsystems, with consequences to the society as whole. The “resilience thinking” (Walker and Salt, 2008; Rees, 2010) has recently emerged as holistic approach to urban design (Karlenzig, 2010; Cook et al., 2013), emphasizing the need for a multidisciplinary systemic approach to the transformation of the built environment, where architectural and urban disciplines, systems’ engineering, social studies, earth sciences, IT and data visualisation, probabilistic modelling and scenario analysis, are globally called to focus on identifying and communicating effective adaptive solutions to the challenge of a sustainable growth in a changing climate. In this framework, the built environment, and specifically urban areas represent the key issue for reducing risk for population and economies towards multiple sources of hazards. Most of the population growth of the last decade has been concentrated in the metropolitan urban and suburban areas, already characterized by high levels of exposure and vulnerability. In the absence of effective mitigation policies, the increased human pressure has contributed to aggravate the risk factors (Walker et al., 2004; Karlenzig, 2010). Economic losses from natural hazards have increased almost 10 times during the past 40 years (Swiss-RE, 2014 and 2015), with 10 billion yearly losses only in the EU context, and there is an increasing awareness that the international strategies aiming at sustainable growth, poverty reduction and environmental protection cannot be achieved without taking into account the impacts of slow-onset and extreme events in a changing climate perspective. There is in fact an increasing evidence of how impacts of natural hazards and related costs can be reduced if mitigation/adaptation measures are implemented within new construction and retrofitting actions (Multihazard Mitigation Council, 2005; Stern, 2006; Mullan et al., 2013; OECD, 2012; IPCC, 2014).*

#### **Implementing adaptation: design, standards and governance**

*Design Resilient and adaptative design and planning strategies, while pursuing common general objectives, can follow specific implementation paths in relation to specific*

Principi di mitigazione adattiva multi-scalare / *Multi-scale adaptive-mitigation principles* (adapted from UN-Habitat, 2011).

Scale	Topic	Design principles
City / Neighborhood	Urban expansion, informal settlements, suburban development	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NZEB / NZEN (Near Zero Energy Building / Neighborhood)</li> <li>• WSUD (Water Sensitive Urban Design)</li> </ul>
	Brownfield regeneration	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NZEB / NZEN</li> <li>• Densification, mixed use development</li> <li>• Urban reconnection, blue/green infrastructures</li> </ul>
	Urban regeneration in consolidated contexts	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technological / energy building retrofitting</li> <li>• Building-open spaces spatial layout reconfiguration</li> <li>• Urban/building greening</li> </ul>
Building / Technological component	Energy efficient materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Low carbon intensity along the life-cycle</li> <li>• Renewable/recyclable</li> </ul>
	Efficient energy and water management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passive solutions (heating and cooling)</li> <li>• Recycling (exhausted heat and rain/grey water)</li> </ul>
	Clean and architecturally integrated energy production	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renewable and low carbon energy sources</li> <li>• Effectiveness of distribution systems (HVAC integration)</li> </ul>

contexts. Differences exist in how different cities - from the metropolitan areas in developed countries, to the global megalopolis, to the small centers characterised by urbanisation and demographic growth trends - address their policies in terms of climate resilience. The definition of the actions to implement in relation to the specificities of urban contexts is in this sense a priority. The “adaptive mitigation” (Stone, 2012) pathways to be put in place in a city characterised by sprawl conditions and informal settlements in suburban areas are for instance very different from those required in a compact urban settlement in a historical context. The existing hard and soft infrastructure networks and the morphology of the urban fabric play also a key role in addressing decision makers’ choices. Design and planning action that modify the urban form, the spatial layouts, the morphological and technological features of buildings and open spaces have a long-term impact, and the choices made influence the capacity of responding to climate risk while contributing to the global warming reduction. As pointed out, even if mitigation and adaptation have different objectives and implementation potential, they show common drivers and opportunities for integrated solutions. In this sense, a systemic analysis aimed at a holistic approach to resilience and a proactive and inclusive design approach can help to strengthen the synergies, improve the cost-effectiveness of interventions, reduce the conflicts and manage the trade-offs. Such a systemic analysis should take into account, from a both quantitative and qualitative point of

La definizione delle azioni da intraprendere in rapporto alle specificità dei contesti urbani è in questo senso prioritaria: le opportunità di “mitigazione adattiva” (Stone, 2012) da mettere in campo in città (o parti di città) caratterizzate da condizioni di sprawl o presenza di insediamenti informali in aree periferiche sono, ad esempio, molto diverse da quelle attuabili in un insediamento urbano compatto in un contesto storicizzato. In tal senso, le scelte dei decisori sono fortemente influenzate dalle reti infrastrutturali esistenti e dalla forma del tessuto urbano.

Le azioni di progetto e di pianificazione che modificano la forma urbana, le caratteristiche spaziali, morfologiche e tecnologiche di edifici e spazi aperti hanno un impatto a lungo termine, e le scelte attuate influenzano la capacità della città di ridurre le emissioni di gas serra e rispondere ai rischi climatici. Come sottolineato, anche se le politiche di mitigazione e di adattamento hanno obiettivi e potenzialità di attuazione differenti, molti driver sono comuni, e le soluzioni possono essere correlate (Rosenzweig et al., 2015).

In questo senso, un’analisi sistemica orientata a un approccio olistico al tema della resilienza e una progettazione proattiva e inclusiva in grado di veicolare benefici complementari sul piano socio-economico può essere in grado di rafforzare le sinergie, migliorare l’efficacia costi-benefici degli interventi, evitare i conflitti e aiutare a gestire i compromessi.

L’obiettivo è dunque di favorire processi di progettazione integrata, supportati da un’analisi sistemica che tenga conto dei costi e dei benefici quantitativi e qualitativi (declinati a scala locale) derivanti dall’integrazione, confrontati con soluzioni che perseguono il solo obiettivo di adattamento o di mitigazione. L’analisi dovrebbe essere

esplicitamente inquadrata entro le priorità locali e fornire le basi per lo sviluppo di valutazioni di rischio e strumenti di supporto alle decisioni basati sulla comparazione di scenari alternativi (Leone e Zuccaro, 2016). Tale analisi dovrebbe essere posta alla base di “piani urbani integrati di azione climatica”, da strutturare secondo obiettivi nel breve, medio e lungo periodo, non legati a specifici termini amministrativi o limiti giurisdizionali di governance, chiarendo le opportunità di attuazione, i budget necessari, le misure concrete per valutare i progressi nel tempo e le modalità di coordinamento dei diversi attori in ogni fase del processo.

### Standard

Per garantire l’efficacia dei processi di adattamento, l’insieme delle azioni relative alla trasformazione dell’ambiente costruito - avendo come obiettivo generale la riduzione della vulnerabilità climatica e la transizione verso un’economia low-carbon - dovrebbe essere integrato in maniera sistematica nelle diverse fasi di progettazione e costruzione, e sviluppato attraverso un approccio di tipo “whole building” (Prowler, 2012). In questo senso, i regolamenti, i codici, gli standard, i requisiti tecnici, gli indicatori di performance e le best practices rappresentano azioni essenziali di politica tecnica, da rafforzare per orientare le strategie progettuali (Paradis e Tran, 2010). Nell’ambito della certificazione e della standardizzazione, la resilienza sta emergendo come qualità intrinseca del “green building” e della “progettazione sostenibile”, introducendo nuovi concetti e requisiti legati alla mitigazione e all’adattamento dal punto di vista spaziale, tecnologico e ambientale sia a livello urbano che edilizio. Le norme internazionali relative alle tematiche “Sustainable development of communities” e “Smart community infrastructure” (ISO / TC 268; ISO 37120: 2014; ISO / TS 37151: 2015) hanno introdotto concetti e metriche per la resilienza come indicatori di qualità dei processi di gestione e di progettazione sostenibili e smart. I principali strumenti e protocolli per la certificazione della qualità ambientale del progetto architettonico e urbano e della gestione dei processi di costruzione, come LEED (US), BREEAM (UK) e ITACA (IT), hanno recentemente iniziato a definire un quadro generale di valutazione della resilienza (Larsen et al. 2011; USGBC, 2013; STAR Communities, 2014), affiancando ai convenzionali temi di mitigazione climatica legati all’efficienza energetica di edifici e quartieri anche aspetti relativi all’adattamento climatico (quali la gestione sostenibile della risorsa acqua e la riduzione dell’isola di calore urbana). Le comunità di ricercatori in diversi paesi hanno iniziato ad affrontare questo problema, proponendo un approccio concettuale agli indici di resilienza (come Arup City Resilience Framework, da Silva e Morera, 2014). Il risultato principale di queste esperienze riguarda il consolidamento delle definizioni di categorie di indicatori, ma metriche e strumenti per una misurazione specifica dei livelli di resilienza urbana non risultano ancora adeguatamente sviluppati. La necessità di integrare nuovi standard di prestazione “whole building” orientati

view, the costs and the benefits (declined at the local scale) deriving from the integration of mitigation and adaptation measures, compared with solutions aimed to only one of the two objectives. The analysis should be explicitly framed within local priorities and provide the basis for risk assessments and decision-support tools based on the comparative analysis of alternative scenarios (Leone e Zuccaro, 2016). This analysis should be the cornerstone for implementing “integrated climate action plans”, structured according short-, medium- and long-term objectives, not bounded to specific administrative terms or limits in governance and jurisdiction, identifying the implementation opportunities, the needed budget, the concrete measures to assess progresses over time and the way to coordinate the different actors in each phase of the process. Standards The set of actions related to the adaptive mitigation goals for the built environment, having as joint objective the reduction of the climate vulnerability and the low-carbon transition, should be incorporated into the different stages of planning, design and construction, developing an integrated “whole building approach” (Prowler, 2012). In this sense, regulations, codes, standards, technical requirements, performance indicators and best practices improvement represent essential governance and policy actions to guide design strategies (Paradis and Tran, 2010). In the context of certification and standardisation, resilience is emerging as an inherent quality of “green building” and “sustainable design”, identifying mitigation and adaptation concepts as key objectives of spatial, technological and environmental design both at urban and building scale. International standards focusing on “Sustainable development of communities” and “Smart community infrastructure” (ISO/TC 268; ISO 37120:2014; ISO/TS 37151:2015) have introduced resilience concepts and metrics as a quality of sustainable and smart design/governance processes. The main tools and protocols aimed at certifying the environmental quality of building and urban design and of construction process management, such as US LEED, UK BREEAM and IT ITACA, have only recently started to define a general resilience assessment framework (Larsen et al., 2011; USGBC, 2013; STAR Communities, 2014), including together with the conventional climate mitigation topics linked to the energy efficiency of buildings and neighbourhoods also topics related to adaptation (e.g. sustainable water management and urban heat island reduction). Research communities worldwide have started addressing this issue, proposing a conceptual approach to resilience indices (such as the Arup City Resilience Framework, see da Silva and Morera, 2014). The main outcome of these experiences is a consolidate definition of categories and broad

indicators, but a precise measure or metrics to assess urban resilience is still missing. The need for new resilience-oriented “whole-building” performance standards to be included in existing environmental rating systems and protocols (from national to regional scale) is also linked to the fact that - even in presence of specific mitigation/adaptation requirements imposed by local regulation in response to site-specific hazards - the compliance with regulations not always sufficient to guarantee safety and resilience conditions. In this sense, the individual evaluation of the costs and benefits of specific design alternatives can lead to effective strategies aimed at exceeding the minimum regulatory requirements.

Governance  
The lack of resources aimed at providing basic services or developing new urban infrastructures reduces the possibility of investing in climate mitigation/adaptation measures, where financial constraints may impede their implementation even if the commitment to act is a political priority. On the other hand, the resources put in place through international funding instruments (such as the European FESR and ESF, the Federal initiatives in US or the Green Climate Fund in developing countries), if properly integrated into virtuous mechanisms of national technical policy, represent a concrete opportunity to realise the necessary leap forward towards the development of effective adaptive mitigation measures.

The crucial point is once again the ability to manage the multilevel governance required now almost worldwide, and especially to the EU member states. International and national policies provided the general framework for developing responses to the urban scale. If an important part of the responsibility for reducing greenhouse gas emissions and impacts of climate-related hazards remains at the national level, in particular in relation to the energy policy and the post-event financial allocations, the local authorities are required to provide the main answers and solutions to the needed transformations of the built environment and the of the urban infrastructural elements.

An effective and inclusive approach to the governance of such transformation processes should take benefit of a strong involvement of local stakeholders (public, private and the third sector) throughout the different phases of the project, thus leading to the identification of main issues arising from the different domains (political, social, technical, economic, environmental) involved in the decision-making process. Given the highly unpredictable nature of extreme events and the uncertainties about the effects of slow-onset changes, governmental institutions, policymakers, planners and technical operators need to be much better prepared (Prasad et al., 2009; UNISDR, 2012), considering how the complexity of territorial and urban systems entails the

alla resilienza nei sistemi e nei protocolli di valutazione ambientale esistenti (a scala nazionale e regionale) è anche legata al fatto che - anche in presenza di specifici requisiti di mitigazione / adattamento imposti a livello locale in risposta ai rischi specifici - la conformità alle normative non è sempre sufficiente a garantire condizioni di sicurezza e resilienza. In questo senso, la valutazione puntuale dei costi e dei benefici di specifiche alternative tecniche e progettuali può facilitare la diffusione strategie efficaci volte a superare i requisiti minimi imposti dalla normativa.

### Governance

La mancanza di risorse destinate a fornire servizi di base o allo sviluppo di nuove infrastrutture urbane riduce la possibilità di investire in misure di mitigazione e adattamento climatico, laddove i vincoli finanziari possono ostacolare l’attuazione anche quando l’impegno ad agire rappresenta una priorità politica dichiarata. D’altra parte, le risorse messe in atto attraverso strumenti finanziari internazionali (come i fondi europei FESR e FSE, le iniziative federali negli Stati Uniti o il Green Climate Fund per i paesi in via di sviluppo), se correttamente integrati in meccanismi virtuosi di politica tecnica nazionale, rappresentano un’occasione concreta per realizzare il necessario passo avanti verso lo sviluppo di efficaci misure di mitigazione adattiva. Il punto cruciale è ancora una volta la capacità di gestire la governance multilivello oggi richiesta in quasi tutto il mondo e soprattutto agli Stati membri dell’UE. Le politiche internazionali e nazionali hanno fornito il quadro generale per sviluppare risposte alla scala urbana. Se una parte importante della responsabilità per ridurre le emissioni di gas a effetto serra e gli impatti dei rischi legati al clima rimane una competenza propria del livello nazionale, in particolare per quanto riguarda la politica energetica e gli stanziamenti finanziari in seguito a eventi calamitosi, le autorità locali sono tenute a fornire le principali risposte e soluzioni in rapporto alle necessarie trasformazioni dell’ambiente costruito e degli elementi infrastrutturali urbani. Un approccio efficace e inclusivo per la governance di tali processi di trasformazione dovrebbe trarre vantaggio da un forte coinvolgimento degli stakeholder locali (pubblici, privati e del terzo settore) nelle diverse fasi del progetto, portando così all’identificazione delle principali problematiche attinenti ai diversi ambiti (politici, sociali, tecnici, economici, ambientali) coinvolti nel processo decisionale. Data la natura estremamente imprevedibile degli eventi estremi e le incertezze relative agli effetti dei cambiamenti climatici progressivi (slow-onset), è necessario che le istituzioni governative, i decisori politici, i progettisti e gli operatori tecnici siano molto meglio preparati (Prasad et al., 2009; UNISDR, 2012), considerando come la complessità dei sistemi territoriali e urbani comporti la necessità di affrontare i rischi indotti dai cambiamenti climatici nell’ambito di un approccio basato su un quadro di conoscenze ben consolidato, orientato all’integrazione degli aspetti che legano Climate Change Adaptation e Disaster Risk Reduction, in una prospettiva che

includa anche le priorità emergenti in ambito europeo, quali multi-hazard, cascading effects e protezione delle infrastrutture critiche (Komendantova et al., 2014). Il successo di un simile modello di governance si basa sul consolidamento di approcci partecipati e bottom-up a livello locale, in modo da individuare strategie di indirizzo e azioni concrete con un adeguato livello di consapevolezza e accettazione da parte delle comunità locali, per evitare azioni top down incapaci spesso di produrre i risultati attesi a causa della mancanza di collaborazione tra decisori, professionisti e cittadini (Walker e Salt, 2011).

### Progettazione adattiva e cambiamenti climatici: scenari evolutivi nella ricerca in architettura

La natura trasversale e multidisciplinare della “sfida climatica” richiede, a diversi livelli, una riflessione sulle modalità secondo cui le diverse specificità disciplinari possono contribuire al cambio di paradigma imposto da un approccio alle trasformazioni di tipo olistico e resiliente. In tale prospettiva, la tecnologia dell’architettura e la progettazione ambientale rappresentano ambiti il cui contributo può risultare determinante in quanto portatori di un pensiero e di una pratica orientata alla gestione di sistemi complessi in un’ottica processuale e prestazionale. Sul piano operativo, c’è da un lato una crescente esigenza di ottimizzare le opzioni tecnologiche per il progetto di edifici e spazi aperti rispetto ai requisiti specifici di un approccio progettuale clima-resiliente, assicurando che le prestazioni previste siano soddisfatte attraverso un adeguato controllo del processo di progettazione e realizzazione in una prospettiva life-cycle; dall’altro, è sempre più urgente integrare nell’ambito dei comuni interventi di progettazione edilizia e urbana processi efficaci in grado di fornire allo stesso tempo misure per la mitigazione (retrofit energetico e nuovi edifici e distretti a energia quasi-zero per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>) e l’adattamento (infrastrutture blu / verdi e sistemi di drenaggio urbano sostenibile), insieme ai benefici sociali e ambientali legati ai processi di rigenerazione urbana, verso la definizione di un approccio progettuale resilience-based (Walker e Salt, 2008 e 2011; Rees, 2010; Serre et al., 2012; UNISDR, 2012; Turnbull et al., 2013). Le discipline architettoniche, mettendo al centro del loro sforzo di ricerca e implementazione il “progetto” e il suo potenziale di trasformare la realtà fisica e le relazioni socio-economiche in una determinata comunità, possono contribuire in questo senso a riaffermare una caratteristica distintiva dell’approccio resiliente, ossia l’occasione di coniugare strategie di adattamento e mitigazione attraverso soluzioni tecnologiche ad hoc basate su un’attenta lettura del contesto - dal punto di vista fisico, funzionale e socioeconomico - riconoscendo le condizioni di vulnerabilità ricorrenti e le opportunità di retrofit del sistema edifici-spazi aperti e di rigenerazione urbana. Tale approccio consente di consolidare il concetto di “mitigazione adattiva” come approccio paradigmatico per il climate resilient design, in grado di rispondere

need of facing climate change induced hazards within the abovementioned systemic approach, based on a well consolidated knowledge framework, oriented to the integration of the aspects that link DRR and CCA (EUR-OPA e UNISDR, 2011), in a perspective which also includes the emerging priorities at European level, such as multi-hazard, cascading effects and critical infrastructures protection (Komendantova et al., 2014). The success of such a governance model is based on a thorough participatory “bottom-up” approach at local level, to identify governance strategies and concrete actions with a broad level of awareness and acceptance by the local communities, to avoid “top down” actions unable to produce the expected results due to the lack of cooperation among decision makers, practitioners and citizens (Walker and Salt, 2011).

### Adaptive design and climate change: evolutionary scenarios in architectural research

The cross-cutting and multidisciplinary nature of the “climate challenge” requires, at different levels, a reflection on how different disciplinary specificities can contribute to the paradigm shift imposed by a holistic and resilient approach to transformations. In this perspective, architectural technology and environmental design are areas whose contribution can be decisive as bearers of a thought and a practice oriented to the management of complex systems in a process- and performance-based perspective. On the operational field there is, on one hand, a growing need of streamlining technological options for building and open spaces towards the specific requirements of a climate-resilient design approach, ensuring that the expected performances are met through an adequate control of the design and implementation process in a life-cycle perspective; on the other hand, it is more and more urgent to integrate within ordinary urban design and planning processes effective solutions able to deliver at the same time measures for climate change mitigation (energy retrofitting and new zero-energy buildings and districts for reducing CO<sub>2</sub> emissions) and adaptation (blue/green infrastructures and Sustainable Urban Drainage Systems), together with the social and environmental co-benefits linked to urban regeneration processes, towards the definition of an integrated resilience-based design and planning approach (Walker and Salt, 2008 and 2011; Rees, 2010; Serre et al., 2012; UNISDR, 2012; Turnbull et al., 2013). The architectural disciplines, by putting at the center of their research and implementation effort the “project” and its potential of transforming the physical reality and the socio-economic relations in a given community, can in this sense contribute to reaffirm a distinctive feature of a resilient approach, which is the opportunity of linking adaptation and mitigation strategies through ad-hoc technological solutions based on a careful reading

*of the context - from the physical, functional and socio-economic point of view - recognizing the recurring vulnerability conditions and opportunities for building/open spaces retrofitting and urban regeneration. Such an approach will strengthen the consolidation of the “adaptive mitigation” as a paradigmatic approach to climate resilient design, able to effectively respond to the variety of challenges connected to the transformation of built environment and communities in a changing climate perspective. Mitigate the causes of climate change while adapting to its effects means in fact to identify sustainable pathways aimed at significantly cut the greenhouse gases emissions from human activities to keep the “global temperature rise this century well below 2 °C above pre-industrial levels” (as stated by the Paris Agreement), while at the same time fostering technical and political adaptation, by transforming our relation with nature as nature transforms and transforming social relation among people (Parenti, 2011). The essays in this book dedicated to the “challenge of resilience in the international scenario” outline some of the most relevant issues to be tackled to properly answer, as scientific community and network of practitioners, to the need of identifying innovative models for the production of knowledge able to address Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation strategies from a design-based perspective. The spreading of a resilience-based design approach within urban regeneration processes is strongly linked to the ability of identifying the benefits related to the implementation of adaptive solutions beyond the hazard reduction potential, in order to overcome the “implementation gap” due to the lack of takeover from decision makers often linked to the uncertainties in climate change scenarios and the lack of coordination between different governance levels and funding sources at national and international level. On the other side, designers and planners should expand their knowledge base toward a thorough understanding of the “modelling” and “scenario analysis” approaches (Zuccaro e Leone, 2014), which constitute the backbone of the key inputs provided by risk and climate sciences, so to properly integrate the architecture and urban project in such a logic, so to assess the effects of alternative “what-if” scenarios. In this sense both hazard and impact scenario modelling approaches need to be acquired by the architectural disciplines as relevant analysis methodologies, also embedding key concepts - as hazard, risk, vulnerability, downscaling - as important information to put at the base of the design and implementation process, which will more and more incorporate collaborative and multi-disciplinary aspects to be adequately taken into account. Multi- and trans-disciplinarity are also priorities issue in such a complex domain, to secure investments*

efficacemente alla varietà delle sfide legate alla trasformazione dell’ambiente costruito in una prospettiva di cambiamento climatico. Mitigare le cause del cambiamento climatico adattandosi ai suoi effetti significa infatti identificare percorsi sostenibili volti a ridurre in modo significativo le emissioni di gas serra legati alle attività umane per mantenere “in questo secolo il surriscaldamento globale ben al di sotto di 2°C rispetto ai livelli pre-industriali” (come affermato dall’Accordo di Parigi), favorendo allo stesso tempo condizioni di adattamento “tecnico” e “politico”, ossia tese a trasformare la nostra relazione con l’ambiente naturale seguendo le modificazioni in atto della natura stessa e al contempo trasformare i rapporti sociali tra gli individui (Parenti, 2011). I saggi in questo volume dedicati alla “sfida della resilienza nello scenario internazionale” delineano alcune delle questioni più rilevanti da affrontare per rispondere correttamente, come comunità scientifica e reti professionali, alla necessità di individuare modelli innovativi per la produzione di conoscenza in grado di indirizzare le strategie di Climate Change Adaptation e Disaster Risk Reduction (EUR-OPA e UNISDR, 2010) a partire da una prospettiva progettuale.

La diffusione di un approccio al progetto basato sulla resilienza nei processi di rigenerazione urbana è fortemente legato alla capacità di individuare i benefici connessi all’implementazione di soluzioni adattive al di là del potenziale di riduzione dei rischi. In altre parole, accanto all’obiettivo prioritario di ridurre i fattori di vulnerabilità dell’ambiente costruito che determinano condizioni di aggravamento degli impatti di eventi climatici estremi, occorre individuare soluzioni progettuali in grado di veicolare benefici più ampi, in rapporto alle specifiche esigenze legate al contesto insediativo e socio-economico in cui si interviene. Ciò al fine di superare il “gap di attuazione” spesso riscontrato a livello europeo a causa della mancata acquisizione di un simile approccio da parte dei decisori, in parte legata alle incertezze negli scenari di cambiamento climatico e all’insufficiente coordinamento tra diversi livelli di governance e fonti di finanziamento a livello nazionale e internazionale. Dall’altra parte, progettisti e pianificatori dovrebbero ampliare la loro base di conoscenza per incorporare una più approfondita comprensione degli approcci di “modellazione” e di “analisi di scenario” (Zuccaro e Leone, 2014) che costituiscono input essenziali forniti dagli ambiti disciplinari delle scienze del rischio e del clima, in modo da integrare correttamente nel progetto urbano e di architettura una tale logica per valutare gli effetti di scenari di trasformazione alternativi in un’ottica “what-if”. In questo senso, le discipline architettoniche dovranno sempre più confrontarsi con approcci scientifici quali la modellazione dell’hazard e dell’impatto, da riconoscere come valide metodologie di analisi, nonché acquisire concetti chiave - come pericolosità, rischio, vulnerabilità, *downscaling* - quali informazioni essenziali da porre alla base del processo progettuale e realizzativo, che tenderà sempre più a includere aspetti collaborativi e multidisciplinari da tenere adeguatamente in considerazione. Multi- e trans-disciplinarietà rappresentano dunque, in un ambito così complesso, aspetti prioritari per assicurare gli investimenti nell’adattamento contro i rischi di fallimento

Adaptive mitigation action	Co-Benefits
Energy efficiency of buildings	Financial saving, aesthetic quality, social justice
Urban infrastructure green retrofitting	Accessibility improvement, quality of public spaces, competitiveness and quality of services
Green transport	Reduction of congestion and air pollution
Urban/building greening	Quality of public spaces, reduction of air pollution

dovuti a una generalizzazione e semplificazione di questioni sensibili trasferite da una dimensione di sperimentazione a una progressiva diffusione, soprattutto in rapporto ad approcci legati alle cosiddette nature-based solutions (EEA, 2015) e ai servizi eco-sistemici (quali il building e urban greening, le infrastrutture verdi e blu, ecc.), in grado di modificare in modo significativo e potenzialmente influenzare negativamente gli equilibri ambientali a livello regionale e locale. È necessario inoltre individuare le priorità di azione promuovendo un maggiore impegno politico a sostenere l’adattamento climatico attraverso approcci partecipativi bottom-up e inclusivi, ottimizzati in relazione alle diverse opportunità generate dalle condizioni contestuali e dalle opportunità di finanziamento. A livello internazionale, alcuni esempi emblematici di processi efficaci orientati al principio “build back better” (UNISDR, 2015) - quali l’iniziativa di ricostruzione post-Sandy “Rebuild by Design” a New York, o il “Cloudburst Management Plan” di Copenhagen - hanno dimostrato l’opportunità di collegare la resilienza ai disastri a co-benefits sociali, economici e ambientali, dimostrando come la strategia di adattamento più efficace è quella che mette al centro la questione del “come rendere una città più vivibile” piuttosto che concentrarsi soltanto su “come ridurre le condizioni di rischio”. Se infine le città e le aree metropolitane, amplificatrici di condizioni di vulnerabilità e di esposizione, costituiscono l’ambito prioritario di attuazione delle strategie di mitigazione adattiva, in Italia - per le condizioni di identità territoriale fortemente legate alla diversità delle regioni in termini di geografia, topografia, storia, cultura, economia e società - appare essenziale identificare percorsi di resilienza in grado di rispondere alle esigenze espresse a livello locale, rafforzando le sinergie e i trade-offs tra resilienza, adattamento, paesaggi culturali, aree metropolitane e sistemi suburbani rurali.

## References

- EEA (2015), *Exploring nature-based solutions. The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards*, Luxembourg, Publications Office of the European Union.
- EUR-OPA, UNISDR (2011), *Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction in Europe*, A Review of Risk Governance, Geneva, Switzerland.
- IPCC (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.
- Karlzig, W. (2010), “The Death of Sprawl. Designing Urban Resilience for the Twenty-First-Century Resource

Esempi di co-benefits delle azioni di mitigazione adattiva / *Examples of co-benefits of adaptive mitigation actions.*

*on adaptation against the risk of failure due to a generalization and simplification of delicate issues transferred from an experimentation dimension to a widespread diffusion, especially when dealing with nature-based solutions (EEA, 2015) and ecosystem-based approaches (e.g. building and urban greening; blue and green infrastructures, etc.), able to significantly modify and potentially negatively affect the environmental balance at city and regional level. Priorities of action needs to be established by fostering a greater political commitment to support climate adaptation through bottom-up and inclusive participatory approaches, streamlined in relation to the diverse opportunities triggered by contextual conditions and funding opportunities. Worldwide, the examples of effective “build back better” processes (UNISDR, 2015), such as the post-Sandy reconstruction initiative “Rebuild by Design” in New York, or the “Cloudburst management plan” in Copenhagen which paved the way to link disaster resilience to extensive social, economic and environmental co-benefits, have proved that the most efficient adaptation strategy is the one that put at the center the question of “how to make a city liveable” instead of merely looking for “how to reduce the disaster risk conditions”. If the main target for adaptive mitigation strategies is constituted by cities and metropolitan areas, as amplifiers of vulnerability and exposure conditions, Italy - with his territorial identity strongly linked to the diversity of the regions in terms of geography, topography, history, culture, economy and society - should identify resilience pathways able to respond to needs expressed at local level, strengthening the synergies and trade-offs between resilience, adaptation, cultural landscapes, metropolitan areas and rural suburban systems.*

- and Climate Crises”, Heinberg, R. and Lerch, D. (ed.), *The Post Carbon Reader: Managing the 21st Century's Sustainability Crises*, Healdsburg, Watershed Media.
- Komendantova, N., Mrzyglocki, R., Mignan, A., Khazai, B., Wenzel, F., Patt, A. and Fleming, K. (2014), “Multi-hazard and multi-risk decision-support tools as a part of participatory risk governance: Feedback from civil protection stakeholders”, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, n. 8. Elsevier.
- Larsen, L., Rajkovich, N., Leighton, C., McCoy, K., Calhoun, K., Mallen, E., Bush, K., Enriquez, J., Pyke, C., McMahon, S., and Kwok, A. (2011), *Green Building and Climate Resilience: Understanding Impacts and Preparing for Changing Conditions*. University of Michigan, U.S. Green Building Council.
- Losasso, M. (2014), “Ricerca, progetto architettonico e trasferimento delle conoscenze”, in *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, 8, pp. 8-12.
- Losasso, M. (2015), “Rigenerazione urbana: prospettive di innovazione / Urban regeneration: innovative perspectives”, in *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, 10, pp. 4-5.
- Mullan, M., Kingsmill, N., Matus Kramer, A. and Agrawala, S. (2013), “National Adaptation Planning: Lessons from OECD Countries”, in *OECD Environment Working Papers*, No. 54. Paris: OECD Publishing.
- Multihazard Mitigation Council (2005), *Natural Hazard Mitigation Saves: an independent study to assess the future savings from mitigation activities*, Washington, National Institute of Building Sciences.
- OECD (2012), *Disaster Risk Assessment and Risk Financing A G20 / OECD Methodological Framework*, Paris, OECD Publishing.
- Paradis, R., Tran, B. (2010), *Balancing Security/Safety and Sustainability Objectives*, Washington, National Institute of Building Sciences.
- Parenti, C. (2011), *Tropic of Chaos: Climate Change and the New Geography of Violence*, New York, Nation Books.
- Prowler, D. (2012), *Whole Building Design*, Washington, National Institute of Building Sciences.
- Rees, W.E. (2010), “Thinking ‘Resilience’”, Heinberg, R. and Lerch, D. (ed.), *The Post Carbon Reader: Managing the 21st Century's Sustainability Crises*, Healdsburg, Watershed Media.
- Serre, D., Barroca, B., Laganier, R. (Eds.) (2012), *Resilience and urban risk management. Proceedings of the conference “How the concept of resilience is able to improve urban risk management? A temporal and a spatial analysis”*, Paris, CRC Press.
- STAR Communities (2014), *STAR Community Rating System*, Version 1.1, Washington DC, District Department of Environment.
- Stem, N. (2006), *Economics of Climate Change. The Stern Review*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Swiss-RE (2014), *Sigma*, 01/2014, Accessed October 2016, [http://media.swissre.com/documents/sigma1\\_2014\\_en.pdf](http://media.swissre.com/documents/sigma1_2014_en.pdf).
- Swiss-RE (2015), *Sigma*, 02/2015, Accessed October 2016, [http://media.swissre.com/documents/sigma2\\_2015\\_en.pdf](http://media.swissre.com/documents/sigma2_2015_en.pdf).
- Turnbull, M., Sterrett, C. and Hilleboe, A. (2013), *Toward Resilience: A Guide to Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation*, London (UK), Practical Action Publishing Ltd.
- UN-Habitat (2011), *Cities and Climate Change: Global Report on Human Settlements 2011*, Malta, Gutenberg Press.
- UNISDR (2012), *How to Make Cities More Resilient. A Handbook for Mayors and Local Government Leaders*, Geneva, United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- UNISDR (2015), *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*, Geneva, Switzerland.
- USGBC (2013), *LEED Climate Resilience Screening Tool*, U.S. Green Building Council.
- Walker, B., Holling, C.S., Carpenter S.R. and Kinzig A. (2004), “Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems”, *Ecology and Society*, 9(2):5.
- Walker B., Salt D. (2008), *Resilience thinking. Sustaining ecosystems and people in a changing world*, New York, Island Press.
- Walker B., Salt D. (2011), *Resilience Practice: Building Capacity to Absorb Disturbance and Maintain Functions*, New York, Island Press.
- Zuccaro G., Leone M.F. (2014), “La mitigazione del rischio vulcanico come opportunità per una città ecologica e resiliente / The mitigation of volcanic risk as opportunity for an ecological and resilient city”, in *Techne - Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 7, pp. 101-107.

## Il progetto Metropolis: un modello multidisciplinare per la conoscenza del sistema urbano

### *Metropolis project: a multidisciplinary knowledge model for the urban system*

## Innovazione e sperimentazione nei processi di conoscenza dell'ambiente costruito

Valeria D'Ambrosio

### *Innovation and experimentation in the knowledge processes of the built environment*

#### **Constitutive complexity and interpretation complexity**

Urban phenomena are currently characterized by a growing constitutive complexity that requires basing knowledge processes of reality on two main assumptions. The first relates to the integration of knowledge in the technical-operational field and the humanities; the second concerns the need to act with a multi-scale, interdisciplinary approach to implement differently structured knowledge procedures if compared to more conventional linear processes, confined within disciplinary perimeters and characterized by wide margins of autonomy. The complexity of reality can't be addressed by individual points of view, without comparing and interacting with equal disciplinary contributions. The various scientific-disciplinary components should interact, merging different approaches into a common goal in order to understand, as pointed out by Edgar Morin, the reality of complexity (Morin, 1987). It needs to be addressed in all knowledge areas according to systemic logics, considered as the only one today capable of providing a new direction to the scientific thought that refers to the contexts, anticipating the necessary transformations of reality, starting from heuristic processes developed in knowledge networks. The recent evolution of urban phenomena towards higher complexity levels (increase of population, growth of the informal city, criticality of the built environment and urban infrastructures, interdependence of phenomena, etc.) requires equally complex ways of interpreting, following practices that should allow the specificity of disciplinary contributions, to avoid losing the contribution of structured knowledge (Losasso, 2014). The urban system can be interpreted as a multi-layer reality, both as selective overlapping contents and as multiple approaches and perceptions of the different components type and morphology, function and space, environment, technology, history, conservation, perception, planning, evaluation. These types of interpreting must be related to the social, economic and environmental fields upon which the current practices

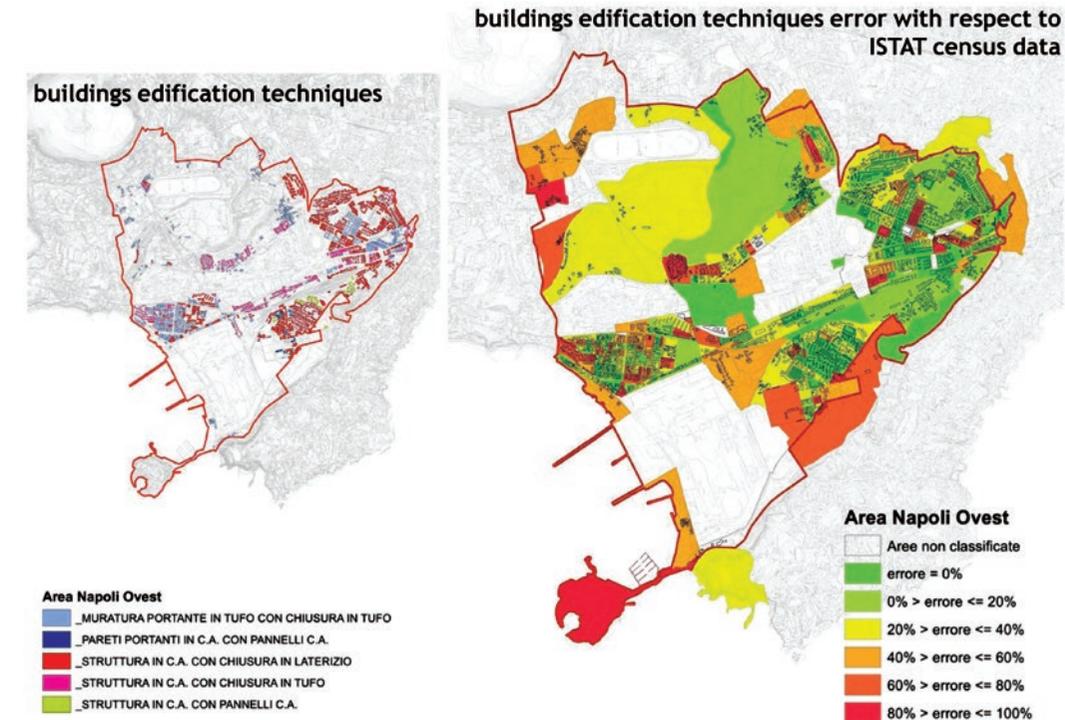
#### **Complessità costitutiva e complessità interpretativa**

I fenomeni urbani sono oggi caratterizzati da una crescente complessità costitutiva che richiede di affrontare i processi di conoscenza della realtà fisica basandosi su due presupposti principali. Il primo è relativo alla integrazione dei saperi sia nel campo tecnico operativo che delle scienze umane; il secondo riguarda la necessità di agire in maniera multiscale e interdisciplinare per attuare modalità di conoscenza differentemente strutturate rispetto ai più convenzionali processi di tipo lineare e circoscritti in perimetri disciplinari connotati da ampi margini di autonomia.

La complessità del reale impone che essa non possa essere affrontata da singoli punti di vista escludendo l'attuazione di un confronto e di una interazione con apporti disciplinari sviluppati con coerenza e in termini paritetici. Le varie componenti scientifico disciplinari dovrebbero essere messe in condizione di poter interagire facendo confluire i numerosi approcci verso un obiettivo comune al fine di comprendere, come sottolinea Edgar Morin, la realtà della complessità (Morin, 1987). Essa richiede di essere trattata in tutti i settori della conoscenza secondo logiche sistemiche, considerate come le uniche capaci di fornire oggi un nuovo orientamento del pensiero scientifico che chiama in causa i contesti, prefigurando le trasformazioni necessarie nella realtà a partire da processi euristici sviluppati secondo reti di conoscenza.

La recente evoluzione dei fenomeni urbani verso maggiori livelli di complessità (incremento della popolazione, crescita della città informale, criticità dell'ambiente costruito e delle infrastrutture urbane, interdipendenza dei fenomeni, ecc.) richiede modalità interpretative altrettanto complesse secondo prassi che devono tuttavia consentire una specificità degli apporti disciplinari in modo che non si smarrisca il contributo di saperi strutturati (Losasso, 2014). La lettura del sistema urbano può essere intesa in termini *multilayer*, sia come sovrapposizioni selettive di contenuti sia come molteplicità di approcci e di letture nelle varie componenti tipo-morfologiche, funzionali-spaziali, ambientali, tecnologiche, storiche, conservative, percettive, urbanistiche, valutative. A queste tipologie di lettura, va associata l'interrelazione con la sfera sociale, economica e ambientale su cui si basano le attuali prassi di gestione dei processi sostenibili.

A questi approcci vanno inoltre correlate le modalità di scomposizione sistemica attuate per il riconoscimento delle parti e delle componenti costitutive dei sistemi



urbani capaci di registrare aspetti classificatori che, per loro natura, rappresentano una riduzione schematica della realtà, ma capaci altrettanto di ricomporre, al loro interno e nel dialogo tra gli esiti dei vari approcci disciplinari, appropriati contenuti di informazioni articolate e complesse. L'approccio sistemico, nella sua accezione contemporanea di tipo reticolare e multilivello, esclude apparati di relazioni rigidamente strutturati ma incorpora invece il valore aggiunto dovuto a relazioni a rete fra le parti costitutive e fra le componenti materiali e immateriali, secondo l'individuazione di rapporti dotati di senso tra individui e la costruzione del proprio habitat (Vittoria 1976, p.179).

Dal punto di vista sistemico la lettura dei fenomeni urbani fa riferimento a classificazioni, abachi, tipologie, funzioni, condizioni d'uso e a relazioni fra componenti materiali e immateriali. Se la città storica e la città consolidata sono maggiormente intelleggibili in base a forme ricorrenti nei processi insediativi, la città contemporanea è difficilmente inquadrabile in schemi stabili di scomposizione per elementi. In base a vari approcci, i processi di conoscenza e di interpretazione dei fenomeni urbani sono stati organizzati in maniera prevalentemente sperimentale e orientati alla restituzione di quadri di più articolata conoscenza.

La qualità e la reperibilità dei dati rappresentano a oggi uno dei principali limiti

Confronto tra gli esiti delle analisi dirette e i dati del censimento ISTAT 2011 / Comparison between directed analysis and census data ISTAT 2011.

for the management of sustainable processes are based. These approaches should also be related to systemic breakdown procedures, implemented to recognize parts and components of the urban systems and capable of recording the classifier aspects which, by their nature, represent a schematic reduction of reality, but can also express appropriate contents of articulated and complex information, in the dialogue between the outcomes of the various disciplinary approaches. The systemic approach, in its contemporary multilevel meaning, excludes rigidly structured connections, representing instead the added value provided by networking between its parts and its tangible and intangible components, identifying effective relationships among individuals and the construction of their habitat (Vittoria 1976, p.179). From the systemic point of view, the interpretation of urban phenomena refers to classifications, charts, types, functions, conditions of use and connections between tangible and intangible components. If the historic city and the consolidated city are more intelligible on the basis of recurring forms in the settlement processes, the contemporary city is difficult to frame in fixed breakdown diagrams. Different approaches have directed the knowledge and interpretation processes

of urban phenomena mainly towards experimentation, aiming at more complex knowledge frameworks. Today data quality and collection are among the main limits in the fields of governance and research, due to the reduced availability or accessibility to data, their non-specificity to contexts and their lack of homogeneity in terms of spatiotemporal scaling. A further element related to complexity governance involves the consideration of general elements alongside those of greater specificity, referring to relevant issues such as the measurability of buildings and open spaces' components in downscaling processes or the ability to interact with databases for information management, even if characterized by heterogeneity in terms of space-time scaling, collection and quality of data. In the research on urban systems, the contribution of the different disciplines concerned the correlation between analytical aspects and processes of knowledge, besides the simulation and anticipation of the urban system's characteristics that interact with the effects of heat wave and pluvial flooding hazards. Given the limited interpretations on sectoral aspects related to spaces, buildings and urban elements - resulting from the aggregation of buildings and open spaces - the interdisciplinary contribution related to environmental issues requires innovative modalities of knowledge. The need to synthesize multiple fields of knowledge requires "dialog windows" with constant references to the different scales.

The research has an original formulation due to the different disciplinary skills involved; each contribution has been developed both in terms of its disciplinary specificity and its ability to interact with other disciplines. This aptitude, among the others, is part of the constitutive factors of many disciplines characterized by systemic and procedural approaches, such as technological and environmental design which is arranged to confront with similar approaches belonging to other fields such as urban design, as well as with the aspects of classification, design and planning belonging to the components of architectural design, architectural history and heritage conservation. The ability of managing the interpretation of complex realities has finally found meaningful contact points thanks to the application of information technology in data modelling and processing, besides the development of searchable and implementable models of knowledge.

#### Model of knowledge and vulnerability of the urban system in metropolis project

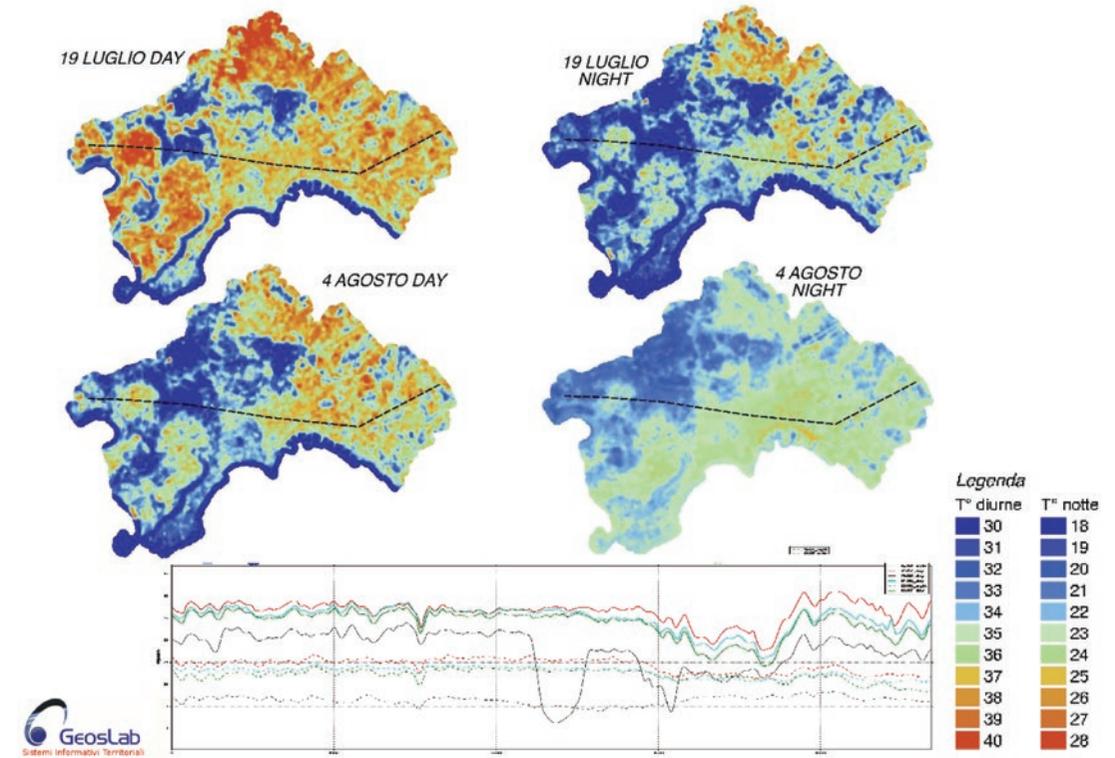
In the European Environment Agency report on "Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016", it is underlined the need to reduce the vulnerability of urban system and built environment through precautionary and preventative actions. This is the only way, indeed, to support adaptation conditions to climate change

nel campo delle azioni di governance e della ricerca, vista la ridotta disponibilità o accessibilità ai dati, la loro non specificità rispetto ai contesti e la loro disomogeneità in termini di scalarità spazio-temporali. Un ulteriore elemento proprio della gestione della complessità riguarda la considerazione e gli elementi di generalità accanto a quelli di maggiore specificità, chiamando in causa questioni rilevanti quali la misurabilità delle componenti fisiche e prestazionali di edifici e spazi aperti a valle di processi di *downscaling*, oppure la capacità di interagire con banche dati per la gestione delle informazioni pur se caratterizzate da disomogeneità in termini di scalarità spazio-temporali, caratteri di reperibilità e qualità dei dati.

Operando sul sistema urbano, nella ricerca Metropolis l'apporto delle varie discipline ha riguardato la correlazione fra aspetti analitici e processi di conoscenza, nonché di simulazione e di prefigurazione delle caratteristiche del sistema urbano che interagiscono con gli effetti degli *hazard* di ondata di calore e di *pluvial flooding*. Alle letture circoscritte di aspetti settoriali relativi a spazi, manufatti edilizi ed elementi urbani - derivanti dall'aggregazione di più edifici e spazi aperti - l'apporto interdisciplinare relativo alle questioni ambientali ha richiesto la previsione di modalità innovative di conoscenza. La necessità di fare sintesi tra una molteplicità dei saperi ha richiesto inoltre "finestre di dialogo" con continui rimandi tra le varie scale. La ricerca ha avuto una impostazione originale in cui l'approccio tecnologico-ambientale ha rappresentato un fattore di connessione tra le differenti competenze disciplinari coinvolte, in cui ciascun contributo si è sviluppato sia nei termini dei contenuti delle proprie specificità disciplinari sia attraverso la capacità di interazione con le altre discipline. Tale attitudine fa parte dei fattori costitutivi di numerose discipline caratterizzate per approcci sistemici e processuali, quali la progettazione tecnologica e ambientale, predisposta a confrontarsi con analoghe modalità di approccio proprie di altri ambiti quali quello urbanistico nonché con gli aspetti classificatori, progettuali e programmatici delle componenti della progettazione architettonica, della storia dell'architettura e del restauro. La capacità della gestione interpretativa di realtà complesse ha trovato infine significativi punti di contatto con l'apporto dell'informatica nella modellazione e nel processamento dei dati oltre che nella predisposizione di modelli di conoscenza interrogabili e implementabili.

#### Modello di conoscenza e vulnerabilità del sistema urbano nel Progetto Metropolis

Nel report dell'Agenzia europea per l'ambiente del 2016 su "Cambiamento climatico, impatti e vulnerabilità in Europa", viene sottolineata la necessità di ridurre la vulnerabilità del sistema urbano e dell'ambiente costruito attraverso azioni di precauzione e di prevenzione. Solo in questo modo, infatti, si ritiene possibile determinare condizioni di adattamento ai fenomeni e agli impatti del cambiamento climatico, in cui l'adattamento possa rappresentare un fattore di incremento della



capacità dei sistemi fisici e socio-economici di riprendersi a valle di un evento climatico estremo, minimizzando i danni per la salute, il benessere e gli ecosistemi.

Il tema della vulnerabilità in regime di cambiamento climatico interessa i tessuti urbani, le comunità, le attività produttive e il territorio in maniera sempre crescente in relazione all'incremento dei fenomeni climatici più intensi. Pertanto essa va governata in maniera appropriata a partire dalla conoscenza del sistema urbano, della consistenza delle sue componenti, dalla interazione con i fattori socio-economici. Emerge quindi la necessità di sviluppare strumenti capaci di gestire la complessità dei dati e le variabili in gioco nonché capaci di prefigurare scenari di simulazione di possibili criticità e di condizioni di sviluppo a partire da informazioni articolate di varia natura e non omogenee. Tali strumenti sono di supporto alla governance delle conoscenze in base ad aspetti sistemici e processuali, aderendo in tal modo ai principi della ricerca in area tecnologica che basa i suoi statuti sulla logica sistemica e sulle correlazioni di tipo processuale all'interno delle fasi di conoscenza e di interpretazione di realtà complesse. Fra essi possono avere un ruolo strategico i modelli di interpretazione della realtà poiché consentono di gestire dati molteplici, numericamente consistenti e riferiti a contesti complessi.

In campo scientifico un modello è finalizzato a descrivere i fenomeni in maniera

Confronto tra gli effetti termici durante l'ondata di calore (19 luglio 2016) e le normali condizioni microclimatiche stagionali (4 agosto 2016). Temperature superficiali al suolo diurne e notturne / Comparison of thermal effects during heat wave (July 19, 2016) and normal seasonal microclimatic conditions (August 4, 2016). Daytime and night-time surface temperatures (processing by Geoslab).

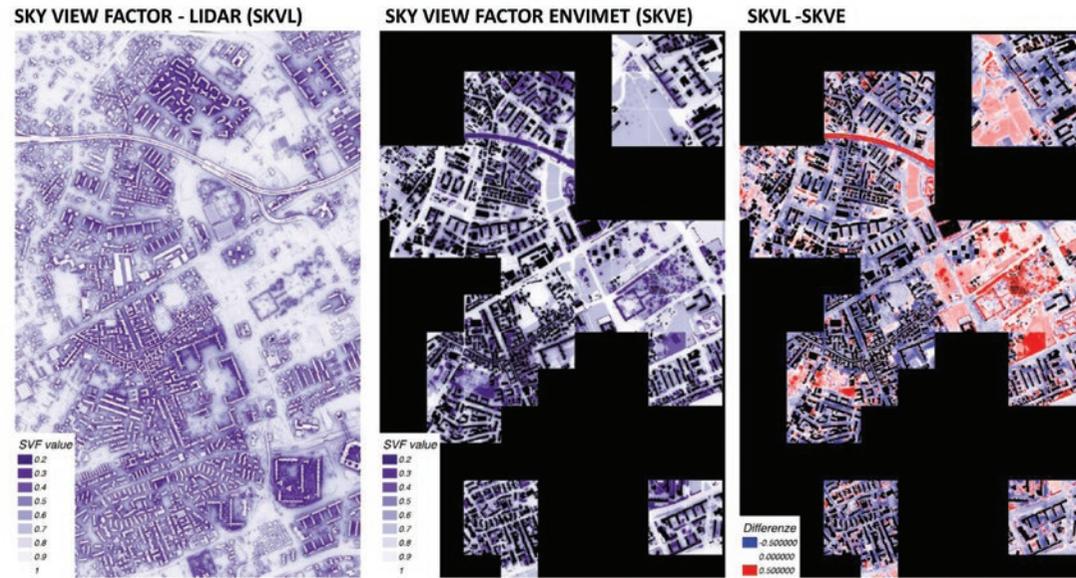
phenomena and impacts, where adaptation can be a factor for increasing the capacity of physical and socio-economic systems to recover after an extreme climate event, minimizing damage to health, well-being and ecosystems. Vulnerability issue in the context of climate change affects urban fabric, communities, productive activities and territory in an ever-increasing way in relation to the rise of the most intense climatic phenomena. Therefore, it must be appropriately governed by the knowledge of the urban system, the consistency of its components, its interaction with socio-economic factors. It emerges, therefore, the need to develop tools capable of managing data complexity and variables, as well as predicting simulation scenarios of possible criticalities and development conditions from different, articulated and not homogeneous sources of information. These tools support knowledge governance based on systemic and procedural aspects, thus adhering to the research principles in a technological field that bases its statutes on systemic logic and process-related correlations within the phases of complex reality knowledge and interpretation. Among them, reality interpretation models can play a strategic role, since they allow to manage multiple, numerically consistent data, referred

to complex contexts. In a scientific field, a model is designed to objectively describe phenomena, helping to represent reality aspects that need to be investigated. In highly complex contexts, structuring a model requires several steps, identifying interpretation problems, representation modes, using analytic-deductive and analogic methodologies, model construction and its experimental testing through specific applications. Nowadays, urban system assumes multidimensional connotations as a result of territory anthropization and modification processes, with environmental, social and economic implications and impacts. Exogenous factors, such as climatic phenomena, represent additional variables that systemically and processually interact with multiple phenomena, components and data. The proposed model in the research integrates well-established approaches and advanced methodologies such as remote sensing and processing through advanced space modelling capabilities, returning an articulated and complex knowledge framework at the detail scale that addresses data types and specialized skills integrated in an original way and not included in protocol approaches to climatic vulnerability analysis and assessment.

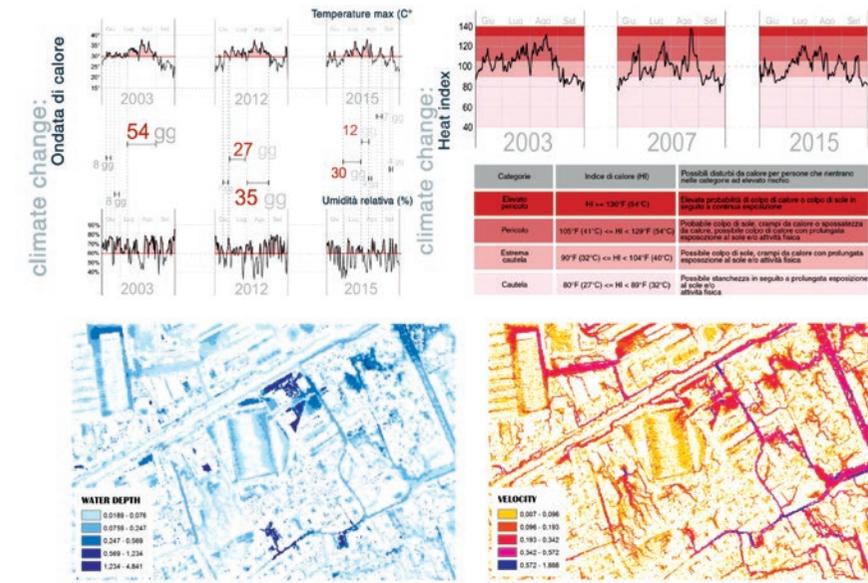
In the model, the detailed knowledge of urban system in its building and social components is a preliminary step for an effective vulnerability management; it is designed

oggettiva, contribuendo a rappresentare aspetti della realtà che devono essere indagati. In contesti caratterizzati da elevata complessità la strutturazione di un modello richiede vari passaggi individuando i problemi di interpretazione, la modalità di rappresentazione, l'utilizzo di metodologie di tipo analitico deduttivo e analogico, la costruzione del modello e la sua verifica sperimentale attraverso specifiche applicazioni. Nella contemporaneità il sistema urbano assume connotazioni multidimensionali essendo l'esito di processi di antropizzazione e modificazione del territorio con implicazioni e ricadute di tipo ambientale, sociale ed economico. I fattori esogeni quali i fenomeni climatici rappresentano ulteriori variabili che interagiscono in chiave sistemica e processuale con una molteplicità di fenomeni, di componenti e di dati. Il modello proposto nella ricerca integra approcci consolidati e metodologie avanzate, come quelle del telerilevamento e del processamento tramite funzionalità evolute di modellistica spaziale, restituendo un quadro di conoscenze articolato e complesso alla scala di dettaglio che si rivolge a tipologie di dati e di componenti specialistiche integrate in maniera originale e non contemplate nell'approccio per protocolli all'analisi e alla valutazione della vulnerabilità climatica. Nel modello, la conoscenza dettagliata del sistema urbano nelle sue componenti edilizie e sociali è il passo preliminare per una efficace gestione della vulnerabilità ed è finalizzata a definire quadri di dati e informazioni che possono essere migliorati nel tempo attraverso l'incremento del monitoraggio e del reporting degli eventi

Confronto tra dati a differenti scale. Dati da telerilevamento - rilevamento laser delle immagini LIDAR e confronto con le simulazioni di dati ENVI-met / Comparison between data at different scales. Remote sensing data - LIDAR laser imaging detection and comparison with ENVI-met data simulations



climatici estremi e dei danni da essi apportati, sviluppando in maniera consapevole la valutazione delle azioni di adattamento. Il monitoraggio consente di mantenere traccia dei progressi compiuti nella realizzazione di interventi di adattamento, utilizzando la raccolta sistematica di dati sugli indicatori e verificando le misurazioni in relazione a obiettivi e dati in ingresso. La valutazione consente una stima dell'efficacia degli interventi di adattamento, spesso inquadrata in termini di riduzione degli impatti al fine di diminuire la vulnerabilità e incrementare la resilienza. Il processo di conoscenza alla scala locale rappresenta un avanzamento degli sviluppi scientifici sul tema della relazione tra vulnerabilità, adattamento e resilienza in quanto può essere governato e verificato solo con dati molteplici ed estesi in maniera dettagliata a singoli ambiti all'interno delle aree urbane. La conoscenza va attuata con l'acquisizione da banche dati o attraverso rilevamenti diretti e sistematici su campioni statisticamente rilevanti, al fine di costituire dei database interrogabili per la conoscenza del contesto fisico (D'Ambrosio e Leone, 2016). Il sistema dei dati deve essere opportunamente derivato attraverso approfondimenti alla scala locale che interessano quindi la scala edilizia nelle sue caratteristiche e nelle sue prestazioni. La definizione di specifici indicatori tecnologici, ambientali e sociali di vulnerabilità del sistema urbano nell'ambito della ricerca si è basata sulla costruzione di un modello di conoscenza strutturato in maniera gerarchica in cui ogni livello rappresenta una conoscenza di sintesi rispetto a quella del livello inferiore. Nel modello la raccolta e



to define data and information frameworks that can be improved over time by increasing monitoring and reporting of extreme climatic events and damage caused by them, knowingly developing the evaluation of adaptation actions. Monitoring allows keeping track of the progress made in adaptation actions, using data systematic collection on indicators and verifying measurements in relation to target and input data. Evaluation provides a systematic assessment on the effectiveness of adaptation interventions, often framed in terms of impacts reduction, in order to reduce vulnerability and strengthen resilience. Knowledge process at a local scale represents an advancement of scientific developments on the relationship between vulnerability, adaptation and resilience, as it can only be governed and verified with multiple data, extended to specific zones within urban areas. Knowledge has to be implemented through acquisition from databases or direct and systematic surveys on statistically relevant samples, in order to create questionable databases for knowing the physical context (D'Ambrosio and Leone, 2016). Data system has to be suitably derived through local scale insights that, therefore, affect the building scale, its characteristics and its performance. In the research, the definition of specific technological, environmental and social vulnerability indicators of the

Elaborazione di banche dati - serie climatiche storiche sulle temperature per l'individuazione dei periodi di ondate di calore a Napoli / Databases processing. Historical climate series on temperature data for the identification of heat waves periods in Napoli.

Simulazioni degli effetti del pluvial flooding in ambito urbano realizzate attraverso un software bidimensionale sugli automi cellulari (CADDIES-caflood application), a partire dal raster DEM / Simulations of impact from pluvial flood in Ponticelli, realized through a two-dimensional software based on cellular automata.

urban system, has been based on the construction of a hierarchical structured knowledge model in which each level represents a synthesis compared to the lower level. In the model, collection and processing of data relate to the acquisition of databases and data from remote sensing, and to direct observation referring to different analysis methodologies (urban planning, type-morphology, technological environmental, socio-economic, historical and cultural heritage conservation) implemented according to systematic covering of homogeneous urban areas or statistically relevant building samples and their complex aggregations. With various analysis, the relations between settling principles and transformation processes of the built environment have been defined, according to functional, socio-economic and identity aspects.

In the knowledge model's construction phase, various methodological approaches of both conventional and experimental type have come together to produce original readings and knowledge-based classifications of the built system, through thematic maps of characteristics of urban, building and socio-economic components. In particular, historical research has helped to reconstruct an articulated picture of the processes of training and growth in urban areas, also in order to identify the significance of pre-existing road and infrastructure settings and "auteur districts" as evidence of the architectural debate of the twentieth century. In addition, from the comparison of historical cartography, an original methodology has been proposed, that takes account of constructed fabrics dating in order to compile a comparison with structured databases according to different aggregations, such as for census sections compared to urban fabrics.

For historical-environmental value contexts, the proposed methodological approach has been based on a case history aimed at the critical knowledge of the evolution of the built environment, based on the settlements that have historically succeeded. The morphological and dimensional analysis of the structural and material features of buildings and urban elements has been followed by the diagnosis phase, in order to implement the reading of building degradation state, to guarantee the preservation of material and immaterial values as a premise for a design processing in terms of integrated conservation.

Urban and morphological studies have been a disciplinary experimentation by providing original categories and definitions for the reading of the most recent urban expansion phenomena to which conventional categorization modes for the historic city and for the consolidated city are not applicable. The proposal of a map of Urban Elements and a map of Morphologically Defined Urban Areas has allowed to form the basis of urban fabric study and its formal organization within which to recognize

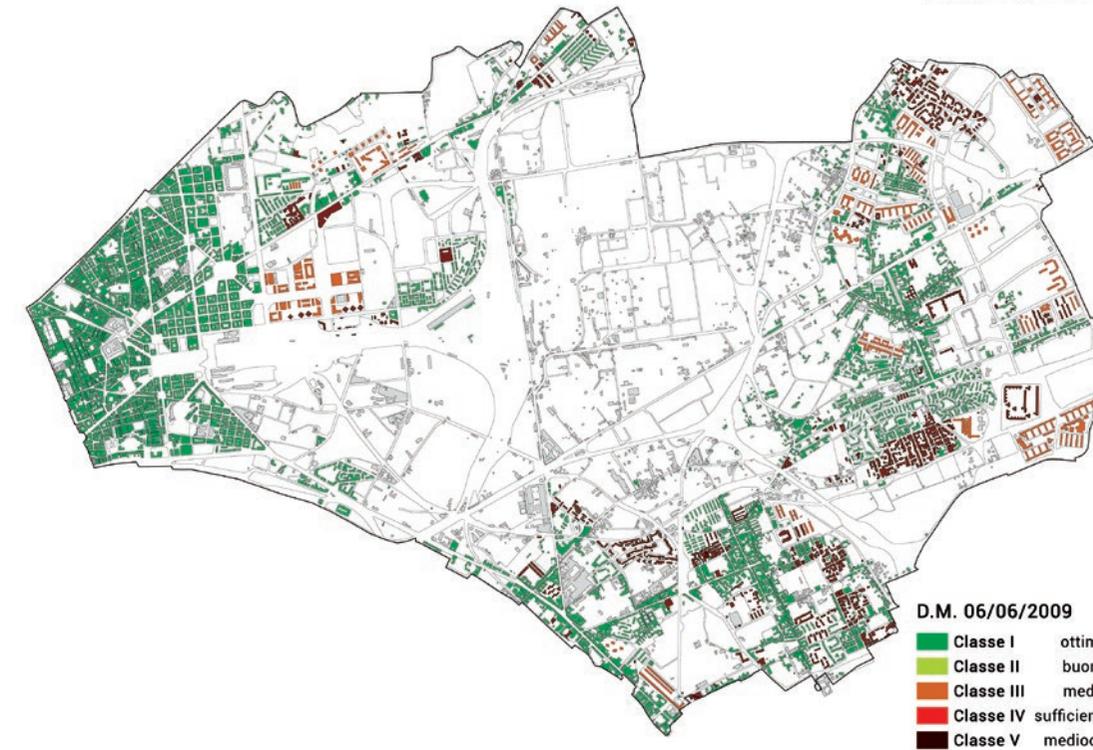
l'elaborazione dei dati si riferisce da un lato all'acquisizione di banche dati e dati da telerilevamento, dall'altro all'osservazione e al rilevamento diretto riferibile a differenti metodologie di analisi (urbanistica, tipo-morfologia, tecnologico-ambientale, socio-economica, storica e di conservazione del patrimonio culturale) attuati secondo coperture sistematiche di ambiti urbani omogenei o secondo campioni statisticamente rilevanti di edifici e loro aggregazioni complesse. Con le varie tipologie di analisi si sono definite le relazioni fra principi insediativi e processi di trasformazione dell'ambiente costruito secondo aspetti funzionali, socio-economici e identitari. Nella fase di costruzione del modello di conoscenza sono confluiti differenti approcci metodologici sia di tipo convenzionale che sperimentale in grado di produrre letture originali e classificazioni orientate alla conoscenza del sistema costruito, attraverso carte tematiche di caratteristiche delle componenti urbane, edilizie e socio-economiche. In particolare la ricerca storica ha contribuito a ricostruire un quadro articolato dei processi di formazione e crescita delle aree urbane anche per individuare la valenza delle preesistenze quali tracciati viari e infrastrutturali e di "quartieri d'autore" quale testimonianza della produzione architettonica di qualità del Novecento. Inoltre, dal confronto delle cartografie storiche è stata proposta una metodologia originale che tiene conto delle datazioni dei tessuti edificati per poter attuare un confronto con le banche dati strutturate secondo aggregazioni differenti quali quelle per sezioni censuarie rispetto a quelle riferite ai tessuti.

Per i contesti di valore storico-ambientale l'approccio metodologico proposto si è basato su una anamnesi finalizzata alla conoscenza critica dell'evoluzione del costruito in base ai processi insediativi che si sono storicamente succeduti.

All'analisi morfologica e dimensionale, oltre che delle caratteristiche strutturali e materiche di edifici ed elementi urbani, segue la fase della diagnosi al fine di attuare la lettura dello stato di degrado dei manufatti per poter garantire la conservazione dei valori materiali e immateriali quale premessa per una elaborazione progettuale in termini di conservazione integrata.

Gli studi urbani e tipo-morfologici hanno rappresentato una sperimentazione disciplinare prevedendo categorie e definizioni anche originali per la lettura dei fenomeni di più recente espansione urbana a cui non sono applicabili le convenzionali modalità classificatorie per la città storica e per la città consolidata.

La proposta di una carta degli Elementi Urbani e di una carta degli Ambiti urbani morfologicamente definiti ha consentito di costituire la base dello studio del tessuto urbano e della sua organizzazione formale all'interno della quale riconoscere le parti omogenee dal punto di vista tipo-morfologico. A partire da tali classificazioni si è proposta la modalità di costruzione di una tassonomia dei tessuti urbani basata su Ambiti urbani omogenei, classificati a partire dalla ricorrenza di caratteristiche comuni (tipologie edilizie e costruttive, tracciati, funzioni prevalenti e densità) ritenendo ipotizzabile, per essi, comportamenti e livelli di vulnerabilità simili.



Prestazioni dell'involucro opaco in regime estivo degli edifici residenziali nell'area di Napoli Est / *Summer performance of residential building envelopes in Neaples East area.*

Nel campo delle pratiche urbane la vulnerabilità socio-ecologica è affrontata attraverso processi di *policy making* finalizzati a integrare le istanze delle comunità e degli stakeholders, attraverso azioni *bottom up* che esprimano i punti di vista della comunità. Nel progetto Metropolis si è avuta l'opportunità di far confrontare in chiave sperimentale competenze esperte e conoscenze contestuali, ovvero le argomentazioni scientifiche di coloro che svolgono ricerca sui temi della vulnerabilità ambientale e degli abitanti che nella vita quotidiana provano i primi effetti del cambiamento climatico. Con l'ascolto attivo nei contesti locali si è proposta una metodologia di attualizzazione del pensiero lynchiano sulle caratteristiche dell'ambiente fisico e spaziale al fine di realizzare conoscenze e interpretazioni attraverso mappe collettive per trasformazioni urbane sostenibili.

Per la costruzione delle caratteristiche e delle prestazioni dell'edilizia di base si è fatto riferimento a metodologie proprie dell'analisi tecnologico-ambientale.

I dati e le informazioni di carattere quantitativo e qualitativo sono stati inquadrati in relazione a logiche sistemiche e di processo applicate alle varie scale (ambiti urbani, unità edilizie complesse, isolati, edifici e spazi aperti). L'applicazione di strumenti informatici di simulazione ha consentito di valutare le condizioni microclimatiche e

*homogeneous parts from a morphological point of view. From these classifications, we have proposed the construction process of urban fabric taxonomy, based on homogeneous Urban Areas, categorized from the recurrence of common features (building and building typologies, paths, prevailing functions and density), considering conceivable similar behaviours and vulnerability levels.*

*In the field of urban practices, socio-ecological vulnerability is addressed through policy making processes to integrate community and stakeholder instances through bottom up actions that express community point of views. In the Metropolis project, we had the opportunity to compile in an experimental way, expertise and contextual knowledge, scientific arguments of those conducting research on environmental vulnerability issues and inhabitants experiencing the first effects of climate change in daily life. Active listening in local contexts offers a method for updating the Lynchian thought on the characteristics of physical and spatial environment in order to realize knowledge and interpretations through collective maps for sustainable urban transformations. For the construction of basic building characteristics*

and performances, reference has been made to technological and environmental analysis methodologies. Quantitative and qualitative data and information have been framed in relation to systemic and process logic applied to various scales (urban areas, complex building units, blocks, buildings and open spaces). The application of simulation software tools has allowed to assess the microclimatic and outdoor conditions, while the definition of recurring construction techniques, besides the identification of a statistically significant sample of buildings belonging to homogeneous urban areas, has represented a procedure to characterize building envelope performance, to estimate energy requirements and CO<sub>2</sub> emissions. Innovative methods have been experimentally applied to remote sensing data for the construction of databases on the characteristics of urban soils at a detailed resolution. Through in situ calibration and measurement processes, for example, multispectral information provided by satellite has been implemented by enabling the construction of land use grading indices with a resolution of 6 meters. From this approach it has been possible to derive the construction of detailed databases on some characteristics such as soil permeability, surface albedo, and the NDVI Index - Normalized Difference Vegetation Index - usable in the construction processes of open space vulnerability indicators in urban area.

An innovative contribution to the construction of some of the connotative characteristics of the urban system has concerned the use of advanced space analysis approaches made from Digital Terrain Model (DTM) and Digital Surface Model (DSM) provided by the industrial partners involved in the research. The application of specific zoning statistics functions has allowed to elaborate highly detailed information on some features such as the average hillshade (shading factor) of open spaces and building facades, the sky view factor (visible sky portion) as well as the height of buildings, essential to measure the vulnerability degree of the urban system to the heat wave on parts and elements of the physical system.

The construction of the knowledge model has been fostered by continuous references, simulations and verification of results at different scales on sample areas that have led, for example, to the experimentation of dialogue and interface processes between environmental design tools oriented to well-being and outdoor comfort simulation, such as ENVI-Met, generally used at the urban district scale, with satellite information.

For the management of the complex system of information and knowledge data of physical and social components of the urban system, the model has envisaged the creation of a spatial database in a GIS environment capable of making homogeneous

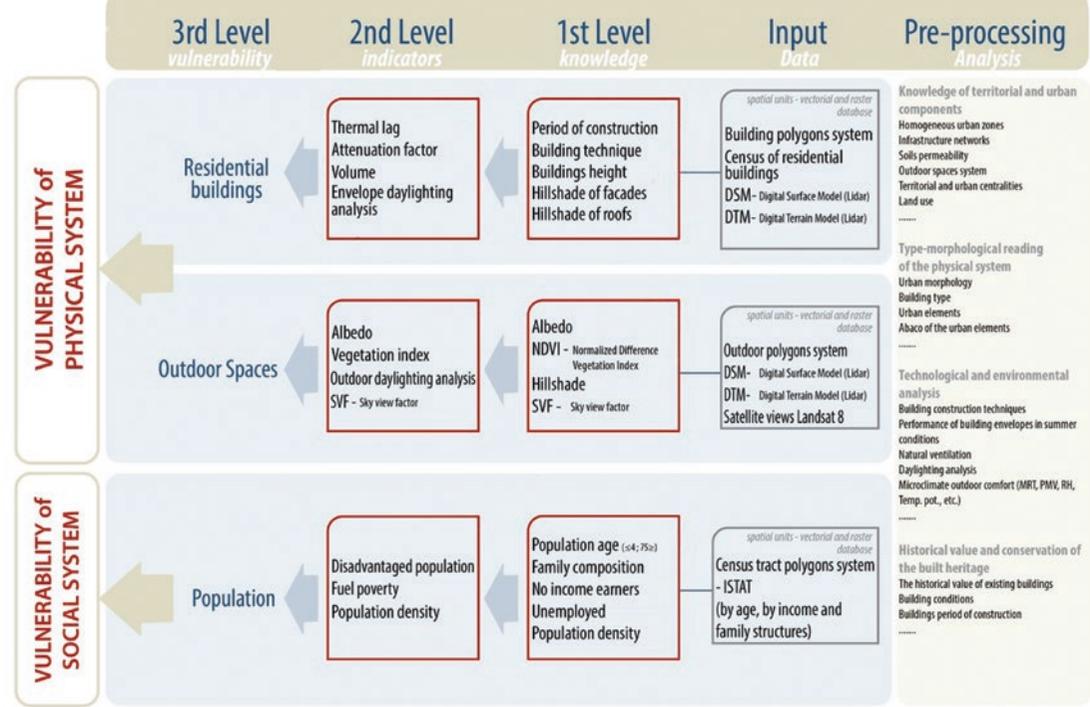
di comfort outdoor, mentre la definizione di tecniche costruttive ricorrenti, accanto all'individuazione di un campione statisticamente rilevante di edifici ricadenti in Ambiti urbani omogenei, ha rappresentato una procedura in grado di caratterizzare le prestazioni dell'involucro edilizio, la stima del fabbisogno energetico e delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Metodologie innovative sono state applicate sperimentalmente ai dati da telerilevamento per la costruzione di banche dati sulle caratteristiche dei suoli urbani a una risoluzione dettagliata. Attraverso processi di taratura e di misurazione in situ, ad esempio, le informazioni di tipo multispettrale fornite da satellite sono state implementate consentendo la costruzione di indici per la classificazione dell'uso del suolo con risoluzione a 6 metri. Da tale approccio è stato possibile derivare la costruzione di banche dati dettagliate su alcune caratteristiche quali la permeabilità dei suoli, l'albedo delle superfici nonché l'indice NDVI - Indice di vegetazione viva - utilizzabili nei processi di costruzione di indicatori di vulnerabilità degli spazi aperti in ambito urbano.

Un apporto innovativo alla costruzione di alcune delle caratteristiche connotanti del sistema urbano ha riguardato l'utilizzo di approcci evoluti di analisi spaziale effettuati a partire dai dati satellitari in formato raster DTM (Digital Terrain Model) e DSM (Digital Surface Model) forniti dai partner industriali coinvolti nella ricerca. L'applicazione di specifiche funzioni di statistica zonale ha consentito di elaborare informazioni estremamente dettagliate su alcune caratteristiche come l'*hillshade* medio (fattore di ombreggiamento) degli spazi aperti e delle facciate degli edifici, lo *sky view factor* (porzione di cielo visibile) nonché l'altezza degli edifici, necessari per la misurazione del grado di vulnerabilità del sistema urbano all'ondata di calore su parti ed elementi del sistema fisico.

La costruzione del modello di conoscenza si è alimentata di continui rimandi, simulazioni e verifiche di esiti elaborati a differenti scale su aree campione che hanno condotto, ad esempio, alla sperimentazione di processi di dialogo e di interfaccia tra strumenti informatici per la progettazione ambientale orientati alla simulazione del benessere e del comfort outdoor tipo ENVI-Met, impiegati generalmente alla scala del distretto urbano, con informazioni di tipo satellitare.

Per la gestione del complesso sistema di informazioni e dati di conoscenza delle componenti fisiche e sociali del sistema urbano il modello ha previsto la realizzazione di uno *spatial database* in ambiente GIS in grado di rendere omogenee, interrogabili e distribuite su un'area studio le caratteristiche di conoscenza prodotte. Il modello è stato sviluppato in ambiente GIS attraverso la scomposizione del sistema urbano in tre sottosistemi (Edifici, Spazi aperti e Popolazione). Attraverso funzionalità evolute di modellistica spaziale il database, implementabile e interrogabile, consente di effettuare classificazioni tematiche, interrogazioni spaziali, metodi di conversione di trasformazione spaziale, funzionalità di *geoprocessing*, funzioni geostatistiche e



modellistiche locali in grado di aggiornare le conoscenze, valutare la vulnerabilità del sistema urbano e simulare gli effetti delle azioni di adattamento.

Le molteplici funzionalità del modello di conoscenza consentono di sviluppare una attività operativa attraverso sistemi ed elementi che interessano più da vicino la conoscenza e la progettazione tecnologica e ambientale, nelle sue finalità prestazionali innovative e sperimentali che costituiscono la base non eludibile di una progettazione adattiva efficace, performante e misurabile.

## References

- D'Ambrosio V., Leone M.F. (2015), "Climate change risks and environmental design for resilient urban regeneration. Napoli est pilot case / Controllo dei rischi del cambiamento climatico e progettazione ambientale per una rigenerazione urbana resiliente. Il caso applicativo di Napoli Est", in *Techne - Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 10, pp. 130-140.
- Losasso M. (2014), "Prefazione. 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.
- Morin E. (1987), *Scienza con coscienza*, FrancoAngeli, Milano.
- Vittoria E. (1976-77), "Tecnologia dell'Architettura II", *Guida dello Studente, Facoltà di Architettura*, Università degli Studi di Napoli, a.a. 1976 - 77, p. 179.

Modello gerarchico per la stima della vulnerabilità del sistema urbano all'ondata di calore. / *Heat wave vulnerability hierarchic framework evaluation of urban system.*

and queryable the knowledge characteristics and parameters, and distributed them on the study area. The model has been developed in a GIS environment by breaking down the urban system into three sub-systems (Buildings, Open Space and Population). By evolved spatial modelling functionality, the database enables thematic classifications, spatial queries, spatial transformation methods, geoprocessing capabilities, geostatistics and local modelling functions that can update knowledge, assess urban system vulnerability and simulate the effects of adaptation actions. The multiple capabilities of the knowledge model enable to develop an operational activity through systems and elements that are close to technological and environmental knowledge and design, in its innovative and experimental performance objectives, which are the basis for an effective, performing and measurable adaptive design.

## Modello di analisi spaziale per la gestione della conoscenza

Ferdinando Di Martino, Salvatore Sessa

### *Spatial data analysis model for knowledge management*

*One of the main outcomes of the first phase of the Metropolis research involves the development of a multi-disciplinary and inter-scalar knowledge model that collects the set of spatial, tabular and multimedia information deemed necessary to characterize the three systems - Building, Open Spaces and Social - in which it is partitioned the urban system. The collection of input information obtained by analyses carried out by means of different disciplinary approaches, for their unevenness have required the development of optimal spatial analysis processes through the use of advanced GIS functions, aimed at the extraction of homogeneous and comparable data. In particular, with the aid of advanced GIS tools and functions it is possible to convert in homogeneous coordinates, normalize, and reconcile in the knowledge base - depending on the structure of the knowledge model - the data acquired from different sources, and to process them through appropriate algorithms in order to obtain the best possible estimate of the characteristics of the urban system. The extraction of the characteristics of the three systems that typify the knowledge of an urban area with respect to the heat wave and pluvial flooding phenomena needs a first preprocessing phase to perform a normalization and reconciliation of the spatial knowledge base produced, and to identify and develop the optimum spatial analysis process to build the characteristics. The study of the knowledge model provided for the development of specific spatial analysis processes oriented to the distribution of the characteristics of knowledge produced on a study area. Spatial analysis (Burrough, 1986; Tomlin, 1990), other than covering all the basic GIS functionalities on the processing of spatial data - such as analysis of topological constraints in feature classes, spatial queries, spatial transformation of conversion methods, geo-processing operators, thematic classification methods - is equipped with advanced spatial modeling functionalities applied on raster data, such as spatial interpolation models for generating surfaces, geo-statistical functions, local and zonal statistics functions. In particular, the advanced spatial analysis functions that work on raster data, employ map algebra operators that allow to perform calculations in*

Uno dei principali esiti della prima fase della ricerca Metropolis riguarda lo sviluppo di un modello di conoscenza multidisciplinare e interscalare che raccoglie il complesso di informazioni spaziali, tabellari e multimediali ritenuti necessari a caratterizzare i tre sistemi – Edifici, Spazi aperti e Sociale – nei quali è stato scomposto il sistema urbano. L’insieme delle informazioni di input ottenute dalle analisi svolte mediante differenti approcci disciplinari, per la loro disomogeneità hanno richiesto la sperimentazione di processi ottimali di analisi spaziale mediante l’utilizzo di funzioni GIS evolute, finalizzate all’estrazione di dati omogenei e confrontabili. In particolare con l’ausilio di strumenti e funzioni proprie di tool GIS avanzati, è possibile ricondurre in coordinate omogenee, normalizzare, e riconciliare nella *knowledge base* nella struttura del modello di conoscenza, dati acquisiti presso le diverse fonti e processarli mediante opportuni algoritmi al fine di ottenere una stima ottimale delle caratteristiche del sistema urbano. L’attività di estrazione delle caratteristiche di ognuno dei tre sistemi che connotano la conoscenza di un’area urbana rispetto ai fenomeni di ondata di calore e *pluvial flooding* necessita di una prima fase di preprocessing dei dati sia per la normalizzazione e la riconciliazione della *knowledge base* di conoscenza prodotta sia per l’individuazione e la messa a punto del processo ottimale di analisi spaziale finalizzato alla lavorazione delle caratteristiche.

Lo studio del modello di conoscenza ha previsto la sperimentazione di specifici processi di analisi spaziale orientati alla distribuzione su un’area di studio delle caratteristiche di conoscenza prodotte. L’analisi spaziale (Burrough, 1986, Tomlin, 1990), oltre a contemplare tutte le funzionalità di base di un GIS relative al trattamento dei dati spaziali quali analisi dei vincoli topologici in *feature class*, interrogazioni spaziali, metodi di conversione di trasformazione spaziale, funzionalità di *geoprocessing*, metodi di classificazione tematica si correda di funzionalità evolute di modellistica spaziale, applicata su dati *raster*, quali modelli di interpolazione spaziale per la generazione di superfici, funzioni geostatistiche, funzioni modellistiche locali e zonali. In particolare, le funzioni evolute di analisi spaziale che operano su dati *raster* utilizzano operatori di *map algebra* che permettono di eseguire calcoli nella modalità *cell by cell*, ovvero effettuando il calcolo per ognuna delle celle dei raster in input e restituendo un raster di output in cui ogni cella contiene il valore calcolato a partire da quello nelle celle corrispondente dei raster in input.

Molti dei processi necessari a costruire le caratteristiche connotanti dei tre sistemi sono realizzabili solo mediante l’utilizzo di funzioni evolute di analisi spaziale.

Ad esempio, per estrarre le altezze medie degli edifici residenziali è necessario calcolare il raster delle altezze, a partire dai dati satellitari raster DTM (Digital Terrain Model) e DSM (Digital Surface Model) e, successivamente, applicare su di esso funzioni di statistica zonale; così, per determinare la caratteristica hillshade medio di uno spazio aperto, è necessario costruire, partendo dai raster DTM e DSM, i raster *hillshade* orari parametrizzati assegnando l’azimuth e l’altezza della sorgente solare, e applicare funzioni di statistica zonale al raster *hillshade* medio giornaliero.

Le funzioni di statistica zonale permettono di assegnare a una *feature* un valore medio di un valore contenuto in un dato raster prendendo in considerazione quelle celle del raster attraversate dalla feature. Anche altre caratteristiche dei tre sistemi, quali, ad esempio, l’hillshade delle facciate degli edifici, l’albedo e lo *sky view factor* degli spazi aperti, sono ottenute applicando funzioni di statistica zonale.

Base di partenza per la realizzazione della *knowledge base* è la scelta della scala e del sistema di coordinate da adottare. In molte realtà locali non sono disponibili dati a grandi scale di dettaglio. Ad esempio, non tutti gli enti comunali sono forniti di rilievi aerofotogrammetrici recenti e pochi enti comunali sono provvisti di dati dettagliati di censimento sui fabbricati. Allo stesso modo, in generale è raro ottenere informazioni sulla popolazione residente nel singolo edificio, poiché sarebbe necessaria una banca dati di censimento dei residenti delle unità immobiliari residenziali.

Al fine di assicurare la portabilità dei processi di estrazione delle caratteristiche si è scelto, quindi, di definire processi di analisi spaziale rielaborabili, anche se il parco informativo reperibile presso le differenti fonti è quello di dettaglio minimo, in modo da produrre sempre dei risultati, stimandone gli errori e le affidabilità in dipendenza dei livelli di dettaglio dei dati acquisiti in input. A questo scopo è stato definito un livello di dettaglio spaziale e temporale minimo, costituito dal database topografico regionale 2004 per l’estrazione di edifici e spazi aperti e della banca dati Istat di censimento 2011 della popolazione residente.

Per rendere applicabili in ogni contesto i modelli di produzione delle carte di vulnerabilità dei sistemi ai fenomeni dell’ondata di calore e del pluvial flooding, indipendentemente dalla possibilità o meno di reperire dati di maggior dettaglio sull’area di indagine, ogni processo produce anche una stima dell’errore medio sul valore della caratteristica, in modo da permettere una valutazione di precisione e di affidabilità delle carte di vulnerabilità che possono essere ottenute a partire dalle caratteristiche dei tre sistemi.

In conformità a tali considerazioni, nella sperimentazione sono elaborate quelle informazioni spaziali minimali reperibili da fonti istituzionali su tutto il territorio nazionale, da cui elaborare ed estrarre come *feature* poligonali gli elementi vettoriali che geolocalizzano un elemento del sistema, sia esso edificio, spazio aperto o entità del sistema sociale. Esse sono:

- il database topografico regionale in scala 1:5000 che è comprensivo, tra le classi

*cell by cell mode, that is by performing the calculation for each of the input raster cells and returning an output raster in which each cell will contain the calculated value considering the values of the corresponding cells of the input raster.*

*Many of the processes required to build the characteristics that connote the three systems are made through the use of advanced spatial analysis functions. For example, to extract the average heights of the residential buildings is necessary to calculate the raster “Heights”, starting from the DTM and DSM rasters and, subsequently, apply on it zonal statistics functions. Likewise, to calculate the average hillshade of an open space, it is necessary to build, starting from DTM and DSM rasters, the hour hilshade rasters, parameterized by assigning the azimuth and the height of the solar source, and apply zonal statistics functions to daily average hillshade raster.*

*The zonal statistics functions allow to assign to a feature an average of the values contained in a given raster, taking into consideration the cells in the raster crossed by the feature. Also other characteristics of the three systems, such as the hillshade of the buildings’ facades, the albedo and the sky view factor of the open spaces, are obtained by applying zonal statistics functions. The knowledge base collects a set of spatial, tabular and multimedia information necessary to characterize the three systems on the area of study. It is a not homogeneous set of information to be used as input for testing optimal spatial analysis processes by using advanced GIS functions, required to extract the characteristics of each system that will be used for the calculation of the system’s vulnerability indexes. To extract these characteristics it is necessary to define and test spatial analysis processes that allow, with the help of advanced GIS tools utilities and functions, to bring in homogeneous coordinates, normalize, and reconcile data of the knowledge acquired from different sources and to process them by means of suitable algorithms in order to obtain an optimal evaluation of the characteristic of the system. The start-up of the activities has been the choice of scale and coordinate system to be adopted. In many local administrations there are not detailed spatial data available. For example, not all municipal authorities are provided with recent aerial surveys and few municipalities are provided with detailed census data on buildings. Similarly, in general it is rare to get information on population residing in each building, as it would require a census data of the residents in each residential unit. In order to ensure the portability of the characteristics’ extraction processes it has been chosen, therefore, to develop spatial analysis processes applicable even if the information available from the different sources is at the minimal detail, so as to always produce results,*

*estimating errors and reliability in dependence of the level of detail of the input data. For this purpose is defined a minimum level of detail of the input data given by the 2004 Regional topographic database for the extraction of buildings and open spaces, and by the 2011 Istat census of the resident population. To make applicable in any context the models to produce vulnerability maps of the systems to heat wave and pluvial flood phenomena, regardless of whether or not to retrieve data in a more detail on the area of study, each performed process also produces an estimate of the mean error of the value of the characteristic, so as to allow an assessment of accuracy and reliability of the vulnerability map that can be obtained starting from the characteristics of the three systems.*

*Based on these considerations, we took into account the minimal spatial information available from each institutional source throughout the national territory, from which to process and to extract as polygonal feature the vector elements that geo-reference a system component. They are:*

*- he 1: 5000 topographic regional database that includes, among the Level II classes, the feature class polygons that represent buildings and, between the level I and VI classes the polygon feature class that converge to form the permeable and non-permeable open spaces. For the Campania region, the last regional topographic database already certified refers to the year 2004 and is provided as geo-database in ESRI personal geodatabase format in geographic coordinates WGS 84 UTM Zone 33N; the Istat 2011 census tracts in scale 1:10000 provided as polygonal feature class in ESRI shapefile format and in geographical coordinates relative to the reference system ED 1950 UTM Zone 32n and WGS 84 UTM Zone 32N (ref. <http://www.istat.it/it/archivio/104317>).*

*Other basic minimal information used in the development of knowledge characteristics of the systems are the LiDAR (Light Detection And Ranging) remote sensing DTM (Digital Terrain Model) and DSM (Digital Surface Model) data in Tiff raster format with 2x2 and 1x1 m resolutions in geographic coordinates UTM WGS84 and 32N 33N, provided by the Environment Ministry.*

*The LiDAR data allow to scan the elevation information needed to model the orographic structure of the study area, and then to obtain essential data such as clinometric and exposure characteristics on the slopes, and to process the surface elevation information, fundamental to extract estimates the heights and of the hillshade of buildings' roofs and facades.*

*For the three systems: buildings, open spaces and social system, were developed optimal processes for the extraction of features that characterize the system and are essential to the development of vulnerability models of the system to the heat waves and pluvial flood phenomena.*

del livello II, delle feature class poligonali che rappresentano gli edifici e, tra le classi di livello I e VI delle feature class poligonali che confluiscono a formare gli spazi aperti permeabili e non permeabili. Per la Regione Campania, il database topografico regionale ultimo già collaudato fa riferimento al 2004 ed è fornito come geo-banca dati nel formato ESRI personal geodatabase in coordinate geografiche WGS 84 UTM Zona 33N;

- basi territoriali zone di censimento Istat 2011 in scala 1:10000 fornite come feature class poligonali nel formato ESRI shapefile e nelle coordinate geografiche relative ai sistema di riferimento ED 1950 UTM Zona 32n e WGS 84 UTM Zona 32n (rif. <http://www.istat.it/it/archivio/104317>).

Le ulteriori informazioni minimali di base utilizzate nell'elaborazione delle caratteristiche di conoscenza dei sistemi fanno riferimento ai dati di rilievo delle quote a terra e in superficie. Esse sono costituite dai dati raster di telerilevamento tecnologia LiDAR (*Light Detection And Ranging*), DTM (*Digital Terrain Model*) e DSM (*Digital Surface Model*) in formato *raster* TIFF nelle risoluzioni 1x1 m e 2x2 m in coordinate geografiche UTM WGS84 zone 32N e 33N fornite dal Ministero dell' Ambiente.

Le riprese LiDAR consentono di acquisire da una parte le informazioni altimetriche necessarie a modellare la struttura orografica dell'area di studio, e quindi derivarne dati essenziali quali le caratteristiche clinometriche e di esposizione sui versanti, dall'altra di elaborare le informazioni altimetriche di superficie, fondamentali per estrarre stime per le altezze e per l'illuminazione della copertura e delle facciate di edifici.

Per ognuno dei sistemi edifici, spazi aperti e sistema sociale sono stati messi a punto processi ottimali per l'estrazione di caratteristiche che connotano il sistema e sono essenziali per lo sviluppo dei modelli di analisi della vulnerabilità del sistema ai fenomeni di ondate di calore e *pluvial flooding*.

Ogni processo fa riferimento a un insieme di attività di *preprocessing* ed elaborazione di dati spaziali finalizzate a ottenere stime quanto più affidabili delle caratteristiche di conoscenza dei sistemi suddetti.

Le attività di preprocessing consistono in un insieme di processi di normalizzazione e riconciliazione di dati spaziali di input e a processi che utilizzano operatori di analisi spaziale al fine di elaborare stime della distribuzione lungo l'area di studio delle caratteristiche di conoscenza.

Gli elementi di base che identificano spazialmente i tre sistemi sono costituiti dalle feature class poligonali “edifici”, “spazi aperti”, e “zona di censimento”.

Tutti i dati sono stati ricondotti a un unico sistema di coordinate UTM WGS84 coordinate piane zona 33n.

Gli edifici e gli spazi aperti sono stati estratti come elementi poligonali dal database topografico. Il database topografico è costruito nel modello concettuale *object oriented* GeoUML e nel modello logico-fisico ESRI geodatabase in una struttura gerarchica per livelli in base al documento standard “Catalogo dei dati territoriali - Regole tecniche

per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici” (Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012 - Supplemento ordinario n. 37, allegato 1).

Dopo un'analisi puntuale di tutte le classi incluse nel database topografico sono stati selezionati i tematismi che partecipano alla formazione delle *feature class* poligonale edifici e spazi aperti. Il database topografico è strutturato per strati; a ogni strato si riferiscono gerarchicamente più temi e a ogni tema più classi.

Ad esempio, lo strato 02 - Immobili e Antropizzazioni contempla tutte quelle entità che derivano da attività antropica sul territorio e non partecipano a infrastrutture di trasporto. Lo strato 02 comprende due temi:

- 0201, Edificato, che raggruppa tutte le costruzioni stabili tipizzate come edifici, in muratura, legno, pannelli prefabbricati o altro materiale, coperti con un tetto, e destinati per la maggioranza dei casi all'abitazione o allo svolgimento di attività lavorative o ricreativo sportive.
- 0202, Manufatti, che raggruppano tutti quegli oggetti realizzati da lavoro umano a corredo di opere stradali, idrauliche, edilizie, o altro.

Tra le varie classi che connotano il tema 0201 è presente la classe 020102 - Edificio con cui si intende un corpo costruito che non presenta soluzioni di continuità, ha una unica tipologia edilizia e uno specifico stato di conservazione, può avere più categorie d'uso ed eventualmente essere sotterraneo. Sono state inoltre prese in considerazione per una analisi completa del sistema edificato gli elementi della classe 020106 - Edifici minori contenente gli edifici minori, in cui sono inclusi baracche, torri, edifici cimiteriali, ecc, al fine di verificare se nel periodo successivo alla realizzazione del database topografico per alcuni di essi non sia stata variata la destinazione d'uso.

Gli elementi con geometria poligonale di questa classe selezionati nel solo ambito dell'area di studio hanno costituito la *feature class* poligonale “edifici”.

Per la costruzione della feature class poligonale “spazi aperti”, che include tutte le aree scoperte permeabili e impermeabili incluse nell'area di studio, sono state prese in considerazione le classi individuate nelle tabelle seguenti:

Ogni classe consiste in feature class di geometria poligonale, tranne le feature class

FEATURE CLASSES FORMING THE PERMEABLE OPEN SPACES		
LAYER	THEME	CLASS
<b>06 - Vegetation</b>	0601 - Rural/ forestry areas	060101 – Wood
		060102 – Special making
		060104 – Area temporarily devoid of vegetation
		060105 – Pasture or fallow
		060106 – Agricultural crop
		060401 – Wood
<b>04 - Hydrography</b>	0601 – Inland and transition waterways	060402 – Row of trees
		060403 – Isolated tree
		060101 – Area wet by a watercourse
		060102 – Stretch of water
		060103 - Waterlogged

*Each process refers to a set of preprocessing and spatial data production activities aimed to obtain the more reliable estimates of the knowledge characteristics of the aforementioned systems.*

*The preprocessing activities consist of a set of spatial input data normalization and reconciliation processes that use spatial analysis operators in order to develop estimates of the spatial distribution of the knowledge characteristics on the area of study.*

*The basic elements that spatially identify the three systems consist, respectively, of the polygonal feature classes “buildings, open spaces and census tracts”. All data have been converted into a plane coordinate system UTM WGS84 zone 33N.*

*The buildings and the open spaces were extracted as polygon elements from the topographic database. The topographic database is built in the conceptual object oriented model GeoUML and in the logical-physical model ESRI geodatabase, forming a hierarchical structure in levels according to the standards document “Catalog for spatial data Technical rules for defining the specifications of geo-topographic database content” (Official Gazette n. 48 of 27/02/2012 - Ordinary Supplement n. 37, Annex 1).*

*After a detailed analysis of all classes included in the topographic database, the themes involved in the creation of the polygon feature classes “buildings” and “open spaces” are identified.*

*The topographic database is structured in layers; each layer refers hierarchically to more themes and each theme more classes. For example, the layer “02 - Buildings and anthropic phenomena” covers all those entities that result from human activities in the area and not related to road transport infrastructure.*

*The layer “02” includes two themes: - 0201 - Building, which groups all permanent constructions defined as buildings, realized in masonry, wood, prefabricated panels or other material, covered with a roof, and addressed for the majority of cases to dwelling, occupational or recreational/sport activities. - 0202 - Man-made objects, bringing together all those objects made by human labor in support of road, hydraulic, building, or other infrastructure.*

*Among the different classes that characterize the theme 0201 it is present the class “020102 - building” that implies a built body that has no continuity solutions, a unique building type and a specific preservation status. It may have more categories of use and be built underground. For a complete analysis of the buildings system, the elements of the class “020106 - smaller buildings” have been taken into account, which includes shacks, towers, cemetery buildings, etc., to verify whether in the period following the implementation of the topographical database for some of them has varied the use classification.*

*Elements with polygon geometry of this class selected*

in the study area have formed the polygon feature class buildings.

For the construction of the polygon feature class “open spaces”, comprising all of the permeable and impermeable open areas included in the study area, the classes listed in the tables have been taken into account. Each class is a feature class with a polygonal geometry, except the feature classes “Row of trees”, which has a linear geometry, and “isolated tree”, which has a punctual geometry. They have b transformed into classes with a polygonal geometry by creating buffer areas having radius of 2 meters around any feature.

The open space polygons have been obtained by performing the spatial intersection of each of the feature classes related to permeable and impermeable areas that participate in the formation of open spaces, maintaining all the feature class characteristics, in terms of the source feature attributes.

The polygon feature class “census tract” has been obtained from the Istat census tract spatial dataset contained in the 2011 Istat census database (<http://www.istat.it/it/archivio/104317>) by selecting only the census tracts included in the study area and providing the coordinate conversion in the plane coordinates system UTM zone 32 WGS84 in UTM WGS84 zone 33.

#### Results developed on the area of study

The research activity has provided, for each characteristic, the development of an optimum calculation process implemented by the use of appropriate spatial analysis functionalites which make reference to spatial analysis algorithms well known in the scientific literature (see Burrough, 1986; Tomlin, 1990; Carter, 1994; Fothreingham and Rogerson, 1993 and 1994; Gold, 2014; Keranen, Korvoord, 2011) .

Each process is shown schematically by a flow diagram, so to be replicable in different contexts. In the flow diagram are drawn with parallelograms the input and the output data, with rectangles the specific functions, and with rhomboids the decision points. The arrows show the directions of conjunction between the functionalities of the process; moreover, an arrow from a dataset to a function indicates that the dataset is used as input by the function. Conversely, an arrow from a function to a dataset indicates that the function produces as output that dataset.

The features obtained for each of the three systems are: “Building system” - Heights and volumes, mean facades and roofs hillshade, construction techniques and construction periods, number of ground floors, type of coverage, surface covered: “Open space system”- Albedo, Normalized Difference Vegetation Index, Sky View Factor, Hillshade, land use and land cover, mean slope, covering of the sewage system, density of sidewalks, drainage system coverage, degree of maintenance of draps; “Social

FEATURE CLASSES FORMING THE IMPERVIOUS OPEN SPACES		
LAYER	THEME	CLASS
<b>01 - Roads, mobility and transport</b>	0101 – Roads	020204 – Sports facility
		010105 – Mixed secondary roads
	0102 – Railways	010201 – Rail transport infrastructure
		060402 – Row of trees
		060403 – Isolated tree
<b>02 – Real estate and anthropic</b>	0202 – Artifacts	020204 – Sports facility
		020205 – Artifact of transport infrastructure
		020206 – Equipped land site
<b>10 – Relevance areas</b>	1002 - Relevancies	100201 – Settlement areas
	1003 – Other areas	100302 – Mining area
		100303 – Landfill

“Filare di Alberi”, di geometria lineare, e “Albero isolato”, di geometria puntuale, che sono state trasformate in classi con geometria poligonale creando aree di *buffer* circolari di raggio 2 m attorno alle singole *feature*.

I poligoni spazio aperto sono stati ottenuti compiendo l’intersezione spaziale di ognuna delle *feature class* relativa alle aree permeabili e impermeabili che partecipano alla formazione degli spazi aperti, mantenendo tutte le caratteristiche, in termini di attributi, delle *feature* di origine.

La *feature class* poligonale “zone di censimento” è stata ottenuta a partire dal tematismo con geometria poligonale “zone di censimento” contenuto nel database relativo al censimento Istat 2011 (<http://www.istat.it/it/archivio/104317>); sono state estratte le sole zone di censimento incluse nell’area di studio e provvedendo alla conversione del sistema di coordinate piane UTM WGS84 zona 32 in UTM WGS84 zona 33.

### Estrazione delle caratteristiche dei tre sistemi

L’attività di ricerca ha previsto, per ogni caratteristica, la sperimentazione di un processo ottimale di calcolo mediante l’utilizzo di opportune funzionalità di analisi spaziale che fanno riferimento ad algoritmi di analisi spaziale ben noti in letteratura scientifica (si vedano Burroguh,1986; Tomlin, 1990; Carter, 1994; Fothreingham e Rogerson, 1993 e 1994; Gold, 2014; Keranen, Korvoord, 2011).

Ogni processo è schematizzato mediante un diagramma di flusso in modo da essere replicabile in differenti contesti. Nel diagramma di flusso sono riportati con parallelogramma i dataset in input e quelli di output prodotti, con rettangoli le funzioni applicate e con rombi punti di decisione. Le frecce mostrano le direzioni di congiunzione tra funzionalità del processo; inoltre, una freccia da un dataset verso una funzione indica che quel dataset è utilizzato in input dalla funzione; viceversa, una freccia da una funzione a un dataset indica che quella funzione produce in output quel dataset.

Di seguito sono elencate le caratteristiche ottenute per ognuno dei tre sistemi: Sistema edifici: Altezze e volumi, Hillshade medio facciate e coperture, tecniche di costruzione

ed epoche costruttive, numero di piani terra, tipo di copertura, superficie coperta. Sistema spazi aperti: Albedo, Normalized Difference Vegetation Index, Sky View Factor, Hillshade, Uso e copertura suoli, pendenza media, copertura sistema fognario, densità marciapiedi, grado di manutenzione di caditoie.

Sistema sociale: Densità residenti, lavoratori e studenti, densità fasce deboli, densità disoccupati, densità non percettori di reddito, densità componenti in nuclei familiari numerosi, capacità attrattiva.

In tabella sono riportati i dati di input utilizzati per calcolare le caratteristiche dei tre sistemi.

Di seguito è riportato come esempio il diagramma di flusso del processo ottimale sperimentato per ottenere le stime dei valori medi di altezza e volume degli edifici residenziali e descrive il processo utilizzato.

SYSTEM	CHARACTERISTICS	SOURCES
<b>Buildings</b>	Construction technique	2011 ISTAT census /direct observations
	Construction age	2011 ISTAT census /direct observations
	Mean Hillshade for the roof (range 0 -255)	LIDAR DTM/DSM 1mx1m
	Mean Hillshade for the facades (range 0 –255)	LIDAR DTM/DSM 1mx1m
	Mean high	LIDAR DTM/DSM 1mx1m
	Covered surface	Topograpic DB – classes courtyard
	Type of coverage	Direct observations
	Number of ground floors	2011 ISTAT census /direct observations
<b>Open spaces</b>	Mean Normalized Difference Vegetation Index - NDVI (range 0-1)	Remote sensing image (Rapideye) 7x7m
	Mean Sky View Factor – SVF (range 0-1)	Remote sensing image (Landsat 8) 1x1m
	Mean Albedo (range 0-1)	Remote sensing image (Rapideye) 7x7m
	Mean Hillshade value (range 0 -255)	LIDAR DTM/DSM 1mx1m
	Land use and land cover	Remote sensing image (Rapideye) 7x7m
	Mean slope	LIDAR DTM/DSM 1x1m
	Density of sidewalks	Topograpic DB – classes sidewalks
	Drainage system coverage	Municipal Drainage network
<b>Social system</b>	Degree of maintenance of draps	Direct observations
	Density of residents	2011 ISTAT census
	Density of resident of weak category (age < 4 or > 75)	2011 ISTAT census
	Density of unemployed people	2011 ISTAT census
	Density of not earning people	2011 ISTAT census
	Density of components in numerous families (number of components > 5)	2011 ISTAT census
	Density of students	2011 ISTAT census / ministerial school data
	Density of workers	2011 ISTAT census
Atractive capacity	2011 ISTAT census	

L’altezza degli edifici residenziali è una caratteristica necessaria per stimare la volumetria dell’edificio; inoltre, essa è un parametro fondamentale per la valutazione delle prevalenze dei fattori di copertura e facciate relative ai valori di sfasamento, di attenuazione e di soleggiamento. Nel processo di elaborazione delle altezze degli

*system” - Density of residents, density of workers, density of students, density of unemployed people, density of not earning people, density of components in numerous families, attraction capacity.*

*The table shows the input data used to calculate the features for the tree systems.*

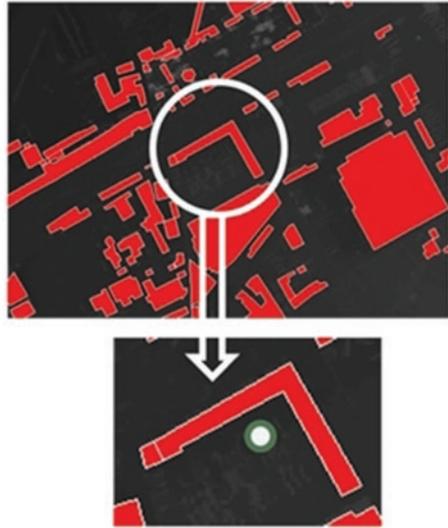
*The figures schematizes as an example the flow diagram of optimum process tested to calculate estimates of the average values of height and volume of residential buildings and the process used is described.*

*The height of residential buildings is a characteristic necessary to estimate the volumes of the building. Furthermore, it is a fundamental parameter for the evaluation of the prevalence of the roof and facade factors relating to the thermal lag/attenuation, and solar radiation values. In the process for the elaboration of the mean height of the residential buildings the raster LiDAR DTM and DSM have been used to get the ground and surface elevation distribution on the study area. By using zonal spatial statistics processes have been estimated the average height of each building polygon. It has been developed the most reliable approach to the allocation of height values to the building polygon. The volume is estimated based on the estimated height and by considering the calculated area of the polygon.*

*The first activity described in the flowchart diagram in the figure cocerned the merging of the DSM and DTM sheets in single DSM and DTM raster datasets with homogeneous spatial resolution (e.g. 1 m x 1 m). The main problem of this operation consisted in the fact that the sheets cannot be perfectly joined, but they spatially intersect. Therefore it was necessary to elaborate spatial analysis algorithms to get on only one map extension the two raster data and extract the correct cell value in the intersecting area. The DTM and DSM rasters obtained were transformed in the plane coordinate system WGS 84 zone 33N. The raster of the heights was obtained by using a map algebra operation, calculating the DSM - DTM difference.*

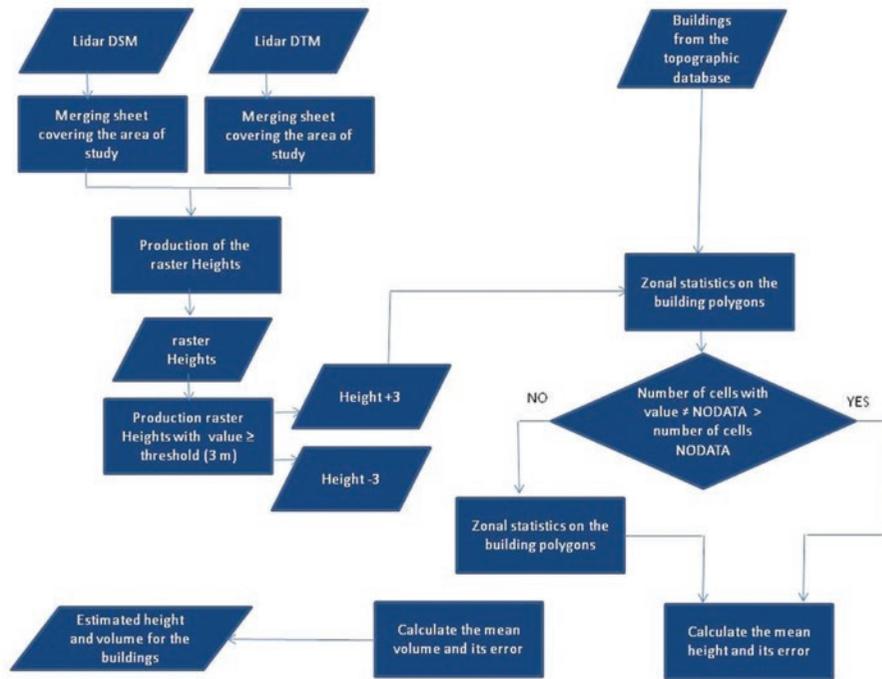
*To estimate the average heights of each residential building polygon an optimal process using hase been applied spatial statistics functionalities to extract statistical values of height for the cells included or intersecting the building polygon. In fact, other approaches can lead to erroneus estimates of the mean heights of the buildings. For example, to assigning the building the average value of the centroid of the polygon can lead to erroneous results, especially for concave polygons, for which the centroid is outside the building. Also choosing as an estimate of the height the average value of the height of the vertices of the polygon, we can commit substantial errors on height estimates. In fact, since the DTM and DSM rasters have a different scale than topographic database and refer to different periods of acquisition, the building polygons cannot perfectly match with the corresponding pattern on the raster*

Esempio di poligono edificio con forma concava e centroide esterno ad esso /  
*Example of building polygon with a concave shape and a centroid falling outside of it.*



Esempio di celle coperte da un poligono edificio ma con valore di altezza minore di quello in altre celle /  
*Example of cells intersecting a building polygon, but having height values lower than the other ones.*

1	1	1	2	2	1	1
1	2	11	12	11	2	1
1	2	11	12	11	2	1
1	1	11	12	2	1	1
1	1	11	12	1	1	1



edifici residenziali, sono stati adoperati i dati raster LiDAR DTM e DSM per ottenere la distribuzione altimetrica al suolo e in superficie sull'area di studio. Mediante processi di *zonal statistics* spaziale è stata stimata l'altezza media del poligono edificio. È stato sperimentato l'approccio più affidabile per l'assegnazione del valore di altezza al poligono edificio. Il volume è stimato in base alla stima dell'altezza e al calcolo dell'area del poligono.

La prima attività svolta descritta nel diagramma di flusso nella figura precedente ha riguardato il *merging* dei fogli DSM e DTM in un unico raster dataset dsm e in un unico *raster dataset* DTM con risoluzione omogenea (ad esempio, 1m x 1m). Il problema principale di questa operazione è consistito nel fatto che i fogli possono non essere combacianti ma intersecarsi spazialmente. È stato quindi necessario mettere a punto degli algoritmi di analisi spaziale per ottenere su un'unica estensione di mappa i due raster ed estrarre il valore di cella corretto nell'area di intersezione. I raster DTM e DSM ottenuti sono stati trasformati in coordinate WGS 84 piano fuso 33N. Il raster delle altezze è stato ottenuto mediante una operazione di map algebra sottraendo al DSM il valore del DTM. Per stimare le altezze medie di ogni poligono "edificio residenziale" è stato applicato

un processo ottimale che utilizza funzionalità di *spatial statistics* per estrarre valori statistici di altezza relativamente alle celle incluse o intersecanti il poligono edificio. Infatti, differenti approcci possono condurre a stime delle altezze medie degli edifici errate. Ad esempio, assegnando all'edificio il valore medio dell'altezza del centroide del poligono può condurre a risultati errati soprattutto per poligoni di forma concava, per i quali il centroide è esterno all'edificio.

Anche scegliendo come stima dell'altezza il valore medio dei vertici del poligono si possono commettere errori consistenti sulle stime delle altezze. Infatti, poiché i raster DTM e DSM sono a diversa scala rispetto al *database* topografico e fanno riferimento a periodi di acquisizione differenti, i poligoni edificio non combaciano perfettamente con i corrispondenti pattern sul raster e vertici del poligono possono ricadere su celle del raster corrispondenti al suolo. Per una stima ottimale delle altezze degli edifici è stato quindi applicato un processo di statistica spaziale che permetta di considerare solo i valori di altezza di tutte le celle del raster delle altezze incluse nel poligono edificio. Statisticamente, poiché, come detto in precedenza, non c'è una corrispondenza esatta tra i poligoni edifici e il raster delle altezze, è possibile che alcune celle tra quelle comprese nel poligono edificio, abbiano valore molto minore rispetto alle altre. Nell'esempio in figura le due celle cerchiare in rosso, che intersecano il poligono edificio, hanno valori di altezza molto più bassi rispetto alle altre, probabilmente corrispondenti ad altezze al suolo.

Al fine di ovviare a questa problematica, è stato necessario adottare un raffinamento ulteriore del processo per accantonare dal calcolo dell'altezza media tutte quelle celle con un valore inferiore rispetto a una specifica soglia, qualora la frequenza di tali celle fosse di gran lunga inferiore rispetto a tutte le celle che coprono il poligono edificio. Sono stati eseguiti vari test per verificare quale possa essere la soglia migliore da adottare per questo raffinamento; dai risultati è emerso che il valore ottimale per tale soglia è di 3 m.

Il processo ottimale sperimentato è il seguente:

1. Con algoritmi di analisi spaziale è ottenuto il raster "Altezza+3" in cui sono valorizzate le sole celle con valori di altezza superiori o uguali a 3 m e il raster "Altezza-3" in cui sono valorizzate le sole celle con valori di altezza inferiori a 3 m.
2. Se il numero di celle in "Altezza+3" che coprono il poligono con valori assegnati di altezza risulta superiore al numero di celle con valore "NODATA", sono estratti i valori media e deviazione standard delle altezze e assegnati al poligono.
3. Altrimenti, dal raster "Altezza-3" sono estratti i valori media e deviazione standard delle altezze e assegnati al poligono.

In seguito alla stima delle altezze, può essere stimato il volume medio dell'edificio, pari al prodotto dell'altezza media per l'area coperta dal poligono. Questo approccio fa naturalmente riferimento all'approssimazione dell'edificio con una struttura geometrica di forma pari a un poliedro con le due basi parallele e congruenti, in quanto

nella pagina accanto / side page

Diagramma di flusso del processo di estrazione delle altezze e dei volumi medi edifici / *Flow diagram of the process for the calculus of the heights of volume characteristics for the residential buildings.*

and some polygon vertices can fall on the raster cells corresponding to the ground. For the best possible height estimate of buildings a spatial statistical process has been then applied, which allows to consider only the height values of all of the "Heights" raster cells included in the building polygon.

Statistically, since, as mentioned earlier, there is no exact correspondence between the buildings polygons and the "Heights" raster, it is possible that some cells among those included in the building polygon, circled in red, have height values much lower than the other, probably corresponding to ground heights.

In order to solve this problem, it has been necessary to adopt a further refinement of the process in order to separate from the average height calculation all the cells with a value lower than a specific threshold, if the frequency of these cells was much lower than that of the other cells covering the building polygon. Various tests have been carried out to determine what might be the best threshold to be adopted for this refinement; the results showed that the optimal value for the threshold is 3 m.

The optimal process experienced is the following:

1. By using spatial analysis algorithms the raster called "Height+3", is obtained in which are considered only the cells with height values greater than or equal to threshold of 3 meters, and the "Height-3" raster in which are measured the cells with values of height less than 3 meters.
2. If the number of cells in the "Height+3" covering the polygon with assigned values of height is higher than the number of cells with "NODATA" value, the average and standard deviation values of the heights then are extracted and assigned to the polygon.
3. Otherwise, from the "Height-3" raster are extracted the mean and standard deviation of heights and assigned to polygon.

After the estimation of the heights, the average volume of the building, given by the product of the average height and the area covered by the polygon can be estimated. This approach naturally refers to the approximation of the building with a shape equal to the geometric structure of a polyhedron with two parallel and congruent bases, since the surface of the roof is flat and identical to

Modellazione 3D dell'area di studio con elevazione in altezza dei poligoni edificio / 3D modeling of the area of study by extruding the buildings by considering their mean height.



a destra / right

Hillshade medio delle facciate degli edifici residenziali / Mean hillshade for the facades of the residential buildings.

in basso / down

Hillshade medio delle coperture degli edifici residenziali / Mean hillshade for the roofs of the residential buildings.



la superficie del tetto è posta piana e identica a quella della base. Infine, è stata estratta anche la stima dell'errore minimo sul volume pari a  $DV = Dh \cdot S$  con  $S$  area della poligono edificio e  $Dh$  errore sull'altezza. Esso rappresenta l'errore stimato sul volume nel caso in cui l'errore sull'area del poligono fosse pari a zero. Infatti, per la propagazione dell'errore sulla formula del volume  $V = h \cdot S$  si ottiene:

$$DV = Dh \cdot S + h \cdot DS$$

ma l'errore sul valore dell'area del poligono  $DS$  non è stimabile, essendo ignoto. Il raster altimetrico e la stima delle altezze permettono di modellare in 3D l'area di studio. Nella figura è mostrato un esempio di visualizzazione in 3D degli edifici. Il suolo è modellato in base al raster delle altezze e sui poligoni edificio è applicata in extruding una elevazione pari al valore dell'altezza media stimata. In sfondo è stata utilizzata l'ortofoto digitale, spalmata sul raster.

I prodotti finali della ricerca sono costituiti da *feature class* poligonali edifici, spazi aperti e zone di censimento comprensivi di tutti i valori delle caratteristiche dei tre sistemi nell'area di studio. Di seguito sono mostrate carte tematiche di visualizzazione per alcune delle caratteristiche suddette.

La prima figura mostra la carta tematica relativa all'hillshade medio delle coperture e delle facciate degli edifici residenziali. La classificazione tematica è stata prodotta utilizzando il metodo di classificazione "Equal interval" partizionando la *feature class* in 5 classi tematiche. La carta tematica nella figura successiva rappresenta la



distribuzione spaziale degli edifici residenziali per tecnica di costruzione. La carta tematica è stata ottenuta considerando una classificazione di tipo "Unique value" su tutte le tipologie costruttive.

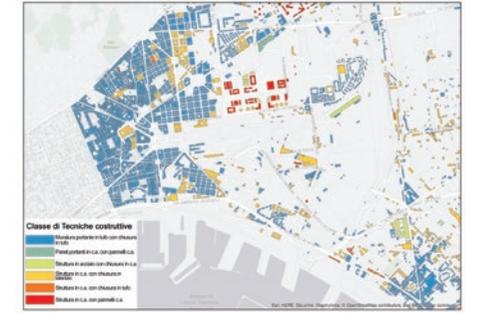
La terza figura rappresenta la carta tematica dello Sky View Factor medio degli spazi aperti. La classificazione è stata prodotta utilizzando il metodo di classificazione "Equal



interval" partizionando la *feature class* in 5 classi tematiche.

Le carte tematiche nelle ultime due figure sono riferite alle densità per km<sup>2</sup> di residenti e di studenti per zona di censimento. Per analizzare statisticamente come fosse distribuita la caratteristica lungo l'area di studio, si è scelto di adottare il metodo di classificazione tematica per deviazione standard applicato, rispettivamente, alle densità di residenti e studenti, considerando classi tematiche di intervallo pari a una deviazione standard.

I risultati prodotti consentono di analizzare le caratteristiche dei tre sistemi e di applicarle nei processi di analisi spaziale necessari a estrarre le carte tematiche di vulnerabilità del sistema a fenomeni di ondata di calore e pluvial flooding.



in alto / up

Distribuzione spaziale degli edifici residenziali per tecnica costruttiva / Spatial distribution of the residential building by considering the construction technique.

a destra / right

Sky View factor medio degli spazi aperti / Mean Sky View factor for the open spaces.

the ground surface. Finally, it was also extracted the minimum error estimate on the volume as  $DV = Dh \cdot S$  where  $S$  is area of the building polygon and  $Dh$  the height error. It is the estimated error on the volume considering as zero the error of the area. In fact, propagating the error in the formula for the volume  $V = HS$  we obtain:

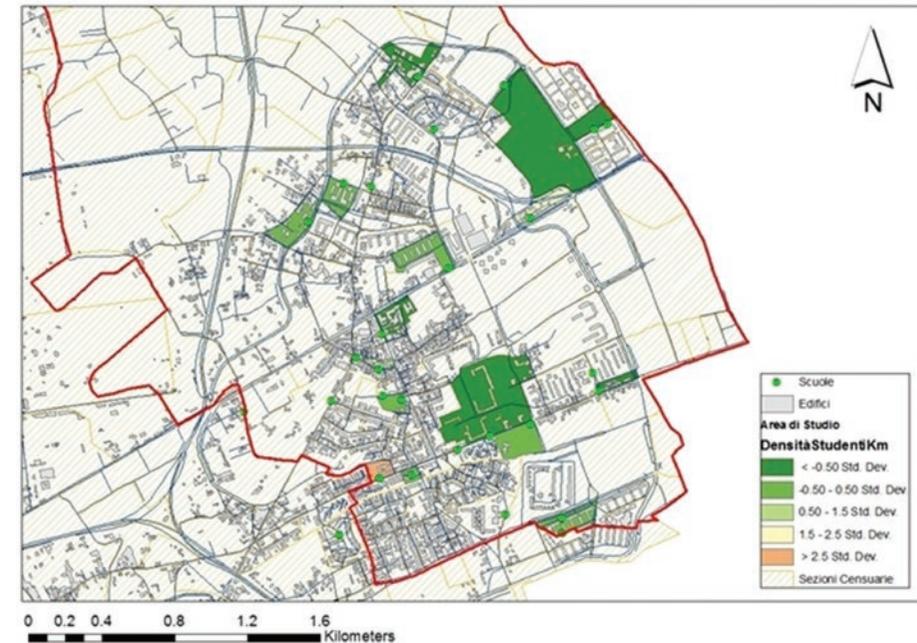
$$DV = Dh \cdot S + h \cdot DS$$

but the error  $DS$  on the area of the polygon is not estimable, being unknown. The elevation raster and the estimation of the heights allow to model the 3D buildings structure in the study area. The figure shows an example of 3D visualization of the buildings. The soil is modeled according to the raster of heights and on building polygons is applied

Densità di residenti per km<sup>2</sup> in zone di censimento / *Density of residents per km<sup>2</sup> in the census tracts.*



Densità di studenti per km<sup>2</sup> in zone di censimento / *Density of residents per km<sup>2</sup> in the census tracts.*



## References

- Berry J.K. (1995), *Beyond Mapping: Concepts, Algorithms and Issues in GIS*, GIS World Books, Fort Collins, USA.
- Burrough P.A. (1986), "Principles of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment", *Monographs on Soil and Resources Survey*, No. 12, Oxford Science Publications, New York.
- Carter G.F.B. (1994), *Geographic Information Systems for Geoscientists. Modelling with GIS*, Elsevier Editor.
- D'Ambrosio V., Di Martino F. et al. (2016), "Determinazione delle altezze dell'edificato della Municipalità di Ponticelli (Na) e relativo hillshade in ambiente GIS", in *GIS DAY 2015: il GIS per il governo e la gestione del territorio*, (eds.) Sessa S., Di Martino F., Cardone B., Aracne, pp. 145-158.
- D'Amico P., Di Martino F., Sessa S. (2012), *A GIS as a decision support system for sustainable mobility. Contemporary Engineering Sciences*, 5(1), pp. 9-32.
- Di Martino F., Graziato A., Giordano M., Sessa S. (2009), "Uso di tecnologia GIS per l'analisi del degrado di beni archeologici e/o architettonici", in *Sistemi Informativi Territoriali. Varie Applicazioni per la Gestione e il Governo del Territorio, GIS DAY 2008* (Napoli, 19/11/2008), (ed.) Sessa S., Aracne, vol. 137, pp. 71-78.
- Di Martino F., Giordano M. (2005), *I sistemi informativi territoriali - teoria e metodi*, Aracne.
- Di Martino F., Loia V., Sessa S. (2005), "A fuzzy-based tool for modelization and analysis of the vulnerability of aquifers: a case study", in *Int. Journal Approximate Reasoning*, 38(1), pp. 99-111.
- Di Martino F., Sessa S. (2014), "Type-2 interval fuzzy rule-based systems in spatial analysis", in *Information Sciences*, 279, pp. 199-212.
- Fothreingham A. S., Rogerson P. A. (1993), "GIS and spatial analytical problem", in *International Journal of Geographic Information systems*, 7, pp. 3-19.
- Fothreingham A. S., Rogerson P. A. (1994), *Spatial Analysis and GIS*, CRC Press.
- Gold C. (2014), *Spatial Context: An Introduction to Fundamental Computer Algorithms for Spatial Analysis*, CRC Press.
- Keranen K., Korvoord I. (2011), *Making Spatial Decisions Using GIS: A Workbook*, ESRI Press.
- Krivoruchko K. (2011), *Spatial Statistical Data Analysis for GIS Users*, ESRI Press.
- Liang J., Gong J., Zhou J., Nasser Ibrahim A., Li M. (2015), "An open-source 3D solar radiation model integrated with a 3D Geographic Information System", *Environmental Modelling & Software*, 64, pp. 94-101.
- Maquire D., Batty D., Goodchild M. (2005), *GIS, Spatial Analysis, and Modeling*, ESRI Press.
- Oyana T., Margay F. (2015), *Spatial Analysis: Statistics, Visualization, and Computational Methods*, CRC Press.
- Soares-Filho B., Rodrigues H., Follador M. (2013), "A hybrid analytical-heuristic method for calibrating land-use change models", *Environmental Modelling & Software*, 43, pp. 80-97.
- Tomlin C. D. (1990), *Geographic Information Systems and Cartographic Modelling*, Prentice Hall, New Jersey.
- Wenzhong S., Wu B., Stein A., (2015), *Uncertainty Modelling and Quality Control for Spatial Data*, CRC Press.

in "extruding" an elevation equal to the mean height estimated. In background it is used the digital aerial photograph, spread on the elevation raster.

The research products consist of polygonal feature classes: "buildings", "open spaces" and "census tracts", including all the characteristics of the three systems in the area of study.

The figure show the thematic maps obtained for some of the above characteristics. The first one shows the resulting thematic map for the mean hillshade on the roofs and facades of the residential buildings.

The thematic classification was produced using the classification method "Equal interval" partitioning the feature class in 5 thematic classes.

The second one represents the spatial distribution of the residential buildings by considering the construction technique. The thematic map was obtained applying the "Unique Value" classification method to the types of construction techniques.

The third one represents the thematic map of the mean Sky View Factor of the open spaces. The classification was produced by using the method of classification "Equal interval", partitioning the feature class in 5 thematic classes.

The fourth and fifth refer to the density per km<sup>2</sup> of residents and students in each census tract. To analyze statistically the distribution of the characteristic along the study area it was decided to adopt the "Standard Deviation" thematic classification method applied, respectively, to the density of residents and students, considering thematic classes having a standard deviation equal to one.

The results obtained allow to analyze the characteristics of the three systems and to apply them in the spatial analysis processes needed to extract thematic vulnerability maps of the system to heat wave and pluvial flooding phenomena.

## Una metodologia per la ricerca storico-architettonica e la conoscenza della città contemporanea

Andrea Maglio

*A methodology for the research in history of architecture and the knowledge of the contemporary city*

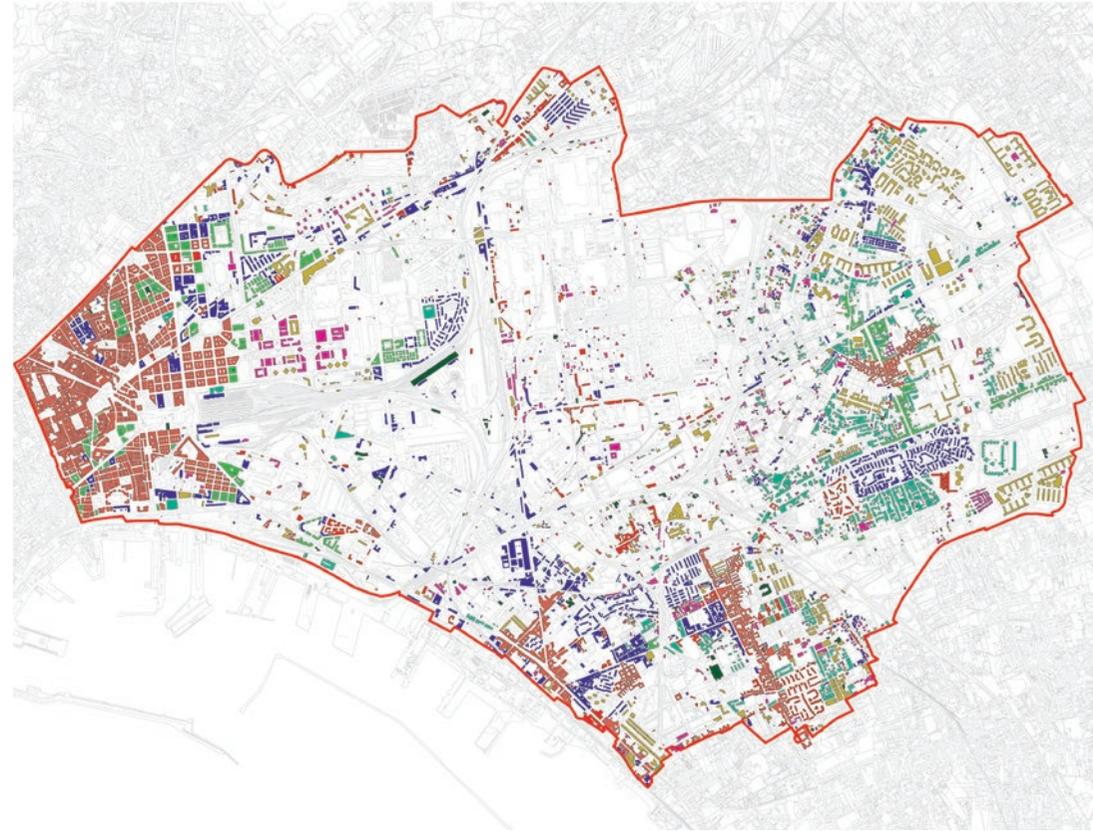
### Foreword

*The research in history of architecture is normally considered as a basic research, but nowadays it is more and more needed that this kind of research assumes the traits of the applied research and at least adapt itself to interdisciplinary demands. Even if the historical research is based on a clear and tested methodology, often it has to be corrected in order to give interesting and sometimes unexpected results. Indeed, this study is not based on a “pure” historical investigation, but is part of a broader interdisciplinary research on the criticalities caused by climate change. The analyses in the various research fields are directed to the evaluation of the vulnerability of some urban contexts, considering these contexts as complex structures. Among the various problems, the research group of the Department of Architecture of the University of Naples Federico II has specifically dealt with the issues of pluvial flooding and heat waves. In this context the historical-architectural research had to experiment a partly new methodology in order to deal with the complexity of this investigation and to deal with the other fields. This methodology is applied on two case-studies, such as east Naples and Bagnoli, but has to be adaptable to other contexts as well. The peculiar qualities of this work are the specific aims and the methodological approach, that are able to give a different point of view, not necessarily congruent with the ones of the traditional historical research in architecture. This means that a historical general framework has not been traced, even because this has been already done in the past, especially in the case of Bagnoli. Instead, specific interpretative keys and instruments that are useful for the general research aims have been implemented.*

*In one of his brilliant studies, dedicated to Ponticelli, Gianfranco Caniggia reflected on the alternation between construction boom and stagnation periods in the cities, and pointed out as a problematic question the relation between the new expansion and the pre-existing urban elements. This is exactly what happened with the farmhouses in east Naples<sup>1</sup>. The book was written before that the area was diffusely interested by new building and it analysed the conflict between new and old in order*

### Premessa

La ricerca storico-architettonica, considerata prevalentemente ricerca “di base”, si confronta sempre più spesso con la necessità di adattarsi ai parametri della ricerca “applicata” o comunque funzionale a determinati obiettivi “sovra-disciplinari”. Sebbene quello della storia dell’architettura rimanga uno statuto disciplinare tra i più consolidati, tali nuovi scenari comportano una correzione della metodologia tradizionale largamente sperimentata, in grado talvolta di condurre a risultati inediti. Il presente studio non è, infatti, basato su un’indagine storica *tout court*, bensì parte di una ricerca interdisciplinare più ampia sulle criticità legate al cambiamento climatico. Le analisi condotte nei diversi ambiti di ricerca sono state direzionate in funzione della valutazione della vulnerabilità, tenendo presente i livelli di complessità dei fenomeni urbani. All’interno dell’ampio spettro di problematiche affrontate, il gruppo di ricerca del Dipartimento di Architettura dell’Ateneo Federico II si è specificamente confrontato con i fenomeni del *pluvial flooding* e dell’ondata di calore. Per la ricerca storico-architettonica e storico-urbana si è quindi trattato di definire una metodologia in grado di misurarsi con gli obiettivi complessivi, intersecandosi con gli altri campi d’indagine e fornendo, all’interno di questo ampio spettro interdisciplinare, un approccio metodologico misurato sui due casi studio presi in esame, ossia la cosiddetta “area orientale” di Napoli (o “Napoli est”) e Bagnoli, ma da utilizzare anche per altri eventuali ambiti. La specificità di questo lavoro risiede quindi proprio nella diversa finalità e nel taglio che ne consegue, capace tuttavia di fornire un punto di vista eccentrico quanto originale rispetto alla consueta e sperimentata metodologia per la ricerca storica in architettura. Non si è trattato di tracciare un quadro storico generale, peraltro già disponibile per gli ambiti urbani in oggetto, e in particolare nel caso di Bagnoli, quanto piuttosto di fornire strumenti di lettura e chiavi interpretative funzionali agli obiettivi complessivi. In un suo scritto spesso citato, ad apertura di un volume dedicato anni fa a Ponticelli, proprio nell’area orientale di Napoli, Gianfranco Caniggia riflette sui periodi di *boom* edilizio delle città, intervallati da periodi di stasi, individuando un nodo problematico nel rapporto tra le fasi di espansione e gli elementi di preesistenza, come i casali nell’area orientale napoletana<sup>1</sup>. Scritto prima che l’area orientale venisse urbanizzata ulteriormente, il volume affronta il problema del conflitto tra nuovo e antico in un’ottica di rivitalizzazione di quest’ultimo. Alla luce degli interventi successivi, sembra però anche utile maturare una riflessione critica proprio sulla città “nuova”, al fine di individuare i quartieri realizzati con determinate caratteristiche di qualità non solo distinguendoli da quelli di pura speculazione,



Carta dell’evoluzione storica del tessuto urbano residenziale dell’area orientale di Napoli con riferimento agli anni dei censimenti Istat / *Map of the residential areas growth in East Naples with reference to the Istat censuses.*



ma anche evidenziandone le specificità e le potenzialità. L’area orientale di Napoli offre in tal senso un campo di studi ideale, per la presenza di diversi quartieri “d’autore”<sup>2</sup> che la rendono un contesto urbano del secondo Novecento frammentario, eterogeneo e irrisolto. Infatti, per ricorrere ancora alle parole di Caniggia, se il *boom* è legato nella storia a un tipo edilizio specifico, le ricerche del secondo Novecento hanno invece condotto a tipi, morfologie e qualità urbane molto differenti tra loro, tanto da pregiudicare spesso - ancor più in mancanza di attrezzature - la tenuta complessiva di quel brano di città. Ben diversa la storia del quartiere di Bagnoli, legata alla costruzione dell’impianto siderurgico, iniziata nel 1905. Si tratta di un altro esempio di città novecentesca, parte del quale risale alla prima metà del secolo e si configura quindi come una città ancora pre-moderna, a impianto urbano compatto, fondato sul sistema strada-piazza-isolato. Nei decenni successivi, a tale nucleo iniziale si sono aggiunti nuovi complessi residenziali, per lo più case in linea, saldando l’area con quella di Fuorigrotta e idealmente anche con quella di Pozzuoli. Si tratta quindi di un quartiere in cui si confrontano due modelli urbani diversi, che offre un motivo d’interesse ancora maggiore considerando che si tratta di uno dei pochi brani di città “progettata” nella conurbazione napoletana che abbia mantenuto in misura rilevante quei caratteri previsti in origine.

*to revitalise the old heritage. Looking at what happened later, it seems to be interesting to analyse the “new” city, trying to distinguish good housing developments with urban qualities and mere real estate investing. East Naples seems to be an ideal research field, because many interesting “modern” housing developments have been built in that area. Thanks to the presence of a so various kind of buildings, that part of the city has become a fragmented, heterogeneous and perhaps problematic district of late 20th century. Caniggia wrote that in history a construction boom is connected with a specific building type, but in the second half of 20th century the architectural culture produced results with very different typological, morphological and urban qualities. Even because of the lack of facilities, the urban consistency is compromised. The history of Bagnoli neighborhood is quite different, because of the presence of the steelwork, built since 1905. Bagnoli expanded during the 20th century: a part of it has been built in the first half of the century and still shows a pre-modern design, with the “street-square-block” system. In the later decades new housing developments have been built, mostly multi-storey buildings, so that this neighborhood connected itself with the one of Fuorigrotta*

and ideally with Pozzuoli. Here two different urban models stay next to one another and can be easily compared. Moreover, it is interesting that it is one of the few designed neighborhoods that kept most of its original features.

#### Redefining a methodological approach

To know an urban system means also to carry on a deep historical survey to understand periods and modalities of the urban growth. The concept of “system” itself is based on the relation among its parts, that is understandable only knowing their developing over time. To relate to the question of vulnerability, even if the general methodology can be successful, the chronological steps can be changed: if every original historical research is based on an archival work, in this case this is less crucial and is a step to relate to the critical analysis of the existing literature. Moreover, it is necessary to correct the way data are collected and interpreted: a formal-stylistic analysis is not useful, or at least not as much as the knowledge of the neighborhood typological, structural and infrastructural qualities.

Except for the closest part to the old city centre and to piazza Garibaldi, in east Naples there are recent buildings, mostly from the second half of 20th century. Therefore, the historical investigation has to recognise the planning ideas for each of the different residential developments, that are the expression of their time. The research work needs also to understand the connections between the new parts and the old ones. The presence of some famous architects' housing estates is extremely interesting because of their possible relation with the contemporary architectural culture, in terms of urban type, orientation, volumetric and dimensional proportions and so on. But this presence is also more interesting, in this specific study, because of the possibility to recognise some qualities that can require some corrections for possible future actions. In the western area the connections between the different parts of the urban system can also be compelling thanks to the presence of a great “catalyst” as the steelwork, around which the residential housing estates were built.

#### Preliminar survey and state of the art

It has not yet been outlined a methodological approach, and neither tested new procedures to carry on a historical-architectural research in relation with the climate change level of criticality. For this reason all the sources for the knowledge of the urban system have been used not in a self-referential way, but they have been considered in the light of the project aims. The archive source is left for a further step, when specific questions in relation with an urban fragment will be possible. All data have been collected from the literature (monographs, essay collections, magazines, statistical reports), from the cartography (ancient maps, maps of the Istituto Geografico Militare, town planning maps) and from iconographic sources (old views, paintings, photographs). These last

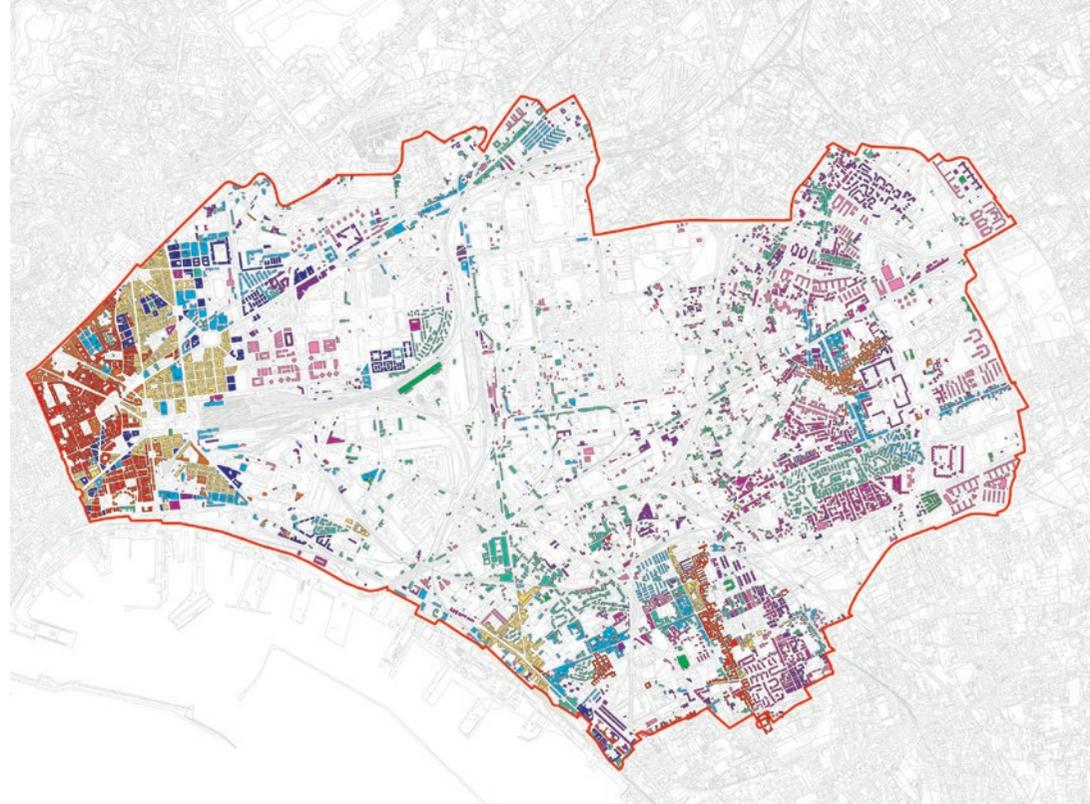
#### Ridefinizione dell'approccio metodologico

La conoscenza di un sistema urbano presuppone un'indagine storica approfondita che restituisca i modi e i tempi della crescita urbana. Il concetto stesso di “sistema” rimanda alle relazioni tra le parti, comprensibili solo sulla base della conoscenza dei mutamenti che nel tempo le hanno prodotte. Anche ai fini dello studio della vulnerabilità, alla base di questo progetto, la conoscenza delle relazioni tra le differenti parti di un sistema urbano e di come possano essersi evolute risulta d'innegabile importanza. Tale questione va affrontata verificando allo stesso tempo la validità delle usuali e consolidate procedure per la ricerca storico-architettonica e storico-urbana. Se dal punto di vista puramente metodologico gli strumenti da utilizzare appaiono adeguati, invece la scansione cronologica delle diverse fasi potrebbe subire modifiche: mentre qualsiasi forma di ricerca storica che debba avere un carattere di originalità si fonda su una ricerca archivistica, in tal caso, almeno nella fase iniziale, tale specifico approfondimento assume un ruolo meno decisivo e può dipendere dall'analisi critica della letteratura esistente. Inoltre, alcune correzioni, tanto nella raccolta dei dati quanto nella loro successiva interpretazione, possono essere apportate ai fini di una comprensione mirata agli aspetti maggiormente significativi in relazione al problema della vulnerabilità: piuttosto che analisi di tipo formale-linguistico, ad esempio, risultano più utili le conoscenze relative alla natura dell'insediamento urbano e quindi alle sue qualità, agli aspetti tipologici, strutturali e infrastrutturali.

Nei casi-studio individuati, relativi all'area orientale e a quella di Bagnoli, il primo è caratterizzato - se si eccettua la parte limitrofa al centro antico e a piazza Garibaldi - da un patrimonio edilizio recente, in massima parte risalente al Novecento e in special modo alla seconda metà del secolo, sicché l'indagine storica va condotta rilevando le idee progettuali alla base dei frammenti urbani realizzati, espressione di un determinato momento storico, e le relazioni che progressivamente le parti nuove hanno stabilito con quelle preesistenti. La presenza di quartieri “d'autore” può costituire un ulteriore motivo d'interesse, sia per i rimandi alla contemporanea cultura architettonica (in termini di tipologia urbana, orientamento, rapporti volumetrico-dimensionali, ecc.), sia per il riconoscimento di elementi di pregio che possano richiedere alcuni accorgimenti nelle azioni da intraprendere. Per l'area occidentale, l'analisi delle relazioni tra i diversi elementi del sistema urbano offre potenzialmente ancor più motivi di interesse, grazie alla presenza di un catalizzatore come l'acciaieria, intorno a cui sono sorti i quartieri residenziali.

#### Indagine conoscitiva e stato dell'arte

Non esistono assunti metodologici né procedure sperimentate in grado di inquadrare la ricerca storico-architettonica in relazione alle criticità connesse ai cambiamenti climatici. Si è quindi inteso riconsiderare tutte le fonti disponibili per la conoscenza del sistema urbano in maniera non autoreferenziale, ma alla luce degli obiettivi preposti.



Carta di sintesi relativa all'evoluzione storica del tessuto urbano residenziale dell'area orientale di Napoli / *Synthesis map of the residential areas growth in East Naples.*



ones are not always included in the possible sources for the history of architecture and the urban history. Yet, even if an interpretative work is necessary, the iconographic source can “tell” enough about the city and the geographical context, that means for instance rivers, hills and consistency of anthropization. Eventually also electronic sources (catalogues, official database, social media) can give useful information and sometimes fill the gaps of the traditional sources. In the case of east Naples many studies have been carried on and published<sup>2</sup>. Often these publications are not pure historical investigations but are connected to projects and ideas for the retrain of the district. Analyzing the district different functions, it is clear that many industrial areas have been abandoned and today can be ideal places to redevelop<sup>3</sup> (Belli, 1989). Also, an investigation on the building typology is interesting from a methodological point of view, even in a meta-historical approach. A specific attention has been dedicated to the cartographic representation between 18th and 20th century, and particularly in the 20th century. Then, among the online sources, some sites with buildings and residential estates catalogues from 20th century have been extremely useful. Just thanks to the presence of the industrial complex and

to its abandonment, Bagnoli has been the object of many studies of various kind. It is a relevant problem for the entire city, and a topic of discussion for the public opinion and for the media, famous novels and press reports have been published, as well as documentaries have been produced. On the other side, the scientific literature contributes with information about the different periods of the urban growth and the district architectural values. Also the studies on the near Fuorigrotta district and the exhibition complex of the Mostra d'Oltremare can be a really useful source<sup>5</sup>.

The western area urbanization is a little preceding the one in east Naples and the steelwork itself has been established in 1905. Later the residential and public buildings have been built. Already during the Fascist time a western expansion was needed and had begun, as the city plan of 1939 and the construction of the Mostra d'Oltremare reveal. In this case, therefore, a thematic map needs to base itself on broader time spans for the urban growth phases.

#### Research aims

All the collected data are needed to give a contribution to a general interdisciplinary outline, necessary to go forward to the next steps of the research program. For what concerns the architectural-historical contribution, a pattern of urban growth main periods is useful not only to know the construction time of a single building, but also to understand the diachronic relation between the buildings themselves and between the housing estates.

To have this kind of information the best instrument is a synthetic thematic map, with the indication of the main building phases in last centuries. The attention has been concentrated on the residential building projects, to be coherent with the research program aims. East Naples includes very different urban sectors in terms of history, types and services, such as piazza Garibaldi e piazza Nazionale on one side, that were radically transformed by the Risanamento, and Ponticelli or San Giovanni a Teduccio on the other side, with mostly modern buildings and with an extremely different forma urbis. This heterogeneity of the urban districts has influenced the choice to circumscribe the whole case-study area, just to gain a broader catalogue of the elements to analyse. The western area urbanization is of a very different kind and the steelwork itself has been established in 1905. Later the residential and public buildings have been built. Already during the Fascist time a western expansion was needed and had begun, as the city plan of 1939 and the construction of the Mostra d'Oltremare reveal. In this case, therefore, a thematic map needs to base itself on a quite broad time spans for the urban growth phases.

#### Analysis, instruments and products

In an interdisciplinary project, such as the present one, it is essential to compare each other sources and

che più recente offrono un'interessante proposta metodologica, sebbene in una chiave metastorica. Particolare attenzione è stata dedicata alla raccolta degli strumenti cartografici risalenti al periodo tra i secoli XVIII e XX, con specifica attenzione a quelli del Novecento. Infine, tra le risorse online, hanno fornito un'utilissima fonte alcuni siti istituzionali che riportano schedature e catalogazioni di singoli edifici e di complessi residenziali del secondo Novecento.

L'area di Bagnoli, a causa della presenza degli stabilimenti industriali e della loro dismissione, è stata oggetto di numerosissimi studi di carattere e taglio alquanto differente. Si tratta di problematiche all'attenzione del pubblico più generale e dei media, tanto da aver costituito lo sfondo di romanzi di successo, oltre che aver stimolato inchieste giornalistiche e documentari. La letteratura scientifica di ambito più strettamente disciplinare fornisce tuttavia informazioni utili per la determinazione delle varie fasi della crescita urbana e delle specifiche qualità architettoniche. Anche le pubblicazioni relative al vicino quartiere di Fuorigrotta e alla Mostra d'Oltremare rivestono notevole importanza in tal senso<sup>5</sup>.

### Obiettivi

Il *corpus* di dati e informazioni raccolto serve a definire un quadro generale delle conoscenze utili, su un campo necessariamente interdisciplinare, per svolgere le fasi successive del progetto fino alle azioni da proporre. Tuttavia, tra gli obiettivi precipui della ricerca a carattere storico-architettonico all'interno di un programma di questo tipo riveste particolare valenza la determinazione delle fasi della crescita urbana in una determinata area per poter individuare con chiarezza non solo l'epoca originaria di singoli complessi edilizi, ma anche le relazioni diacroniche tra questi.

Nei casi-studio in esame l'obiettivo è stato quindi individuato in carte tematiche di sintesi, relative all'evoluzione storica del tessuto urbano, dove l'attenzione si è concentrata sull'edilizia residenziale, congruentemente con gli obiettivi generali del progetto. L'area orientale di Napoli comprende tessuti urbani alquanto eterogenei per storia, tipologia e prestazioni: dalla zona di piazza Garibaldi e piazza Nazionale, inserite in un tessuto storicizzato più antico e poi interessato dai lavori del Risanamento, essa arriva a comprendere anche le aree di Ponticelli e San Giovanni a Teduccio, contraddistinte da un'edilizia più recente e quindi con una *forma urbis* del tutto differente. Tale eterogeneità dei tessuti urbani corrisponde a un risultato strettamente connesso alle scelte compiute nella delimitazione dell'area stessa, effettuate in modo da offrire un abaco differenziato per le analisi da compiere.

L'area occidentale è stata interessata da un'urbanizzazione di carattere molto diverso, dal momento che la costruzione dell'acciaieria da parte dell'ILVA risale al 1905.

In seguito sono sorti i complessi residenziali e gli altri tipi di edifici e già durante il ventennio fascista la necessità di un'espansione verso ovest era chiara ed era messa in atto, come dimostrano il Piano Regolatore del 1939 e la costruzione della Mostra.



Carta dei complessi residenziali di edilizia popolare dell'area orientale di Napoli / *Synchronic map of the social housing in East Naples.*

In tal caso, quindi, l'obiettivo di redigere una carta tematica si confronta con una sufficiente dilatazione degli archi temporali presi in esame per le fasi della crescita urbana.

### Tipologie di analisi, strumenti e prodotti

L'incrocio delle fonti e delle competenze costituisce una modalità operativa necessaria nell'ambito di un progetto interdisciplinare di questo tipo. Infatti, le scelte compiute in merito all'adozione dei metodi e degli strumenti di analisi per ottenere gli obiettivi attesi non possono prescindere da quelle delle altre componenti del gruppo di ricerca. Nei casi in esame, per la redazione delle carte tematiche relative all'evoluzione storica del tessuto edilizio è stato quindi necessario, in via preliminare, il confronto con il lavoro degli altri partecipanti, al fine di operare attraverso metodologie e strumenti congruenti con gli obiettivi generali del progetto e con le ricerche nelle altre discipline coinvolte. In particolare, alcune decisioni determinanti hanno riguardato la scelta dei diversi archi cronologici con cui individuare le fasi della crescita urbana, che non necessariamente coincidono con quelli usuali delle discipline storiche: per la zona orientale, trattandosi di un'area a prevalente urbanizzazione novecentesca, si è scelto

*competences. The choice of specific methodologies and analysis instruments has to be put in relation with the other researchers' ones. In order to draw up thematic maps on the urban growth periodization, it has been necessary to discuss preliminarily with the other participants and to select research strategies in agreement with the general aims and with other disciplinary methodologies. So, especially the decision about the urban growth time spans, that not necessarily correspond with the usual time spans of the historical periodization, has been relevant. In east Naples, where the urban expansion happened mostly during the 20th century, the earlier urbanization has been marked using broader time spans, also because the 20th century buildings represent the main object of study for the other disciplinary fields. In one of the thematic maps the time spans correspond instead with the Istat (Institute for Statistics) data spans, so that this information can be comparable with the analysis of other disciplinary fields. The synthesis thematic map has been drawn up in a different way, because the time spans correspond to significant periods when the urbanization increased,*

such as the Post-War time and the years after the 1980 earthquake. This procedure has been followed also for the synthesis map of the urban growth of Bagnoli, assuming broad time spans that correspond to the main urbanization steps as they are documented by the cartographic sources (IGM, Cosenza plan, Regional topographic map, etc.). As a result of the research, the following products have been produced: a) a thematic map of east Naples urban growth with time spans corresponding to the Istat periodization; as already said, this product is useful to compare the results with other researchers' ones; b) a synthesis map of east Naples urban growth, where the time spans correspond with the main urbanization phases; c) a map with all east Naples social housing estates, where these can be visualised all together and in relation with the whole area; d) a synthesis map of Bagnoli and west Naples urban growth, where the time spans correspond to the main urbanization phases.

#### **Significance and value of famous architects' housings**

*To deal with peripheral areas means to deal with recent districts, which are external to the old city centre. Here the buildings have specific and differentiated technological performances due to different formal and typological choices. The old city centre conservation is regulated and this need is shared by most of the population. Differently, people consider the latest architectural heritage, particularly the one from the second half of 20th century, as architecture without quality or even as unlawful buildings. But also when the peripheral areas are distinguished by bad architecture, it often happens that they are marked by the presence of significant good architectures or interesting and original housing developments, that have technological, typological and formal qualities. These elements can mark the urban system and lead us to recognise the presence of some "values", useful to guide future actions.*

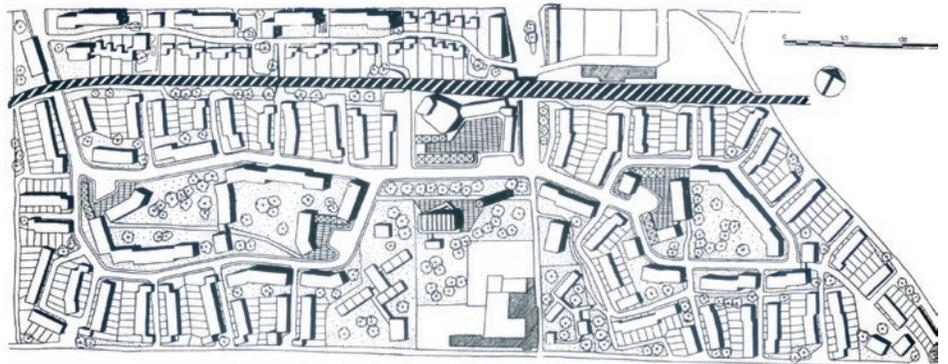
*The products of the research work, especially the map of the social housing developments in east Naples, show that many of these developments stand out for their quality, as in the cases of the INA-Casa plan, of the quarters built according to the law 167 (1962) or of the Pser<sup>6</sup> (Extraordinary plan for residential buildings). One significant example is the INA-Casa residential complex in Ponticelli, realised between 1951 and 1956, in the first phase of the national plan. Being one of the first projects in Italy, it is among those still designed by the central office. The urban design is by Adalberto Libera, while the single blocks are designed by architects and engineers from the planning-office. Among these designers, there are also some renowned personalities from the Roman and Neapolitan milieu, such as Roberto Pane, Michele Capobianco and Enrico Del Debbio. The complex is conceived as an independent "unit", served by a railway, and can be also seen as a "garden-city". The architectural*

di contrassegnare le zone di edificazione precedente al XX secolo attraverso segmenti temporali più ampi; in una delle carte tematiche prodotte, la scelta degli intervalli temporali corrispondenti alle fasi novecentesche è stata posta in relazione alle date dei censimenti Istat, in modo da rendere tale dato misurabile e confrontabile rispetto alle analisi condotte parallelamente dalle altre componenti scientifiche. La carta tematica di sintesi relativa all'evoluzione storica dell'area è stata invece redatta seguendo un criterio differente per l'individuazione dei segmenti temporali, definendo alcune fasi storiche significative a cui corrispondono differenti modalità di urbanizzazione, come nel caso della ricostruzione post-bellica o degli interventi successivi al sisma del 1980. Tale criterio è stato seguito anche nella redazione della carta relativa alle fasi della crescita urbana nell'area di Bagnoli, scegliendo archi temporali relativamente ampi, corrispondenti alle fasi principali della crescita della città, con particolare riferimento all'individuazione delle fonti cartografiche disponibili (IGM, Piano Cosenza, Carta topografica regionale, ecc.).

I prodotti risultati dalle indagini compiute sono quindi in particolare le seguenti carte tematiche: a) la carta dell'evoluzione storica del tessuto urbano residenziale dell'area orientale con riferimento agli anni dei censimenti Istat; come già specificato, tale prodotto è funzionale all'esigenza di poter incrociare i dati ottenuti seguendo un'ottica interdisciplinare; b) la carta di sintesi relativa all'evoluzione storica del tessuto urbano residenziale dell'area orientale, articolata secondo una scansione cronologica indicativa delle principali fasi di urbanizzazione; c) la carta dei complessi residenziali di edilizia popolare dell'area orientale, dove questi sono individuati, in chiave sincronica, in modo da fornire un quadro complessivo delle loro localizzazioni e dell'estensione in rapporto all'area considerata; d) la carta di sintesi relativa all'evoluzione storica del tessuto urbano residenziale dell'area occidentale, articolata secondo una scansione cronologica indicativa delle principali fasi di urbanizzazione.

#### **Rilevanza e valore dei “quartieri d'autore”**

Ogni azione intrapresa nelle aree periferiche o semi-periferiche, caratterizzate da urbanizzazione relativamente recente e quindi esterne alla cosiddetta “città storica”, si misura necessariamente con un patrimonio edilizio con precise caratteristiche tecnologiche e con una vasta gamma di soluzioni tipologiche e formali. Nei centri storici le azioni di tutela rispondono a precisi quadri normativi e la necessità della conservazione del patrimonio storico è ormai un'acquisizione culturale condivisa da ampie fasce della società contemporanea. Diversamente, il patrimonio più recente, e specificamente quello della seconda metà del Novecento, viene generalmente associato a un'architettura di scarsa qualità se non all'abusivismo più aggressivo e selvaggio. Tuttavia, non di rado le aree periferiche, pur segnate da una “cattiva” architettura, presentano singoli edifici o complessi residenziali “d'autore”, con un notevole grado di originalità e talvolta con soluzioni di grande interesse sul piano non solo linguistico, ma anche tipologico, tecnologico e prestazionale.



La rilevanza di questi elementi emergenti del sistema urbano comporta il riconoscimento di “valori” che possono fornire un'utile strumento grazie a cui indirizzare le azioni da intraprendere.

I prodotti emersi con il lavoro d'indagine sul sistema urbano, e in particolare attraverso la carta dei complessi residenziali di edilizia popolare, redatta per l'area orientale, mostrano la presenza di numerosi “quartieri”, dalle realizzazioni INA-Casa a quelle *ex lege* 167 fino a quelle del Pser<sup>6</sup>, alcuni dei quali possono essere definiti sperimentali e mostrano decisamente elementi di interesse. Quale esempio significativo può essere citato il quartiere INA-Casa a Ponticelli, realizzato tra il 1951 e il 1956, ossia nel primo settennio del Piano: essendo uno dei primi progetti su scala nazionale, è stato redatto dagli uffici centrali e quindi lo schema urbano è dovuto a Adalberto Libera, mentre i singoli blocchi sono affidati ad architetti e ingegneri che collaboravano con l'ufficio progetti. Tra questi vi sono nomi meno noti, ma anche esponenti di spicco della scena napoletana e romana, come Roberto Pane, Michele Capobianco e Enrico Del Debbio. Si tratta di una cellula autonoma, collegata da una linea ferroviaria, che assume quasi la valenza di una città-giardino. La configurazione architettonica viene ritenuta secondaria e direttamente dipendente dalle scelte relative alla socialità, che influenza il disegno urbano. Il quartiere sembra così «esprimere un completo progetto dimostrativo dell'impianto urbanistico, dove un'intrinseca progettualità sociale, una morfologia derivata, la scelta dei tipi e le basse densità erano ritenute sufficienti a costituire un quartiere come unità urbanistico-sociale che in fondo relegava in secondo piano lo studio architettonico»<sup>7</sup>. I blocchi residenziali sono a schiera o in linea, con articolazioni diverse intorno a spazi centrali verdi; questa disposizione è unita a una densità abitativa di per sé bassa, ma ancor più se paragonata a quella degli interventi successivi. Tali peculiarità costituiscono elementi di enorme interesse anche dal punto di vista della resa climatica, anche in ragione dell'originale impianto urbano di matrice “organica”. Infine, sul piano dei valori strettamente storici, da più parti il quartiere INA-Casa a Ponticelli è stato considerato come la più rappresentativa realizzazione della prima fase del Piano su scala nazionale: senza

Adalberto Libera, Quartiere INA-Casa, Ponticelli, Napoli, 1951-1956. Planimetria generale / Adalberto Libera, Quartiere INA-Casa, Ponticelli, Napoli, 1951 -1956. General plan (Source: Carughi, 2006).

*image is considered of secondary importance and descends directly from the idea of sociality that influences the whole complex pattern. The new complex can be seen as «a demonstrative action of an urban system, where the social project, the morphology which derives from this social project, the typological choice and the low population density were considered sufficient to build a quarter as an urban-social unit putting aside the architectural design»<sup>6</sup>. The residential buildings are row houses or apartments blocks with different patterns around a central garden. The population density is anyway low, but even lower if compared with later projects. This urban system can be considered “organic” and its peculiar design is surely interesting for the evaluation of the climatic efficiency. Just from a pure historical point of view, it is remarkable that the INA-Casa quarter in Ponticelli has been considered as the most representative intervention of the Ina-Casa plan first period on a national scale. There is no doubt that it shows an anti-avantgarde will and a great attention to the real people needs which is typical of the architectural culture of that time.*

#### **Significance and value of road and infrastructural routes**

*The research products give us a complex context, that can be interpreted in many different ways. The preliminary investigations already proved the presence of architectural quality in the two districts and this is a real first source of interest. But other interesting elements, or “values”, can be recognised, that are generally considered as relevant by the scientific community but not always for actions and interventions in peripheral or recent construction districts. In this sense, urban routes can be particularly significant. On one side, they are relevant thanks to the correlation with the residential blocks, by which sometimes they are delimited; on the other side, the urban routes can be the memory of ancient roads and paths, of specific urban elements (bridges, city gates, relevant architectures, factories, archeological remains) or of landscape elements (hills, rivers, streams, ponds, marshes, etc.). Therefore, the route net is not a neutral part of the urban system, it is instead essential to analyse the different layers of a contemporary city structure. Even though this net can not be always preserved, it can supply useful information to understand the urban context.*



Ufficio progetti INA-Casa, Quartiere INA-Casa, Ponticelli, Napoli, 1951-1956. Veduta delle case in linea / *Ufficio progetti INA-Casa, Quartiere INA-Casa, Ponticelli, Napoli, 1951-1956. Perspective view of part of the row houses (Source: Carughi, 2006).*

Ufficio progetti Ina-Casa, Quartiere INA-Casa, Ponticelli, Napoli, 1951 -1956. Foto d'epoca delle case a schiera / *Ufficio progetti INA-Casa, Quartiere INA-Casa, Ponticelli, Napoli, 1951-1956. Vintage photograph of some row houses (Source: Carughi, 2006).*



*nella pagina accanto / side page*

La linea della ferrovia Cumana a via Amedeo Maiuri a Bagnoli, anni Trenta (Source: web) / *The Cumana railway line in via Amedeo Maiuri, Bagnoli, Thirties (Online source).*

dubbio esprime l’aspirazione anti-avanguardista e il richiamo ai bisogni reali che buona parte della cultura architettonica dell’epoca condivideva.

### Rilevanza e valore dei tracciati viari e infrastrutturali

I prodotti risultati dal lavoro d’indagine e di analisi compiuto delineano un quadro conoscitivo complesso e passibile di differenti interpretazioni. Le ricerche preliminari condotte hanno potuto accertare la presenza di elementi di qualità all’interno del patrimonio architettonico, una presenza che su un piano metodologico rappresenta un sicuro quanto forse ovvio elemento d’interesse. Tuttavia, i prodotti ottenuti offrono la possibilità di rilevare la presenza di altri “valori”, spesso riconosciuti dalla comunità scientifica quali elementi di per sé significativi, ma non sempre considerati rilevanti ai fini degli interventi previsti per le aree periferiche o di recente urbanizzazione. In particolare, i tracciati urbani di queste aree da un lato assumono un valore specifico in relazione ai complessi residenziali che talvolta li definiscono e con cui in ogni caso si confrontano, ma dall’altro lato possono costituire memoria di antichi percorsi (urbani, extraurbani, ecc.), di elementi urbani (ponti, porte cittadine, emergenze architettoniche, presidi industriali, resti archeologici) o di caratteristiche del paesaggio (colline, corsi d’acqua, bacini, paludi, ecc.). In sostanza, la rete dei tracciati non costituisce un elemento “neutro” nell’analisi dei diversi *layer* che compongono la struttura urbana, ma un sistema complesso e ricco di significati che, anche se non necessariamente da tutelare, fornisce però indicazioni per la comprensione dei contesti urbani. Inoltre, oltre a quelli stradali, anche altri elementi del territorio urbano hanno significativamente influito sulla crescita delle aree, come quelli autostradali e ferroviari. In particolare, la linea ferroviaria che percorre l’area orientale insiste su una direttrice storicizzata che ha persino contraddistinto il paesaggio dell’intera zona litoranea ai piedi del Vesuvio; d’altro canto, l’area occidentale è urbanizzata, oltre che in relazione all’acciaieria, anche in relazione alla presenza della direttissima Napoli-Roma, come ben dimostra il caso della Mostra d’Oltremare, intorno a cui sorgerà il quartiere Fuorigrotta<sup>8</sup>. Anche ai fini del rilevamento delle criticità, non è da sottovalutare il significato della permanenza storica dei tracciati, proprio per i motivi addotti, né tantomeno la genesi stessa con cui si sono delineati. Infine, se il riconoscimento del “valore” dei tracciati è connesso a quello di determinati complessi residenziali (d’autore o meno), a maggior ragione questi ultimi vanno quindi inquadrati in un contesto generale che possa aiutare a definire eventuali azioni d’intervento.

- Caniggia G. (1983), pp. 9-10.
- Per quartiere “d’autore” non si intende qui solo quello firmato da progettisti di chiara fama, ma ogni progetto basato su una riflessione architettonico-urbana, in grado di fornire elementi di originalità e che presenti caratteristiche di qualità sotto diversi punti di vista (strutturale, compositivo, tipologico, dei materiali, del rapporto con il contesto, ecc.).
- Dei numerosi studi sull’area, si ricordano: Fioravanti G. (1983); Savarese L. (1983); Belli A. (1989); Bove A. (1989); Monaco A. (1989); Rossi P. (1992); Stenti S. (1993); Lebro M. (1999); Leone U. (2004); Lucci R., Russo M. (2012).
- Belli A. (1989).

- Anche in tal caso, tra i vari studi si segnalano: Cocchia C. (1961); De Lucia V., Iannello A. (1976); Cardone V. (1989); Siola U. (1990); Andriello V., Belli A., Lepore D. (1991); Cillo B., Solera G. (1997); Colombo L. (1998); Mangone F., Belli G. (2011).
- Ciccone F. (1984).
- Stenti S. (2006), p. 150.
- Maglio A. (2015).

### References

- Andriello V., Belli A., Lepore D. (1991), *Il luogo e la fabbrica. L’impianto siderurgico di Bagnoli e lo sviluppo occidentale*, Graphotronic, Napoli.
- Belli A. (1989), *Lo spazio storico dell’industria. Mutamenti e permanenze nell’area orientale di Napoli*, Graphotronic, Napoli.
- Bove A. (1982), *Il centro storico di Ponticelli e il suo territorio*, Consiglio Circoscrizionale Ponticelli, Napoli.
- Bove A. (1989), *Architettura e urbanistica a Ponticelli nella seconda metà dell’Ottocento*, s.e., Barra (NA).
- Caniggia G. (1983), “Prefazione”, in Fioravanti, G. (ed.), *Progettare il recupero. Il caso Ponticelli - Contributo per una metodologia di rappresentazione, analisi e strumentazione progettuale*, Multigrafica Editrice, Roma, pp. 9-14.
- Cardone V. (1989), *Bagnoli nei Campi Flegrei. La periferia anomala di Napoli*, Cuen, Napoli.
- Carughi U. (ed.) (2006), *Città architettura edilizia pubblica. Napoli e il Piano INA-Casa*, CLEAN, Napoli
- Ciccone F. (ed.) (1984), *Recupero e riqualificazione urbana nel programma straordinario per Napoli*, Giuffrè, Milano.
- Cillo B., Solera G. (1997), *Sviluppo sostenibile e città: ragionando sul futuro di Napoli*, CLEAN, Napoli.
- Cocchia C. (1961), *L’edilizia a Napoli dal 1918 al 1958. L’espansione della zona occidentale*, Società pel Risanamento, Napoli.
- Colombo L. (1998), *Le aree industriali dismesse e il caso Bagnoli*, Miscellanea Civitas, Napoli.
- Commissario straordinario di governo, Intervento statale per l’edilizia a Napoli, «*Notiziario*», 11/1987, dedicato a “Napoli 1981-1986: una città in trasformazione” (https://drive.google.com/file/d/0B9wrIAvKKybvbmlVZ0pNSDFyMUU/view, consultato il 10/11/16).
- De Lucia V., Iannello A. (1976), “L’urbanistica a Napoli dal dopoguerra a oggi: note e documenti”, in *Urbanistica*, n. 65, monografico.
- Fioravanti G. (1983), *Progettare il recupero. Il caso Ponticelli - Contributo per una metodologia di rappresentazione, analisi e strumentazione progettuale*, Multigrafica Editrice, Roma.
- Lebro M. (1999), *Le frontiere della città. L’area orientale di Napoli. Dall’analisi ai progetti*, s.e., Napoli.
- Leone U. (2004), *L’area orientale di Napoli. Contributi per un progetto*, Università degli Studi di Napoli Federico II – Centro Regionale di Competenza AMRA, Napoli.
- Lucci R., Russo M. (2012), *Napoli verso oriente*, CLEAN, Napoli.
- Maglio A. (2015), “La Mostra d’Oltremare e il teatro Mediterraneo”, in Belli G., Maglio A. (eds.), *Luigi Piccinato (1899-1983). Architetto e urbanista*, Aracne, Roma.
- Mangone F., Belli G. (2011), *Posillipo, Fuorigrotta e Bagnoli. Progetti urbanistici per la Napoli del mito 1860-1935*, Grimaldi, Napoli.
- Monaco A. (1989), *La nuova Ponticelli e la città orientale. Dai programmi alle realizzazioni*, s.e., s.l.
- Rossi P. (1992), “L’area industriale orientale nel secolo scorso. Progetti e trasformazioni urbanistiche dopo il 1860”, in Vitale A. (ed.), *Napoli, un destino industriale*, Cuen, Napoli, pp. 329-341.
- Savarese L. (1983), *Un’alternativa urbana per Napoli. L’area orientale*, ESI, Napoli.
- Siola U. (1990), *La Mostra d’Oltremare e Fuorigrotta*, Electa Napoli, Napoli.
- Stenti S. (1993), *Napoli moderna: città e case popolari. 1868-1980*, CLEAN, Napoli.
- Stenti S. (2006), “INA Ponticelli e Olivetti Pozzuoli. Due paradigmi dell’INA-Casa primo settennio”, in Carughi U., *Città architettura edilizia pubblica. Napoli e il Piano INA-Casa*, CLEAN, Napoli, pp. 141-151.
- Vitale A. (1992), *Napoli, un destino industriale*, Cuen, Napoli.



*Moreover, not only the roads, but also other territorial elements have influenced the urban growth. It is the case, for instance, of the highways and railways layouts. The railway that crosses east Naples brings the memory of a very old line that marked out the Vesuvian landscape. On the other side, the western area is historically distinguished not only by the steelwork, but also by the railway to Rome, one of the reason for the construction of the Mostra d’Oltremare on that site, around which the Fuorigrotta district was built<sup>7</sup>. So, also in order to observe the criticality of an area, the historical significance of the different kinds of tracks and the reasons why they were born are not to undervalue. If the infrastructure routes are connected to the residential developments, this means even more that that they have to be included in a general context to help elaborating operational strategies.*

- Caniggia, G. (1983), pp. 9-10.
- Among the numerous works: Fioravanti, G. (1983); Savarese, L. (1983); Belli, A. (1989); Bove, A. (1989); Monaco, A. (1989); Rossi, P. (1992); Stenti, S. (1993); Lebro, M. (1999); Leone, U. (2004); Lucci, R., Russo, M. (2012).
- Belli, A. (1989).
- Again, among many works, are to mention: Cocchia, C. (1961); De Lucia, V., Iannello, A. (1976); Cardone, V. (1989); Siola, U. (1990); Andriello, V., Belli, A., Lepore, D. (1991); Cillo, B., Solera, G. (1997); Colombo, L. (1998); Mangone, F., Belli, G. (2011).
- Ciccone, F. (1984).
- Stenti, S. (2006), p. 150.
- Maglio, A. (2015).

## Gli elementi tipo-morfologici del sistema urbano: tradizione, attualità e futuro

Federica Visconti

### *Typological and morphological elements of urban systems: tradition, present practices and the future*

*During the twenty-sixties in Italy, the attention on the city as an artefact built over time was the centre of architectural theoretical reasoning. The city was considered as a physical and material accumulation, synthetic and synchronic, of history and also as the heritage of forms from which to draw and which to refer for the contemporary project. Within this debate, aimed particularly at defining the autonomous statute for Architecture, a role not only dominant but also propelling the subsequent original theoretical elaborations was played by studies of typology and urban morphology. Firstly, it is necessary to define the two basic terms - typology mostly referred to architectural organism and morphology as related to urban form - to be able to discuss why the typo-morphological studies, and rather the so-called “urban analysis”, played such an important role not only in the construction of the identity of Italian architectural theory but also in the wider framework of a cultural project, involving also university regulations, aimed at affirming the transmissibility of architectural knowledge basing it on a shared disciplinary corpus and as the application of a theory, an oriented point of view on a specific field of observation which is that of forms, architecture and the city, also in their indissoluble relations. The term typology, from the Greek τύπος and λόγος, indicates the study of architectural types, where, in a more general way, type means an ideal scheme, a general form, to which a multitude of objects/individuals can be referred through abstraction, by virtue of their having common characteristics.*

*However, the term morphology, from the Greek μορφή and λόγος, invented by Goethe (German: Morphologie) in 1785 to indicate the comparative anatomy, means the study of forms: with the adjective urban, morphology studies the forms of the city. The study of building types and urban morphology, as well as of the connections between the two “levels” contributing to the formation of the city structure or of a part of it, are specific object of the “urban analysis” (Visconti, 2008), defined as the discipline that studies the city through its elements and by a system of relationship that exist, precisely, between building types and urban morphology. Urban analysis is an original product of Italian architectural culture in the second half of the twentieth century and its*

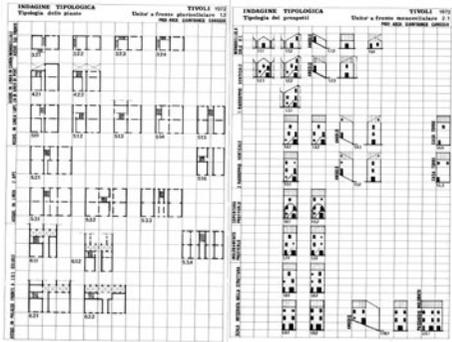
Negli anni Sessanta del secolo scorso in Italia, al centro della elaborazione teorica architettonica, vi è stata l’attenzione alla città intesa come manufatto costruitosi nel tempo, come accumulazione fisica e materiale, sintetica e sincronica, della storia e quindi come patrimonio di forme dalle quali attingere e alle quali riferirsi per il progetto contemporaneo. All’interno di tale dibattito, volto soprattutto a definire per l’Architettura uno statuto disciplinare autonomo, un ruolo non solo dominante ma anche propulsivo di successive elaborazioni teoriche originali venne assunto dagli studi tipo-morfologici. Occorre innanzitutto definire i due termini di base - tipologia per lo più riferito all’organismo architettonico e morfologia riferito alla forma urbana - per poter poi discutere del perché gli studi tipo-morfologici, e meglio ancora la cosiddetta “analisi urbana”, abbiano giocato un ruolo così importante non solo nella costruzione di una linea identitaria della teoria architettonica italiana ma anche nel più ampio quadro di un progetto culturale, che ha riguardato anche gli ordinamenti universitari, volto ad affermare la trasmissibilità del sapere disciplinare in quanto fondato su un *corpus* condiviso e in quanto applicazione di una teoria, cioè di un punto di vista orientato su uno specifico campo di osservazione che è quello delle forme, dell’architettura e della città, anche nelle loro indissolubili relazioni.

Il termine tipologia, dal greco τύπος e λόγος, indica lo studio dei tipi, laddove, in termini estensivi, per tipo si intende uno schema ideale, una forma generale, cui può ri-condursi, per astrazione, una moltitudine di oggetti/individui, in virtù del loro avere caratteri comuni. Il termine morfologia, invece, dal greco μορφή e λόγος, coniato da Goethe (ted. *Morphologie*) nel 1785 per indicare l’anatomia comparata, significa studio delle forme: ulteriormente aggettivata come “urbana”, la morfologia studia le forme della città.

Lo studio delle tipologie edilizie e della morfologia urbana, nonché delle connessioni che tra i due “livelli” concorrono alla formazione della struttura di una città o di un parte di essa, sono oggetto specifico della “analisi urbana” (Visconti, 2008), definibile come la disciplina che affronta lo studio della città per elementi costitutivi e sistemi di relazioni che intercorrono, appunto, tra le tipologie edilizie e la morfologia urbana. Portato originale della cultura architettonica italiana della seconda metà del Novecento, le sue origini risiedono in quel patrimonio di studi e ricerche sui caratteri degli spazi urbani intorno ai monumenti che caratterizzò il dibattito culturale in Italia a partire dalla fine del XIX secolo e fino alla riforma degli studi universitari che ebbe come ispiratore, negli anni Venti, Gustavo Giovannoni. Sono gli anni nei quali comincia a farsi strada, nel campo della conservazione, l’idea della necessità di riconoscere un “valore ambientale” da riferirsi alla cosiddetta edilizia minore, non più da intendersi in una posizione di necessario subordine rispetto alla emergenza

monumentale architettonica. Anche la ricerca in campo urbanistico asserisce, nello stesso periodo, l’opportunità che le operazioni progettuali, alla scala della città, siano precedute, e quindi indirizzate, da un’analisi di tipo storico-urbano, anticipando la creazione di quel nesso tra analisi e progetto che, per essere applicato anche alla scala architettonico-urbana, dovrà attendere una fase più matura di sistematizzazione del *corpus* disciplinare. Nella concezione espressa nel testo di Saverio Muratori del 1953, *Per un’operante storia urbana di Venezia* (Tafuri, 1959), l’analisi delle regole compositive rilevabili nei tessuti della città storica viene intesa, per la prima volta con chiarezza, come uno strumento applicabile, come riferimento, anche ai progetti di espansione urbana. Nei decenni successivi la riflessione sull’analisi urbana si muove lungo filoni distinti, i cui esiti arrivano anche a divergere. L’interpretazione, che si riferisce alle posizioni muratoriane identifica sostanzialmente l’analisi urbana con una analisi storica applicata alla scala urbana. Gli studi di Gianfranco Caniggia e dei suoi allievi (Caniggia, 1963; Caniggia, Maffei, 1979; Caniggia, Maffei 1984) tendono a definire una lettura processuale del contesto, a partire dai concetti di tipo, matrice, trasformazione diacronica e variante sincronica, e a ipotizzare una sorta di possibile gradazione del progetto tipologico identificabile anche in relazione alla differente storicità del contesto. Differente la ricerca le cui linee sono tracciate nei testi *L’architettura della città* di Aldo Rossi (Rossi 1966) e *La città di Padova. Saggio di analisi urbana* (Aymonino et al., 1970), resoconto della attività del corso di “Caratteri distributivi degli edifici” tenuto all’IUAV da Carlo Aymonino con, tra gli altri, Aldo Rossi e Gianni Fabbri. La posizione esprime un nesso fortissimo tra la interpretazione dei fatti urbani e gli strumenti formali del progetto e propone l’analisi urbana come una analisi strutturale e formale che, nettamente distinta dalla analisi storica, si applica alla città intesa come manufatto e opera collettiva. L’analisi urbana non mira cioè a definire la cronologia dei fatti urbani ma contiene un atteggiamento strutturalista e si pone quindi come obiettivo quello di individuare i caratteri - strutturali appunto - delle forme: applicato alla scala urbana ciò significa leggere trame, tessuti, tipologie e loro aggregazioni anche al fine di trasformare questi elementi in strumenti e repertori formali per il progetto urbano nella città, intesa come luogo statistico delle forme e quindi *cosa umana per eccellenza*<sup>1</sup>.

Queste due linee di ricerca ed elaborazione teorica intorno alla lettura e al progetto della forma urbana sono state portate avanti, da allora a oggi, con continuità all’interno di alcune scuole italiane - Roma in particolare per la prima, Milano e Napoli, tra le altre, per la seconda - sviluppando analogie apparenti e significative differenze. Tutti gli studi che, pur nella loro originalità, possono ricondursi alle elaborazioni muratoriane e poi caniggiane guardano alla forma tipologica come momento transitorio in un processo continuo di sviluppo del quale la forma stessa trattiene e manifesta le tracce e si pongono su una linea di continuità che ha i suoi antecedenti, oltre quelli già citati<sup>2</sup>, nel lavoro di Giuseppe Pagano<sup>3</sup> che, seppure fortemente influenzato da una posizione ideologica ostile alla retorica del Regime, di fatto aveva finito per affermare una sorta di primazia della architettura spontanea, o comunque “normale”, in quanto prodotto di una cultura dell’abitare ereditata da una generazione all’altra all’interno di un processo continuo. Gli studi urbani



Indagini tipologiche da Caniggia G. (1981), *Strutture dello spazio antropico. Studi e note, Alinea, Firenze / Typological survey from Caniggia G. (1981), Strutture dello spazio antropico. Studi e note, Alinea, Firenze.*

*origins lies in the heritage of studies and research on the urban space characteristics of urban spaces around the monuments that characterized the cultural debate in Italy from the end of the nineteenth century and up to the reform of university studies that Gustavo Giovannoni inspired in the twenties. These are the years in which the need to recognize an “environmental value” for the so-called “minor architecture” began to emerge in the field of conservation, no more necessarily considered in a minor role compared to architectural monuments. In the same way, the urban planning research asserted, in the same period, the idea that the project, at the scale of the city, is preceded, and then directed, by a historical and urban analysis, anticipating the creation of a link between analysis and project that had to await a more mature stage of systematization of the disciplinary body in order to be applied also to the architectural-urban scale. In the idea expressed in the text by Saverio Muratori of 1953 Per un’operante storia urbana di Venezia (Tafuri, 1959), the analysis of rules of composition detectable in the historic urban fabric is understood, clearly for the first time, as an instrument applicable, as a reference, also to urban expansion projects. In the following decades, the reflection on urban analysis moved along different lines and even the results diverged. The interpretation, referred to Muratori’s positions, essentially identified the urban analysis with a historical analysis applied to the urban scale. The studies by Gianfranco Caniggia and his pupils (Caniggia, 1963; Caniggia and Maffei, 1979; Caniggia and Maffei,*

1984) tended to define a procedural reading of the context, starting from type and matrix concepts, of diachronic transformation and synchronic variation, assuming a kind of gradation of the typological project in relationship to a different historical authenticity of the context. The books *L'architettura della città* by Aldo Rossi (Rossi, 1966) and *La città di Padova*. Saggio di analisi urbana, report on the course of "Caratteri distributivi degli edifici" held by Carlo Aymonino with, among others, Aldo Rossi and Gianni Fabbrì (Aymonino et al., 1970) at IUAV Institute of Venice, has defined a different line of research. In these studies a very strong link exists between the interpretation of the urban facts and the formal tools of the project, proposing urban analysis as a structural and formal analysis, different from historical analysis and applicable to the city as an artefact and a collective work. The urban analysis does not aim to define the chronology of urban facts but contains a structuralist approach and therefore aims to identify the characters - in fact structural - of forms: at the urban scale, this means to read textures, urban fabrics, building types and their combinations also in order to transform these elements into tools and formal repertoires for urban design in the city, understood as statistical place of forms and then as a human thing par excellence'.

These two research and theoretical lines around the reading and the project of urban form have been carried out, from then to now, continuously within some Italian schools - mainly Rome for the first, Milan and Naples, among others, for the second - developing apparent similarities and significant differences.

All the studies that, albeit with originality, can be referred to Muratori or Caniggia's ideas, look at typological form as a transitory moment in a continuous process of development of which the form in itself retains and manifests traces: these studies are placed on a line of continuity that has its antecedents, besides those already mentioned<sup>2</sup>, in the work by Giuseppe Pagano<sup>3</sup> that, even if heavily influenced by a ideological position against the Fascist rhetoric, come to assert a sort of primacy of spontaneous or otherwise "normal" architecture as a product of the inhabiting culture inherited from one generation to another within a continuous process. The subsequent urban studies, related to this approach, focused in this sense, after their previous

Rilievo tipologico del quartiere

Montecalvario da Bisogni S. (1994),

Napoli: Montecalvario questione aperta.

Teorie, analisi e progetti, CLEAN, Napoli /

Typological plan of Montecalvario district

from Bisogni S. (1994), Napoli: Montecalvario

questione aperta. Teorie, analisi e progetti,

CLEAN, Napoli.

successivi e a questo approccio riferibili si concentreranno in tal senso, pur avendole preventivamente distinte, sullo studio dell'edilizia di base - la parte di costruito destinata all'abitazione - piuttosto che di quella specialistica costituita da tutto ciò che non abbia invece una destinazione residenziale. La conseguente classificazione tipologica si muove quindi, con prevalente interesse, all'interno dei tipi abitativi - letti secondo le caratteristiche di aggregazione degli elementi edilizi in strutture orizzontali e verticali - e delle loro aggregazioni a formare organismi superiori - dai tessuti alla città -.

Differente la nozione di tipo alla base, invece, degli studi di derivazione russiana: la definizione di tipo, in questo caso aggettivabile più come architettonico che come abitativo o edilizio, affonda le sue radici nel secolo dei Lumi e nella enunciazione - pubblicata più tardi, nel 1825 nel terzo volume dell'*Encyclopédie Methodique* e, poi, nel 1832 nel *Dictionnaire Historique de l'Architecture* - di Antoine-Chrysostôme Quatremère de Quincy. La celebre definizione di Quatremère si basa - anche in parziale contraddizione con il significato che alla parola può essere dato in ragione della etimologia greca riferibile all'idea di impronta, matrice, modello - sulla distinzione tra il concetto di "modello" appunto e quello di "tipo". «La parola tipo non presenta tanto l'immagine d'una cosa da copiarsi o da imitarsi perfettamente, quanto l'idea d'un elemento che deve egli stesso servire di regola al modello», scrive l'autore del *Dictionnaire* e, più avanti, «il modello, inteso secondo la esecuzione pratica dell'arte, è un oggetto che si deve ripetere tal qual è; il tipo è, per lo contrario, un oggetto secondo il quale ognuno può concepire delle opere, che non si rassomigliano punto fra loro. Tutto è preciso e dato nel modello; tutto è più o men vago nel tipo» (Quatremère de Quincy, 1832). Dunque il tipo come essenza, come struttura, insieme di regole che possono riconoscersi nelle opere



ed essere strumento per la produzione di opere. Sulla definizione di tipo, nel campo dell'arte, tornerà, oltre un secolo dopo, Giulio Carlo Argan parlando di tipologia come di ciò che «[...] considera gli oggetti della produzione nei loro aspetti di serie, dovuti a una funzione comune o a una reciproca imitazione, in contrasto con gli aspetti individuali». Rilevando «una certa implicita antinomia tra tipologia e invenzione artistica», Argan, per logica conseguenza, afferma che «[...] il concetto di tipologia suole essere riferito, di preferenza, all'architettura [...]». Naturalmente Argan, in quanto storico, sottolinea prevalentemente il valore della tipologia come strumento di conoscenza, finalizzato alla «classificazione dei fatti artistici», al loro «ordinamento per categorie o per classi» (Argan, 1966) rimarcando però come il lavoro tipologico prescindere da tempo, luogo e valutazione e connotando la definizione del tipo come un procedimento di natura induttiva, che procede dagli *exempla* alla astrazione tipologica. Tuttavia Argan individua già - e proprio a proposito dell'architettura - nel "momento tipologico" un elemento essenziale in ogni progettazione architettonica: nella definizione di Argan, che riprende e discute quella di Quatremère, il tipo è «uno schema o un progetto di forma», è premessa «[...] risultato di una indagine culturale preliminare all'operare artistico [...]» (Argan, 1966). Ancora in continuità con queste elaborazioni può leggersi la definizione di tipo data da Carlos Martí Arís che probabilmente ne fissa in maniera definitiva il significato, con riferimento esclusivo al campo architettonico. Il tipo architettonico è il «[...] principio ordinatore, secondo il quale una serie di elementi, governati da precise relazioni, acquisiscono una determinata struttura.» (Martí Arís, 1993). Ciò che Martí Arís significativamente aggiunge,

Collage delle piante di Parma and Saint-Dié in Schröder U. (2015), *Pardié. Konzept für eine Stadt nach dem Zeitregime der Moderne A Concept for a City after the Time Regime of Modernity*, Verlag der Buchhandlung Walther König, Köln / *Collage of Parma and Saint-Dié in Schröder U. (2015)*, Pardié. Konzept für eine Stadt nach dem Zeitregime der Moderne A Concept for a City after the Time Regime of Modernity, Verlag der Buchhandlung Walther König, Köln.

distinction, on the study of edilizia di base - buildings for housing - rather than of edilizia specialistica consisting of everything that has no residential function. Therefore, the resulting typological classification investigates in detail the housing types - considered following the aggregation characteristics of the elements in horizontal and vertical structures - and their aggregations to form more complex organisms - from urban fabrics to the city. The idea of "type" of Aldo Rossi school of thought is different: in this case "type", with the adjective "architectural" more than "housing" or "building", is related to the idea developed during the Enlightenment and the definition, published in 1825 in the third volume of *Encyclopédie Methodique* and, later, in 1832 in the *Dictionnaire Historique de l'Architecture* by Antoine-Chrysostôme Quatremère de Quincy. The well-known definition by Quatremère is based on the difference between the concepts of "model" and "type", even in partial contradiction with the meaning that can be given to them due to the Greek etymology referring to the idea of imprint, matrix and model. The author of the *Dictionnaire* wrote «The word type presents not so much the image of a thing to be copied or perfectly imitated, but rather the idea of something that must serve as a rule for the model» and, later, «the model, designed according to the practical execution of the art, is an object that to repeat as equal as it is; the type is, on the contrary, an object according to which each one can conceive works, which do not resemble each other. Everything is precise and given in the model; everything is more or less vague in the type» (Quatremère de Quincy, 1832). Therefore, the type is an essence, a structure, a set of rules that can be recognized in works, being an instrument for the production of works. Giulio Carlo Argan returned to the definition of type in art a century later, talking about typology that «[...] considers

objects of production in their aspects of series, due to a common function or to a mutual imitation, in contrast to their individual aspects». Noting «a certain implicit contradiction between type and artistic invention», Argan, as a logical consequence, stated that «[...] the concept of type is usually reported, preferably, to architecture [...]». Obviously, the historian Argan mainly emphasizes the value of the type as an instrument of knowledge, aiming at «the classification of artistic facts» and at «their arrangement by categories or classes» (Argan, 1966) noting, however, that the typological research is defined regardless of time, place and evaluation and connoting its definition as an inductive procedure, from the exempla to the typological abstraction. However, Argan identified - specifically in architecture - the “typological moment” as the essential element in every architectural design: in the definition by Argan, which developed that by Quatremère, the type is a «scheme or a form design, a premise, [...] result of cultural survey prior to the cultural work [...]» (Argan, 1966). Again in continuity with these elaborations, there is the definition of the type left by Carlos Martí Arís, and he probably fixed the meaning in a definitive way, with special reference to the architectural field. The architectural type is the «[...] ordering principle, according to which a number of elements, governed by precise relationships, acquires a certain structure» (Martí Arís, 1993). What Martí Arís significantly added, from the point of view of design theory, is that the type is not only the ideal scheme that is derived inductively from the particular to the general but also allows, in a deductive process, the development of a project starting from rules that identify the type because «[...] in the idea of type, the expression of something general and permanent but also capable of inspiring every architectural event, the hopes seem to be concentrated of a re-composition of the discipline, allowing for a condensation of the historical experience without schematizing and for a codification of knowledge without denying its development. [...] Therefore, logical and analogical thought are together in the notion of type» (Martí Arís, 1993)<sup>4</sup>. Finally, if it is true that some early writings by Aldo Rossi<sup>5</sup> seem in some ways closer, in the definition of the relationship between building type and urban morphology, to the position of Muratori and Caniggia, it is easy to say that, following the Enlightenment roots of the definition of type from Quatremère to Martí Arís and

Area occidentale di Napoli. Strassenbau, Schwarzplan, Carta degli Elementi Urbani, Carta degli Ambiti Urbani Morfologicamente Definiti / Western area of Naples. Strassenbau, Schwarzplan, Map of Urban Elements, Map of Morphologically defined Urban Areas.

dal punto di vista della teoria del progetto, è che il tipo non è solo lo schema ideale che si ricava induttivamente dal particolare al generale ma consente anche, in un processo deduttivo, lo sviluppo del progetto a partire dalle regole che individuano il tipo dal momento che «[...] nell’idea di tipo, espressione di qualcosa di generale e permanente ma tuttavia capace di fecondare le manifestazioni particolari dell’architettura, sembrano concentrarsi le speranze di una ricomposizione della disciplina, che permetta di condensare l’esperienza storica senza schematizzarla e di codificare le conoscenze senza negare lo sviluppo. [...] Nella nozione di tipo, dunque, convergono il pensiero logico e quello analogico» (Martí Arís, 1993)<sup>4</sup>. Se è vero infine che alcuni scritti giovanili di Aldo Rossi<sup>5</sup> sembrano per certi versi vicini, nella definizione del rapporto tra tipologia edilizia e morfologia urbana, alle posizioni muratoriane e poi caniggiane, è tuttavia facile affermare che, seguendo le radici illuministe della definizione di tipo da Quatremère fino a Martí Arís e rileggendo, nel suo insieme, *L’architettura della città*, da questo libro in poi si inaugurerà un filone di studi urbani nuovi e originali attenti piuttosto alla città come unico manufatto, dotato di una sua forma, e a una struttura urbana all’interno della quale le aree-residenza «[...] non sono sufficienti a caratterizzare la conformazione e l’evoluzione della città» perché esistono - e svolgono un ruolo determinante - «[...] elementi urbani di natura preminente [...] in quanto essi



partecipano dell’evoluzione della città nel tempo in modo permanente identificandosi spesso con i fatti costituenti la città» (Rossi, 1966): si tratta degli elementi primari.

Oggi non è da parte di pochi che questa lunga e significativa esperienza viene considerata conclusa o addirittura superata, soprattutto all’interno di un ragionamento progettuale che per lo più si vuole oggi svincolato da ogni forma di conoscenza in qualche modo oggettiva del reale e di nuovo riportato pericolosamente vicino alla creazione artistica. Anche all’interno degli ordinamenti universitari l’analisi urbana, lo studio dei caratteri tipologici degli edifici e della morfologia urbana conservano spazi residuali o trovano collocazioni - e talvolta “nuove”, ambigue titolazioni - che lasciano intendere che si tratti di pratiche appartenenti al limitato campo delle tecniche descrittive, peraltro sempre più debitorie di apporti extradisciplinari o collaterali, o possano al più costituire una tappa all’interno di un percorso di conoscenza di tipo storico<sup>6</sup>. Permangono tuttavia importanti elaborazioni all’interno, come detto, di alcune scuole italiane e anche altrove in Europa, laddove si possono individuare nuovi e originali filoni di ricerca.

In Germania, il gruppo di ricerca guidato dal prof. Uwe Schröder nella RWTH Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule di Aachen (Aquisgrana)<sup>7</sup>, avendo sempre guardato alla cultura architettonica italiana con «[...] l’impressione che in Italia, a differenza di quanto accade in Germania, il legame tra la storia, la teoria e il progetto dell’architettura sembri ancora godere di grande attenzione [...]» (Schröder, 2015), porta avanti, da svariati anni, un filone di studi originale che, attraversando tutte le scale - dalla città nel suo insieme al progetto di architettura - e affermando nei fatti una sostanziale identità tra analisi e progetto, pone al centro della riflessione una concezione dello spazio come valore fondativo dell’architettura e generatore della forma che lo definisce. Di particolare interesse diventa questo ragionamento proprio quando applicato alla forma della città, ad alcune diverse scale: una idea inaugurata con il progetto *Pardié* (Schröder 2015) che ha inteso affiancare ad alcuni codificati strumenti analitici sulla morfologia urbana - in particolare lo *Schwarzplan* più espressivamente rinominato Piano figura-sfondo - una lettura della spazialità urbana, anche in termini di evoluzione storica, attraverso lo strumento del *Rotblauplan/red-blue plan* che propone, alla grande scala, una lettura della città come costruito che si contrappone all’esterno naturale e, alla scala tipologica, una lettura e classificazione dei caratteri degli spazi aperti e tra gli edifici o negli edifici, quando questi assumano i caratteri di spazio urbano collettivo - come nel caso delle corti dei palazzi napoletani o degli invasivi delle chiese nelle città gotiche tedesche - distinguendo tra spazi “caldi” e spazi “freddi”, spazi aperti come residui di natura e spazi aperti come costruzione architettonica.

Chi conosce l’importante lavoro teorico di Uwe Schröder (Schröder, 2009; Schröder, 2015) intuisce la forte vocazione progettuale di queste elaborazioni nel senso che esse implicano sempre un giudizio sulla qualità degli spazi esistenti all’interno della città e consentono di prefigurare, con il progetto, la possibilità di modificare la natura. Il titolo della ricerca *Pardié* è la crasi tra Parma e Saint-Dié e, partendo dal celebre confronto di Colin Rowe (Rowe and Coetter, 1981) tra il modello della città compatta della storia - Parma - e quello della città del

*re-reading, as a whole, L’architettura della città, from this book onwards, a new and original line of urban studies was inaugurated, attentive rather to the city as a unique artefact, having its own form, and to an urban structure within which the aree-residenza «[...] are not enough to characterize the form and the evolution of the city» because there are - and they play a decisive role - «[...] urban elements of a pre-eminent nature [...] as they participate in the evolution of the city over time, permanently identifying with the constituents that made the city» (Rossi, 1966): these are the primary elements.*

*Quite a number of people today consider this long and significant experience closed, or even superseded, especially within a design reasoning that for the most part would now be considered free from any forms of an objective knowledge of reality and once again would be considered as dangerously close to artistic creation. Also in the academic curricula, the urban analysis, the study of typological characteristics of buildings and urban morphology retain residual spaces or find locations - and sometimes “new” ambiguous titles - that suggest that they belong to the limited field of descriptive techniques, debtors to extra disciplinary or collateral contributions or could be only a step in historical knowledge<sup>6</sup>. However, significant elaborations, as already said, remain in some Italian schools and also elsewhere in Europe, where it is possible to find new and original lines of research.*

*In Germany, the research team led by prof. Uwe Schröder in RWTH Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule in Aachen<sup>7</sup>, having always looked to the Italian architectural culture with «[...] the impression that in Italy, unlike what happens in Germany, the link between history, architectural theory and design seems still to get great attention [...]» (Schröder, 2015), has, for several years, continued a line of original studies, across all scales - from the city as a whole to architectural design - and, stating a substantial identity between analysis and design, placed in the centre of the reflection a space conception as a founding value of architecture able to generate the form that it defines. This idea is particularly interesting when applied to the form of the city, at various different scales: an idea inaugurated with the *Pardié* (Schröder, 2015) project that aimed to add an urban spatial reading, also in terms of historical development, to some codified analytical tools of the urban morphology - particularly the *Schwarzplan* more expressively re-named “Figure-background Plan”. The *Rotblauplan/red-blue plan* offers, on a large scale, a reading of the city as a construction opposed to the external nature and, at the typological scale, a reading and classification of the characteristics of open spaces and between the buildings or inside the buildings. Sometimes these spaces assume the characteristics of urban public space - as in the case of the courtyards of Neapolitan palaces or of the interior spaces of churches in the German Gothic city - distinguishing between “hot” and “cold” spaces, open spaces such as fragments of nature and open spaces such*

Area orientale di Napoli. Carta degli Ambiti Urbani Morfologicamente Definiti / *Eastern area of Naples. Map of Morphologically defined Urban Areas.*

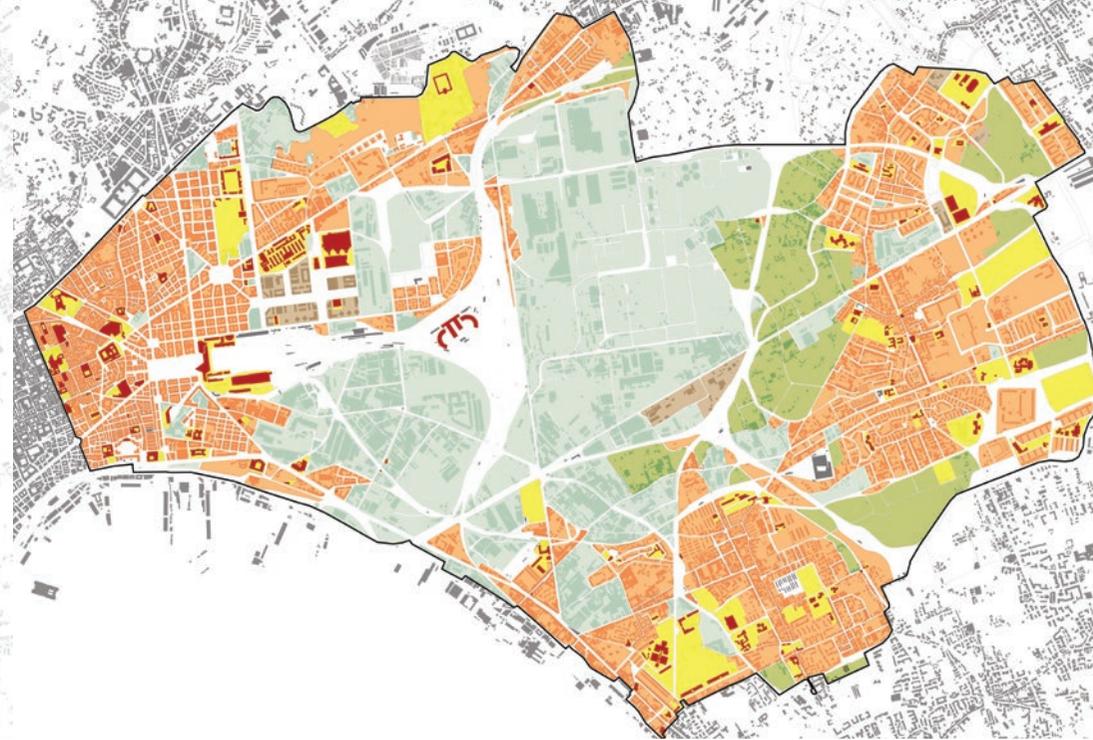


- CITTÀ COMPATTA (regole omogenee di impianto, suddivisione del suolo, disposizione e rapporto con i tracciati viari)
- CITTÀ CONSOLIDATA (organizzazione per parti stabilmente configurate ma con regole di impianto non omogenee)
- All'interno della città compatta sono distinti gli interventi del PSER che costituiscono una singolarità per la unitarietà di intervento
- CITTÀ INFORMALE (territorio occupato in assenza di piano o progetto)

as architectural construction. Understanding the important theoretical work by Uwe Schröder (Schröder, 2009; Schröder, 2015), it is possible to intend the strong design vocation of this reasoning because it always implies a judgment on the quality of existing spaces within the city and allows for the modification, through the project, of their form. The title of the Parcié research is a combination between Parma and Saint-Die and, beginning with the famous comparison by Colin Rowe (Rowe and Coetter, 1981) between the compact city model of history - Parma - and that of the modern city - the project by Le Corbusier -, Schröder proposed to work on an integration of these two models - the city of exterior-interior space of the courtyards and the interior-exterior space of the streets, but also the city where the open space re-establishes a new relationship with external nature - and experimented with this idea, in many urban readings and in many project proposals, also for Italian cities. As Carlo Moccia stated «[...] Schröder gave an original interpretation of the urban form in the field of the German (and Italian) reflection on the architecture of the city. Schröder considers that the forms of urban spaces, the spaces of squares and streets, founded the idea of city. This form has its own grammar and syntax that Schröder has long studied [...], by developing an interpretive theory and a representation technique of urban phenomenon corresponding to the recognized value of space. The form of the city is not only read by the typological-morphological analysis tools, identifying the elements (types, blocks, road layout) that created it and the relationships between them. In these studies, the urban form is investigated in its spatial value measuring the degree of "interiority" or "externality" that characterizes the spaces of the city and recognizing the link in the relationship between spaces that, with a different character and hierarchy, "organically" compose the city:

moderno - il progetto di Le Corbusier - Schröder propone di lavorare su una integrazione tra i due modelli - la città dello spazio "esterno-interno" delle corti e di quello "interno-esterno" delle piazze ma anche la città in cui lo spazio aperto ristabilisce un nuovo rapporto con l'esterno-natura - e la sperimenta, in concreto, in molte letture urbane e in altrettante proposte progettuali, anche per città italiane. Come ha affermato Carlo Moccia «[...] Schröder dà un'interpretazione della forma urbana originale nel panorama della riflessione tedesca (e italiana) sull'architettura della città. Per Schröder sono le forme degli spazi urbani, gli spazi delle piazze e delle strade, a fondare l'idea di città. Questa forma ha una sua grammatica e una sua sintassi che Schröder ha studiato a lungo [...], mettendo a punto una teoria interpretativa e una tecnica di rappresentazione del fenomeno urbano corrispondente al valore riconosciuto dello spazio. La forma della città non è letta soltanto con gli strumenti dell'analisi tipo-morfologica, individuando gli elementi (tipi, isolati, tracciati) di cui essa si costituisce e i rapporti che si stabiliscono tra questi. La forma urbana, in questi studi, è indagata nel suo valore spaziale, misurando il grado di intermità o esternità che connota gli spazi della città e riconoscendo le relazioni di concatenazione tra gli spazi, di differente carattere e gerarchia che compongono "organicamente" lo spazio della città: dallo spazio individuale e privato della stanza a quello collettivo e pubblico della piazza» (Moccia, 2015). Vocazione progettuale, la città intesa come manufatto, oltre alla dichiarata italo-filia di Schröder, non possono non collocare questa ricerca come un originale contributo e un significativo avanzamento comunque appartenente alla medesima "famiglia spirituale"

Area orientale di Napoli. Carta degli elementi Urbani / *Eastern area of Naples. Map of Urban Elements.*



- ISOLATI A DESTINAZIONE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALE
- AREE DI PERTINENZA DELLA EDILIZIA SPECIALISTICA
- EDILIZIA SPECIALISTICA
- ISOLATI A DESTINAZIONE PREVALENTEMENTE PRODUTTIVA DI TIPO INDUSTRIALE
- ISOLATI A DESTINAZIONE PREVALENTEMENTE PRODUTTIVA DI TIPO AGRICOLO
- ISOLATI A DESTINAZIONE PREVALENTEMENTE TERZIARIA

from the individual and private space of the room to the collective and public space of the square» (Moccia, 2015). A design vocation, the city as a collective artefact, in addition to the declared Schröder's Italophilia, identifies this research as an original contribution and a significant advance certainly belonging to the same "spiritual family" as that of "architecture of reason", with Aldo Rossi but also with Oswald Mathias Ungers, of which Uwe Schröder was pupil. According to a principle of more linear continuity, rather than of "elective affinities" sometimes from a distance, Caniggia's school has worked over the past twenty years, especially in the direction of a confrontation with the urban morphological studies in other European contexts, by promoting, among others, the establishment of ISUF - International Seminar on Urban Form, an association that was born with the express purpose of creating a permanent forum for researchers and practitioners who deal with the urban form, and correcting the perceived isolation of several international groups, not only in their geographical contexts but also in their disciplines. ISUF was founded initially by comparing three schools of urban morphology<sup>8</sup>. The first is the English school that has M.R.G. Conzen as founder, a German geographer who emigrated to England before the Second World War and known for his many studies of English cities, especially that of Alnwick<sup>9</sup>. Conzen's theory is based on the principle of the division of an urban area into morphological regions defined as areas, which have their own formal unity that distinguishes them from adjacent areas. Following Conzen, development cycles are applicable to the history of the city, in which the relationship between the form of the blocks and the form of the city is constant, while, in the transition from one cycle to another, the so-defined fringe belts are the parts where regularity in the size and forms of the blocks is lost. The second school which founded ISUF is the Italian

della "architettura della ragione", con Aldo Rossi ma anche Oswald Mathias Ungers, del quale Uwe Schröder è stato allievo. Secondo un principio non a caso di più lineare continuità, piuttosto che di "affinità elettive" costruite talvolta anche a distanza, la scuola caniggiana ha lavorato, negli ultimi venti anni circa, soprattutto nella direzione del confronto con gli studi di morfologia urbana di altri contesti europei, promuovendo, con altri, la costituzione di ISUF-International Seminar on Urban Form, associazione nata con lo scopo preciso di realizzare un forum permanente per ricercatori e professionisti che si occupano di forma urbana e far fronte a un rilevato isolamento dei diversi gruppi internazionali, non solo all'interno dei loro contesti geografici ma anche delle loro discipline di riferimento. ISUF nasce inizialmente dal confronto tra tre scuole di morfologia urbana<sup>8</sup>. La prima è quella inglese che ha come figura di riferimento M.R.G. Conzen, geografo tedesco emigrato in Inghilterra prima del Secondo conflitto mondiale e noto per i molti studi sulle città inglesi, in particolare quello su Alnwick<sup>9</sup>. La teoria di Conzen si basa sul principio della divisione di un'area urbana in regioni morfologiche definibili come aree che hanno una loro unità formale che le distingue dalle aree adiacenti e sull'idea che alla storia delle città siano applicabili dei cicli di sviluppo nei quali il rapporto tra forma degli isolati e forma della città è costante mentre, nella transizione da un ciclo a un altro, in quelle che vengono definite *fringe belt*, la regolarità nella dimensione e nella forma dei lotti si perde. La seconda scuola fondatrice di ISUF è la scuola italiana che ha quali riferimenti Saverio Muratori prima e poi Gianfranco Caniggia

*school of Saverio Muratori and then of Gianfranco Caniggia that, as an architect, continuing the studies of Muratori, experimented the theories, always looking to the building types as the base-element for the determination of urban form. To these two schools the contribution of the French Versailles School of Architecture added a strong synergy between architects and sociologists, the latter in particular close to the school of Henri Lefebvre and to his thought on the city as a work that is determined by means of a collective process. ISUF today is an association which involves more than 600 members, mainly institutional, from 50 different countries<sup>10</sup> and has as its objective, above all, the dialogue, within the field of studies on urban morphology, between the different disciplinary approaches: architecture, archaeology, geography, history, urban planning, urban design, spatial analysis, historical studies, economics up to the space syntax approach. Considering the association as a “place” for comparison, its activities rather constitute an observatory more than a research place but innovative elements certainly emerged from this interaction which can be an input for traditional areas of research, such as applications of what had previously been coded for the historic and compact city to urban peripheries or cities in other continents, especially South American and Asian megacities and everything related to the potential of interdisciplinary interaction up to those with the most advanced systems of geo-referencing<sup>11</sup>. Starting from this general framework, the project “Metropolis – Metodologia e Tecnologie integRate e sOstenibili Per L’adattamentoO e La Sicurezza dei Sistemi urbani” (Methodology and integrated, sustainable technologies for adaptation and security of urban systems) represented an occasion of applied research useful not only to produce significant research results, in relation to the specific objectives inherent in its title, but also, from the point of view of the writer, to represent a significant testing ground for urban and type-morphological studies discipline. The research activity focused on the study of east and west areas of Naples: two expansion areas with partly similar and partly different characters, related to their relationship with the geography and history. All the tools available were used in order to completely define the morphology of the studied areas: Strassenbau, Schwarzplan, Urban Elements Map, Morphologically defined Urban Areas Map, Urban Elements Classification Map, Open Spaces Classification Map. The work in the context of a specific disciplinary field did not have a purely descriptive nature and outcome but shared the interdisciplinary research approach, comparing constantly the data collected on the basis of the analyses with the results produced by researchers of other disciplines or with the use of geo-referencing systems. However, not all the produced maps represents coded elements of the urban studies but some of them have been ‘designed’, with reference to some of the research experiences described in this text, through the development, in the legends, of original definitions, then*

come colui che, oltre ad averne continuato gli studi, da architetto, ne ha sperimentato nella pratica le teorie, sempre guardando ai tipi edilizi come l’elemento-base per la determinazione della forma urbana. A queste due scuole si aggiunge l’apporto della scuola francese nata intorno alla School of Architecture di Versailles da una forte sinergia tra architetti e sociologi, questi ultimi in particolare riconducibili alla scuola di Henri Lefebvre e al suo pensiero sulla città come opera che si determina per mezzo di un processo collettivo. ISUF rappresenta oggi una realtà associativa che coinvolge oltre 600 iscritti, prevalentemente di natura istituzionale, di 50 differenti paesi<sup>10</sup> che si pone quale obiettivo soprattutto quello di far dialogare, all’interno degli studi sulla morfologia urbana, le diverse anime che derivano dagli approcci al tema propri delle diverse discipline: architettura, archeologia, geografia, storia, pianificazione, progettazione urbana, analisi spaziale, studi storici, economia fino all’approccio *space syntax*. Per la natura stessa della associazione come “luogo” di confronto, le sue attività costituiscono piuttosto un osservatorio che non uno spazio di elaborazione di ricerca ma certamente sono emersi, da questa interazione, elementi innovativi che è possibile introdurre nei tradizionali filoni di ricerca quali, ad esempio, le applicazioni di quanto già codificato per la città storica e compatta a realtà periferiche urbane o a città di altri continenti, in particolare le megalopoli sudamericane e asiatiche, o tutto quanto connesso alle potenzialità offerte dalla interazione interdisciplinare sino a quella con i più avanzati sistemi di geo-referenziazione<sup>11</sup>. Partendo da questo quadro generale, il progetto “Metropolis - Metodologia e Tecnologie integRate e sOstenibili Per L’adattamentoO e La Sicurezza dei Sistemi urbani” ha rappresentato una occasione di ricerca applicata utile non solo a produrre significativi risultati di ricerca, in relazione agli obiettivi specifici insiti nel suo titolo, ma anche, dal punto di vista di chi scrive, a rappresentare un interessante campo di sperimentazione disciplinare all’interno degli studi urbani e tipo-morfologici. La ricerca si è concentrata sullo studio delle aree a est e a ovest della città di Napoli, due aree di espansione con caratteri in parte simili e in parte differenti, legati al loro rapporto con la geografia e alla loro storia insediativa. Tutti gli strumenti a disposizione sono stati utilizzati per arrivare a definire compiutamente la morfologia delle aree oggetto di studio: *Strassenbau*, *Schwarzplan*, Carta degli Elementi Urbani, Carta degli Ambiti Urbani Morfologicamente Definiti, Carta della Classificazione degli Elementi Urbani, Carta della Classificazione degli Spazi Aperti. Il lavoro all’interno di un preciso ambito disciplinare, non ha avuto però natura ed esito puramente descrittivi ma ha inteso cogliere l’impostazione interdisciplinare della ricerca, confrontando costantemente i dati rilevati sulla base delle analisi con quelli che venivano prodotti all’interno di altri campi disciplinari o con l’uso dei sistemi di geo-referenziazione. Non tutte le Carte elaborate all’interno della ricerca, peraltro, si configurano come elementi codificati nell’ambito degli studi urbani ma alcune sono state ‘progettate’, anche con riferimento ad alcune delle esperienze di ricerca cui in questo testo si è fatto riferimento, attraverso la messa a punto, nelle legende, di definizioni originali, poi condivise all’interno del gruppo di ricerca, per

sistemi urbani, quali quelli delle periferie delle nostre città, cui non sempre con facilità si applicano le definizioni derivanti dagli studi tipo-morfologici che hanno riguardato prevalentemente la città storica e compatta. Strassenbau e Schwarzplan sono due mappe ben definite che individuano alcuni necessari elementi dell’analisi funzionale-spaziale: la prima carta, in particolare, riconosce la rete della viabilità, anche secondaria, osservata nella sua consistenza fisica (in particolare con riferimento alla sezione) al fine di evidenziare il rapporto tra questo dato fisico e la gerarchizzazione funzionale mentre la seconda carta identifica il grado di occupazione del suolo dei diversi sistemi urbani omettendo tutti gli elementi di *layering* per far emergere la “figura” della città sul suo sfondo. Anche la Carta degli Elementi Urbani si riferisce direttamente alle definizioni messe a punto da Caniggia con la individuazione di tutti gli elementi del sistema che abbiano una funzione specialistica e di tutti quelli a destinazione residenziale consentendo anche, attraverso l’utilizzo di differenti layer, di leggere le connessioni tra la presenza degli edifici pubblici e collettivi in relazione ai tracciati stradali che strutturano le parti urbane e i tessuti edilizi. La Carta degli Ambiti Urbani Morfologicamente Definiti è stata invece finalizzata allo studio del tessuto urbano e della sua organizzazione formale all’interno della quale riconoscere le parti omogenee dal punto di vista morfologico da rimandare poi a un ulteriore approfondimento volto a individuarne le sotto-parti elementari. Sono state in tal senso predisposte tre voci di legenda: città compatta, città consolidata e città informale. La prima si connota per omogenee regole di impianto e disposizione degli edifici in rapporto ai tracciati viari; la seconda è caratterizzata da una organizzazione per parti, stabilmente configurata ma nella quale si è perso il rapporto biunivoco tra forma dei tracciati e forma dell’isolato; la terza è per lo più occupata in assenza di progetto o di piano. La Carta della Classificazione degli Elementi Urbani, come successivo approfondimento, individua gli elementi costituenti le famiglie che contribuiscono alla definizione degli ambiti omogenei facendo emergere la quasi esclusiva presenza di isolati e cortine nella città compatta, l’organizzazione prevalente per isolati con corpi liberi nella città consolidata e lo *sprawl* come modalità insediativa della città informale. L’idea infine che una lettura della città e della sua forma possa essere effettuata a partire dai caratteri dei suoi spazi aperti, collettivi e pubblici, attraverso la Carta della Classificazione degli spazi aperti, ha rappresentato un elemento innovativo all’interno della ricerca e di grande rilevanza rispetto alle interazioni disciplinari in quanto è chiaro che buona parte della possibilità dei sistemi urbani di migliorare la loro risposta ai rischi derivanti dai cambiamenti climatici va affidata proprio agli spazi non costruiti. L’apporto degli studi urbani nella ricerca vuole garantire, all’interno del comune e condiviso, oltre che ineludibile, obiettivo di individuare le strategie per la mitigazione e l’adattamento degli spazi nei quali gli abitanti vivono nella loro forma collettiva ai nuovi rischi della contemporaneità - qui in particolare quelli connessi al *climate change* - la possibilità di riconoscere quei valori di forma delle strutture urbane che, in ogni caso, vanno intesi come patrimonio da tutelare.

*shared within the research group, for the urban systems of our cities suburbs, to which is not always easy to apply the definitions arising from type-morphological studies, mainly related to the historical and compact city. Strassenbau e Schwarzplan are two well-defined maps able to indicate elements of the functional-spatial analysis: the first map particularly recognizes the road system, observed in its real consistency (especially referred to the section) in order to underline the relationship between the section and the functional hierarchy; the second map identifies the degree of land use in the urban systems, omitting the layering elements and making evident the “figure” on the background. In the same way, the Urban Elements Map is referred to definitions by Caniggia distinguishing the elements, with a special functions and the residential elements and identifying the location of public and collective buildings in their relationship with road system of the urban parts and fabrics. The Morphologically Defined Urban Areas Map is a map for the comprehension of urban fabric and its formal organization in order to recognize homogeneous parts to submit to a deeper analysis of the elementary sub-parts. Three items were defined as follows: compact city, consolidated city and informal city. The compact city shows homogeneous rules of the urban fabric and building in relationships with the road system; the consolidated city is built by parts formally defined but without a direct relationship between roads and blocks; the informal city was built without plan or project. The Urban Elements Classification Map, as further investigation, shows the homogeneous elements able to investigate typological families: the prevalent presence of blocks and continuous façade blocks in the compact city, of free buildings within the blocks in the consolidated city, the sprawl in the informal city. Furthermore, the idea that a reading of the city and its form can be carried out starting from the character of its open, collective and public spaces, through the Open Spaces Classification Map, represented an innovative element in the research and of great relevance for the disciplinary interactions because it is clear that many of the possibilities of the urban systems to improve their response to the risks posed by climate change must be performed by the not built spaces: the contribution of urban studies in the research wanted to ensure, within the common and shared, as well as unavoidable, target of identifying strategies for mitigation and adaptation - to the new risks of the contemporary world, here in particular those related to climate change - of the spaces in which the inhabitants collectively live, the ability to recognize the values of the form of urban structures that, in any case, represent a heritage to protect.*

- It is the well-known definition that Aldo Rossi, in L’architettura della città, takes from Levi-Strauss that wrote «object of Nature and subject of Culture, individual and group, lived and dreamed, human thing par excellence». So in Levi-Strauss C. (1968), Tristi*

- tropici, *il Saggiatore*, Milano.
- Before in this text there is a reference to the role of Gustavo Giovannoni, even if here with a special reference to the subject of the reforms of the university system. See the text Giovannoni G. (1931), Vecchie città ed edilizia nuova, Unione Tipografico-Editrice Torinese, Torino.*
  - The reference is particularly to Pagano G., Daniel G. (1936), Architettura rurale italiana, Ulrico Hoepli Editore, Milano.*
  - For further deepening of the wide and articulated theoretical reasoning of Marti Aris on the "typological subject" see Marti Aris C. (1990), Le variazioni dell'identità. Il tipo in architettura, CLUP-Città Studi, Milano.*
  - Among others: Rossi A. (1964), "Considerazioni sulla morfologia urbana e la tipologia edilizia", in AA.VV., Aspetti e problemi della tipologia edilizia. Documenti del corso di caratteri distributivi degli edifici, a.a. 1963-64, Cluva, Venezia. On the other hand, also in L'architettura della città, not homogeneous book that Rossi published when he was 35 years old in order to participate to a academic competition, there are essays that anticipate future theoretical elaborations and essays more related to his activities in the courses of type-morphological analysis; among these: Rossi A. (1966), "Questioni tipologiche", in Id., op. cit.*
  - Opposite to this idea, it should be noted the meritorious initiative by Michele Caja, Martina Landsberger and Silvia Malcovati publishing two anthologies of writings related to these lines of studies and research. The reference is to: Caja M., Landsberger M., Malcovati S. (Eds.) (2010), Tipologia architettonica e morfologia urbana. Il dibattito italiano - antologia 1960-1980, Il Libraccio-Lampi di stampa, Milano e Caja M., Landsberger M., Malcovati S. (Eds.) (2016), Tipo Forma Figura. Il dibattito internazionale 1970-1990, Libraccio editore, Milano.*
  - The author of this text is the Italian Scientific Coordinator, with Renato Capozzi, of an International Cooperation Agreement between University of Naples "Federico II" and the RWTH University of Aachen (Scientific Coordinator: Uwe Schröder). Under the agreement research and teaching activities, conferences, workshops and seminars were shared during the last years.*
  - On this subject, see: Moudon A.V. (1997), "Urban morphology as an emerging interdisciplinary field", in Urban Morphology, n. 1.*
  - Conzen M.R.G. (1960), Alnwick, Northumberland: a study in town-plan analysis, Institute of British Geographers, London. See also Conzen M.R.G. (2004), Thinking about Urban Form: Papers on Urban Morphology, 1932-1998, edited by M.P. Conzen, Peter Lang, Berna.*
  - The ISUF website <http://www.urbanform.org> contains,*

- Si tratta della ben nota definizione che, ne *L'architettura della città*, Aldo Rossi riprende da Levi-Strauss per il quale la città è «oggetto di natura e soggetto di cultura, individuo e gruppo, vissuta e sognata, cosa umana per eccellenza». Così in Levi-Strauss C. (1968), *Tristi tropici*, il Saggiatore, Milano.
- Si è già fatto riferimento al ruolo di Gustavo Giovannoni anche se con particolare riferimento alle questioni legate alle riforme degli ordinamenti universitari. Si segnala qui invece il testo Giovannoni G. (1931), *Vecchie città ed edilizia nuova*, Unione Tipografico-Editrice Torinese, Torino.
- Ci si riferisce in particolare a Pagano G., Daniel G. (1936), *Architettura rurale italiana*, Hoepli Milano.
- Per un ulteriore approfondimento dei contenuti dell'ampia e articolata elaborazione teorica di Marti Aris sulla "questione tipologica" si veda Marti Aris C. (1990), *Le variazioni dell'identità. Il tipo in architettura*, CLUP-Città Studi, Milano.
- Fra tutti Rossi A. (1964), "Considerazioni sulla morfologia urbana e la tipologia edilizia", in AA.VV., *Aspetti e problemi della tipologia edilizia. Documenti del corso di caratteri distributivi degli edifici, a.a. 1963-64*, Cluva, Venezia. D'altra parte anche ne *L'architettura della città*, libro non omogeneo che Rossi pubblica a soli 35 anni, anche per la partecipazione a un concorso universitario, vi sono saggi anticipatori delle future elaborazioni teoriche e saggi maggiormente legati alla sua attività all'interno di corsi che si occupavano di analisi tipo-morfologiche; tra questi Rossi A. (1966), "Questioni tipologiche", in Id., *op. cit.*.
- Contro tale idea si segnala la meritoria iniziativa da parte di Michele Caja, Martina Landsberger e Silvia Malcovati di pubblicazione di due antologie di scritti riferibili a tali filoni di studi e ricerche. Ci si riferisce a Caja M., Landsberger M., Malcovati S. (eds.) (2010), *Tipologia architettonica e morfologia urbana. Il dibattito italiano - antologia 1960-1980*, Il Libraccio-Lampi di stampa, Milano e Caja M., Landsberger M., Malcovati S. (eds.) (2016), *Tipo Forma Figura. Il dibattito internazionale 1970-1990*, Libraccio editore, Milano.
- Chi scrive è, con Renato Capozzi, responsabile scientifico, per parte italiana, di un Accordo di Cooperazione Internazionale tra l'Università di Napoli "Federico II" e la RWTH di Aachen (responsabile scientifico Uwe Schröder) nell'ambito del quale alcune ricerche e attività didattiche, oltre che convegni, workshop e seminari, sono state in questi anni condivise.
- Sull'argomento si veda Moudon A.V. (1997), "Urban morphology as an emerging interdisciplinary field", in *Urban Morphology*, volume 1.
- Conzen M.R.G. (1960), *Alnwick, Northumberland: a study in town-plan analysis*, Institute of British Geographers, London. Sull'opera di M.R.G. Conzen si veda anche Conzen M.R.G. (2004), *Thinking about Urban Form: Papers on Urban Morphology*, 1932-1998, a cura di M.P. Conzen, Peter Lang, Berna.
- Il sito Internet di ISUF <http://www.urbanform.org> contiene, tra le altre cose, una interessante sezione nella quale sono pubblicati gli articoli apparsi su "Urban Morphology" dal 1998 al 2016 che approfondiscono lo studio della forma urbana in Spagna (1998, di J. Vilagrà Ibarz), in Francia (1998, di M. Darin), negli Stati Uniti (2001, di M.P. Conzen), in Italia (2002, di N. Marzot), in Germania (2004, di B. Hofmeister), in Gran Bretagna (2006, di P.J. Larkham), in Australia (2006, di A. Siksna), in Canada (2006, di J. Gilliland e P. Gauthier), in Irlanda (2008, di L. Kealy e A. Simms), in Svezia (2009, di A. Abarkan), in Polonia (2010, di M. Koter e M. Kulesza), in Turchia (2010, di A.S. Kubat), in Portogallo (2011, di V. Oliveira, M. Barbosa e P. Pinho), in Corea del Sud (2012, di K.J. Kim), in Brasile (2014, di S. de A. Pereira Costa e M. C. V. Teixeira), in Giappone (2015, di S. Satoh, K. Matsuura e S. Asano) e in Olanda (2016, di N. Marzot, R. Cavallo e S. Komossa) a dimostrazione della amplissima rete scientifica che si è costruita intorno alle attività della associazione.
- ISUF organizza una sua Conferenza Internazionale, giunta quest'anno alla ventitreesima edizione in Cina. Nel 2015, la ventiduesima edizione, nella quale sono emersi con chiarezza gli elementi innovativi delle differenti linee di ricerca che gli associati portano avanti nelle rispettive sedi, si è tenuta presso la Università di Roma "La Sapienza", con il coordinamento scientifico del prof. Giuseppe Strappa, autore, tra gli altri, sui temi della morfologia urbana di: Strappa G. (1995), *Unità dell'organismo architettonico. Note sulla formazione e trasformazione dei caratteri degli edifici*, Dedalo, Bari e Strappa G. (2015), *L'architettura come processo*, Franco Angeli, Milano. Si vedano anche gli Atti della ventiduesima Conferenza di ISUF: Strappa G., Amato A.R.D., Camporeale A. (eds.) (2016), *City as organism. New visions for urban life. 22nd ISUF International Conference / 22-26 September 2015 Rome Italy*, U+D edition, Roma.

## References

- Aymonino C., Brusatin M., Fabbri G., Lena M., Lovero P., Lucianetti S., Rossi A. (1970), *La città di Padova. Saggio di analisi urbana*, Officina, Roma.
- Argan G.C. (1966), "Tipologia", in *Enciclopedia Universale dell'Arte*, vol. XIV, Istituto per la Collaborazione Culturale, Firenze.
- Caja M., Landsberger M., Malcovati S. (eds.) (2010), *Tipologia architettonica e morfologia urbana. Il dibattito italiano - antologia 1960-1980*, Il Libraccio-Lampi di stampa, Milano.
- Caja M., Landsberger M., Malcovati S. (eds.) (2016), *Tipo Forma Figura. Il dibattito internazionale 1970-1990*, Libraccio editore, Milano.
- Caniggia G. (1963), *Lettura di una città: Como*, Centro Studi di Storia Urbanistica, Roma.
- Caniggia G., Maffei G.L. (1979), *Composizione architettonica e tipologia edilizia - I Lettura dell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia.
- Caniggia G., Maffei G.L. (1984), *Composizione architettonica e tipologia edilizia - Il progetto dell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia.
- Marti Aris C. (1990), *Le variazioni dell'identità. Il tipo in architettura*, CLUP-Città Studi, Milano.
- Marti Aris C. (1993), "Tipo", in Semerani L. (eds.), *Dizionario critico illustrato delle voci più utili all'architetto moderno*, Edizioni C.E.L.I., Faenza.
- Moccia C. (2015), "Come radure nei boschi", in Schröder U., *I due elementi dell'edificazione dello spazio. Scritti scelti*, Aión, Firenze.
- Quatremère de Quincy A.C. (1832), "Type", in Id., *Dictionnaire historique d'architecture, comprenant dans son plan les notions historiques, descriptives, archéologiques, biographiques, théoriques, didactiques et pratiques de cet art*, Librairie d'Adrien Le Clere et Cie, Parigi.
- Rossi A. (1964), "Considerazioni sulla morfologia urbana e la tipologia edilizia", in AA.VV., *Aspetti e problemi della tipologia edilizia. Documenti del corso di caratteri distributivi degli edifici, a.a. 1963-64*, Cluva, Venezia.
- Rossi A. (1966), *L'architettura della città*, Marsilio, Padova.
- Schröder U. (2009), *Die zwei Elemente der Raumgestaltung. Ausgewählte Schriften*, Ernst Wasmuth Verlag, Tübingen- Berlin.
- Schröder U. (2015), *Pardié. Konzept für eine Stadt nach dem Zeitregime der Moderne A Concept for a City after the Time Regime of Modernity*, Verlag der Buchhandlung Walther König, Köln.
- Schröder U. (2015), *I due elementi dell'edificazione dello spazio. Scritti scelti*, Aión, Firenze.
- Strappa G. (1995), *Unità dell'organismo architettonico. Note sulla formazione e trasformazione dei caratteri degli edifici*, Dedalo, Bari.
- Strappa G. (2015), *L'architettura come processo*, FrancoAngeli, Milano.
- Strappa G., Amato A.R.D., Camporeale A. (Eds.) (2016), *City as organism. New visions for urban life. 22nd ISUF International Conference / 22-26 September 2015 Rome Italy*, U+D edition, Roma.
- Tafuri M. (1959), *Studi per un'operante storia urbana di Venezia*, I, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.
- Visconti F. (2008), "Analisi Urbana", in De Poli A. (Ed.), *Architettura\_Enciclopedia dell'architettura. vol. 1*, Federico Motta Editore - Il Sole 24 Ore, Milano.

*among other contributions, an interesting section which includes the articles published on "Urban Morphology" from 1998 to 2016, deepening the study of urban form in Spain (1998, by J. Vilagrà Ibarz), in France (1998, by M. Darin), in the US (2001, by M.P. Conzen), in Italy (2002, by N. Marzot), in Germany (2004, by B. Hofmeister), in UK (2006, by P.J. Larkham), in Australia (2006, by A. Siksna), in Canada (2006, by J. Gilliland and P. Gauthier), in Ireland (2008, by L. Kealy and A. Simms), in Sweden (2009, by A. Abarkan), in Poland (2010, by M. Koter and M. Kulesza), in Turkey (2010, by A.S. Kubat), in Portugal (2011, by V. Oliveira, M. Barbosa and P. Pinho), in South Korea (2012, by K. J. Kim), in Brasil (2014, by S. de A. Pereira Costa and M. C. V. Teixeira), in Japan (2015, by S. Satoh, K. Matsuura and S. Asano) e in Netherland (2016, by N. Marzot, R. Cavallo and S. Komossa) in order to demonstrate the extremely wide scientific network built around the activities of the association.*

- ISUF organizes its International Conference this year at the 23rd edition in China. In 2015, the 22nd edition was organized by University of Rome "La Sapienza", Scientific Coordinator prof. Giuseppe Strappa, author, among others, on the themes of urban morphology, of: Strappa G. (1995), Unità dell'organismo architettonico. Note sulla formazione e trasformazione dei caratteri degli edifici. Dedalo, Bari e Strappa G. (2015), L'architettura come processo, Franco Angeli, Milano. During the conference in Rome the innovative elements of the different research lines carried out by the members of different countries clearly emerged. See the Conference proceedings: Strappa G., Amato A.R.D., Camporeale A. (Eds.) (2016), City as organism. New visions for urban life. 22nd ISUF International Conference / 22-26 September 2015 Rome Italy, U+D edition, Roma.*

## L'apporto tecnologico e ambientale per la conoscenza dei distretti urbani

Mario Losasso

### ***Technological and environmental contribution for the knowledge of urban districts***

*The knowledge of the urban system is a complex issue, as it is made up of parts and elements that, even within a significant difference in scale, are closely interacting in morphology, functions and performance behaviors. The urban system, as a whole, but also in relations to its constitutive parts, is studied according to several types of reading, from the type-morphological to perceptual and to other ways of interpreting the physical phenomena, seen in their interrelation with the social, economic and environmental sphere.*

*The limited reading of sectoral aspects such as morphology of spaces, buildings and urban elements - resulting from the aggregation of multiple buildings and open spaces - the Technological Area has historically introduced methods of knowledge based on "new analytical tools, coming from other disciplines that contribute to the definition of architecture and construction": among these, the ones related to the logic of sustainability are certainly the most relevant and define a specific cultural direction "related to the habitat, concept which is not limited to physical and formal aspects but [...] oriented to the idea of environmental and socio-economic sustainability, prefiguring the current environmental governance approaches" (Schiaffonati et al., 2011).*

*Since its establishment (1969) the area of Architectural Technology has introduced the programmatically environmental issues in architecture providing "the basis for the reflection and discussion of general ideas and methods which, starting from ecology in the study on the consequences of the humans interventions on the natural environment, embraces many investigation fields" in relation to housing structures (Vittoria, 1970).*

*In the field of knowledge, the Architectural Technology scientific statute acknowledges the importance of multidisciplinary contributions or better the line of infra-disciplinary, also considering the opportunity of questioning established practices and skills, for a continuous updating of his own knowledge (Schiaffonati et al., 2011).*

*The systemic approach, other discipline's characterizing acceptance, is able to look at the construction of*

La conoscenza del sistema urbano rappresenta una problematica di carattere complesso poiché è costituito da parti ed elementi che, pur all'interno di una significativa differenza scalare, risultano strettamente interagenti dal punto di vista della morfologia, delle funzioni, dei comportamenti prestazionali. Il sistema urbano, nella sua interezza ma anche nelle sue parti costitutive, è studiato secondo numerose tipologie di lettura, da quelle tipo-morfologiche a quelle percettive e ad altre modalità di interpretazione dei fenomeni fisici, visti nella loro interrelazione con la sfera sociale, economica e ambientale.

Accanto alle letture circoscritte di aspetti settoriali quali quelli morfologici di spazi, manufatti edilizi ed elementi urbani - derivanti dall'aggregazione di più edifici e spazi aperti - l'Area Tecnologica ha storicamente introdotto modalità di conoscenza basate su «nuovi apporti analitici e strumentali, a partire anche da altri ambiti disciplinari che concorrono alla definizione e costruzione dell'architettura»: tra questi quelli più rilevanti sono quelli delle logiche della sostenibilità che definiscono una precisa direzione culturale «nella concezione dell'habitat, non limitata ai soli aspetti fisico-formali, ma [...] orientata a un'idea di sostenibilità ambientale e socio-economica preludio degli attuali approcci della governance ambientale» (Schiaffonati et al., 2011). Sin dalla sua istituzione (1969) l'area della Tecnologia dell'architettura ha inserito in maniera programmatica la dimensione ambientale in architettura, offrendo «la base per la riflessione e la discussione di idee e metodi generali che, partendo dall'ecologia nello studio sulle conseguenze degli interventi dell'uomo sull'ambiente naturale, abbracci numerosi campi di indagine» in relazione alle strutture abitative (Vittoria, 1970). Nel campo della conoscenza, lo statuto scientifico della Tecnologia dell'architettura opera nella convinzione della rilevanza di apporti multidisciplinari o meglio nella linea della infradisciplinarietà, valutando anche la possibilità di mettere in discussione conoscenze e pratiche consolidate, per un continuo aggiornamento del proprio sapere (Schiaffonati et al., 2011).

L'approccio sistemico, altra accezione caratterizzante della disciplina, è capace di guardare alla costruzione dell'habitat attraverso processi complessi, escludendo predeterminazioni e considerando invece il valore aggiunto offerto sia dalle relazioni fra le parti e fra aspetti fisico-materiali e immateriali, sia dal tutto da essi costituito secondo l'individuazione dei rapporti tra l'uomo e la costruzione del proprio habitat (Vittoria, 1976-77).

Attualmente esiste una sorta di migliore settaggio dell'approccio conoscitivo di tipo

esigenziale-prestazionale, dal quale derivano comportamenti degli artefatti che vanno valutati rispetto a standard, valori o qualità di riferimento. L'approccio esigenziale-prestazionale, sin dagli anni Sessanta in cui nasce all'interno delle logiche di problem solving e della progettazione razionale, è interessato al comportamento ("cosa ottenere") piuttosto che alle caratteristiche di oggetti fisici ("come ottenere" qualcosa). I requisiti, espressione di esigenze, possono essere quantificabili e non quantificabili e al loro soddisfacimento, o meno, vanno riferiti i comportamenti in condizioni d'uso (le prestazioni). In questo duplice ambito si muove quindi la conoscenza, rispettivamente, nella rispondenza dell'esistente a specifici requisiti attraverso variabili di prestazione o attributi di prestazione. L'evoluzione dell'approccio esigenziale-prestazionale prende oggi in considerazione una sua «dimensione meno deterministica e più aderente alla complessità che caratterizza la qualità dell'abitare» (Lauria, 2014). I passaggi evolutivi sono molteplici, a partire dalla feconda relazione con altri campi del sapere. Le modalità che utilizzano sistemi di indicatori - di più semplice gestione rispetto a sistemi di specificazioni di prestazione - consentono di comprendere gli effetti, determinati da molteplici agenti<sup>1</sup>, attraverso simulazioni delle condizioni di esercizio di spazi aperti, edifici, elementi urbani, ottenute con strumenti di IT e metodologie di gestione di database. A titolo di esempio, attraverso una mutuaione dal campo ambientale, acquista rilievo il passaggio dai modelli semplificati di interpretazione della realtà (del tipo DPR, Stato - Pressione - Risposta), proposto dall'Oecd nel 1993, a modelli adottati all'inizio degli anni 2000 dalla Eea - Agenzia Europea per l'Ambiente e dalla rete Europea di Informazione e Osservazione. I modelli DPSIR (Driving forces, Pressione, Stato, Impatti, Risposta) sono utilizzati con l'obiettivo di rendere la raccolta dati più efficace e meglio valutabile nel sistema di relazioni multiple e di retroazioni. Conoscenza e indagini critiche sono finalizzate a sostenere approcci innovativi nella valutazione degli assetti e delle prestazioni del sistema urbano e delle sue parti di fronte ai nuovi scenari di criticità quali gli hazard dovuti ai fenomeni di ondata di calore e pluvial flooding, che hanno determinato nelle città condizioni di esercizio e di vivibilità del tutto nuove e in parte inaspettate a causa di impatti profondamente sfavorevoli. Gli esiti delle conoscenze sono quindi funzionali alla sperimentazione di progetti pilota quale premessa per sostenere linee di sviluppo sostenibile nell'ambito delle prestazioni dello spazio abitabile, di edifici, servizi e infrastrutture urbane. Anche il quadro normativo di riferimento si è evoluto nel tempo. Partendo dalle Norme UNI sul sistema edilizio (scomposto nelle sue parti funzionali-spaziali, ambientali e tecnologiche) e sulle rispettive prestazioni, sviluppate negli anni Ottanta e Novanta, l'attuale quadro di riferimento si è allargato al quadro dell'ecocompatibilità e della sostenibilità. Il quadro normativo nazionale, con particolare riferimento alle problematiche del fabbisogno energetico e alla riduzione degli impatti ambientali, si è stabilizzato in un'ottica prestazionale con riferimento alle Direttive Europee in materia di ambiente ed energia (2002/91/CE e 2010/31/UE).

*the habitat through complex processes, excluding predeterminations and considering instead the added value both of the relations between the parties and the physical-material and immaterial aspects, both of the whole which they form according to the identification of relations between the human and the construction of his habitat (Vittoria, 1976-77).*

*There is currently a sort of better setting of the need-performance based approach, which involves the assessment of the artifacts behavior compared to standards, values or reference qualities. The need-performance based approach, born in the 60s within problem solving logics and rational design, is interested in the behavior ("what to get") rather than the characteristics of physical objects ("how to get" something). Requirements, needs' expression, can be quantifiable and unquantifiable, and the behaviors in the conditions of use (performance) must be reported according to their fulfilment.*

*The knowledge therefore moves in this double context, respectively in compliance with specific requirements of the existing through performance variables or performance attributes. The evolution of the need-performance based approach is today leading to consider "its less deterministic dimension and closer to complex nature of the quality of living" (Lauria, 2014).*

*The development steps are multiple, starting from the fruitful relation with other knowledge fields. Methods that use systems of indicators - easier to manage compared to systems of performance specifications - exist today to understand the effects, determined by various agents<sup>6</sup>, through the simulations of use's condition of open spaces, buildings and urban elements, obtained with IT tools and database management methods. As an example, lent from environmental field, the transition from the simplified models of interpretation of reality (like DPR, Drivers - Pressure - Response) - as proposed by the OECD in 1993 - into the models adopted in the early '2000 by Eea - European Environment Agency and the European Information and Observation network stands out. The DPSIR models (Driving forces, Pressure, State, Impact, Response) are used with the aim of increasing the effectiveness data collection and their evaluation in a system constituted by multiple relations and feedbacks. Knowledge and critical investigations aim to support innovative approaches in the evaluation of the structure and performance of the urban system and its parts in new critical scenarios such as hazards due to heat waves and pluvial flooding phenomena, that led to new and partly unexpected working and living conditions in the cities because of deeply adverse impacts. The knowledge outcomes are therefore functional in testing pilot projects as a prelude to support sustainable development strategies in relation to the performance of the livable space, buildings, urban services and infrastructures.*

*The reference regulatory framework evolved over time. Starting with UNI standards on the building system (sub-divided into its functional-spatial, environmental and technological parts) and performance, developed in the 80s and 90s, the current frame work has expanded to eco-compatibility and sustainability. The national framework, with particular reference to the issues of energy needs and environmental impacts reduction, has set a performance approach in line with the European Directives on the environment and energy (2002/91 / EC and 2010/31 / EU).*

*The knowledge of the built environment currently provides on the one hand the statement of the physical, functional and cultural aspects of existing buildings, on the other behaviors related to dynamic and evolutive mechanisms based on interactions between physical space, places, external agents (natural and artificial). «The emerging theoretical framework is configured as a knowledge process, a flow of conceptual and instrumental operations which, starting from the data and information available (topology, materials, construction systems, physical and historical context, cultural, social, economic aspects, etc.) leads first to its modelling (result of the data selection and interpretation) and, then, to its representation and to the selection of intervention and maintenance techniques. In this frameworks the buildings are configured, rather than as objects, as real complex systems, often so layered and interconnected, that they appear basically irreducible to repeatable interventions without a tailored, integrated, multi-disciplinary, holistic approach in other words»(Caterina 2016, pp. 33-35), inside the knowledge of the urban system and its constituent parts.*

#### **The objective of technological and environmental analysis for understanding the urban system**

*The technological and environmental knowledge of the urban system in relation to specific critical phenomena (pluvial flooding and heat wave), aims to identify the characteristics and performance of the built environment to achieve useful databases to define strategies, framing data and quantitative and qualitative informations in relation to a systemic and process logic. The ability to look to the preservation or redevelopment of habitat through complex processes excludes predeterminations, considering the added value offered by the relations between the parties and between physical material and intangible aspects. The objective of the analysis is to identify the relations between settlement principles processes of implementation and formation of built space in the functional, socio-productive and urban identity response, considering the need to gain multiple quantitative data of the physical space next to synthetic qualitative aspects and other not measurable aspects.*

*The knowledge in the technological and environmental*

Attualmente, la conoscenza dell'ambiente costruito prevede da un lato l'esplicitazione delle caratteristiche fisiche, funzionali e culturali del costruito esistente, dall'altro le modalità di comportamento in relazione ai meccanismi dinamici ed evolutivi basate sulle interazioni tra spazio fisico, luoghi, agenti esterni (naturali e artificiali). «Il quadro teorico che ne emerge si configura come un processo di conoscenza, un flusso, cioè, di operazioni concettuali e strumentali che, a partire dai dati e dalle informazioni disponibili (topologia, materiali, sistemi costruttivi, contesto fisico e storico, aspetti culturali, sociali, economici ecc.) conduce, prima alla sua modellazione (risultato della selezione e interpretazione dei dati) e, quindi, alla sua rappresentazione e alla selezione delle tecniche di intervento e di manutenzione. In questo quadro gli edifici si configurano, più che come oggetti, come veri e propri sistemi complessi, spesso talmente stratificati e interconnessi, da apparire sostanzialmente irriducibili a interventi ripetibili senza un approccio su misura, integrato, pluridisciplinare, in altre parole olistico» (Caterina 2016, pp.33-35), all'interno della conoscenza del sistema urbano e delle sue parti costitutive.

#### **Obiettivi delle analisi di carattere tecnologico e ambientale per la conoscenza del sistema urbano**

In campo tecnologico e ambientale la conoscenza del sistema urbano in relazione a specifici fenomeni critici (*pluvial flooding* e ondata di calore), ha l'obiettivo di individuare caratteristiche e prestazioni del costruito per realizzare banche dati utili a definire strategie, inquadrando dati e informazioni di carattere quantitativo e qualitativo in relazione a logiche sistemiche e di processo.

La capacità di guardare alla salvaguardia o alla riqualificazione dell'habitat attraverso processi complessi esclude predeterminazioni, considerando invece il valore aggiunto offerto dalle relazioni fra le parti e fra aspetti fisico-materiali e aspetti immateriali. Obiettivo delle analisi 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 ad altri aspetti non misurabili.

La conoscenza in ambito tecnologico e ambientale consente di valutare il grado di rispondenza prestazionale o di tipo qualitativo a varie scale - dei distretti del sistema urbano, di unità edilizie complesse, edifici e spazi aperti - e in relazione alla vulnerabilità ai fenomeni considerati.

Attraverso tale approccio si attuano lo studio e il controllo delle relazioni multiscolari (anch'esse quantitative e qualitative) tra organismi edilizi, ambiente costruito e ambiente naturale, allo scopo di prevedere, in fasi successive, appropriate soluzioni progettuali e processuali per l'adattamento del sistema in base a modalità di antropizzazione sostenibili.

All'interno degli obiettivi precedentemente delineati, si inquadrano infine i seguenti campi di conoscenza prevalenti, relativi a:

- processi di trasformazione/modificazione dell'insediamento;
- orientamento solare, tracciati e tipologia dell'insediamento;
- tipologie delle aggregazioni edilizie;
- tecnologie e soluzioni costruttive;
- relazioni funzionali-spaziali tra le parti;
- prestazioni ambientali;
- comportamento termico dell'involucro edilizio e degli spazi aperti in regime estivo e invernale;
- condizioni di comfort indoor e outdoor;
- utilizzo sostenibile delle risorse;
- vincoli alle trasformazioni.

Obiettivo di alcune analisi è il supporto alla elaborazione dei dati al fine di contribuire a ottenere indicatori sintetici. L'approccio analitico esigenziale-prestazionale e quello sistemico sono strettamente correlati. Essi rappresentano un valore aggiunto per la duttilità offerta alle esigenze di una ricerca complessa, mirata alla conoscenza e alla valutazione delle condizioni pre e post interventi simulati di riduzione del grado di vulnerabilità del sistema urbano nei confronti degli effetti di specifici hazard, prevedendo la proposizione di strategie e soluzioni di adattamento.

#### **Tipologie di analisi**

Le analisi riguardano i seguenti tre ambiti individuati secondo la suddivisione in sottosistemi del Sistema edilizio, strumentale per il controllo di alcune specificità dell'ambiente costruito, contenuta nella Norma UNI 10838:1999 - Edilizia. Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia:

- Sistema funzionale-spaziale: insieme strutturato degli elementi spaziali definiti attraverso le loro funzioni, le dimensioni, la morfologia, le loro posizioni reciproche e rispetto all'ambiente esterno.
- Sistema ambientale: insieme strutturato delle unità ambientali e degli elementi spaziali, definiti nelle loro prestazioni e nelle loro relazioni.
- Sistema tecnologico: insieme strutturato di unità tecnologiche e/o di elementi tecnici definiti nei loro requisiti tecnologici e nelle loro specificazioni di prestazione tecnologica.

Tale suddivisione è rapportata, per quanto riguarda l'approccio esigenziale-prestazionale e i relativi requisiti, alla norma UNI 8290 parte 1 - Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia (1981), parte 2 - Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti (1983) e parte 3 - Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti (1987).

Le analisi funzionali-spaziali, ambientali e tecnologiche prevedono l'applicazione di

*field allows to assess the degree of performance compliance or qualitative response at different scales - of the urban system's districts, complex building units, buildings and open spaces - and in relation to the vulnerability to the hazard considered. Through this approach the study and control of multi-scale relations (quantitative and qualitative) between buildingd sequentials, built and natural environment is implemented to predict, in steps, appropriate design and procedural solutions for the adaptation of the system based on sustainable anthropization methods.*

*Within the previously outlined targets, the following prevailing fields of knowledge are finally framed:*

- *settlement transformation / modification processes;*
- *solar orientation, paths and settlement layouts and typology;*
- *types of building aggregations;*
- *constructive technologies and solutions;*
- *spatial functional relations between the parts;*
- *environmental performance;*
- *of thermal performance in summer and winter conditions;*
- *indoor and outdoor comfort conditions;*
- *sustainable use of resources;*
- *transformation constraints.*

*The target of some analyses is the support to the data processing in order to support the development of synthetic indicators. The analytical need performance approach and the systemic one are closely related. They represent an added value for the flexibility offered to the needs of a complex research aimed to the knowledge and evaluation of the ex-ante conditions in relation to the simulated actions aimed at the reduction in the level of vulnerability of the urban system to the specific hazards, providing adaptation of strategies and solutions.*

#### **Types of analysis**

*The analyses cover the following three areas identified according to the subdivision into the building system or subsystem, needed to control some built environmental specificities, included in the UNI 10838:1999 - Building - Terminology for users, performances, building process and quality:*

- *Functional-spatial system: structured set of spatial elements defined by their functions, size, morphology, their respective positions and in relation to the external environment.*
- *Environmental system: structured set of environmental units and spatial elements defined in their performance and relations.*
- *Technological system: structured set of technological units and / or technical elements defined in their technology requirements and their technological performance specifications.*

*This division is compared, with regard to the need-performance approach and its requirements, to the UNI*

8290 part 1 - Residential building. Building elements. Classification and terminology (1981), part 2 - Residential building. Building elements. Requirements analysis (1983) and part 3 - Residential building. Building elements. Analysis of agents (1987). *The functional-spatial, environmental and technological analyses intend to apply methodologies and tools for knowledge and evaluation of performance and objectual aspects (features, functions and activities). The qualitative relational aspects between parts or elements of the urban system have been also investigated. Specifically, the following are considered: urban districts, urban parts or neighborhoods; urban elements (residential units, blocks, curtains, complex or informal aggregations); buildings; urban layouts (roads, infrastructural elements and elements of environmental significance); open spaces. According to the described items, the knowledge moves on the double characterization of quantitative and qualitative variables. To assess quantitatively the level of compliance to connoting requirements performance indicators are used (for example, the value of the building envelope thermal transmittance). Other analyses of the quantitative variables are objectual, such as the texture of the buildings and open spaces in their physical, geometrical, morphological data. Objectual and punctual knowledges (such as construction characteristics of the building envelope) are used to process recurring conditions for sample to use the results, based on occurrences of the sampled built fabric characteristics, for the development of specific thematic maps or to define the rational data for calculating the performance of some value. The qualitative variables (for example, the hierarchies of urban layouts or their orientation in the relation to the orientation, relations between buildings and open spaces, etc.) enable to better understand the non-deterministic components in the urban system analysis most closely linked to the context, places, environmental flows, orientation, functions. In the performance or qualitative analysis the requirements can be related to seven major classes of need: safety, health, usability, appearance, integration, management, environmental protection (cf. UNI 8289:1981). These classes have been integrated through the UNI 11277:2008 Building sustainability. Ecocompatibility requirements and needs of new and renovated residential and office building design, which includes: environmental protection; rational use of resources; well being, user hygiene and health. A requirement is intended as translation of a need in factors which allows to identify the satisfaction conditions of a building structure or its spatial or technical parts, in specific conditions of use and / or stress. The performance specification is the expression of*

metodologie e strumenti per la conoscenza e la valutazione di prestazioni e aspetti oggettuali (caratteristiche, funzioni e attività). Sono altresì indagati aspetti qualitativi relativi a relazioni fra parti o elementi del sistema urbano. In particolare, vengono presi in considerazione: distretti urbani, parti urbane o quartieri; elementi urbani (unità residenziali, isolati, cortine, aggregazioni complesse o informali); edifici; tracciati urbani (viari, elementi infrastrutturali ed elementi di rilevanza ambientale); spazi aperti. In base agli elementi descritti, le conoscenze si muovono sulla duplice caratterizzazione delle variabili quantitative e delle variabili qualitative. Per valutare in termini quantitativi le risposdenze a requisiti connotanti sono utilizzati indicatori prestazionali (per esempio, il valore della trasmittanza termica dell’involucro edilizio). Altre analisi relative alle variabili quantitative sono di tipo oggettuale, come, per esempio, la consistenza degli edifici e degli spazi aperti nei loro dati materici, geometrici, morfologici. Conoscenze di carattere oggettuale e puntuale (quali le caratteristiche costruttive dell’involucro edilizio) sono utilizzate per elaborare abachi di campionatura al fine di utilizzare i risultati, in base alle ricorrenze delle caratteristiche campionate nel tessuto edificato, per l’elaborazione di carte tematiche specifiche o per determinare i dati razionali per il calcolo del valore di alcune prestazioni. Le variabili qualitative (per esempio, le gerarchie dei tracciati urbani o la loro disposizione in relazione all’orientamento; le relazioni fra edifici e spazi aperti; ecc.) consentono di comprendere meglio quelle componenti non deterministiche nell’analisi del sistema urbano e delle sue parti maggiormente legate al contesto, ai luoghi, ai flussi ambientali, all’orientamento, alle funzioni. Nelle analisi prestazionali o qualitative i requisiti sono rapportabili a sette principali Classi di esigenza: sicurezza, benessere, fruibilità, aspetto, integrabilità, gestione, salvaguardia ambientale (cfr. Norma UNI 8289:1981). Tali Classi sono state integrate attraverso la successiva Norma UNI 11277:2008 Sostenibilità in edilizia. Esigenze e requisiti di ecocompatibilità dei progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, di nuova edificazione e ristrutturazione che prevede: salvaguardia ambientale; utilizzo razionale delle risorse; benessere, igiene e salute dell’utente. Un requisito è inteso come traduzione di un’esigenza in fattori atti a individuarne le condizioni di soddisfacimento da parte di un organismo edilizio o di sue parti spaziali o tecniche, in determinate condizioni d’uso e/o di sollecitazione. La specificazione di prestazione rappresenta l’espressione del requisito secondo valori di variabili e/o attributi univocamente determinati che definiscono l’obiettivo di qualità da perseguire attraverso il progetto. Nelle analisi che li utilizzano, i requisiti vengono classificati in relazione ai sottosistemi di riferimento del Sistema edilizio (funzionali spaziali; ambientali; tecnologici; (cfr Norma UNI 10838:1999), la cui individuazione passa attraverso l’analisi delle esigenze confrontate con i sistemi di agenti, ovvero dei fattori ambientali ed economici che interessano gli edifici (cfr. Norma UNI 8290-3:1987). L’elenco dei requisiti è suscettibile

di espansione e variazione nel tempo, considerando comunque appropriati parametri che li misurino. In relazione ai tre sistemi - funzionale-spaziale, ambientale e tecnologico - nelle analisi prestazionali si fa riferimento a sistemi di requisiti, a cui sono abbinate specificazioni di prestazione o, in casi di sistemi che richiedono gestioni complesse dei dati, a indicatori prestazionali.

### Analisi ambientali

<b>Definition of requirements and performance specifications (cfr. UNI 10838:1999. Building Terminology for users, performances, quality and building process)</b>
<b>Functional-spatial requirement:</b> transposition of a need in geometric-dimensional and space-organizing factors to identify the conditions for the satisfaction of a spatial element.
<b>Functional-spatial specification:</b> expression of a functional-spatial requirement, according to values of variables and/or uniquely defined attributes, which defines and bounds the required functional-spatial quality.
<b>Environmental requirement:</b> transposition of a need in physical-environmental factors and in demand of technological services to identify the conditions of satisfaction by an environmental unit.
<b>Specification of environmental performance:</b> expression of an environmental requirement, according to values and/or attributes uniquely defined, given to a spatial element or to a group of spatial elements of the project.
<b>Technological requirement:</b> transposition of a need in technical-scientific factors to identify the conditions of satisfaction by a technological subsystem and/or a technical element
<b>Specification of technological performance:</b> expression of a technological requirement, according to values of variable and/or uniquely defined attributes, given to a technical element and/or a technological subsystem.

Le analisi ambientali di elementi urbani, edifici e spazi aperti sono riferite all’azione dei principali agenti naturali<sup>2</sup> (cfr. Norma UNI 8290-3:1987, Edilizia residenziale, Sistema tecnologico, Analisi degli agenti) quali soleggiamento, ventilazione naturale, precipitazioni atmosferiche e altri che hanno inferenze sugli hazard correlati ai fenomeni di pluvial flooding e ondata di calore. Le analisi ambientali relative agli edifici residenziali sono riferite ad alcuni parametri caratterizzanti al fine della valutazione del comportamento in condizioni di esercizio, quali: il fabbisogno energetico, le emissioni di CO<sub>2</sub>, il comportamento termico in regime estivo, il soleggiamento. Relativamente agli spazi aperti, i parametri da considerare nelle analisi ambientali sono: radiazione solare diretta; emissioni di CO<sub>2</sub> degli spazi aperti; Sky View Factor; ventilazione naturale, umidità relativa, temperatura dell’aria, temperatura superficiale, temperatura media radiante, albedo, comfort termico percepito (PMV).

*the requirement in variable values and / or uniquely determined attributes which define the quality goal to be pursued through the project. In the analyses, the requirements are classified in relation to the subsystems of the building system (spatial functional; environmental; technological; cf. UNI standard 10838:1999), whose identification goes through the needs analysis compared with the agents systems or the environmental and economic factors that affect the buildings (cf. UNI 8290-3:1987). The requirements list is susceptible to grow and change over time, considering always appropriate parameters to measure them. In relation to the three systems - functional-spatial, environmental and technological - the performance analyses refer to the requirements systems, which are matched with performance specifications or, in case of systems that require complex management of data, in performance indicators. Environmental analyses The environmental analyses of urban elements, buildings and open spaces are referred to the action of the main natural agents<sup>2</sup> (cf. UNI 8290-3:1987 residential buildings, technological system, analysis of the agents) as sun orientation, natural ventilation, rainfall and others who inference on the hazard related to pluvial flooding and heat wave phenomena. Environmental analyses in residential buildings are related to certain characterizing parameters for the behavioral assessment in operating conditions, as the energy demand, CO<sub>2</sub> emissions, the thermal behavior in summer, the sun orientation. With regard to the open spaces, the parameters to be considered in the environmental analysis are: direct solar radiation; CO<sub>2</sub> emissions; Sky View Factor; natural ventilation, relative humidity, air temperature, surface temperature, mean radiant temperature, albedo, Predicted Mean Vote (PMV). Functional - spatial analyses The functional-spatial analyses concern quantitative and qualitative variables affecting the knowledge of settlement principles (orientation of the layouts, characteristics of urban elements and of buildings types with regard to requirements as correlation, usability, sun orientation, passive natural ventilation, etc.). The urban structure (urban parts, neighborhoods, urban districts) of urban elements (blocks, residential units, curtains, complex or informal aggregations, etc.) and single buildings. With reference to the hierarchy of layouts and other major elements (infrastructure, elements of environmental significance) in relation to the special buildings (monuments, facilities and urban services or neighborhood, etc.). Other types of analysis involve those related to spaces, to identify the relations between roads and open spaces of different types, as well as the public, private or collective use. In the analysis of use there is the aim of getting a first outline of the locations, quantities, relations between special and serial buildings, activities*

*(tertiary, manufacturing), unused buildings.*

**Technological analyses**

*The technological analyses related to buildings and urban elements concern the construction techniques in relation to buildings types and construction periods, the shape factor, the wall/window ratio, the number of floors and the buildings height. The construction techniques analysis highlighted thicknesses, layers and construction materials are to get envelopes thermal performance data. The analysis on the structural characteristics of facades and roofs is useful to provide data to the evaluation of some indicators (albedo, surface temperature, etc.) in the field of environmental analysis. With regard to the open spaces, the technological analysis concern the characteristics of soil surfaces, distinguishing permeable and not permeable soils and identifying construction materials and techniques of paving and of urban equipment elements, in order to provide useful data for the evaluation of albedo indices within the environmental analysis.*

**Analysis of the socio-economic conditions**

*The analysis of the socio-economic conditions is relevant because it allows to match physical and performance data (resulting from other types of analysis) with data on population, especially related to employment and family status. The data is detectable by ISTAT databases selecting the various components with respect to hazard's exposure considering the population density, the relation between the number of inhabitants and the land area, the persons, population age, family composition, not income eamers, unemployed.*

**Methods and tools**

*For the knowledge management, set in fields and levels not always homogeneous and therefore not always normalizable, the experimental approach to research starts from consolidated classification fields seen as ordered and hierarchical identification of the structure and elements for the recognition of urban phenomena. Including inevitably some socio-economic components, and simulating them in a real context the knowledge replicability is expected. The reliability of this assumption comes from the knowledge sharing that set the effective integration of University educational models with the operating models of industrial partners and P.A. engaged in concrete programs.*

*For a particular type of request that starts from the public needs, the final evaluation process becomes important downstream of the acquired knowledge and its processing, to develop predictive models in the environmental technology field for the quantification of the effects due to the action the of hazard considered to predict the expected results confirming the operation level of the model. Specifically, the effect of an intervention can be defined by the difference between the intervention and the*

***Analisi funzionali-spaziali***

Le analisi funzionali-spaziali riguardano variabili quantitative e qualitative, interessando la conoscenza dei principi insediativi (orientamento dei tracciati, caratteristiche delle tipologie di elementi urbani e di edifici in relazione ai requisiti di correlazione, fruibilità, soleggiamento, ventilazione naturale passiva, ecc.), della struttura urbana (parti urbane, quartieri, distretti urbani), degli elementi urbani (isolati, unità residenziali, cortine, aggregazioni complesse o informali, ecc.) e dei singoli edifici. Con riferimento alla gerarchia dei tracciati viari e di altri elementi notevoli (infrastrutture, elementi di rilevanza ambientale) in relazione agli edifici di carattere specialistico (monumenti, attrezzature e servizi di rilievo urbano o di quartiere, ecc.). Altre tipologie di analisi riguardano quelle relative agli spazi, al fine di individuare le relazioni fra spazi stradali e spazi aperti di varia tipologia, nonché quelli pubblici, privati, collettivi. Nelle analisi delle destinazioni d’uso si ha la finalità di ottenere un quadro preliminare delle ubicazioni, delle quantità, delle relazioni fra edifici specialistici, seriali, attività (terziarie, produttive), edifici dismessi.

***Analisi tecnologiche***

Le analisi tecnologiche relative a elementi urbani ed edifici riguardano le tecniche costruttive in relazione ai tipi edilizi e alle epoche di costruzione, il relativo fattore di forma, il rapporto in facciata di superfici vetrate e opache, numero di piani e altezza degli edifici. Dall’analisi delle tecniche costruttive sono evidenziati gli spessori, le stratificazioni e i materiali da costruzione in modo da ottenere per gli edifici i dati sulle prestazioni termiche degli involucri. Le analisi sulle caratteristiche costruttive di facciate e coperture è utile per fornire dati alla valutazione di alcuni indicatori (albedo, temperatura superficiale, ecc.) nell’ambito delle analisi di tipo ambientale. Relativamente agli spazi aperti le analisi tecnologiche attengono il trattamento e le caratteristiche delle superfici dei suoli, distinguendo in suoli permeabili e suoli non permeabili e individuando materiali e tecniche di realizzazione di pavimentazioni ed elementi di attrezzatura urbana, al fine di fornire dati utili per la valutazione degli indici di albedo all’interno delle analisi ambientali.

***Analisi delle condizioni socio-economiche***

L’analisi delle condizioni socio-economiche è rilevante perché consente di incrociare dati di carattere fisico e prestazionale, derivanti dalle altre tipologie di analisi, con dati relativi agli abitanti, particolarmente riferiti alla condizione lavorativa e al nucleo familiare. I dati sono rilevabili dalle banche dati ISTAT selezionando le varie componenti rispetto alla esposizione a fenomeni impattanti, considerando densità di popolazione, rapporto tra il numero di abitanti e la superficie territoriale, età della popolazione, composizione dei nuclei familiari, non percettori di reddito, disoccupati.

**Metodi e strumenti**

Per la gestione delle conoscenze, impostate in ambiti e livelli non sempre omogenei e quindi non sempre normalizzabili, l’approccio sperimentale alla ricerca parte da consolidati ambiti di classificazione intesi come individuazione ordinata e gerarchica della struttura e degli elementi per la riconoscibilità dei fenomeni urbani. Includendone inevitabilmente alcune componenti socio-economiche, si prevede la riproducibilità delle conoscenze simulandole in un contesto reale. L’attendibilità di tale ipotesi deriva dalla condivisione delle conoscenze che determina una efficace integrazione dei modelli di studio realizzati in ambiente universitario con i modelli operativi dei partner industriali e della P.A. impegnati in programmi concreti.

Per un particolare tipo di domanda che parte dalle esigenze pubbliche, diventa importante il processo valutativo finale, a valle delle conoscenze acquisite e della loro elaborazione, al fine di sviluppare modelli predittivi in campo tecnologico-ambientale, per la quantificazione degli effetti dovuti all’azione degli hazard considerati, in modo da prevedere risultati attesi che confermino il grado di funzionamento del modello. In particolare, l’effetto di un intervento può essere definito in base alla differenza tra l’esito successivo all’attuazione dell’intervento e la condizione osservabile in assenza di intervento. Quindi l’effetto è definibile come differenza tra il valore osservabile e il valore simulato. Il contributo netto di un intervento si ottiene separandolo dai molteplici fattori, estranei all’intervento, che influenzano comunque i destinatari e le loro condizioni o comportamenti. A rigore, un effetto non può mai essere osservato (né quindi “misurato”) direttamente, perché non è possibile osservare contemporaneamente gli stessi oggetti nello status di beneficiari di un intervento e in quello di non-beneficiari.

Un approccio per campionature consente di attuare una stima dell’effetto derivata calcolando la differenza pre e quella post, rispondendo a una specifica domanda di valutazione sulla quantificazione degli effetti. Considerando alcuni limiti applicativi del metodo sperimentale e dei limiti conoscitivi dei metodi non-sperimentali, si dovrà analizzare in profondità il legame causale tra l’intervento e i suoi effetti (Martini, 2006). Entro tale quadro conoscitivo, gli indicatori svolgono un ruolo utile nella valutazione, descrivendo gli effetti in relazione a specifiche cause, fornendo punteggi di supporto agli interventi e all’allocazione di risorse, nonché per confrontare dati in ingresso e in uscita al fine di misurare l’efficienza dei processi e degli interventi o per identificare cosa sarebbe accaduto in assenza di iniziative.

I metodi utilizzati riguardano le classificazioni in relazione a specifici parametri, le metodologie di comparazione (tipo-morfologiche, geometriche, prestazionali, ecc.), metodi di rilevamento quantitativo o qualitativo di dati con l’utilizzo di strumenti di campagna in situ (termocamera), strumenti di simulazione IT (Information Technology) di condizioni di esercizio (ventilazione, soleggiamento, carico termico, ecc.) elaborati in base ai dati ambientali e contestuali.

*observable condition in the absence of it. Effect is defined as the difference between the observed value and the simulated value. The net contribution of an intervention is obtained by separating it from many factors, external to the intervention itself, which still affect the recipients and their conditions or behaviors. Strictly, an effect can never be directly observed (or so “measured”), because its not possible to simultaneously observe the same objects in the status of the beneficiaries and that of non-beneficiaries of an intervention.*

*A sampling approach-based allows to implement an estimate by calculating the difference ex ante/post, answering to a specific request on the evaluation about quantification of the effect. Considering some application limits of the experimental method, and limited knowledge of the non-experimental methods, in depth an analyses or the causal link between the intervention and its effects is needed (Martini, 2006).*

*Within this knowledge frame where, the indicators play a useful role in the assessment, describing the effects in relation to specific causes, providing benchmarking the interventions and the allocation of resources, also to compare in support of inputs and outputs in order to measure the efficiency of processes and interventions or to find what would happen without actions.*

*The methods used concern classifications in relation to specific parameters, the comparison methods (type-morphological, geometric, performance, etc.), methods for data quantitative or qualitative acquisition with the use of campaign tools on site (thermal camera), IT simulation tools of operating conditions (ventilation, orientation, heat load, etc.) processed according to environmental and contextual data.*

**Products**

*The main analysis' results can be identified in the thematic maps resulting from data collection both massive (through databases), both sampled and extendable according to an effective level of approximation in homogeneous contexts. The main thematic maps cover some basic aspects for understanding the relation between functional, spatial, environmental and technological dimensions, defining hierarchies, relations, locations, public / private value, induced effects, conditions of use, performance levels. Other products technological sheets and thematic maps related to the characteristics and performance of urban parts typable as complex residential units, urban elements, buildings and open spaces.*

*a) Thematic maps -Functional-spatial analysis. Open spaces: conditions of use. In the thematic map are highlighted basic constituent elements such as green spaces (subdivided in private, collective, public spaces), the vehicle and pedestrian spaces (also divided in private, collective, public spaces) and the residual spaces. These maps*

highlight the use of spaces: public (characterized by a social use and open to the entire community), collective (used by restricted communities, such as school, residential, etc.), private (not accessible to the public). A specific aspect concerns the residual spaces that, even if public or private, are not used because they have no specific function and use conditions.

-Functional-spatial analysis. Destination of use of buildings and spaces. It considers the main activities (residential, commercial, commercial and industrial), the functions of the special buildings, public facilities and services.

-Functional-spatial analysis. Building types. The thematic map concern the classification of buildings according to recurring buildings types (row houses, tower, isolated block, coupled block, single-family, court) and aims to correlate the typological - which admits typable volumes and heights within some ranges - with the thermal performance data.

-Functional-spatial analysis. Roads, specialized buildings and environmental significance elements. The map gives the hierarchy of the layout - subdivided into specific categories of roads, slarghi, squares - integrated with special building and elements of environmental

**Analisi funzionale-spaziale di un ambito urbano a Ponticelli (Napoli) / Functional-spatial analysis of an urban area in Ponticelli (Naples).** Processed by G. Iorio, P. La Manna, G. Ambrosino.

## Prodotti

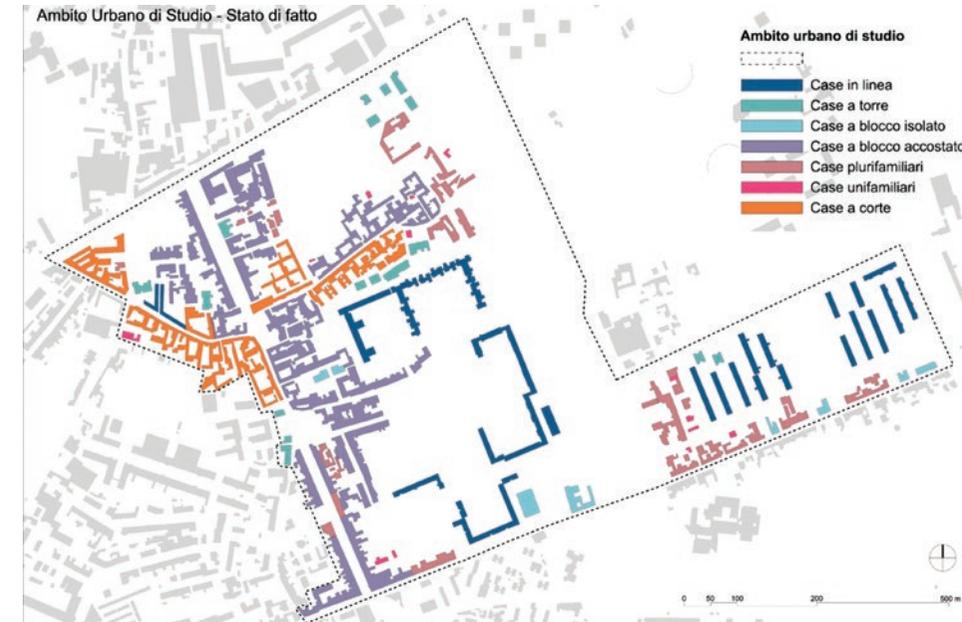
I principali prodotti dell'analisi possono essere individuati nelle carte tematiche, derivanti dall'inquadramento planimetrico della raccolta dati sia massiva (attraverso banche dati), sia a campione ed estendibile secondo un grado di efficace approssimazione in contesti omogenei.

Le principali carte tematiche riguardano alcuni aspetti essenziali per la comprensione del rapporto fra aspetti funzionali-spaziali, ambientali e tecnologici, definendo gerarchie, relazioni, ubicazioni, valore pubblico/privato, effetti indotti, condizioni d'uso, livelli prestazionali.

Altri prodotti riguardano appropriate schedature e carte tematiche relative alle caratteristiche e alle prestazioni di parti urbane tipizzabili quali unità residenziali complesse, elementi urbani, edifici e spazi aperti.

a) Carte tematiche

- Analisi funzionale-spaziale. Spazi aperti: condizioni d'uso. Nella carta tematica sono messi in evidenza gli elementi costitutivi di base quali gli spazi verdi (distinti nella loro valenza di spazi privati, collettivi, pubblici), gli spazi carrabili e pedonali (anch'essi distinti nella loro valenza di spazi privati, collettivi, pubblici) e gli spazi residuali. Tali carte restituiscono l'uso degli spazi: pubblico (caratterizzato da un uso



sociale e aperto all'intera comunità), collettivo (utilizzato da comunità circoscritte, quali quelle scolastiche, condominiali, ecc.), privato (non accessibile al pubblico). Un particolare aspetto riguarda gli spazi residuali che, pur se con proprietà pubblica o privata, nel loro uso non vengono utilizzati in quanto privi di funzioni specifiche e condizioni di utilizzo.

- Analisi funzionale-spaziale. Destinazione d'uso di edifici e spazi. La carta prende in considerazione le principali attività (residenziale, terziario commerciale e industriale), le funzioni degli edifici specialistici, le attrezzature e i servizi.

- Analisi funzionale-spaziale. Tipologie edilizie. La carta tematica riguarda la classificazione degli edifici in base alle tipologie edilizie ricorrenti (case in linea, a torre, a blocco isolato, a blocco accostato, unifamiliari, a corte) ed è finalizzata a correlare il dato tipologico - che ammette volumi e altezze anch'esse tipizzabili entro alcuni range - con il dato delle prestazioni termiche.

- Analisi funzionale-spaziale. Tracciato stradale, edilizia specialistica ed elementi di rilevanza ambientale. La carta restituisce la gerarchia del tracciato viario - distinto in specifiche categorie di strade, larghi, piazze - integrata con gli elementi di edilizia specialistica e di elementi di rilevanza ambientale. La finalità è di rendere intelleggibili i sistemi di relazioni funzionali-spaziali fra luoghi notevoli e il valore urbano, di quartiere o locale, degli assi stradali. Le strade sono distinte in: assi territoriali, assi

Analisi delle tipologie edilizie di un ambito urbano a Ponticelli (Napoli) / Analysis of the building types of an urban area in Ponticelli (Naples). Processed by G. Iorio, P. La Manna, G. Ambrosino.

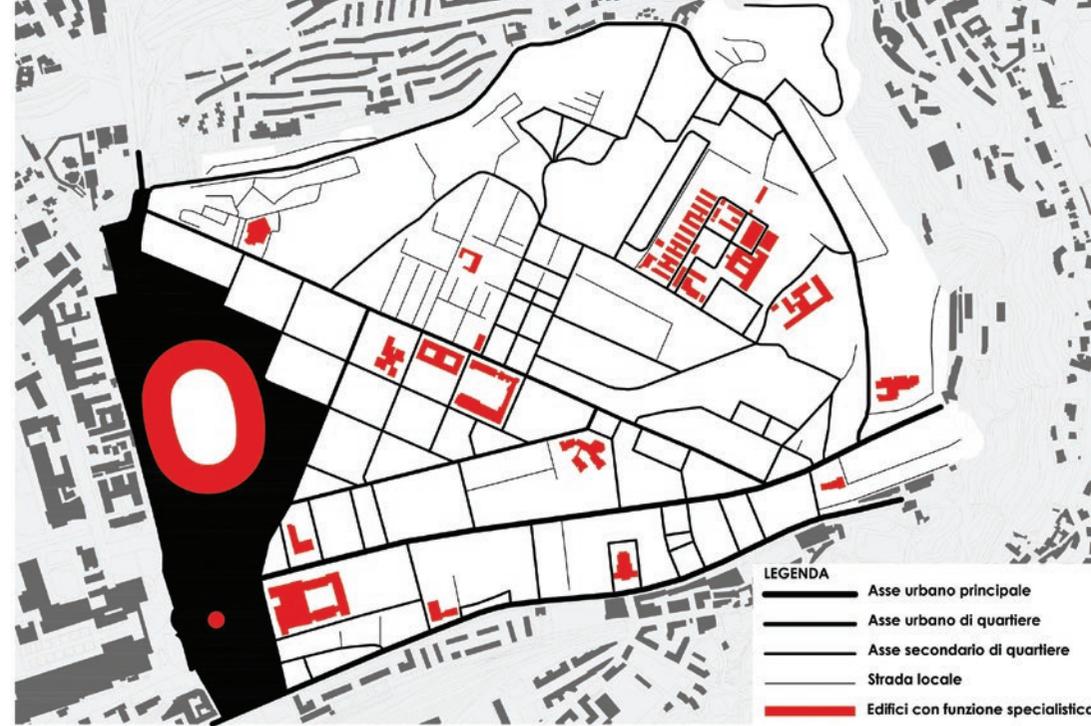
significance. The aim is to understand the functional-spatial relations' systems between major sites and the urban value, at neighborhood or local level, of the road axes. The streets are divided into: territorial axes, main urban axes, neighborhood urban axes, neighborhood secondary axes, local roads, which are integrated, if available, with the elements of environmental significance and the infrastructures.

-Technological analysis. Construction techniques of the buildings. It reports the construction features in typical buildings of the study areas. The main construction techniques can be identified in: bearing walls in tuff; bearing walls to reinforced concrete panels; reinforced concrete frame with double layered infill panels (brick concrete); reinforced concrete frame with prefabricated reinforced concrete panels; reinforced concrete frame with tuff blocks infill panels; steel frame with precast reinforced concrete panels.

b) Tabs

Beside the thematic maps related to environmental and technological analysis are provided, in which data that can be processed to support other types of analysis are collected. Finally, as a sampling, schedules for comparison and classification of recurrent situations, both for environmental and technological aspects, are carried out. The tabs about buildings type characteristics lists the

Analisi dei tracciati ed edilizia specialistica del quartiere Fuorigrotta (Napoli) / *Path analysis and specialist building in Fuorigrotta district (Naples). Processed by G. De Stefano.*



*technical and construction data and the thermo physical parameters to obtain a typed-frame of the physical characteristics and of energy and environment (energy demand, phase shift, attenuation, CO<sub>2</sub> emissions) of the buildings according to their peculiarity in the study area. For various building types the data can be further specified based on form factor and height.*

**Analysis of areas and sample buildings for the recognition of historical and environmental value**

*The characterizations of areas and sample buildings are proposed as evidence of the significant historical environmental and documentary values in the typological and functional-spatial research and in the morphological and technological solutions. In fact, the recognition of a settlement, a neighborhood, complex residential units and other buildings comes from the characterization of the type-morphological and structural elements. These knowledge refer to the notion of according to which, in urban areas, the interest in the continuity, the idea of place, the buildings layering emerges. In this way it is given a significant value connotation to the principles that determine the recognition of pre-existing structures. The knowledge in the field of architectural and urban phenomena identify specific connotations and possible effective responses, hazard compared to the contemporary city in climate change conditions. An historical settlement can involve particular buildings*

urbani principali, assi urbani di quartiere, assi secondari di quartiere, strade locali, con cui si integrano, se presenti, gli elementi di rilevanza ambientale e le infrastrutture.

- Analisi tecnologica. Tecniche costruttive degli edifici. La carta riporta le caratteristiche costruttive degli edifici tipiche delle aree studio. In particolare le principali tecniche costruttive possono essere individuate in: muratura portante in tufo; muratura portante in pannelli di calcestruzzo armato; telaio in calcestruzzo armato con chiusure a doppia fodera (laterizio, lapillo e cemento); telaio in calcestruzzo armato con pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato; telaio in calcestruzzo armato con chiusure in blocchi di tufo; telaio in acciaio con pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato.

b) Schedature

Accanto alle carte tematiche si prevedono schedature relative ad analisi ambientali e tecnologiche, in cui sono raccolti dati che possono essere elaborati a supporto di altre tipologie di analisi. Sono infine realizzati, a titolo di campionatura, abachi di confronto e classificazione di situazioni ricorrenti, sia per gli aspetti ambientali che tecnologici.

Le schede relative alle caratteristiche degli edifici tipo riportano i dati tecnico-costruttivi e i parametri termo-fisici al fine di ottenere un quadro tipizzato delle caratteristiche fisiche e delle prestazioni di carattere energetico e ambientale (fabbisogno energetico, sfasamento, attenuazione, emissioni di CO<sub>2</sub>) degli edifici, in relazione alla loro tipicità nell'area studio. Per i vari tipi edilizi è possibile specificare ulteriormente i dati in base a fattore di forma (S/V) e altezza.

CFD Analysis  
Cell Temperature  
Value Range:  
30.0 - 60.0 °C



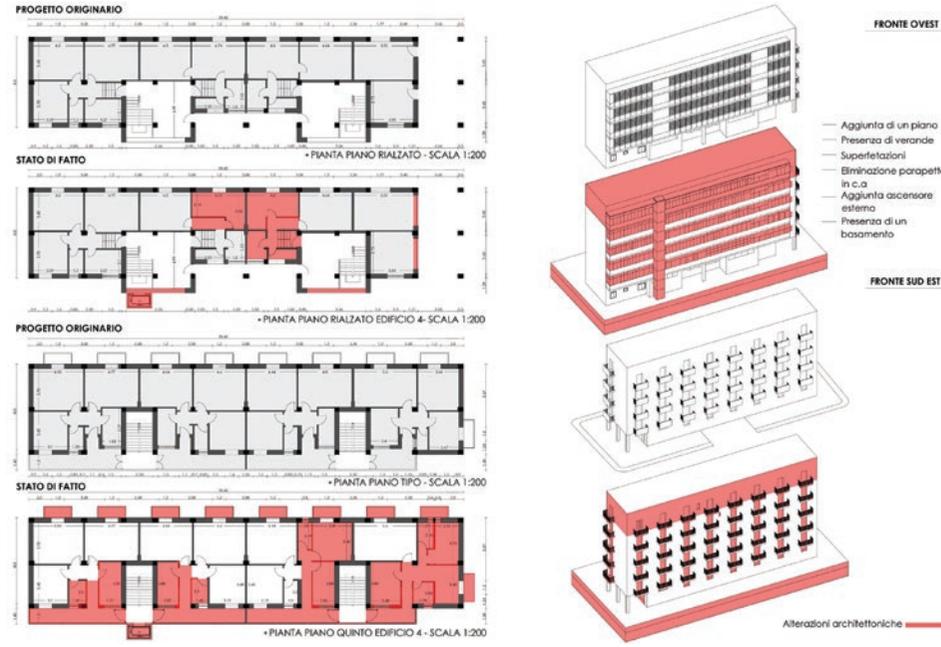
**Analisi di ambiti ed edifici campione per il riconoscimento del grado di valenza storico-ambientale e documentario delle presistenze**

Le caratterizzazioni di ambiti ed edifici campione si propongono come testimonianza di significativi valori storico-ambientali e documentari nella ricerca tipologica e funzionale-spaziale e nelle soluzioni morfologiche e tecnologiche. Infatti, la riconoscibilità di un insediamento, un quartiere, unità residenziali complesse e altri edifici deriva dalla caratterizzazione degli elementi tipo-morfologici e costruttivi. Tali conoscenze fanno riferimento alla nozione di appartenenza in cui, all'interno degli spazi urbani, emerge l'interesse per la continuità, per l'idea di luogo, per la stratificazione della costruzione. In tal modo viene conferita una connotazione di particolare valenza alla ricerca sui principi che determinano il riconoscimento delle presistenze. Le conoscenze nel campo architettonico e dei fenomeni urbani rilevano specifiche connotazioni e possibili risposte efficaci rispetto agli hazard della condizione contemporanea in regime di cambiamento climatico. Un principio insediativo storico può prevedere particolari condizioni dell'edificato (tipologia edilizia, tecniche costruttive, prestazioni termiche, condizione morfologica del suolo), del tracciato viario (ventilazione naturale, orientamento, ampiezza e geometria della sezione stradale) e degli spazi aperti (soleggiamento, materiali delle superfici, presenza e tipologia del verde). Tali condizioni caratterizzano i tratti distintivi del principio insediativo, rendendolo unico e inducendo una forte valenza nella cultura dell'abitare

Analisi della temperatura al suolo nel periodo marzo-settembre / *Analysis of soil temperature from march to september. Processed by G. De Stefano.*

*conditions (building type, construction techniques, thermal performance, morphological condition of the soil), the road layout (natural ventilation, orientation, size and geometry of the road section) and open spaces (sunshine, surface materials, presence and type of green). These conditions characterize the hallmarks of the of settlement, making it unique and inducing a strong value in the culture and in the living conditions of the communities. Settlements principles can be similarly characterizing for complex residential units of more recent times, in which the architectural value is tied to the authorship quality or identity features. For quality buildings (including so-called "design districts") or the built fabric of historical-documentary value, the environmental, functional-spatial and technological analysis, in their proper graduation, have to highlight the design principles, as well as the architectural and construction qualifying characters of the original conception. The evidence and the character of the design solutions are matched with data both related to the identification or additions occurred over time, both looking at the original construction techniques to bring out the cultural value of the existing buildings. Knowledge enables the reading of typological identity maintaining the interrelation and distribution of the interior spaces, including the modulation of spaces*

Confronto tra il progetto originario e lo stato di fatto del quartiere d'autore "Case popolari in via Consalvo". Progetto di L. Cosenza e R. Salvatori / *Comparison between the original project and the current state of the "Popular Houses in Via Consalvo" district. Project by L. Cosenza and R. Salvatori. Processed by G. De Stefano.*



related to structural spans, sequence of rooms and distinction of functional areas.

1. Agent is an entity that causes its effect through its action; the natural one is due to external environmental conditions at the building system not linked to human intervention, while artificial that is due to external environmental conditions at the building system modified by human intervention (UNI 8290-3:1987).
8. The standard UNI 8290-3:1987 defines the natural agents such as those agents due to external environmental conditions at the building system not linked to human intervention.

e nelle condizioni di vivibilità delle comunità. I principi insediativi possono essere analogamente caratterizzanti per unità residenziali complesse di epoche più recenti, in cui il valore architettonico è legato all'autorialità o alla qualità dei caratteri identitari. Per edifici di qualità (compresi i cosiddetti "quartieri d'autore") o di tessuti edificati di valore storico documentario, le analisi ambientali, funzionali-spaziali e tecnologiche, nella loro appropriata graduazione, devono tendere a far emergere i principi progettuali, nonché i caratteri architettonici e costruttivi qualificanti della concezione originaria. L'evidenza e il carattere delle soluzioni progettuali vanno incrociati con i dati relativi sia alla distinzione delle sostituzioni o integrazioni intercorse nel tempo, sia alla ricerca sulle tecniche costruttive originarie per fare emergere il valore culturale delle preesistenze. La conoscenza consente la lettura dell'identità tipologica nel mantenimento della correlazione e della distribuzione degli ambienti interni, comprendendo la modulazione degli spazi in relazione a interessi strutturali, alla sequenza degli ambienti e alla distinzione delle zone funzionali.

1. Agente è una entità che provoca il proprio effetto mediante la propria azione; quello naturale è dovuto alle condizioni ambientali esterne al sistema edilizio non legate all'intervento dell'uomo, mentre quello artificiale è dovuto alle condizioni ambientali esterne al sistema edilizio modificate dall'intervento dell'uomo (norma UNI 8290-3:1987).



2. La Norma UNI 8290-3:1987 definisce gli agenti naturali come quegli agenti dovuti alle condizioni ambientali esterne al sistema edilizio non legate all'intervento dell'uomo.

References

Caterina G. (2016), "Strategie innovative per il recupero delle città storiche", in *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, n.12, pp. 33-35.

Lauria A. (2014), "Approccio esigenziale prestazionale e qualità dell'abitare", in Claudi de Saint Mihiel A., *Tecnologia e progetto per la ricerca in architettura*, CLEAN, Napoli.

Martini A. (2006), "Metodo sperimentale, approccio contofattuale e valutazione degli effetti delle politiche pubbliche", in *Rassegna Italiana di Valutazione*, n. 34.

Schiaffonati F., Mussinelli E., Gambaro M. (2011), "Tecnologia dell'architettura per la progettazione ambientale", in *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 1, pp. 48-53.

Vittoria E. (1970), *Schema programmatico per l'insegnamento della Tecnologia dell'Architettura nella Facoltà di Architettura di Napoli*, Napoli.

Vittoria E., "Tecnologia dell'Architettura II", *Guida dello Studente, Facoltà di Architettura, Università degli Studi di Napoli*, a.a. 1976-77, p. 179.

UE (2002), *Direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sul rendimento energetico nell'edilizia*.

UE (2002), *Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla prestazione energetica nell'edilizia*.

Analisi della tecnica costruttiva e delle prestazioni dell'involucro edilizio di un edificio tipo del quartiere d'autore "Case popolari in via Consalvo". Progetto di L. Cosenza e R. Salvatori / *Analysis of the construction technique and performance of the building envelope of the "Popular Houses in Via Consalvo" district. Project by L. Cosenza and R. Salvatori. Processed by G. De Stefano.*

## Analisi tecnologico-ambientali per la conoscenza di un quartiere “d’autore” nell’area orientale di Napoli

Laura Lenoci

Laura Lenoci, autrice dell'articolo

***Technological and environmental analysis for understanding a social housing block designed by famous architects in East Naples.***

Laura Lenoci, autrice dell'articolo

General overview Ponticelli is one of the eastern districts of Naples which has been involved in the big reconstruction project (P.S.E.R.'1), after the earthquake in 1980, with the construction of 3.988 new houses divided into 11 different sectors². One of them, the “0” Sector³ has been the subject of the analysis.

The project was designed by the group made of several famous architect such as M. Pica Ciamarra, S. Dierna, R. Reviglio, G. Rasulo, M. De Luca, and it well developed the theme of social housing and neighbourhood identity providing a central area for common services and green spaces. It is, therefore, an example of quality in social housing, why they attempted to establish connections among inhabitants and the city at an urban scale. Some incongruities are immediately emerging from a companson between the original project and the existing situation by studying the land use map: the first project included a horizontal axis as a connective space in order to guarantee continuity between collective and private areas and volumes at the end of the buildings. But it underwent significant changes during the project realization phase, which modified the spatial and architectural qualities and values. Nowadays the horizontal axis has been replaced by vehicular streets by altering the original project’s aim, as well as there are several changes regarding the public and green spaces, originally conceived in an integrated way with the buildings. Overall, the anthropogenic degradation concerns the improper use of parts and common areas, alterations of the building by users or abusive additions and substitutions such as verandas and

Laura Lenoci, autrice dell'articolo

Laura Lenoci, autrice dell'articolo

Confronto tra il progetto originario e stato di fatto / *Comparison between original and existing site plans.*

### Inquadramento generale

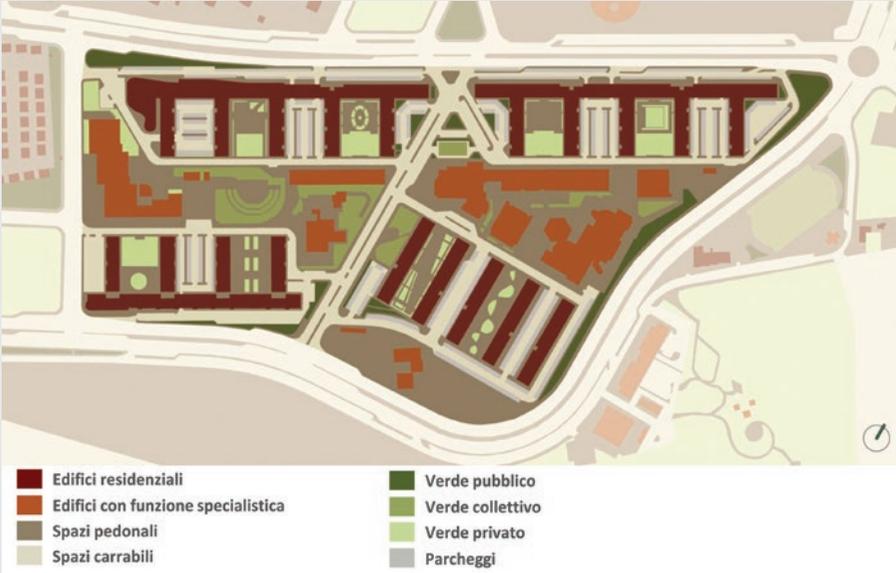
Il quartiere di Ponticelli, situato nell’area orientale di Napoli, è stato interessato dal grande progetto di ricostruzione (P.S.E.R.<sup>1</sup>) post-terremoto del 1980 con la realizzazione di 3.988 nuovi alloggi suddivisi in 11 lotti edificatori<sup>2</sup>.

Il progetto del cositiddetto Lotto “0”<sup>3</sup>, realizzato dal gruppo composto da M. Pica Ciamarra, S. Dierna, R. Reviglio, G. Rasulo, M. De Luca, ha sviluppato il tema dell’abitazione e dell’unità di vicinato attorno a una zona centrale adibita ad attrezzature, servizi e verde pubblico. Si tratta quindi di edilizia di qualità che tentava di stabilire delle connessioni a scala urbana. Il confronto tra il progetto originario e lo stato di fatto con la carta tematica che illustra gli usi e le destinazioni d’uso del suolo, rivela delle chiare incongruenze. L’asse orizzontale, che da progetto fungeva da connettivo per garantire la continuità tra spazi collettivi, privati e volumi di testata, ha subito delle modificazioni in fase di realizzazione che ne hanno alterato le qualità spaziali e architettoniche, fino a essere sostituito da percorsi carrabili, che variano ulteriormente il principio originario di progetto. Le numerose alterazioni degli spazi aperti e a verde, concepiti originariamente in maniera integrata agli edifici, si sommano alle manifestazioni di degrado di natura antropica, quali gli usi impropri degli spazi comuni e le alterazioni dei manufatti con superfetazioni e sostituzioni attuate dall’utenza.

Laura Lenoci, autrice dell'articolo

### Analisi funzionale-spaziale

L’analisi funzionale-spaziale del sistema urbano rende evidente che lo spazio urbano è definito dai due assi viari principali che circondano il distretto e dall’asse che taglia trasversalmente il lotto secondo la direzione nord-sud e lungo il quale si concentrano gli spazi di aggregazione, contrariamente a quanto stabilito dal progetto. Gli edifici residenziali, pertanto, non sono in relazione con i tracciati viari, ma costituiscono degli isolati-arcipelago chiusi da recinzioni, determinando discontinuità e frammentazione dello spazio pubblico e alterando le relazioni con gli edifici specialistici disposti lungo l’asse centrale. Ulteriori elementi di criticità riguardano l’elevata densità abitativa dell’area, determinata dalla tipologia edilizia in linea di sette piani disposta a pettine, e il sistema della mobilità, per la presenza di grandi assi viari con l’impossibilità



di fruizione della strada. Si riscontra, inoltre, la non differenziazione delle percorrenze pedonali e carrabili e l’uso improprio delle corti interne adibite a parcheggi per le residenze, nonché forme di degrado delle superfici pavimentate e l’assenza quasi totale di attrezzature di arredo urbano. Nel lotto “0” si rilevano caratteristiche frequenti nell’edilizia del P.S.E.R.: il mancato controllo dei rapporti dimensionali fra i manufatti costruiti e gli spazi aperti, l’eccessiva altezza degli edifici, le ampie sezioni stradali e il sovradimensionamento degli spazi asfaltati compresi tra gli edifici.

Laura Lenoci, autrice dell'articolo

### Analisi ambientale

Le analisi ambientali dimostrano che l’orientamento degli edifici, impostato con affacci prevalenti est-ovest, l’alta percentuale di suolo impermeabile, pari a circa il 90-95%, l’assenza di elementi di adattamento climatico e specchi d’acqua, la scarsità di aree a verde, alberature e zone d’ombra, favoriscono il surriscaldamento estivo delle superfici, contribuendo al fenomeno “isola di calore”.

Laura Lenoci, autrice dell'articolo

### Analisi tecnologica

Le analisi tecnologiche consentono l’approfondita conoscenza di un sistema costruttivo comune a numerosi interventi edilizi realizzati con tecniche di prefabbricazione pesante in cemento armato, caratterizzato dall’impiego di grandi pannelli prefabbricati in c.a. ed elementi completi di impianti, infissi e finiture. L’edificio a moduli standardizzati, corrispondenti a un vano o al corpo scale centrale, presenta una struttura portante a elementi bidimensionali trasversali in calcestruzzo armato, realizzata in opera mediante casseri costituiti da banches. La struttura orizzontale è in

Funzioni e destinazioni d’uso di edifici e spazi / *Land use map.*

Laura Lenoci, autrice dell'articolo

Laura Lenoci, autrice dell'articolo

Laura Lenoci, autrice dell'articolo

facade cladding. Functional-spatial analysis The functional-spatial analysis of the urban system shows that there are some elements defining the urban space, which are the two main roads surrounding the district and the central street that cuts it from North to South, along which there are a few aggregation points, in opposition, therefore, to the original idea. Residential buildings are not related to the road system and public buildings, they are rather islands blocks closed by fences. Due to this, the discontinuity and fragmentation of public space is disturbing the relations between buildings. In addition, the typical 7-storey large-panel system buildings determine the high population density. Other problems that have been found out are related to the mobility system, due to the presence of large roads, the lack of difference between pedestrian and vehicle streets, and the improper use of the inner courts used as parking areas. The “0” Sector, has common features to all the buildings built according to P.S.E.R. including the dimensional relationship between volumes and open spaces, the wide road sections, the oversized and asphalted open spaces, the high density, which all together generate significant environmental conditions of discomfort. The most common forms of degradation concern the pavements and the almost complete absence of urban furniture.

Environmental analysis Thanks to further environmental analysis, it has been established that the buildings orientation, mostly East-West, the high use of impermeable surfaces (up to 90%), the lack of elements providing a good climate adaptation, as well as the lack of green areas, trees, shading elements and water, increase in the summer overheating and the “heat island” phenomenon.

Technological analysis The result of technological analysis is a deep understanding of the construction system, common to many prefabricated concrete buildings and characterized by the use of large prefabricated concrete panels including other elements like systems,

Tipologia e relazione tra edifici, Distribuzione

degli spazi aperti lungo l'asse centrale,

Schema della mobilità (parcheggi in blu) /

*Type and relationship between buildings,*

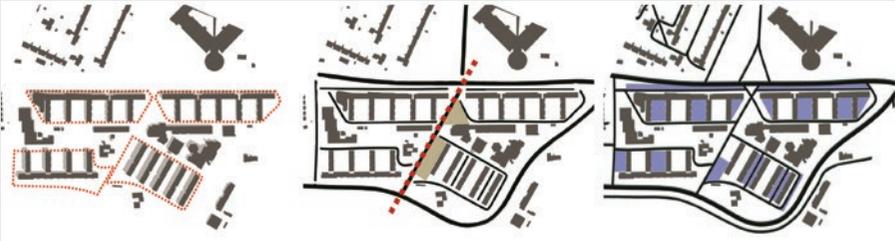
*Distribution of open spaces  along the central*

*axis, Mobility scheme (with parking areas).*

Tipologia e relazione tra edifici, Distribuzione degli spazi aperti lungo l'asse centrale, Schema della mobilità (parcheggi in blu) / Type and relationship between buildings, Distribution of open spaces  along the central axis, Mobility scheme (with parking areas).

windows and finishing. In this way it was possible to obtain standardized modules corresponding to one room or the central stairwell. The load-bearing concrete structure consists in bidimensional-cross-cutting elements (walls) which have been built on site through “banches” shuttering boards. The lightweight concrete floor slabs have been assembled using prefabricated precastles. The concrete prefabricated vertical connections supports flight of stairs and landings. The external walls are made of insulated concrete boards coated by gypsum board panels⁴; the building has been provided by monobloc-pre-painted-metal-frame windows, wooden frame-and-panel doors and plasterboard internal walls. The sanitary water system is integrated with the equipped wall through a prefabricated metal frame structure. The electric system is made of under-track PVC pipes; the independent heating system have bi-thermal gas boilers and steel radiators. According to the Energy Performance of Buildings Directive, the building is belonging to the class “F”, from the energy rating estimation for one average apartment⁵.

- P.S.E.R. (Programma straordinario di edilizia residenziale) Special program for social housing Directive n.219 14/05/1981, Titolo VIII.*
- Plan for Ponticelli (Piano di Zona) Directive n.167 18/04/1962.*
- Sector “0”, compartment 11/2, year of built: 1981, planners: M. Pica Ciamarra, S. Dierna, R. Reviglio, G. Rasulo, M. De Luca; companies: Bonifica S.p.A., Condotte, Risanamento, Dioguardi, Itadel.*
- External wall thermal transmittance is approximately 0,590 W/m² K.*
- Primary energy demand EPgl,tot=106,34kWh/m² con EPH=57,25 kWh/m² for heating, EPC=9,5 kWh/m² for cooling (accorting to Directive 90/2013).*



Three architectural floor plans showing different levels or sections of a building complex, illustrating the layout and structural elements.

solette alleggerite in c.a., realizzate con casseforme a perdere collaboranti prefabbricate tipo predalles, e i collegamenti verticali sono a gabbia portante con rampe e pianerottoli appoggiati in c.a.; le chiusure esterne sono realizzate in pannelli in c.a. con controfodera in lastre di cartongesso prefinite e interposto strato isolante⁴; gli infissi esterni monoblocco in lamierino metallico pre-verniciato, quelli interni presentano un telaio in legno e ante in legno tamburato, le partizioni interne realizzate in pannelli in gesso. L'impianto idrosanitario è incorporato nella parete attrezzata bassa con struttura in profili di lamierino metallico e pompagnatura in lastre di stratificato, prefabbricata. L'impianto elettrico è sottotraccia con tubazioni in pvc contenute nei getti di cls. L'impianto riscaldamento è autonomo con caldaia bitermica alimentata a gas e radiatori in acciaio. Da una stima delle prestazioni energetiche per un alloggio tipo, l'edificio risulta appartenere alla classe di efficienza energetica F⁵.

P.S.E.R. Programma straordinario di edilizia residenziale Legge n.219 del 14/05/1981, Titolo VIII.

- P.S.E.R. Programma straordinario di edilizia residenziale Legge n.219 del 14/05/1981, Titolo VIII.
- Piano di Zona di Ponticelli Legge n. 167 del 18/04/1962.
- Lotto “0”, Comparto 11/2; data di costruzione: 1981, progettisti: M. Pica Ciamarra, S. Dierna, R. Reviglio, G. Rasulo, M. De Luca; imprese: Bonifica S.p.A., Condotte, Risanamento, Dioguardi, Itadel.
- Il valore della trasmittanza termica dell'involucro esterno stimato è pari a circa 0,590 W/m² K.
- Fabbisogno stimato di energia primaria totale EPgl,tot=106,34kWh/m² con EPH=57,25 kWh/m² per la climatizzazione invernale, EPC=9,5 kWh/m² per il raffrescamento estivo (secondo la L.90/2013).

P.S.E.R. Programma straordinario di edilizia residenziale Legge n.219 del 14/05/1981, Titolo VIII.

## Bibliografia

AA. VV. (1995), *Manuale di progettazione edilizia*, Volume 4 - Tecnologie, Hoepli, Milano.

IASM (1986), *Procedimenti costruttivi industrializzati per l'edilizia residenziale*, BE-MA, Milano.

Losasso M., D’Ambrosio V. (2007), Dossier “L’architettura di qualità dei quartieri di edilizia popolare in Italia: Soluzioni compatibili per la riqualificazione tecnologica e ambientale”, in *Costruire*, n. 290.

Losasso M., D’Ambrosio V. (2014), “Progetto ambientale e riqualificazione dello spazio pubblico: il grande progetto per il centro *storico di Napoli sito Unesco*”, in *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 7, pp. 64-74.

## Periferia Est di Napoli

Chiara Carifi, Mafalda Santaniello

Chiara Carifi, Mafalda Santaniello

## Inquadramento generale

L'insediamento urbano di Ponticelli, situato nell’area Est del Comune di Napoli, fa parte della VI municipalità insieme ai quartieri Barra e San Giovanni a Teduccio. Come si evince dalle cartografie storiche, l’orientamento della città seguiva le linee della centuratio romana e il processo di formazione e di crescita del nucleo insediativo è avvenuto lungo gli assi viari principali.

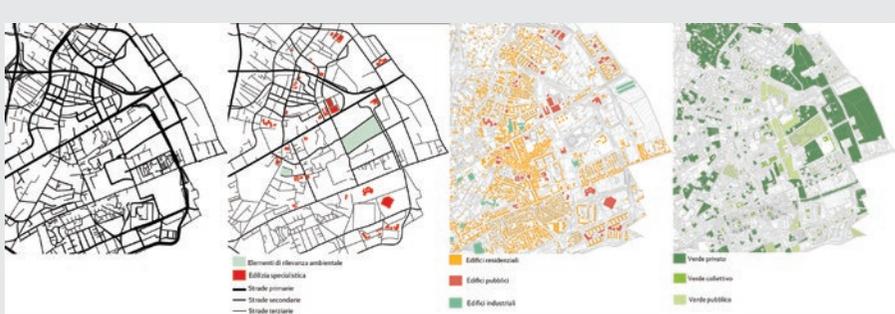
Lo studio dei piani urbanistici, primo fra tutti il Programma Straordinario di Edilizia Residenziale (PSER) introdotto dalla legge post terremoto 219/1981, rivela l’intento di bloccare il processo di dequalificazione, congestione e periferizzazione di Ponticelli e del Comprensorio Orientale di Napoli, attuando una rilettura delle previsioni urbanistiche del PRG vigente che, con il PEEP del 1965, assegnava a tale zona la funzione di quartiere marginale.

Il PSER prevedeva circa 4.000 alloggi con sistemazioni esterne per parcheggi e a verde, circa 224 vani commerciali posti ai piani terra degli edifici residenziali e servizi di quartiere. L’intervento ha subito adeguamenti, variazioni e rallentamenti rispetto al programma originario dovuti a indisponibilità delle aree e interferenze con opere di altri Enti.

Chiara Carifi, Mafalda Santaniello

## Analisi funzionale-spaziale

In tale ambito di analisi si punta alla conoscenza del tessuto urbano attraverso lo Strassenbau e l’individuazione di una gerarchia degli assi viari collegati alla localizzazione dell’edilizia specialistica e degli elementi di rilevanza ambientale. Dall’individuazione delle funzioni e delle destinazioni d’uso del tessuto, si evince una forte carenza di servizi e dallo studio del sistema del verde, la quasi totale perdita del carattere rurale del sito.



Chiara Carifi, Mafalda Santaniello

## Analisi tecnologica ed energetica

Per effettuare un passaggio di scala e definire l’area di intervento si è effettuata un’analisi approfondita dei tipi base del PSER che risultano essere: torre, linea, blocco isolato e ballatoio.

Chiara Carifi, Mafalda Santaniello

## East Naples suburbs

## General overview

*The urban settlement of Ponticelli, located in the East of the City of Naples, is part of the VI municipalities along with Barra and San Giovanni in Teduccio neighborhoods. As evidenced by the historical maps, the orientation of the city followed the lines of the Roman centuratio and the formation and growth process of the settlement core occurred along the main roads. The study of urban plans, first of all the Extraordinary Residential Construction Program (PSER), introduced by Law 219/1981 post earthquake, reveals the intention to block the process of deskilling, congestion and peripheralization of Ponticelli and the Eastern District of Naples, implementing a new reading of the planning forecasts of the current PRG that with PEEP of 1965, assigned to that area a marginal district function. The PSER included about 4,000 apartments with external arrangements for parking and green, about 224 commercial spaces on the ground floors of residential buildings and neighborhood services. The project has suffered adjustments, changes and delays compared to the original program due to unavailability of areas and interference with works by other institutions.*

Chiara Carifi, Mafalda Santaniello

*The identification of the functions and the urban fabric destinations shows a strong lack of services, and the study of green system the almost total loss of the rural character of the site.*

Chiara Carifi, Mafalda Santaniello

Tipologia e relazione tra edifici, Distribuzione degli spazi aperti lungo l'asse centrale, Schema della mobilità (parcheggi in blu) / *Type and relationship between buildings, Distribution of open spaces  along the central axis, Mobility scheme (with parking areas).*

### Technological analysis and energy

*Order to make a change of scale and define the area of intervention, an in-depth analysis of the PSEER types was carried out as follows: Tower, Line, Block and Gallery. The construction system is mainly characterized by prefabricated elements and by the use of elements complete of plants, fixtures and fittings, to obtain a building with standardized dimensions with reduced costs and production times. The considered building has a two-dimensional structural system with c.a. prefabricated vertical multilayer panels, horizontal structure in c.a. prefabricated multi-tubular plates, carrier cage vertical connections with ramps and c.a. prefabricated landings supported, internal partitions of aerated concrete blocks, sanitary water system equipped with low wall with structure in profiles of sheet metal and wall in layered plastic sheets, prefabricated, electric system with PVC pipes arranged in panels and floor screed system central heating with bi-thermal gas fired boiler and steel radiators.*

*The progress made in a linear building with 24 apartments and a total of about 2100 mq of living space consumes about 171.84 kWh / mq per annum equivalent to 74.44 kg CO<sub>2</sub>/ mq per annum and placing itself in energy class G. Then basic types combinations are identified dividing them into: closed court, open court, comb and series. For each aggregate of basic types any analysis sheets have been edited reporting the percentage of impermeable soil, which for all the types is very high (about 90%), the materials with relative albedo index and ground temperature and the value the BAF (Biotope Area Factor), all factors strongly related to aggregation morphology of the basic types.*

#### Locating the intervention area

*In order to identify the aggregation of basic types more vulnerable to climate change, a core set of indicators - BAF, risk flooding the ground floors have been prepared, the heat island effect on the ground, the heat island effect on the shell, matte casing transmittance , urban canyon effect – has been prepared with reference to the structure of related indicators in LEED, GBC Home and Ithaca-Marche Protocol. It was built a comparison matrix which shows that the most vulnerable aggregations of basic types are those with an enclosed courtyard and an open courtyard with a tower block at the head. The area chosen presents both the most vulnerable aggregations. The intervention lot is bordered on the north by Viale Fratelli Grimm and presents to the South the strong edge of the elevated SS 162. It is characterized by residential buildings in line with 4 floors and 7-storey tower buildings. There are also commercial buildings within the lot near the Viale Fratelli Grimm and a*

Il sistema costruttivo è caratterizzato prevalentemente da elementi prefabbricati e dall’impiego di elementi completi di impianti, infissi e finiture, in modo tale da ottenere un edificio di dimensioni standardizzate con costi e tempi di realizzazione ridotti. L’edificio su cui si interviene presenta un sistema strutturale bidimensionale con struttura verticale in pannelli multistrato in c.a. prefabbricati, struttura orizzontale in piastre multitubolari in c.a. prefabbricate, collegamenti verticali a gabbia portante con rampe e pianerottoli appoggiati in c.a. prefabbricati, partizioni interne in blocchi di cemento cellulare, impianto idrosanitario con parete attrezzata bassa con struttura in profili di lamierino metallico e pompagnatura in lastre di stratificato plastico, prefabbricata, impianto elettrico sottotraccia con tubazioni in PVC predisposte nei pannelli e nel massetto del pavimento e impianto di riscaldamento autonomo con caldaia bitermica alimentata a gas e radiatori in acciaio.

Allo stato di fatto un edificio in linea con 24 alloggi e un totale di circa 2100 mq abitabili consuma circa 171,84 Kwh/mq annuo equivalenti a 74,44 kg di CO<sub>2</sub>/mq annuo ponendosi nella classe energetica G. Sono individuate poi le aggregazioni di tipi base dividendole in: corte chiusa, corte aperta, pettine, serie. Per ogni aggregato di tipi base sono state redatte delle schede di analisi riportando la percentuale di suolo impermeabile che per tutte le tipologie risulta molto alta (circa il 90%), i materiali presenti con relativo indice di albedo, temperatura al suolo e il valore del BAF (Biotope Area Factor), tutti fattori fortemente legati alla morfologia dell’aggregazione dei tipi base.

#### Individuazione dell’area di intervento

Al fine di individuare l’aggregazione di tipi base più vulnerabile al cambiamento climatico è stato redatto un core set di indicatori - BAF, Rischio allagamento piani terra, Effetto isola di calore al suolo, Effetto isola di calore sulle coperture, Trasmissione dell’involucro opaco, Effetto canyon urbano - elaborati prendendo a riferimento la struttura di indicatori affini presenti nel LEED, GBC Home e Protocollo Itaca-Marche. È stata costruita una matrice di confronto dalla quale si evince che le aggregazioni di tipi base più vulnerabili sono quelle a corte chiusa e a corte aperta con edificio a torre in testata. L’area scelta risulta essere quella che presenta entrambe le aggregazioni più vulnerabili. Il lotto di intervento è delimitato a nord dal viale Fratelli Grimm e presenta a Sud il forte limite dato dalla sopraelevata della SS 162. È caratterizzato da edifici residenziali in linea di 4 piani ed edifici a torre di 7 piani. Sono inoltre presenti all’interno del lotto edifici commerciali a ridosso del viale Fratelli Grimm e un edificio polifunzionale. Analizzando lo stato attraverso le classi di esigenza dettate dalla UNI8289: 1981 e dalla UNI11277: 2008, si sono individuate le seguenti criticità: assenza di una quantità sufficiente di aree ombreggiate; presenza di guasti di natura patologica ai componenti impiegati; mancanza di aree attrezzate e di luoghi di aggregazione; presenza di spazi nascosti o “trappole di sicurezza”; diffuso utilizzo di materiali con basso indice di albedo (asfalto e guaina) e impermeabili.

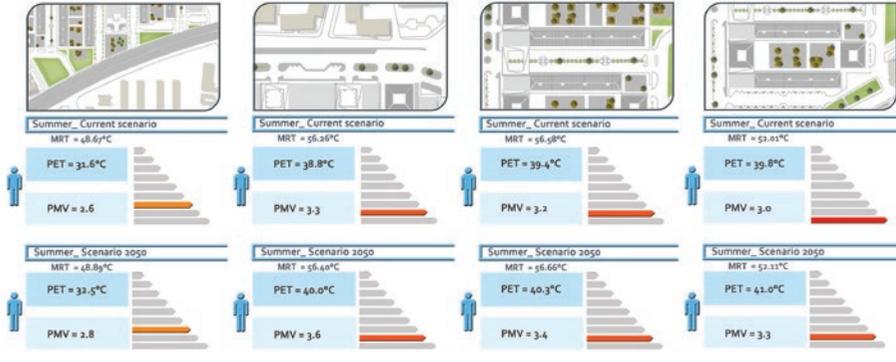
#### Analisi ambientale

Per effettuare un’attenta analisi ambientale dell’area di intervento si è ricorso all’utilizzo del software di Autodesk Ecotect Analysis. È stato effettuato nello specifico lo studio

dell’ombreggiamento invernale ed estivo, notando come al 21 giugno l’area risulta essere quasi totalmente soleggiata dalle ore 10 alle ore 17. È stato ricavato poi il Butterfly Shadow Diagram e l’Incident Solar Radiation nel regime invernale ed estivo sia nello scenario corrente che al 2050 e, presi ad esempio alcuni punti (già critici allo scenario corrente), si nota un peggioramento del valore di irraggiamento al 2050. Infine è stata effettuata una simulazione dei venti invernali ed estivi notando come in estate vi sia una quasi totale mancanza di ventilazione all’interno della corte chiusa e un flusso maggiore all’interno degli spazi di transizione tra le aggregazioni.

#### Analisi delle condizioni di comfort outdoor

Per la verifica del comfort ambientale è stato utilizzato il software Envi-met V3.1. Partendo dai dati della temperatura e umidità relativa del giorno più caldo e di quello più freddo dell’anno, ottenuti da Ecotect, e della direzione e velocità del vento, ottenuti dal software Vasari, sono stati realizzati i files di configurazione relativi allo scenario corrente e al 2050, sia in estate che in inverno. Inserendo i dati climatici, definendo il modello dello stato di fatto, considerando un soggetto campione di 35 anni e con un’altezza di 1,75 m, si sono ottenuti gli indici di MRT- Mean Radiant Temperature, PET- Physiological Equivalent Temperature e PMV- Predicted Mean Vote. Prendendo in considerazione una scala per il PET che va da 4°C a 41°C e una scala di PMV che va da un punteggio di -4 a +4 (con 0 come valore ottimale), sono stati individuati alcuni punti critici.



#### Riferimenti bibliografici

AA.VV. (1995), *Manuale di progettazione edilizia*, Volume 4 - Tecnologie, Hoepli, Milano.

AA.VV. (1990), *La nuova Ponticelli e la Città Orientale*. Napoli

Carifi C., Santaniello M. (2015), *Tesi di laurea Interventi di adattamento al cambiamento climatico negli insediamenti urbani. Un caso applicativo a Ponticelli*, relatore prof. M. Losasso, correlatore prof.ssa V. D’ Ambrosio, Università di Napoli Federico II.

Landolfo R., Losasso M., Pinto M. R. (2012), *Innovazione e sostenibilità negli interventi di riqualificazione edilizia. Best practice per il retrofit e la manutenzione*. Alinea, Firenze.

*multifunctional building. Analyzing the status through the need classes dictated by the UNI8289: 1981 and UNI11277: 2008, you have identified the following critical issues: absence of a sufficient amount of shaded areas; presence of pathological failures to components used; lack of equipped areas and meeting places; presence of hidden spaces or “safety traps”; widespread use of low index of albedo (asphalt and sheath) and waterproof materials.*

#### Environmental analysis

*Performing a careful environmental analysis of the intervention area the Autodesk Ecotect Analysis software was used. It was specifically made studying winter and summer shading, noting that on June 21 the area turns out to be almost totally sunny from 10am to 17. It was then obtained the Butterfly Shadow Diagram and Incident Solar Radiation in winter and summer both in the current scenario that in 2050 and, taken as example some points (already critical at the current scenario), a worsening value of irradiation to 2050 is noticed.*

*Finally a simulation of the winter and summer winds was carried out noting that in summer there is an almost total lack of ventilation in the closed court and an increased flow within the transitional spaces between the aggregates.*

#### Outdoor comfort analysis

*For the environmental comfort checking Envi-met V3.1 software was used. Starting from the data of temperature and relative humidity of the warmer and the coldest day of the year, obtained by Ecotect, and wind direction and speed, obtained by Vasari software, configuration files related to the current scene and to 2050 scene have been realized, both in summer and winter. Mainstreaming climate data, defining the model of the state of things, considering a subject sample of 35 years and with a height of 1.75 m, indexes MRT- Mean Radiant Temperature, PET Physiological Equivalent Temperature and PMV - Predicted Mean Vote were obtained. Taking into account a scale for PET ranging from 4 °C to 41 °C and a PMV scale ranging from a score of -4 to +4, some critical points were examined.*

#### Indici di comfort degli spazi aperti /

#### Outdoor comfort indexes.

## Strumenti IT per la progettazione ambientale e il comfort indoor e outdoor

Cristian Filagrossi Ambrosino, Eduardo Bassolino

### **IT tools for the environmental design and indoor and outdoor comfort**

*The characterization of urban centers and major cities, defined as the extension, the morphology and the technological features, results useful for the definition of the materials and elements of open spaces and buildings, as well as the mutual relationship between environmental characteristics (sun, wind, etc.), the microclimate and human perception. On this picture, the reading and study of the global effects of climate change is, and in particular the analysis of what has already been experienced at the urban scale related to rising temperatures<sup>1</sup>, lead to a reflection on the needs and actions through which re-design our cities.*

*Anticipating change to define new strategies through the use of innovative design solutions that will make our cities resistant to environmental changes and at the same time adapting, giving answers to the ongoing climate changes and defining places, spaces and buildings, acting such as environmental mitigators and improving the wellbeing conditions and the livability of urban spaces.*

*Considering the current knowledge on the impact of future climate, in addition to the awareness of the effects of the current climate, it is more than ever necessary to understand what characteristics accentuate and contribute to climate changes of today's urban areas.*

*The identification of these factors represents an imperative in the development of adaptive urban regeneration processes, especially in areas today already vulnerable to climate risks (Shaw et al. 2007); this can be useful to understand which of all the possible technical and design solutions may be the most appropriate to the context, based on the offered performances.*

*Through the assessment and verification of open iterative processes, besides the continuous updating of data on climate projections, it is possible to define complex methodological systems useful for the definition of new urban spaces and buildings with high adaptive capacity.*

*In this scenario, the contribution of IT tools for the built urban environment simulation, besides guaranteeing a necessary support of the analytical-cognitive process, constitute a valid system for the knowledge of environmental phenomena. To support these processes,*

La caratterizzazione dei centri urbani e delle grandi metropoli, intesa nell'estensione, la morfologia e le caratteristiche tecnologiche, utili alla definizione dei materiali e degli elementi di cui sono costituiti gli spazi aperti e gli edifici, definiscono il mutuo rapporto che si viene a generare tra le componenti ambientali (sole, vento, ecc.), il microclima e la percezione umana. In questo quadro, la lettura e lo studio degli effetti che i cambiamenti climatici stanno arrecando al clima globale, e in particolare l'analisi di quanto si è già potuto riscontrare alla scala urbana in relazione all'aumento delle temperature<sup>1</sup>, guidano verso una riflessione sulla necessità e sulle modalità con le quali ri-progettare le nostre città.

Anticipare il cambiamento, stabilendo nuove strategie mediante il ricorso a soluzioni progettuali innovative, capaci di rendere le nostre città resistenti alle variazioni ambientali e al tempo stesso di adattarsi, dando risposte alle trasformazioni del clima in atto e definendo i luoghi, gli spazi e gli edifici, agendo quali mitigatori ambientali e migliorando le condizioni di benessere e di vivibilità dello spazio urbano costruito. A fronte delle attuali conoscenze sull'impatto del clima futuro, oltre che della consapevolezza degli effetti del clima attuale, risulta quanto mai necessario comprendere quali siano oggi quelle caratteristiche delle aree urbane che accentuano e contribuiscono alle modificazioni del clima. L'identificazione di questi fattori, rappresenta un imperativo nello sviluppo di processi di rigenerazione urbana adattiva, maggiormente in quelle aree che risultano già oggi vulnerabili ai rischi del clima (cfr. Shaw et al., 2007); questo può risultare utile per determinare, quali tra tutte le possibili soluzioni tecniche e di progetto possano risultare le più adeguate al contesto sulla base delle prestazioni offerte.

Sarà mediante l'azione di valutazione e verifica di processi iterativi aperti, oltre al continuo aggiornamento dei dati sulle proiezioni climatiche, che risulta possibile definire apparati metodologici complessi utili alla definizione di nuovi spazi urbani ed edifici a elevate capacità adattiva.

In questo scenario, l'apporto di strumenti di Information Technology - IT per la simulazione dell'ambiente urbano costruito, oltre a garantire un necessario supporto del processo analitico-conoscitivo, costituiscono un valido apparato per la conoscenza dei fenomeni ambientali. A supporto di tali processi, una fase istruttoria per l'acquisizione di dati e informazioni utili alla riproducibilità e alla rispondenza alle condizioni ambientali effettive risulta necessaria per la gestione dei processi di simulazione e calcolo. La simulazione dello stato dei luoghi permette in questo modo

di ottenere simulazioni e dati attendibili sulle condizioni microclimatiche e sulle prestazioni di scambio termico degli edifici con l'ambiente esterno, facendo emergere le criticità tecnico-prestazionali dell'ambiente urbano. Fasi di applicazione e di verifica si attuano mediante processi ricorsivi di testing e verifica prestazionale, indirizzando verso quegli interventi con i quali è possibile ottenere e garantire migliori benefici in termini prestazionali. Questo apparato simulativo, consente la definizione di adeguate strategie e soluzioni di adattamento al cambiamento climatico. La specificità delle funzioni e dei risultati ottenibili dai software di simulazione per il controllo prestazionale degli edifici e delle caratteristiche ambientali dell'ambiente urbano, rendono necessario l'utilizzo contemporaneo di più software. Questo aspetto definisce una continua relazione tra gli strumenti, rendendo di fatto necessario l'esportazione, l'importazione, l'estrazione e il confronto di file e risultati. I dati ottenuti servono così alla verifica preventiva sulle scelte progettuali da operare, fino alla definizione delle migliori soluzioni tecniche di climate adaptive design. I risultati ottenuti all'interno di software differenti costituiscono una robusta impalcatura di conoscenze. Ogni output diventa un tassello, una sintesi che l'operatore deve organizzare per definire strategie coerenti e adeguate al contesto in cui interviene.

Un processo di tipo tecnologico, basato su un approccio informatico per la simulazione e la verifica di azioni di riqualificazione urbana clima adattiva, consente di effettuare controlli e scelte preventive sulle strategie da adottare su edifici e spazi aperti, e sulla loro interazione ambientale. È in questo modo che è possibile porre le basi per la definizione di strumenti strategici che permettono di elaborare apparati metodologici e linee guida per la costruzione della capacità adattiva alla scala locale, con ricadute positive sulla vita delle persone, sia in termini di benessere ambientale, sia economici e sociali. Il risultato è un insieme di strumenti, un'impalcatura che possa descrivere una strategia di adattamento definita a livello locale e che definisca le priorità e le azioni progettuali tarate per fronteggiare le reali necessità di porzioni di tessuto urbano dalle caratteristiche costruttive e morfologiche omogenee, determinando gli impatti attesi e gli elementi maggiormente vulnerabili.

### **Metodologia e strumenti di simulazione per la definizione del fabbisogno energetico e del comportamento in regime estivo degli edifici residenziali<sup>2</sup>**

Una simulazione energetica di un edificio è una rappresentazione matematica del comportamento termo-fisico di ogni suo elemento (impianti compresi). Tuttavia, essa non può riflettere in maniera precisa il comportamento reale di un edificio poiché tutte le simulazioni sono basate su una serie d'ipotesi fondamentali che possono pregiudicare l'accuratezza dei risultati.

Tra i vari fattori che possono influire sull'accuratezza dei risultati, vi sono i dati d'input: per esempio, il clima reale può essere diverso rispetto ai dati meteorologici disponibili per la simulazione; gli impianti termici possono avere dei carichi di lavoro reali diversi

*a preliminary stage for the acquisition of data and information useful to the reproducibility and their correspondence to the actual environmental conditions, is necessary for the management of simulation and calculation processes. The simulation of study areas allows to obtain reliable data on simulations and microclimatic conditions and on the heat exchange performance of buildings with the external environment, bringing out criticalities of the technical performance of the urban environment. Stages of implementation and verification are implemented using recursive processes of testing and performance verification, directing interventions toward those providing higher benefits in terms of performance. This simulation system allows the definition of appropriate strategies and adaptation solutions to climate change. The specificity of the functions and obtainable results from the software for the monitoring of buildings performance and environmental characteristics of the urban environment, require the simultaneous use of different softwares. This aspect defines a continuous relationship between the instruments, thus making necessary to export, import, extract and compare file and results. Obtained data are used as the prior verification on the project's choice to operate, until the definition of the best technical solutions of climate adaptive design. The results obtained with different softwares constitute a solid frame of knowledge; in fact, each output is a synthesis that must be organized to define coherent and appropriate strategies to the context in which to operate.*

*A technological process, based on a IT approach for simulation and verification of urban regeneration climate adaptive actions, allows to carry out controls and preventive decisions on strategies to adopt on buildings and open spaces, and their environmental interaction. It is in this way that the basis can be laid for the definition of strategic tools that allow to develop methodological systems and guidelines for building the adaptive capacity at the local scale, with positive effects on people's lives, both in terms of environmental health, both economic and social. The result is a set of tools, a framework that can describe an adaptation strategy defined at the local level, establishing priorities and calibrated design actions to address the real needs of portions of the urban fabric by homogeneous constructive and morphological characteristics, determining the expected impact and the most vulnerable elements.*

### **Methodology and simulation tools for the definition of the energy needs and summer performances of residential buildings<sup>2</sup>**

*An energy simulation of a building is a mathematical representation of the thermo-physical behaviour of each element (including technical systems). However, it may*

*not accurately reflect the real behaviour of a building because all the simulations are based on a number of key assumptions that may affect the accuracy of the results.*

*Among the various factors that may affect the accuracy of the results, there are the input data. For example, the real climate can be different than the meteorological data available for the simulation; the thermal systems can have real workloads different than those provided by the operating curves at partial load; the thermal performance of building components and systems may worsen with time, and it is often almost impossible to take this issue into account during an energy simulation. It is therefore essential to be very careful when interpreting the results, as they represent a general model of how the building-plant system works, or about how it can work.*

*There are essentially two types of building energy performances simulation that can be implemented in suitable software: stationary (or semi-stationary) and dynamic models.*

*Stationary models are mainly used in all those instruments, where the main desired output is to give an energy rating standard; typically, these software are used to assign an energy performance in order to reduce energy consumption.*

*Dynamic models instead provide the solving of the thermodynamic equations, considering all physical phenomena as a function of time.*

#### Objectives and Methodology

*Within the research activities of the Metropolis project, one of the knowledge's objectives focused on the definition of the average energy needs and performances of residential buildings in the area of Ponticelli, in the eastern part of Naples, not only in winter, but also with in summer, more directly related to the heat waves hazard.*

*In particular, the specific interest has been that of highlighting the performance differences between building characterized by different combinations of existing construction techniques and the most widespread types of urban aggregates.*

*For this purpose, the first step consisted in the selection and analysis of a set of urban aggregates representative of the building fabric spread on the sample area, as well as the most common construction techniques. This analysis was conducted through direct observation and field surveys.*

*In this sense, it emerged that the most representative building techniques are the following: Tufa masonry; Reinforced concrete frame with tufa blocks closures; Reinforced concrete frame with brick closures; Reinforced concrete frame with closures in prefabricated concrete panels; Steel frame with closures in prefabricated concrete panels.*

da quelli previsti dalle curve di funzionamento a carico parziale; le prestazioni termiche dei componenti edilizi e degli impianti possono peggiorare con il tempo e (al momento) spesso è quasi impossibile tenerne conto durante una simulazione energetica.

Diventa perciò essenziale porre molta attenzione nell'interpretazione dei risultati, poiché rappresentano uno stato relativo di come funziona, o come può funzionare, il sistema edificio-impianto.

Esistono essenzialmente due tipologie di simulazione delle prestazioni energetiche di un edificio che possono essere implementate in appositi software: i modelli stazionari (o semi-stazionari) e quelli dinamici.

I modelli stazionari sono usati soprattutto in tutti quegli strumenti, dove è necessario dare una valutazione energetica di tipo standard; in genere questi software sono utilizzati prettamente per attribuire una prestazione energetica ai fini del contenimento dei consumi energetici. I modelli dinamici invece prevedono la risoluzione delle equazioni termodinamiche considerando tutti i fenomeni fisici in funzione del tempo che nei modelli stazionari non possono essere risolti.

#### Obiettivi e Metodologia

Nell'ambito delle attività di ricerca del progetto Metropolis, uno degli obiettivi della conoscenza ha riguardato la definizione del fabbisogno e delle prestazioni energetiche medie degli edifici residenziali ricadenti nell'area di studio del quartiere Ponticelli nella zona orientale di Napoli, non solo per quanto riguarda il regime invernale ma anche per quanto concerne quello estivo, più direttamente legato all'hazard "ondata di calore".

In particolare, l'interesse specifico è stato quello di mettere in rilievo le differenze prestazionali tra organismi edilizi caratterizzati dalle diverse combinazioni esistenti tra le tecniche costruttive e le tipologie degli aggregati urbani più diffuse.

A questo scopo, il primo passo è consistito nell'attività di selezione e analisi di una serie di aggregati urbani rappresentativi del tessuto edilizio diffuso sull'area campione nonché delle tecniche costruttive maggiormente adottate. Tale analisi è stata condotta attraverso osservazione diretta e sopralluoghi sul campo.

In questo senso è emerso che le tecniche costruttive più rappresentative sono le seguenti: muratura portante in tufo; telaio in c.a. con chiusure in blocchi di tufo; telaio in c.a. con chiusure in laterizio; telaio in c.a. con chiusure in pannelli prefabbricati in c.a.; telaio in acciaio con chiusure in pannelli prefabbricati in c.a.

Mentre, per quel che riguarda le tipologie degli aggregati edilizi, si è proceduto alla costruzione di un campione statisticamente significativo elaborato attraverso gli elementi costituenti degli ambiti urbani morfologicamente omogenei definiti nell'ambito dello stesso progetto di ricerca Metropolis. L'incrocio di questi dati ha consentito di individuare una serie di edifici campione, caratterizzati da una tipologia di aggregato edilizio e da una o più variabili legate alle chiusure verticali opache (e di rimando alla tecnica costruttiva), su cui effettuare le simulazioni.

Considerato l'obiettivo prefissato, la scelta relativa alla metodologia simulativa da adottare, che risultasse più idonea allo scopo, è stata guidata dalla necessità di un'opportuna semplificazione dei parametri da prendere in considerazione, evitando una modellazione termofisica troppo dettagliata e legata alle peculiari caratteristiche del singolo edificio campione che, seppur più accurata da un punto di vista scientifico, mal si sarebbe prestata a una generalizzazione dei risultati ottenuti al complesso degli edifici residenziali.

Per questi motivi, si è escluso l'utilizzo di modelli simulativi molto complessi e articolati come quelli basati su un regime dinamico e ci si è orientati verso i più diffusi modelli in regime semi-stazionario che, pur garantendo una accettabile semplificazione dei risultati in uscita, richiedono un limitato numero di dati di input, consentendo di poter cogliere in maniera apprezzabile le variabili tecnologiche e formali che influenzano la prestazione energetica degli edifici<sup>3</sup>.

Le caratteristiche geometriche, materiche e prestazionali delle superfici opache, sia verticali che orizzontali, per ciascun edificio campione sono state definite sia attraverso il confronto con l' "Abaco delle strutture murarie utilizzate in Italia negli

*While, as regards the types of building aggregates, a statistically significant sample was constructed through the constituent elements of the morphologically homogeneous urban areas defined within the Metropolis research project itself.*

*The intersection of these data has made it possible to identify a series of sample buildings, characterized by a type of aggregate and by one or more variables related to the opaque vertical closures (and thus to the construction technique), on which to perform the simulations.*

*Considering the goal set, the choice on the simulation methodology to be adopted, that might be most suitable for the purpose, has been driven by the need of an appropriate simplification of the parameters to be considered, avoiding thermo-physical modelling that are too detailed and linked to specific characteristics of the single sample building that, although more accurate from a scientific point of view, it would not be well adapted to a generalization of the results to the totality of residential buildings.*

*For these reasons, the use of very complex simulation*



Le principali tipologie costruttive presenti nell'area di studio / *The main building types present in the study area.*  
*Processed by E. Mastroianni.*

models has been avoided, as those based on a dynamic system, moving towards the most common models in the semi-state that, while ensuring an acceptable simplification of output results, require a limited number of input data and allow to be able to appreciably seize the technical and design variables that affect the energy performance of buildings<sup>3</sup>.

The geometric characteristics, materials and performance of opaque surfaces, vertical and horizontal, for each sample building, were defined both by comparison with the "Abacus of masonry structures used in Italy in existing buildings" (Appendix B of the UNI TS 11300-1) both through direct field surveys.

For each of them it was drawn a sheet showing the technological detail, the stratigraphy and the indication of the main physical parameters that affect the energy performance

Examples of these sheets are buildings with construction type in tufa masonry and buildings with reinforced concrete frame and closures in hollow bricks. In the table, instead, the main physical properties related to the vertical and horizontal opaque closures are provided<sup>4</sup>.

With regard to the glass surfaces, beyond the geometric variables, it was decided to consider a standard type, consisting of a metal frame without thermal cutting and double glass.

With regard to the plant equipment considered in the simulations, once again being the main objective to detect as a priority the differences in behaviour induced by the types of building aggregate and construction techniques, a standardization of the considered factors was applied; particularly with regard to the winter heating, it was decided to consider for each housing unit a standard heating system (natural gas boiler with a 24 kW power), except for the apartments located inside the historic buildings for which two alternative simulations are elaborated (absence of heating system and standard heating system). Similarly, as regards the cooling system, for each housing unit a 3.5 kW standard summer air conditioning system, consisting of two split units, has been assumed.

For each sample building, also, it was decided to perform the energy simulations exclusively on the most representative building units, considering as parameters for the selection the distribution type, the orientation and the amount of dispersant surfaces, so to identify those corresponding, in terms of energy consumption, to the limit and typical conditions (for example, housing units on the ground floor and on the roof floor characterized by a greater outer exposure of surfaces and different orientations; typical building units of an intermediate floor).

Once obtained the results of all the simulations, it was therefore possible, for each combination of urban aggregate and building technique, to define:

Physical properties of technical elements							
TECHNICAL ELEMENTS	PHYSICAL PROPERTIES <sup>5</sup>						
	s	M <sub>s</sub>	U	Y <sub>IE</sub>	f <sub>a</sub>	φ	C
	m	kg/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	-	h	kJ/ m <sup>2</sup> K
<b>Tufa Masonry</b>							
<b>Tufa Wall</b>	0,66	1036	1,019	0,015	0,014	21h59'	64,9
<b>Roof Slab</b>	0,70	297,5	1,193	0,339	0,284	7h36'	71,5
<b>Reinforced concrete frame with tufa blocks closures</b>							
<b>Tufa blocks</b>	0,46	696	1,135	0,057	0,050	17h30'	83,2
<b>Roof Slab</b>	0,44	500	1,138	0,152	0,133	12h40'	65,3
<b>Reinforced concrete frame with hollow bricks closures</b>							
<b>Hollow bricks closure</b>	0,33	202,1	1,121	0,614	0,547	6h32'	60,2
<b>Ground Floor</b>	0,67	439,4	1,364	0,421	0,309	8h48'	62,0
<b>Roof Slab</b>	0,44	500	1,138	0,152	0,133	12h40'	65,3
<b>Reinforced concrete frame with prefabricated concrete panels</b>							
<b>Prefabricated concrete panels</b>	0,25	375,9	0,406	0,060	0,148	9h12'	72,8
<b>Ground Floor</b>	0,66	538,3	0,98	0,231	0,236	11h56'	85,9
<b>Roof Slab</b>	0,30	314,4	1,313	0,233	0,177	10h17'	54,2
<b>Steel frame with prefabricated concrete panels</b>							
<b>Prefabricated concrete panels</b>	0,30	448,5	0,336	0,037	0,109	10h41'	88,3
<b>Ground Floor</b>	0,30	396	1,151	0,351	0,305	10h02'	70,4
<b>Roof Slab</b>	0,38	430	0,852	0,117	0,138	12h27'	63,5

**where:**  
**s** = thickness; **M<sub>s</sub>** = surface mass; **U** = thermal transmittance; **Y<sub>IE</sub>** = periodic thermal transmittance; **f<sub>a</sub>** = attenuation factor; **φ** = thermal lag, **C** = heat capacity.

edifici esistenti" (Appendice B della norma UNI TS 11300-1) sia tramite indagini dirette sul campo. Per ciascuna di esse è stata elaborata una scheda riportante il dettaglio tecnologico, la stratigrafia e l'indicazione delle principali grandezze fisiche che ne influenzano la prestazione energetica.

A titolo esemplificativo si riportano la scheda relativa agli edifici con tipologia costruttiva in muratura portante in tufo e gli edifici con telaio in c.a. e blocchi laterizi forati.

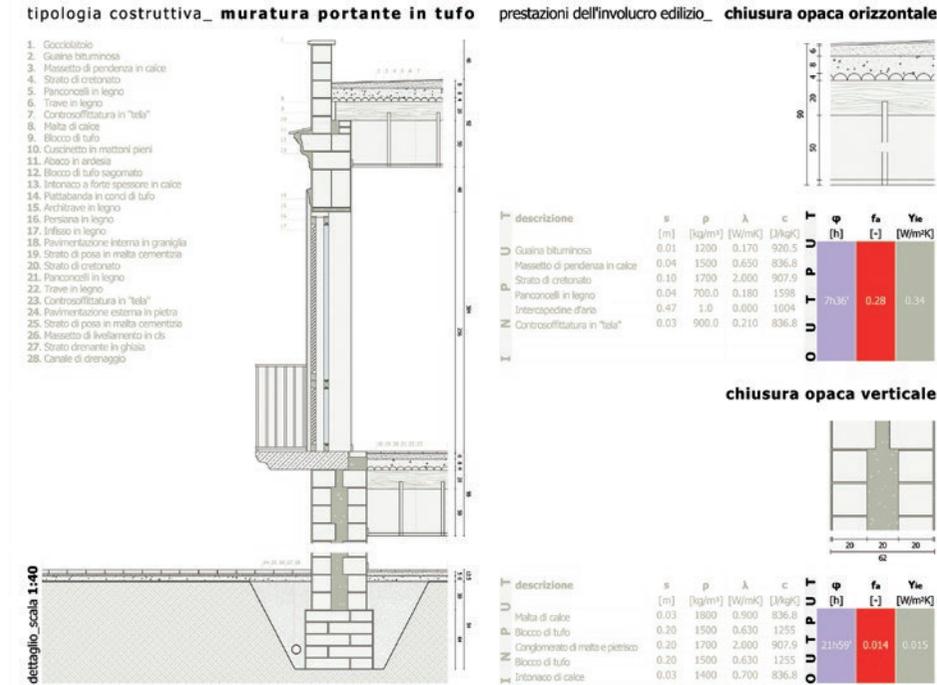
Nella tabella, invece, si forniscono le principali proprietà fisiche relative ai pacchetti di chiusure opache verticali e orizzontali<sup>4</sup>. Per quanto riguarda le superfici vetrate, al di là delle variabili geometriche, si è deciso di considerare una tipologia di infisso standard costituito da telaio in metallo senza taglio termico e doppio vetro. In merito alle dotazioni impiantistiche considerate nelle simulazioni, ancora una volta essendo l'obiettivo principale quello di rilevare le differenze di comportamento indotte in maniera prioritaria dalle tipologie degli aggregati edilizi e dalle tecniche costruttive, si è proceduto con una standardizzazione degli elementi considerati; in particolar modo per quel che riguarda la climatizzazione invernale, si è scelto di considerare per ciascuna unità immobiliare un impianto di riscaldamento standard (caldaia a metano con una potenza di 24 kW), fatta eccezione per gli appartamenti localizzati all'interno degli edifici storici per i quali si elaborano due simulazioni alternative (una con l'assenza dell'impianto di riscaldamento e una con la presenza dell'impianto standard). Allo stesso modo, per quanto concerne l'impianto di raffrescamento, per ciascuna unità immobiliare degli edifici campione è stato ipotizzato un impianto di climatizzazione estiva standard costituito da due unità split da 3,5 kW.

A range of minimum and maximum values related to the global energy performance expressed in kWh/m<sup>2</sup> per year; The summer performance quality calculated as provided in D.M. 26/06/2009 and expressed through the classes established by the same decree;

A range of minimum and maximum values of CO<sub>2</sub> emissions expressed in kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> per year. From those ranges, through an extra step that takes into account the incidence, the typological and morphological distribution of building units for each sample building, it was possible to reach the definition of an average value for both the global energy performance and CO<sub>2</sub> emissions.

**Methodology for the management of software for the perception of environmental well-being and outdoor environmental performances<sup>6</sup>**

The use and application of IT tools for the study and analysis of environmental well-being conditions of the urban outdoor space allows a detailed comprehension of the environmental phenomena that arise between the natural components (sun, wind, humidity, vegetation,



Chiusure opache verticali e orizzontali considerate per gli edifici in muratura portante in tufo / Vertical and horizontal opaque closures considered for building in tufa masonry. Processed by E. Mastrianni.

Chiusure opache verticali e orizzontali per gli edifici a telaio in c.a. e blocchi di laterizi / *Vertical and horizontal opaque closures considered for building in reinforced concrete frame and hollow bricks closures. Processed by E. Mastroianni.*



*etc.) and anthropogenic ones (buildings, roads, etc.). It is thus necessary to develop operational processes in steps (workflows), so to guide the understanding, the definition and the proper use of the analysis and of output data. In order to obtain detailed environmental and microclimatic simulations, it was decided to use the software Envi-MET 3.1 Beta 5, for both the structure of this IT tool and for the chance to perform analysis based on an accurate simulation of microclimatic conditions and the average of human perceived comfort in the outdoor spaces, also the size of urban block. The software, starting from the three-dimensional modelling of the urban space, the definition and the imputation of horizontal surfaces and vegetation types, and the gathering of climatic and environmental data collected on site and/or extracted by climatic databases, is able to give a feedback on numerous analysis such as: Predicted Mean Vote - PMV<sup>7</sup>, Mean Radiant Temperature - MRT<sup>8</sup>, air temperature, relative humidity, Sky View Factor - SVF<sup>9</sup>, speed and wind direction, surface temperature, albedo of the surfaces, the direct, diffuse and reflected component of shortwave solar radiation and CO<sub>2</sub> concentrations within the analyzed area.*

Per ogni edificio campione, inoltre, si è scelto di effettuare le simulazioni energetiche esclusivamente sulle unità immobiliari più rappresentative considerando come parametri di selezione criteri quali la tipologia distributiva, l'orientamento e la quantità di superfici disperdenti, individuando in tale maniera quelle corrispondenti, in termini di consumi energetici, alle condizioni limite e a quelle tipo (ad esempio, u.i al piano terra e all'ultimo piano caratterizzate da una maggiore esposizione di superfici verso l'esterno e orientamenti diversi; u.i. tipo di un piano intermedio).

Una volta ottenuti i risultati di tutte le simulazioni è quindi possibile, per ciascuna combinazione di aggregato urbano e tecnica costruttiva, definire:

- un intervallo di valori minimi e massimi riferiti alle prestazioni energetiche globali espresse in kWh/m<sup>2</sup> anno,
- la qualità prestazionale estiva dell'involucro calcolata come previsto nel D.M. 26/06/2009 ed espressa attraverso le classi stabilite dallo stesso decreto,
- un intervallo di valori minimi e massimi delle emissioni di CO<sub>2</sub> espresse in kg/CO<sub>2</sub> m<sup>2</sup> anno.

Da tale intervallo, attraverso un ulteriore passaggio che prende in considerazione l'incidenza, la distribuzione tipologica e morfologica delle u.i. di ciascun edificio

campione, è stato possibile giungere alla definizione di un valore medio sia per la prestazione energetica globale che per le emissioni di CO<sub>2</sub>.

### Metodologia nella gestione di applicativi informatici per la percezione del benessere ambientale e delle prestazioni ambientali outdoor

L'utilizzo e l'applicazione di strumenti IT per lo studio e l'analisi delle condizioni di benessere ambientale dello spazio aperto urbano, consente di raggiungere una comprensione dettagliata dei fenomeni ambientali che si originano tra le componenti naturali (sole, vento, umidità, vegetazione, ecc.) e quelle antropiche (edifici, strade, ecc.). Risulta necessario sviluppare processi operativi per fasi (workflow) che possano orientare alla conoscenza, la definizione e all'utilizzo corretto delle analisi e dei dati di output.

Al fine di ottenere simulazioni ambientali e microclimatiche dettagliate, si è scelto di servirsi del software Envi-MET 3.1 Beta 5, sia per l'architettura di questo strumento IT, sia per la possibilità di eseguire analisi basate su un'accurata restituzione delle condizioni microclimatiche e del comfort medio percepito degli utenti all'interno degli spazi aperti, anche alla scala dell'isolato urbano. Il software, a partire dalla modellazione tridimensionale dello spazio urbano, dalla definizione e l'inserimento delle tipologie di superfici orizzontali e di vegetazione, e la raccolta di dati climatici e ambientali rilevati in sito e/o estratti da database climatici, è in grado di restituire numerose analisi in output quali: il Predicted Mean Vote - PMV (voto medio percepito)<sup>7</sup>, la Mean Radiant Temperature - MRT (temperatura media radiante)<sup>8</sup>, l'analisi dei valori di temperatura dell'aria, dell'umidità relativa, dello Sky View Factor - SVF<sup>9</sup>, della velocità e direzione del vento, della temperatura superficiale, l'albedo delle superfici, la componente diretta, diffusa e riflessa della radiazione solare a onde corte e le concentrazioni di CO<sub>2</sub> all'interno dell'area analizzata.

Per la definizione di un modello di simulazione in grado di restituire dati relativi ad analisi ambientali i cui risultati risultino vicini alle condizioni reali, è necessaria una prima fase istruttoria per l'acquisizione di informazioni di tipo morfologico, tecnologico e dimensionale: l'altezza degli edifici e la presenza di portali e sottopassi, la forma, la dimensione e l'orientamento degli edifici, i materiali degli spazi aperti, la dimensione, il tipo e la posizione della vegetazione degli spazi aperti, gli elementi di schermatura (pensiline, schermature fisse e mobili, tende, ecc.), i corpi d'acqua (vasche, fontane, getti d'acqua, ecc.). Successivamente, è necessario configurare il software allo scopo di generare le analisi inserendo i dati su: velocità del vento [m/s], direzione del vento [gradi 0:N 90:E 180:S 270:W], temperatura dell'aria [K], umidità relativa a 2 m [%], umidità specifica a 2500 m [g Water/kg air], trasmittanza termica U media delle chiusure verticali media degli edifici all'interno dell'area [W/m<sup>2</sup>K], trasmittanza termica U media delle chiusure orizzontali degli edifici all'interno dell'area [W/m<sup>2</sup>K], fattore medio di albedo dei muri, fattore medio di albedo dei tetti, rugosità dell'ambiente

*For the definition of a simulation model able to give feedbacks to environmental analysis data with results close to real conditions, a preparatory step for the acquisition of morphological, technological and dimensional information is required: the height of the buildings and the presence of portals and underpasses, the shape, the size and orientation of the buildings, the type of materials of the outdoor spaces, the size, the type and the location of the vegetation in the outdoor spaces, the shading elements (canopies, permanent shelters and furniture, curtains, etc.), water bodies (pools, fountains, water jets, etc.). Then, it is necessary to configure the software to generate outputs, by entering data on: wind speed [m/s], wind direction [degrees 0: 90 N: 180 E: S 270: W], air temperature [K], relative humidity at 2m [%], specific humidity in 2500 m [g Water/kg air], average of U-values of walls of the buildings within the area [W/m<sup>2</sup>K], average of U-values of roofs [W/m<sup>2</sup>K], average of the albedo of walls, of the albedo of roofs, roughness of the built environment, the average temperature inside the buildings. Then it is necessary to setup the software through the customization of libraries, which allow to insert new materials and technology packages, not present by default, which have been detected within the study areas during preliminary survey phases carried out on site. In particular, it has been possible to find and enter data on the physical and thermal characteristics of superficial materials such as the albedo, emissivity, the surface roughness and thermal conductivity; for the layers that make up the building envelope, only the acquisition of the thermal conductivity value was carried out. Moreover, new types of vegetation and green cover were added. The site survey, in which data on the environmental and microclimatic conditions were collected (air temperature, relative humidity, wind speed, temperature of the horizontal surfaces of different type of materials, etc.), allowed to perform a calibration of the IT tool. These operations were followed by a testing phase to simulate and recreate climatic conditions measured at the local scale inside the software. It was necessary to modify some parameters (air temperature, surface temperature, solar radiation, etc.), so that the software could give back values of air temperature, relative humidity, wind speed and surface temperature of different types of flooring or natural surfaces, very close to the real ones. At the end of a routine of testing and verification stages, it was possible to obtain extremely accurate simulations that give feedback of data of air and surface temperatures, relative humidity and wind speed very close to those actually detected on site. The next step has concerned the construction of a three-dimensional model, the virtual restitution of all geometrical and physical characteristics that defines the study area. One limitation, however, is represented by the computing capacity of the software and the tree-*

*dimensional modelling modes. In fact, it is possible to recreate the urban environment only through a regular grid (operating geometric approximation of urban forms), whose size can be set by the user. This choice, however, is driven both by the accuracy of the model and the reached level of detail (up to a maximum resolution of 0.5 m), both by the time required for the development of three-dimensional model and its elaboration (the greater is the level of detail and the extent of the studied area, the greater will be the processing time). If the area to be analysed is very large and the result to be obtained require a good resolution, it is easy to understand that there is a need to make a preliminary division of the study area. Concurrently with the testing stages on the verification of compliance with real micro-climatic conditions, it was possible to define the most favourable combination between the level of accuracy, the three-dimensional model definition and processing time. For the testing area, a portion of the urban fabric of Ponticelli district has been chosen, within the perimeter of Naples-East. The extension of the area, along with the need to perform microclimatic analysis with high detail, suggested a discretization of the territory into quadrants by means of a grid of 400x400 m size, then obtaining a sub-grid of 200x200 m, in order to facilitate and speed up both three-dimensional modelling and analysis processing. This discretization procedure of the area of interest, allows to make a selection on the study area by introducing a "sampler" concept. Once identified the selected areas as samples, these will be modelled into Envi-MET, respecting all geometric, dimensional, vegetational and soil covering characteristics. The*

costruito, temperatura media all'interno degli edifici. Risulta necessario customizzare il software attraverso la personalizzazione delle librerie presenti all'interno del software, nelle quali possono essere inseriti nuovi materiali e pacchetti tecnologici, non sono presenti nelle librerie di base, che sono stati rilevati all'interno delle aree di studio durante fasi preliminari di rilievo in situ. In particolare, è stato possibile reperire e immettere dati sulle caratteristiche fisiche e termiche dei materiali superficiali quali l'albedo, l'emissività, la rugosità superficiale e la conducibilità termica; per gli strati che compongono i pacchetti tecnologici si è proceduto con l'acquisizione del solo dato di conducibilità termica. Inoltre, sono state inserite nuove tipologie di elementi vegetali e di prato.

La campagna di rilevamento in situ, nella quale sono stati rilevati dati sulle condizioni ambientali e microclimatiche (temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità del vento, temperatura delle superfici orizzontali a seconda del tipo di materiale, ecc.), ha permesso di eseguire una taratura dello strumento informatico. Queste operazioni sono seguite da una fase di testing per simulare e ricreare all'interno del software le condizioni climatiche rilevate alla scala locale. Si è proceduto alla modificazione di alcuni parametri (temperatura dell'aria, temperatura delle superfici, irraggiamento solare, ecc.), in modo tale che il software potesse restituire valori di temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità del vento e temperatura superficiale rispetto alle differenti tipologie di pavimentazioni o superfici naturali, molto prossimi a quelle reali. Al termine di una routine di fasi di testing e verifica, è stato possibile ottenere simulazioni che restituiscono dati estremamente accurati e molto vicini a quelli effettivamente rilevati in sito di temperatura dell'aria e delle superfici, di umidità relativa e velocità del vento. La fase successiva ha riguardato la costruzione del



Rilievi termografici del 3 luglio 2015 nel quartiere di Ponticelli / *Thermographic surveys on 3rd July 2015 in the district of Ponticelli.*

modello tridimensionale contenente al suo interno la restituzione virtuale di tutte le caratteristiche geometriche e fisiche presenti all'interno dell'area di studio. Un limite è però rappresentato dalla capacità di calcolo del software stesso e dalle modalità di modellazione; infatti è possibile ricreare l'ambiente urbano solo attraverso una griglia regolare (operando un'approssimazione geometrica delle forme urbane), la cui dimensione può essere impostata dall'utente.

Questa scelta è però dettata sia dall'accuratezza a cui far tendere il modello e dal livello di dettaglio raggiungibile (fino a una risoluzione massima di 0,5 m), sia del rispetto delle tempistiche necessarie alla definizione del modello tridimensionale e della sua elaborazione (maggiore è il livello di dettaglio e l'ampiezza dell'area studiata, maggiori saranno i tempi di elaborazione). Qualora l'area da analizzare risultasse molto estesa e il risultato che si vuole ottenere richieda una buona risoluzione, risulta di immediata comprensione che vi è una necessità di operare una preliminare suddivisione dell'area di studio.

Contestualmente alle fasi di testing sulla verifica di rispondenza alle condizioni microclimatiche reali, è stato possibile definire la combinazione maggiormente favorevole tra il livello di accuratezza e di definizione del modello tridimensionale e i tempi di elaborazione. Per l'area di testing è stata scelta una porzione di tessuto urbano del quartiere Ponticelli, ricadente all'interno del perimetro di Napoli-Est. L'estensione dell'area, insieme alla necessità di eseguire analisi microclimatiche con un elevato dettaglio, hanno suggerito la discretizzazione del territorio in quadranti mediante una griglia di dimensione di 400x400 m, per poi ottenere sotto-quadranti di 200x200 m, al fine di agevolare e velocizzare sia la modellazione tridimensionale che l'elaborazione. Questa procedura di discretizzazione dell'area di interesse, permette di operare una selezione sull'area di studio, introducendo un concetto di tipo campionatorio. Identificate le aree scelte come campione, queste saranno ricostruite all'intero del software Envi-MET rispettando tutte le caratteristiche geometrico-dimensionali, di vegetazione e di copertura del suolo. I campioni simulati, costituiranno una fotografia sulla percezione dello spazio aperto a specifiche, e quanto mai critiche,



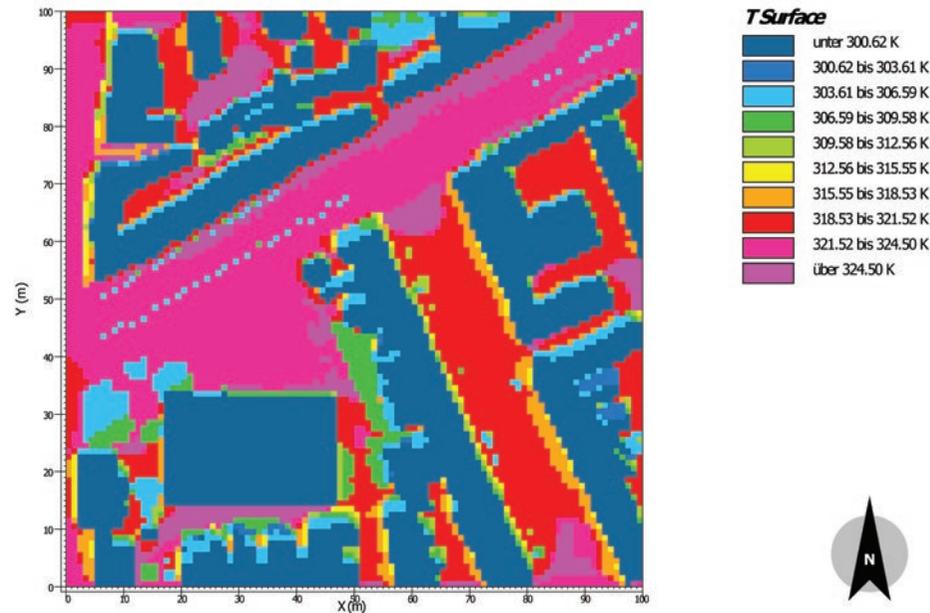
*simulated samples will represent the levels of heat perception in open spaces in presence of specific and critical environmental conditions. For the simulations, the 3rd of July 2015 was chosen, the day when an environmental survey was carried out, which is to be considered representative of the trend of rising temperatures within a heat wave period. Simulations have been carried out in a time span ranging from 6am to the next 24 hours, in order to obtain data that take into account changes in environmental components occurring in previous hours. At the end of the microclimatic simulation workflow, data for PMV, MRT, air temperature, surface temperature, relative humidity, Sky View Factor, wind speed, diffused solar radiation, surface albedo and CO<sub>2</sub> concentrations of the analysed area are extracted. The obtained data, along with the outputs of the energy performance simulations of buildings, can give an overall read of the microclimatic, energy and perceived comfort conditions within the built urban environment in the area of East Naples, useful for analysing critical issues of the urban system and for the definition of adaptive design solutions.*

#### **Conclusions**

*The processes developed by the use of IT tools (workflows), and particularly the obtained data, besides defining a large cognitive system full of information useful to the definition of a local adaptation strategy, do not allow the direct interoperability with other software (e.g. GIS, BIM and parametric tools). However, the data and the elaborated analysis can be extracted and collected in databases via transfer and conversion operations, to be used within other platforms. Particularly, in a process of mapping and geo-referencing in GIS applications, the information processed and contained as outputs of the software may be considered as additional attributes to be assigned to the basic elements such as buildings polygons, or inserted as raster files containing information<sup>10</sup>. A comparison of the results of software processing and*

Costruzione di modello tridimensionale all'interno di ENVI-met: a sinistra l'immagine satellitare dell'area scelta per la simulazione; al centro il modello di input; a destra il modello tridimensionale / *Three-dimensional model construction within ENVI-met: to the left the satellite view of the area chosen for the simulation; at the center the input model; to the right the three-dimensional model.*

Modello test: verifica della rispondenza dei valori di temperatura superficiale simulati con i valori di temperatura rilevati in situ / *Test model: compliance assessment between surface temperature values simulated and temperature values measured on site.*



retrieved data from satellite images<sup>11</sup> has allowed not only to validate the analysis procedure, but also to compare the results of a complex multi-scalar process, observing an acceptable consistency between the two instruments and considering reliable the obtained investigation in order to develop strategies and detailed technological solutions.

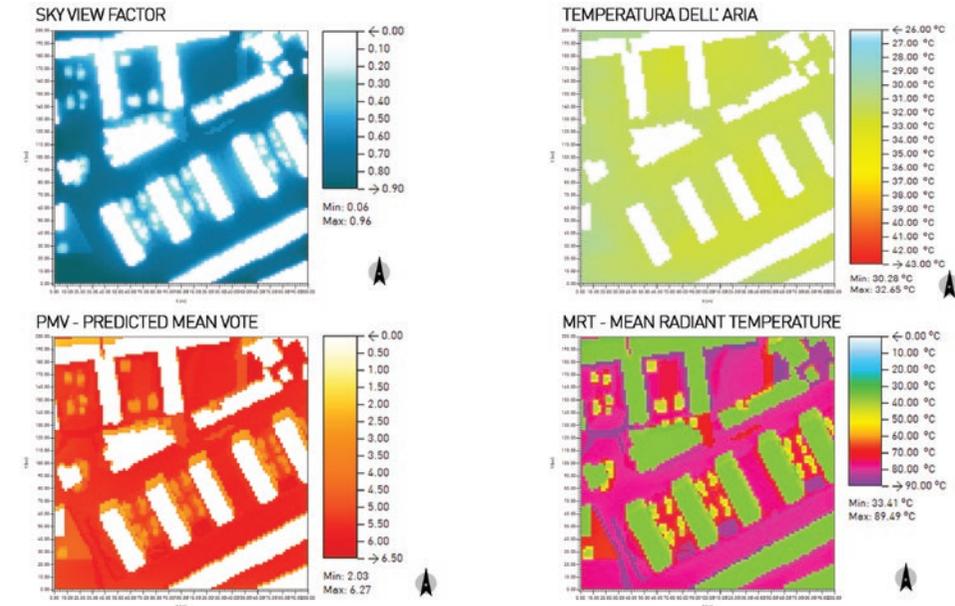
1. In Europe the rise of temperature is around 1.3 °C on average compared to pre-industrial levels. (Climate Change 2014 - Mitigation of Climate Change, IPCC Working Group III 2014)
2. Cristian Filagrossi Ambrosino is author of the second paragraph
3. In particular, the software used for energy simulations was TERMUS, approved by the CTI (Italian Heat Technology Committee) as it complies with the calculation methods contained in the technical standards UNI-TS 11300, recognized by current national legislation, and which is, together with some others, one of the most reliable and used software for energy certification.
4. The values were calculated with the software PAN 7.

condizioni ambientali. Per le simulazioni, si è scelto il 3 luglio 2015, giorno in cui è stata effettuata una campagna di rilievo sulle condizioni ambientali, che è da considerarsi rappresentativo della tendenza all'aumento delle temperature perché ricadente in un periodo di ondata di calore. Le simulazioni sono svolte in un arco temporale che va dalle ore 6 del mattino fino alle 24 ore successive, al fine di ottenere dati che tengano conto dei cambiamenti nelle componenti ambientali occorsi nelle ore precedenti.

Al termine del workflow di simulazione microclimatica vengono estratti i dati di PMV, MRT, temperatura dell'aria, temperatura superficiale, umidità relativa, Sky View Factor, velocità del vento, la radiazione solare diffusa, l'albedo delle superfici e le concentrazioni di CO<sub>2</sub> dell'area analizzata. I dati ottenuti, insieme alla lettura degli output sulle simulazioni delle prestazioni energetiche degli edifici, possono restituire una lettura complessiva sul comportamento microclimatico, energetico e del comfort percepito all'interno dell'ambiente urbano costruito di Napoli Est, risultano utili per la lettura delle criticità del sistema urbano e per la definizione di azioni progettuali di adaptive design.

### Conclusioni

I processi elaborati mediante l'uso di applicativi informatici (workflow operativi), e in particolare i dati ottenuti, oltre a definire un apparato conoscitivo vasto e denso



di informazioni utili alla definizione di una strategia di adattamento locale, non consentono la diretta interoperabilità con altri software (es. GIS, BIM o strumenti di tipo parametrico).

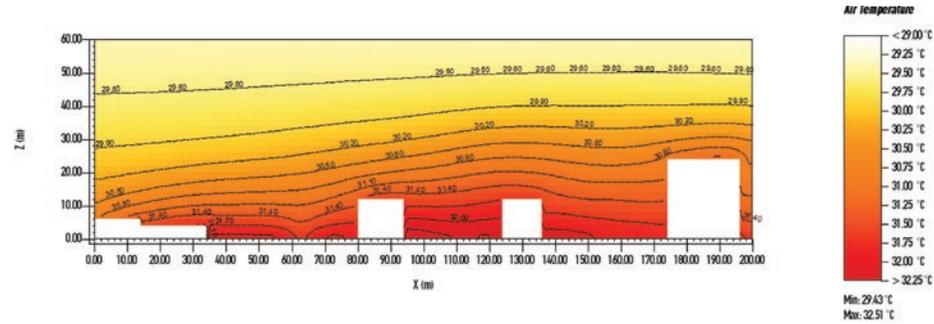
I dati e le analisi elaborati, possono però essere estratti e raccolti in database informatici mediante operazioni di trasferimento e conversione, per poi essere utilizzati all'interno di altre piattaforme. In particolare, in un processo di mappature e georeferenziazione in GIS, le informazioni elaborate e contenute all'interno degli output dei software possono costituire ulteriori attributi da assegnare agli elementi base quali poligoni edifici, oppure inseriti quali file raster contenenti informazioni<sup>10</sup>. Un confronto tra i risultati delle elaborazioni software e i dati reperiti da immagini satellitari<sup>11</sup> ha consentito non solo di validare la bontà della procedura di analisi elaborate, ma di poter raffrontare i risultati di un processo multiscalare complesso, osservando un'accettabile coerenza tra i due strumenti e ritenendo attendibile l'approfondimento ottenuto al fine di elaborare strategie e soluzioni tecnologiche di dettaglio.

1. In Europa l'aumento delle temperature si aggira sui 1.3 °C di media rispetto ai livelli pre-industriali. (Climate Change 2014 - Mitigation of Climate Change, IPCC Working Group III 2014)
2. Cristian Filagrossi Ambrosino è autore del secondo paragrafo.
3. In particolare il software utilizzato per le simulazioni energetiche è stato Termus della Acca, approvato dal CTI (Comitato Termotecnico Italiano) in quanto conforme alle metodologie di calcolo contenute nelle norme tecniche UNI-TS 11300, riconosciute dalla attuale legislazione nazionale in materia, e che

Output grafici ottenuti a seguito delle simulazioni microclimatiche in ENVI-met 3.0 Beta 5 / *Graphics outputs obtained after microclimatic simulations in ENVI-met 3.0 Beta 5.*

5. The values related to the regular transmittance ( $\gamma_{ie}$ ), the attenuation factor ( $f_a$ ), the phase difference and the thermal capacity ( $C$ ) are referred to the summer season.
6. Eduardo Bassolino is author of the first and the third paragraph
7. The individual's thermal sensation based on the heat balance of the human body, which indicate the mean value of the votes of a large group of people on a thermal sensation scale from -4 to +4. It is based on environmental parameters, such as air temperature, mean radiant temperature, wind speed and air humidity, as well on metabolism and the isolation of the clothing (Fangers 1972, UNI-EN-ISO 7730: 1996).
8. The Mean Radiant Temperature (MRT) expresses the uniform temperature of an imaginary enclosed environment which would result in the loss of heat by radiation from the person as same for the space (UNI-EN-ISO 7726: 1998). It is calculated as the average temperature of the reflected from the surface, that it is indoor or outdoor. The MRT is important for its strong influence on thermal comfort indices such as PMV and PET.

Simulazione della temperatura dell'aria in ENVI-met 3.0 Beta 5. Sezione di un quadrante all'interno del quartiere di Ponticelli / *Simulation of air temperature in ENVI-met 3.0 Beta 5. Section of a quarter of Ponticelli's district.*



9. *The Sky View Factor (SVF) is the extent of the portion of visible sky at a given point in the urban space. If the sky is completely visible, the value is equal to 1, and exposure to direct sunlight is greatest. The SVF is the precise lighting estimate of an urban area. When the SVF is equal to 0, then the sky is not visible in any way from that point. The SVF is revealed to be a useful parameter to describe the thermal radiation exchanges. This index can explain some of the mechanisms related to the urban heat island generation (Watson et al. 1987).*
10. *The outputs of the ENVI-met software, extracted in .DAT format, can be converted to ASCII text file, using an automated procedure developed by the architect Luciano Ambrosini (UNINA-DiARC), to be imported into a GIS platform, after entering the geographical coordinates in the reference system in which operates.*
11. *A comparison between Sky View Factor (SVF) and Albedo analyses has been elaborated, developed within the GIS starting respectively from the satellite LandSat 8 (30 m resolution) and Rapideye (7m resolution), and from the output of the albedo and the SVF analysis generated with ENVI-met software (2m resolution).*

- costituisce, assieme ad alcuni altri, uno dei programmi più affidabili e utilizzati per le certificazioni energetiche.
4. I valori sono stati calcolati con il software PAN 7.0.
  5. I valori relativi alla trasmittanza periodica (YIE), al fattore di attenuazione (fa), allo sfasamento e alla capacità termica (C) sono riferiti alla stagione estiva.
  6. Eduardo Bassolino è autore del primo e del terzo paragrafo.
  7. Il Predicted Mean Vote (PMV) è un indice che esprime la sensazione termica dell'individuo, basato sull'equilibrio termico del corpo umano, che prefigura il valore medio dei voti di un vasto gruppo di persone su una scala di sensazione termica da -4 a +4. È basato su parametri ambientali, quali la temperatura dell'aria, la temperatura media radiante, la velocità del vento e l'umidità dell'aria, così come metabolismo e l'isolamento del vestiario (Fangers 1972; UNI-EN-ISO 7730:1996).
  8. La Mean Radiant Temperature (MRT) esprime come la temperatura uniforme di un ambiente immaginario circoscritto che risulterebbe in perdita di calore per irraggiamento dalla persona come per lo spazio stesso (UNI-EN-ISO 7726:1998). Viene calcolato come media delle temperature delle superfici riflesse dall'ambiente, che esso sia indoor o outdoor. L'MRT è importante per la sua forte influenza su indici di benessere termo-igrometrico quali PMV e PET.
  9. Lo Sky View Factor (SVF) è la misura della porzione di cielo visibile da un punto nello spazio urbano. Se il cielo è completamente visibile, il valore è uguale a 1, l'esposizione alla radiazione solare diretta è massima. Lo SVF è la stima precisa dell'illuminazione di un'area urbana. Quando lo SVF è uguale a 0, allora il cielo non è in alcun modo visibile da quel punto. Lo SVF si rivela essere un parametro utile per descrivere gli scambi di radiazione termica. Quest'indice può spiegare alcuni meccanismi legati alla generazione dell'isola di calore urbana (Watson et al. 1987).
  10. Gli output del software ENVI-met estratti in formato .DAT, possono essere convertiti in file di testo in formato ASCII, mediante una procedura automatizzata elaborata dall'architetto Luciano Ambrosini (DiARC UNINA), per poi essere importati all'interno di piattaforme di tipo GIS, dopo aver inserito le coordinate geografiche nel sistema di riferimento in cui si sta operando.
  11. È stato elaborato un confronto tra le analisi di Sky View Factor (SVF) e di Albedo elaborata all'interno del GIS a partire rispettivamente dall'immagine satellitare LandSat 8 (risoluzione 30 m) e Rapideye (risoluzione 7 m) e l'output dell'analisi dello SVF e dell'Albedo generata con il software ENVI-met (risoluzione 2 m).

## References

- Fanger P.O. (1972), "Thermal Comfort. Analysis and Application", *Environment Engineering*, McGraw Hill Book Company, New York.
- Gathing W. with Puckett K. (eds.) (2013), *Design for Climate Change*, RIBA Publishing, London.
- Giallocosta G. (2011), "Tecnologia dell'Architettura e progettazione tecnologica", in *Techne - Journal of Technology for Architecture and Environment, Progettazione Tecnologica*, n. 2, Firenze University Press
- Gill L., Hathway E. A., Lange E., Morgan E., Romano D. (2013), "Coupling real-time 3D landscape models with microclimate simulations", in *International Journal of E-Planning Research (IJEPR)*, vol. 2, issue 1.
- Huttner S., Bruse M., Dostal P. (2009), "Using ENVI-met to simulate the impact of global warming on the microclimate in Central European cities", *Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg*, n. 18, Friburgo.
- Höppe P. (1999), "The physiological equivalent temperature - A universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment", in *International Journal of Biometeorology*, n. 43, pp. 71-75.
- IPCC (2014), Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2014 - Mitigation of Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- MATTM - Ministero dell'Ambiente dalla Tutela del Territorio e del Mare, (2014), *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici in Italia*, Roma,.
- Matzarakis A., Mayer H., Iziomon M. (1999), "Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature", in *International Journal of Biometeorology*, n. 43, pp. 76-84.
- Mayer H., Höppe P. (1987), "Thermal comfort of man in different urban environments", in *Theoretical and Applied Climatology*, n. 38, pp.43-49.
- Shaw R., Colley M., Connell R. (2007), *Climate change adaptation by design: a guide for sustainable communities*, TCPA, Londra.
- Trimmel H. (2008), "Using Microscale Climatological Simulation", in *Landscape Planning - an ENVI-met 3 User's Perspective*, Universität für Bodenkultur Wien, Vienna, pp. 1-35.
- UNI (1997), UNI EN ISO 7730:1997 - Ambienti termici moderati - Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico, Unificazioni Italiana, Milano.
- UNI (1998), UNI EN ISO 7726:1998 - Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze Fisiche, Unificazioni Italiana, Milano.
- Watson I., Johnson G. (1987), "Graphical estimation of sky view-factors in urban environments", in *Journal of Climatology*, n.7, pp. 193-197.

## La conoscenza dei suoli urbani per la riduzione del rischio *climate change*

Marina Rigillo, Lorenzo Boccia, Alessandra Capolupo, Maria Cristina Vigo Majello

### *Enhancing urban soils for reducing Climate Change risk*

#### **Land Use and ecosystem servcrices in urban areas**

*The quality and the consistency of urban soils plays an important role in determining the vulnerability of the city at risks generated by climate change. The loss of permeable surfaces and of evapotranspiring ones is a key factor in changing urban microclimate. Impervious surfaces cause the increasing of local temperature (at soil level and at altitude) and modify the accounting of the radiating surfaces as well as the air humidity and the atmospheric exchanges in the city environment (Kuttler, 2008). By the soils - and specially by evapotranspiring soils - depends some key ecological functions, such as the production of food and oxygen, the micro-climate regulation, the storage of CO<sub>2</sub>, the flora and fauna biodiversity. Soils also supply key performances of the built environment: the control of the surface hydrology, the reduction of landslide risk and the prevention of fire risk, the reduction of acoustic impact and the citizens well-being (MEA, 2005). Soils also have significant impacts on the quality of the built environment and they correspond to a prime variable for assessing cities coping capacity in front of meteorological events, such as heat wave and pluvial flood.*

*The establishing of reciprocal relationship between urban form and the ecological efficiency of urban soils sets a sort of prerequisite for putting in place urban regeneration projects aimed at empirically demonstrating the importance of urban soils for improving cities resilience. A number of projects have been done in the last 10 years (Rotterdam, 2010; Shanghai, 2010; New York, 2014-2016, London, 2012, etc), by the aim of demonstrating, although empirically, the effectiveness of the adaptive approach to cope heat wave and pluvial flood at local scale. Unfortunately such results are not consistent with analytic methodologies, so that it is not possible to provide a quantitative assessment of the benefit achieved, nor making comparison in between the different experiences, nor making effective their transfer.*

*Starting from this, scholars are addressing research interests towards new research lines aimed at giving scientific evidence to the benefits of urban adaptive design, focusing on evapotranspiring soils, and making attention to the differences (somehow significant) in land use and land cover within the city. In particular, the need of producing innovative knowledge about urban microclimate regulation*

#### **Uso del suolo e servizi eco-sistemici per le aree urbane**

La qualità e la consistenza dei suoli urbani gioca un ruolo sempre più importante nella determinazione della vulnerabilità delle città rispetto ai rischi generati dal cambiamento climatico. La perdita di superfici permeabili ed evapotraspiranti rappresenta, infatti, un fattore determinante per la modifica del microclima urbano, intervenendo sull'aumento della temperatura (al suolo e in quota), sul bilancio delle superfici radianti, sull'umidità dell'aria, sugli scambi atmosferici (Kuttler, 2008).

Dal suolo - e in particolare dal suolo evapotraspirante - dipendono funzioni ecologiche essenziali, quali la produzione di cibo e ossigeno, la regolazione del microclima, lo stoccaggio di CO<sub>2</sub>, la biodiversità di flora e fauna, ma anche importanti prestazioni dell'ambiente costruito: il controllo dell'idrologia superficiale, la riduzione del rischio frane e la prevenzione del rischio incendio, la riduzione dell'impatto acustico e il benessere psico-fisico dei cittadini (MEA, 2005). Il suolo incide in modo significativo sulla qualità dell'ambiente costruito e rappresenta una variabile essenziale per valutare la capacità di risposta del sistema urbano di fronte a eventi meteorologici come ondate di calore e *pluvial flooding*.

Il riconoscimento della relazione di reciprocità tra forma urbana ed efficienza ecologica dei suoli, se da un lato stabilisce il presupposto teorico per la messa in essere di processi empirici volti alla valorizzazione della risorsa in termini resilienti, dall'altro guida la ricerca verso la definizione di metodi e strumenti tesi a oggettivare i vantaggi connessi alla presenza di suoli evapotraspiranti e alla determinazione delle differenze (talora importanti) tra le diverse parti della città. In particolare, si riconosce l'esigenza di definire elementi di conoscenza del microclima urbano atti a correlare, in termini di misura, interventi di tipo adattivo e opere per la mitigazione degli impatti, portando l'attenzione verso modelli di previsione in grado di generare scenari di progetto attendibili, alternativi, comparabili.

In questo senso, e coerentemente con la domanda espressa, lo studio dei suoli urbani viene affrontato con l'obiettivo di portare la conoscenza della risorsa suolo nell'ambito dell'analisi spaziale, orientando la conoscenza verso metodi di mappatura più precisi, volti a restituire l'eterogeneità degli usi e dei trattamenti delle superfici urbane, nonché la diversità delle condizioni morfologiche e funzionali che contribuiscono a determinare la qualità delle funzioni ecologiche erogate.

L'interesse verde, in prima battuta, sull'uso del suolo visto come processo dinamico, fortemente connesso alle caratteristiche del luogo e alle condizioni socio-culturali

della comunità che lo abita; un processo che riflette la vita e la storia della città, poiché attraverso l'analisi dei diversi pattern insediativi nel tempo è possibile comprendere i principi che regolano il rapporto tra forma urbana e uso delle risorse naturali (Gill et al., 2008; Pauleit e Breuste, 2011). La stratificazione e la tipologia delle attività antropiche determinano le modalità di trasformazione dei suoli originari e ne vincolano i trattamenti ai nuovi usi richiesti, così che la copertura del suolo si configura come una sorta di derivata dell'uso - e dell'uso storico - delle superfici urbane, nonché un indicatore indiretto del funzionamento ecologico della città e della sua capacità di risposta in caso di eventi calamitosi (Pauleit e Breuste, 2011).

Si delinea così una nuova prospettiva di ricerca, che fa dei suoli urbani un elemento di conoscenza di tipo meta-progettuale, finalizzato alla definizione di scenari multi-obiettivo per la riduzione del rischio climate change. Un approccio che orienta verso la revisione dei criteri tradizionalmente adoperati per la mappatura di uso e copertura del suolo allo scopo di riconoscere diverse tipologie di suolo urbano, valutando, sia pur in maniera empirica, l'efficienza ecologica di questi stessi<sup>1</sup>.

Sulla base di tale premessa, l'obiettivo specifico della ricerca sui suoli urbani è di contribuire alla costruzione di un set di indicatori utili alla messa a punto di modelli di conoscenza dello spazio costruito che possano essere utilizzati per rappresentare, e in seguito valutare, l'efficienza dei suoli urbani in termini di servizi eco-sistemici e di resilienza potenziale dell'area osservata. In particolare, lo studio è diretto alla produzione di carte tematiche adeguate a descrivere il complesso mosaico di usi e di trattamenti rinvenibili alla scala urbana secondo procedure di raccolta e standardizzazione dei dati che siano in grado di superare i limiti oggettivi dell'interpretazione individuale per realizzare nuove interfacce cognitive a supporto della decisione e del progetto. Attraverso l'analisi delle carte di uso del suolo, è possibile, infatti, ricavare informazioni di dettaglio sulla copertura vegetale dello stesso (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) e sul comportamento delle superfici urbane (attraverso l'analisi della loro riflessione, Albedo), introducendo così indicatori inter-scalari (NDVI e Albedo) coerenti con la richiesta di interfacce e modelli per la valutazione. La ricerca si orienta, pertanto, verso processi obiettivi di *down / up scaling* che consentano il confronto e la verifica dei dati nell'ambito della costruzione di scenari di cambiamento alternativi, utilizzando set di indicatori coerenti con le caratteristiche di funzionamento dei software disponibili per la misura delle condizioni del microclima urbano alle diverse scale.

#### **Obiettivi di conoscenza**

Alla luce dell'inquadramento culturale che informa lo studio, l'interesse della ricerca si focalizza sugli spazi aperti della città e, in particolare, sulla mappatura dei suoli urbani, considerati un indicatore indiretto della capacità di risposta dell'ambiente costruito rispetto ai cambiamenti climatici. Obiettivo generale è quello di sperimentare una

*has generated the demand of achieving the capacity of measuring the effects of both urban adaptation projects and the mitigation ones: interest is given to prediction models and its design, in order to generate affordable scenarios that could be assessed and comparables. In line with such demand, studies are now stressing the inclusion of urban soils into the spatial analysis data, aimed at finding out a set of key indicators for delivering more precise maps, by which carrying out the heterogeneity of soil uses, the treatments of urban surfaces, as well as the soil diversity in terms of morphology, and of the ecosystem services provided.*

*The research interest lies on land use considered as dynamic process. Land use is closely linked to the site features and to the socio-cultural conditions of its inhabitants. Land use also reflects cities stratification, due to it is possible to understand the change of the urban form and of resources exploitation through the overlay of the different urban patterns over the time (Gill et al. 2008; Pauleit and Breuste, 2011). Indeed the stratification of human activities determine the transformation of original soils and explains the consistency with their artificial treatments with the new uses required. In such perspective, land cover could be interpreted as the consequence of historical land uses overlay in urban areas and it can also be considered as an indirect indicator of the capacity of the city to respond in the event of natural disasters (Pauleit and Breuste, 2011).*

*Such research approach outlines urban soils as part of the meta-design process, defining multi-target scenarios for the risk reduction. Such approach also orients the revision of the traditional criteria for both land use and land cover mapping, in order to recognize different types of urban soils and their ecological efficiency<sup>1</sup>.*

*In order to this, the specific objective of this research unit is to contribute to the construction of a set of indicators for the spatial analysis of the urban soils, developing knowledge models for the built environment in order to represent, and then evaluate, the efficiency of urban soils in analytical terms. Specially, the study is directed to the production of thematic maps adequate to describe the mosaic of uses and treatments at the urban scale, through the collection and standardization of specific data set. The research is oriented, therefore, to test down/ up scaling processes, by the aim of enabling comparison within alternative scenarios, using sets of indicators in line with the operating characteristics of different software available for measuring urban microclimate conditions at different scales.*

#### **Knowledge objectives**

*The research starts from the assumption that cities are both generative factor of climate change and element exposed at risk. On one hand, indeed, the higher concentration of permeable areas and the three-dimensional structure of the built environment amplify*

*hazard potential in terms of magnitude and frequency, on the other hand, cities steady increase their population (UNDP, 2011) and - due to the presence of infrastructure, cultural goods and services - they are the most exposed areas to the heat wave phenomena, heat canyons, flooding and urban run-off, with impacts that vary greatly in time and space, depending on weather conditions, geography and urban form (Gill, 2008). Such assumption culturally supports the rising employ of digital technologies as new “technical available” system (Gangemi, 1985), as well as the demand for eco-innovative solutions, that must be multi-functional and site-specific, corresponding to the design request “how to do?”, but especially since “why to do?, and where?.”*

*According to the cultural assumption informing the study, the research interest focuses on the cities open spaces and, specially, on urban soils mapping, here considered an indirect indicator of the responsiveness of the built environment to climate change. The general aim is to experience an integrated methodology by which reducing the vulnerability at heat wave phenomena and pluvial flood, working through land use and land cover. The specific aim is to provide detailed information on vegetation cover (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) and on the reflection of urban surfaces (Albedo), thus introducing such data as multi-scale indicators (NDVI and Albedo) consistent with the constraints of different evaluation tools.*

*In particular, the study looks at urban soils as a three-dimensional matter, deepening the number and consistency of the soil horizons (pedon) that make up the soil “profile”, as well as the physical-mechanical and chemical properties that characterize it, due to these features modify the ecosystem services associated with (Senesi, 1993). Unlike natural ones, indeed, urban soils resulting from mixing and coating processes by which waste and man-made materials join to the ground (Barberis, 2001); urban soils can therefore be considered as the last stage of degenerative processes determined by the gradual increase of human activities that change natural soils, turning them first into agricultural soils and then into urban. The latter can be also described as the result of the superposition of many young pedon into a polycyclic soil (Lorenzetti, 2010; Barberis, 2005). Urban soils are often contaminated by external agents and modified both in acidity (PH) and in mechanical properties: the presence of large-sized stone material resulting from soil mixing with debris and waste have been observed in their composition, amending structure, texture and skeleton of the original soil. Further, changes produced by human activities cause alterations in the organization of soil layers and the decline of ecosystem services related to them, since they affect the balance among solid, liquid and gaseous parts, modifying the capacity of draining rainwater, developing vegetation, metabolizing organic matter and, not least, to exchange energy and matter with the surrounding*

metodologia integrata in grado di determinare una conoscenza dell’ambiente costruito finalizzata alla riduzione della vulnerabilità rispetto ai fenomeni dell’ondata di calore e del *pluvial flooding*, lavorando attraverso la mappatura dell’uso e della copertura del suolo anche in ragione del potenziale espresso dai suoli urbani per la progettazione di interventi adattivi. Oggetto di interesse è, in particolare, la disponibilità (immediata e/o potenziale) di suoli evapotraspiranti, una sorta di pre-condizione per la riprogettazione in chiave adattiva della città, in cui il progetto di suolo è parte essenziale del processo di rigenerazione della città in una logica multi-funzionale e multi-obiettivo.

La ricerca parte dall’assunto che le città siano al tempo stesso fattori generativi del cambiamento climatico ed elemento esposto a rischio. Da un lato, infatti, la maggiore concentrazione di aree permeabili e la struttura tridimensionale dell’ambiente costruito amplificano la pericolosità degli eventi atmosferici in termini di magnitudo e frequenza; dall’altro le città, con il costante aumento di popolazione (UNDP, 2011) e con la presenza di infrastrutture, beni culturali e servizi, sono anche le aree maggiormente esposte ai danni derivanti dai fenomeni di *heatwave, heat canyons, flooding e urban run-off*, con impatti che variano notevolmente nel tempo e nello spazio in funzione delle condizioni meteorologiche, geografiche e della forma urbana (Gill, 2008).

Un assunto culturalmente caratterizzato dall’approccio interdisciplinare e dall’affermarsi delle tecnologie digitali come nuovo sistema di “disponibilità tecniche” (Gangemi, 1985), nonché dalla richiesta di soluzioni eco-innovative, multi-funzionali e *site-specific* che corrispondono a un atteggiamento progettuale caratterizzato non solo e non tanto dal “come fare”, quanto soprattutto dal “perché fare, e dove”.

In particolare, lo studio realizzato dall’unità di ricerca ha deciso di lavorare sulla natura tridimensionale dei suoli urbani, poiché i servizi eco-sistemici a esso connessi dipendono dal numero e dalla consistenza degli orizzonti (*pedon*) che ne compongono il “profilo”, nonché dalle proprietà fisico-meccaniche e chimiche che lo caratterizzano (Senesi, 1993). Differentemente da quelli naturali, infatti, i suoli urbani sono il prodotto di processi di mescolanza e riporto in cui si uniscono anche materiali estranei al suolo e di origine antropica (Barberis, 2001); essi possono essere pertanto considerati l’ultimo stadio di un processo degenerativo determinato dal graduale incremento dell’attività umana che modifica i suoli naturali, trasformandoli prima in suoli agricoli e quindi in suoli urbani. Questi ultimi possono essere descritti come il risultato della sovrapposizione di molti *pedon* giovani in un suolo policiclico (Lorenzetti, 2010; Barberis, 2005): sono suoli spesso contaminati da agenti esterni e modificati nei valori di acidità (PH) e nelle caratteristiche fisico-meccaniche, poiché nella loro composizione si osserva la presenza di materiale lapideo di grossa pezzatura derivante dalla mescolanza del terreno con detriti e rifiuti, che ha modificato la grana, la tessitura e lo scheletro del suolo originario. Le modifiche prodotte dalle attività antropiche determinano un’alterazione nell’organizzazione dei *pedon* e lo scadimento dei servizi eco-sistemici a essi connessi, poiché incidono sul rapporto tra componente solida,

liquida e gassosa del terreno e quindi sulla capacità di assorbire acqua piovana, di sviluppare vegetazione, di metabolizzare sostanza organica e, non ultimo, di scambiare energia e materia con i sistemi circostanti.

Interventi di sottrazione (dei *top soils* e suoli superficiali, attraverso azioni di compattazione meccanica che vanno dal semplice calpestamento alla impermeabilizzazione, con una sensibile riduzione del volume e della porosità del terreno; ma anche del suolo profondo, attraverso la creazione di infrastrutture sotterranee e di opere di fondazione delle aree edificate), così come opere di addizione (con il deposito, la mescolanza e il riempimento di materiali e sostanze estranei alla natura del suolo, che danno origine a processi di contaminazione e alla riduzione della capacità di metabolizzazione, (Craul, 1992) generano nuove tipologie di suoli che il World Reference Base (WRB) for Soil Resources definisce, nel 2006, come Technosols, che si distinguono dai suoli naturali per la prevalenza delle funzioni antropiche su quelle ecologiche, e per l’essere caratterizzati nella loro composizione dalla presenza di detriti, di strati impermeabili, di strati artificiali e compatti (Rossiter, 2007)<sup>2</sup>.

### Metodi, strumenti e risultati della ricerca

A partire quindi dal presupposto che il suolo è un indicatore importante della capacità di risposta dell’ambiente urbano, l’unità di ricerca ha focalizzato prioritariamente l’interesse sulla messa a punto di due *core maps*:

- mappa dell’uso del suolo, costruita in base alle esigenze del progetto di ricerca, e finalizzata a pervenire a una classificazione coerente con la scala urbana (*mesoscale*) e oggettivata dall’uso di metodiche di rappresentazione molto dettagliate;
- mappa della copertura del suolo, con particolare attenzione all’indice di copertura vegetale e alla possibilità di misurare alcune prestazioni di base del suolo.

Per raggiungere gli obiettivi specifici è stato definito un programma operativo per procedere alla progressiva messa a punto di strumenti volti a generare le mappe di NDVI - l’indicatore consolidato in letteratura per rappresentare la presenza e lo stato della vegetazione - e Albedo.

La ricerca si avvale dello strumento GIS, quale supporto essenziale per la gestione della complessità del dato e per l’elaborazione da satellite. Per rispondere alla natura della ricerca e agli obiettivi specifici posti, le cartografie di uso e copertura del suolo sono state realizzate attraverso l’utilizzo di metodiche di classificazione supervisionata che consentono di riportare i risultati ottenuti nell’ambito di sistemi di nomenclatura consolidati in letteratura (ad esempio, per distinguere le aree verdi urbane dalle aree ricreative e sportive). Inoltre, al fine di realizzare una mappa dell’uso e della copertura del suolo contenente informazioni significative alla scala urbana è stato stabilito di procedere a un lavoro di re-interpretazione delle immagini con unità di rilievo (pixel) sub metriche.

*systems. Soil taking away (top soils and sub-soils) and/or intervention of mechanical compaction (with a significant reduction in the volume and porosity of the soil) produce impacts ranging since reducing soil porosity at producing completely impervious surfaces. As well as the addition of material (with the storage, mixing and filling materials) give rise to contamination and to the reduction of the soil capacity of metabolization (Craul, 1992). All these transformations generate new soils typologies that the World Reference Base (WRB) for Soil Resources defined, in 2006, as Technosols, which are distinguished from natural soils due to the prevalence of human functions on the ecological ones, being characterized in their composition by the presence of debris, impermeable layers, artificial and compact layers (Rossiter, 2007)<sup>2</sup>.*

#### **Methods, Tools and Research Achievements**

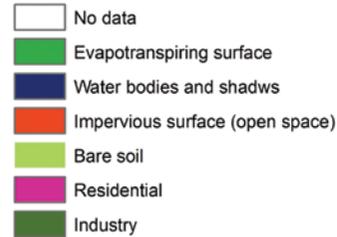
*Starting from the assumption that the soil is a key indicator of the climate change coping capacity, the research unit has first focused its interest on two core maps:*

- *Land use map, made by detailed representation techniques, according to the needs of the research project, and aimed at achieving soil classification consistent with the urban scale (mesoscale);*
- *Land cover map, made with special attention to the vegetation index (NDVI).*

*To achieve these specific goals, an operational program was defined to generate the NDVI map (the consolidated indicator in the literature to represent the presence and state of vegetation) and the Albedo map. The study works on GIS environment, as key support for managing data complexity and for satellite processing. To respond to the research specific, both land use and land cover maps have been realized through supervised classification methods that allow to report the obtained results in the framework of established nomenclature systems (e.g. to distinguish urban green areas by recreational areas and sports). In addition, in order to realize maps containing information consistent with the urban scale, images have been re-interpreted by sub-metrics representation units (pixels). With reference to the typologies of analysis, differentiated methods have been identified according to the different objectives of knowledge:*

- *Pixels oriented analysis, that is an interpretation of raster images, based on the characteristics of individual pixels (such as the spectral signature, or attributes, such as altitude). This method is particularly useful in urban areas to distinguish between impervious and permeable surfaces (bare soil and vegetated ones, streets and open spaces);*
- *Object oriented analysis, that is possible only in the ENVI environment, used when the combination of parameters or forms allows to recognize objects. This kind of analysis allows to discriminate residential use, from industrial one, by colors and quotas, or to find roads;*

Land cover classificata da immagini Pleiades  
- risoluzione 0.5 m / Land cover classified by  
Pleiades images - resolution 0.5 m.



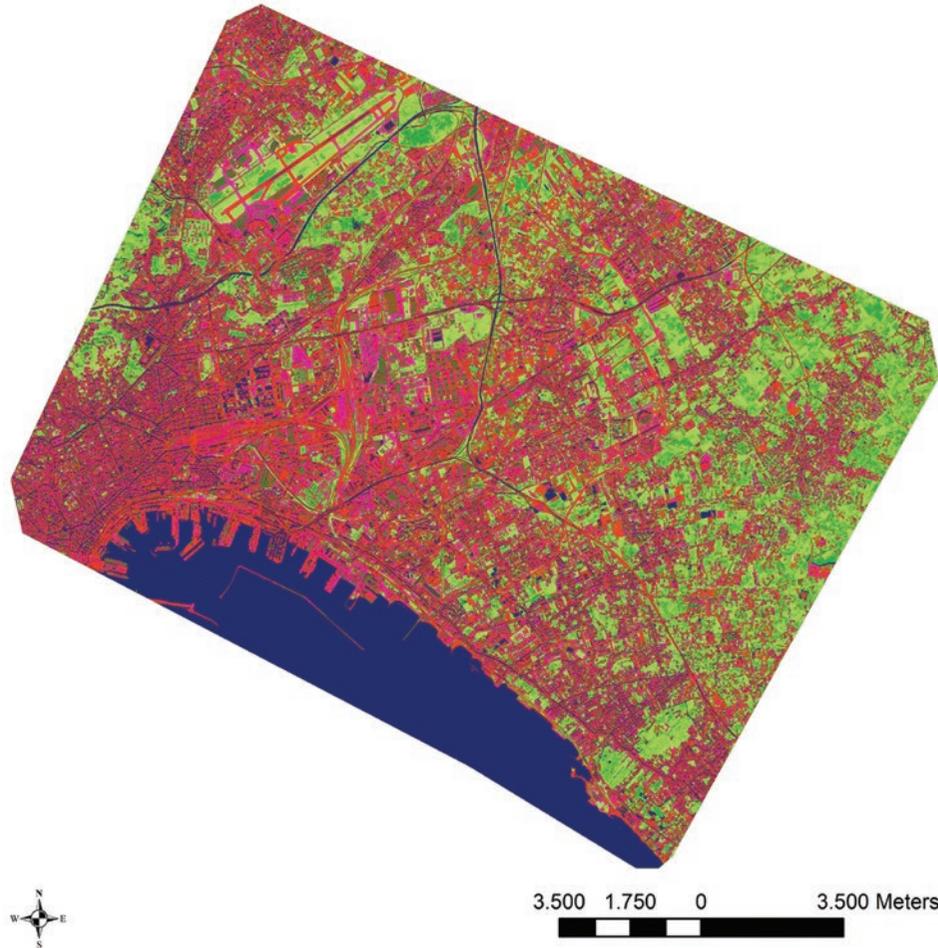
– NDVI analysis, used to further distinguish the evapotranspiring surfaces, compared to the permeable surfaces already surveyed through the pixels oriented analysis.

The application of the above mentioned methodologies is due to the impossibility of using multi-spectral analysis for mapping urban areas and for achieving an appropriate representation scale for the adaptive urban design. By the aim of supporting the results achieved from the photogrammetric analysis, two more maps have been provided:

- Digital Elevation Model (DEM) representative of the objects' high recorded in the observed area, and
- Digital Terrain Model (DTM) representative of only the ground altitudes.

LIDAR data coming from a flight sponsored by the Metropolitan City of Naples have been used for providing both DEM and DTM maps. These data are made public in a version featured by a mosaic of more than 350 items that were downloaded, reassembled and processed with a raster procedure mosaic of ESRI GIS. For the satellite images processing we used photos taken by Rapideye and Pleiades satellites<sup>5</sup>.

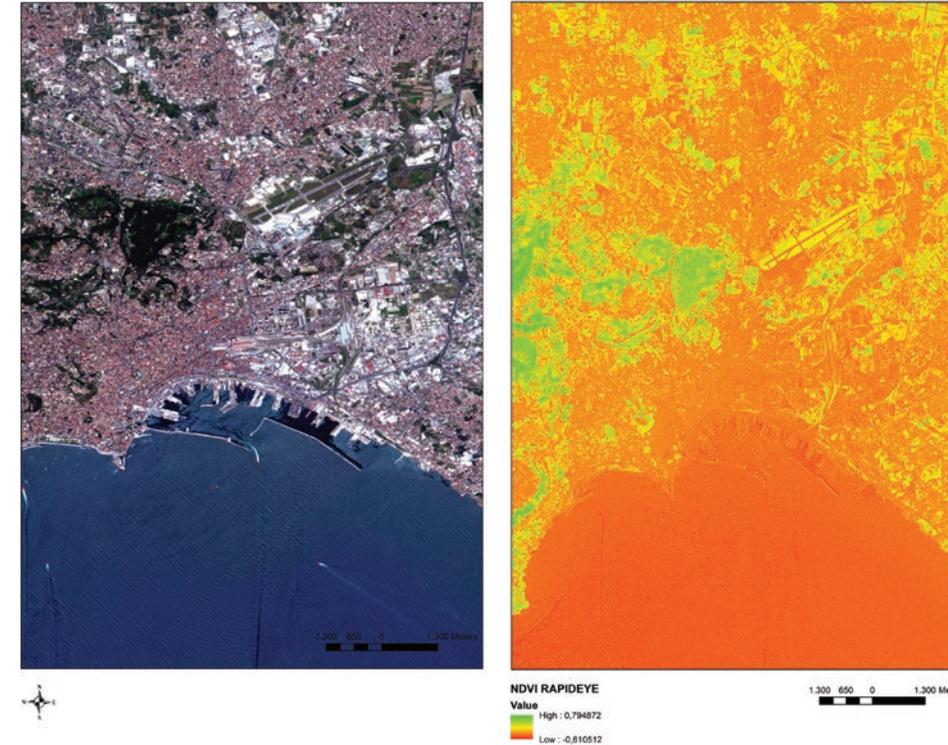
From such analysis it was therefore possible to re-calculate the values of NDVI of the study area<sup>4</sup>. The NDVI map contains, in fact, implicitly, information on soil permeability and on the quality of the existent vegetation. Moreover, the land cover map is also produced through the analysis of the NDVI that relates to data objectively deduced from the observation of the aerial photographs. Another essential element for understanding the urban microclimate and its adaptation potential is the analysis of the reflectance of the horizontal surfaces through the analysis of albedo (that is the relationship between the incident and the reflected energy in the visible and near infrared between 0.315 m $\mu$ m - 2.8 m $\mu$ m). Albedo is also the most modifiable parameter



Con riferimento alle tipologie di analisi sono individuate metodiche differenziate in base ai diversi obiettivi di conoscenza identificati:

- *Analisi pixel oriented*, ossia un'interpretazione delle immagini raster eseguita sulla base delle caratteristiche del singolo pixel (come, ad esempio, la firma spettrale o attributi come la quota). Questa metodica è particolarmente indicata in area urbana per distinguere tra le superfici edificate e non edificate (suoli nudi e vegetati, strade e spazi aperti);
- *Analisi object oriented*, possibili solo in ambiente ENVI, vengono utilizzate quando la combinazione di parametri o di forme consente il riconoscimento degli

Immagine Rapideye (a sinistra) e NDVI  
(a destra) - risoluzione 5 m / Rapideye image  
(left) and NDVI (right) - Resolution 5 m.



oggetti. Questo tipo di analisi permette di discriminare l'uso residenziale da quello industriale, in base a colori e quote o per individuare gli assi viari;

- Analisi dell'*indice NDVI* sono state utilizzate per distinguere ulteriormente le superfici evapotraspiranti rispetto all'insieme delle superfici non edificate già censite attraverso l'analisi pixel oriented.

L'utilizzo delle tipologie di analisi qui descritte è dovuto all'impossibilità di ricorrere all'analisi multispettrale per aree urbane e, comunque, per una scala di rappresentazione adeguata a conseguire un livello di informazione affidabile e oggettiva per gli interventi di *adaptive urban design*. A corredo delle informazioni derivanti dall'analisi fotogrammetriche per la produzione delle carte di uso e copertura del suolo, sono stati realizzati:

- un DEM (Digital Elevation Model) rappresentativo delle quote rilevate nell'ambiente osservato;
- un DTM (Digital Terrain Model) rappresentativo delle sole quote del terreno.

Per il DEM e per il DTM è stato possibile utilizzare i dati LIDAR derivanti da un volo commissionato dalla Città Metropolitana di Napoli. I dati sono resi pubblici in una

through design, because of directly dependent on the nature and treatment of the horizontal surfaces. By the aim of integrating the basic knowledge of the territory, the research unit has implemented the analysis of soils with the study of the inherent permeability of the soil, so introducing a further evaluation parameter for monitoring the eco-efficiency of urban soils. The approach used is to estimate the runoff coefficient through a calculation method based on the assumption that this is the one's complement of the permeability. Soil permeability can be measured with a rain simulator according with the compliance DIN 4095. The results achieved are consistent with the project aim, because of the measurement was carried out with a critical length of 15' and a rain intensity of 300 l / (s \* ha) (about 27 mm in 15') that is what roughly the project hypothesis. In working out the permeability map we referenced to literature that regroups cover soil typologies by homogenous permeability classes. Through the permeability map provided for, it is possible to calculate the expected outflow area in the case of a great intensity event.

In methodological terms, the calculations carried out have been evaluated through the programming an appropriate phase of data verification, able to support the quantitative analysis produced through photogrammetry with the use of qualitative analyzes developed through the use of selected test-sites. In addition, some data sets have been detected in a timely manner through the field measurements (points of support for georeferencing of satellite images and albedo measurement points for calibration of the interpretation of satellite images) to support the preparation of the maps listed above<sup>6</sup>. For made the study consistent with potential, later uses, each point of support, a monograph has been provided<sup>7</sup>. The points have been chosen so as to be recognizable in the images.

Finally, by the aim of determining the industrial and residential uses not immediately discriminated through the DEM and DTM, the values were recalculated using the color information of the satellite images with an object oriented procedure using the ENVI software<sup>8</sup>.

1. The recognition of the characteristics of urban soils through the reconstruction of their historical uses helps to determine the type of ecosystem services delivered by, focusing on the relationship between soil features and vegetation. Indeed the amount of sub-soil available for roots development, the degree

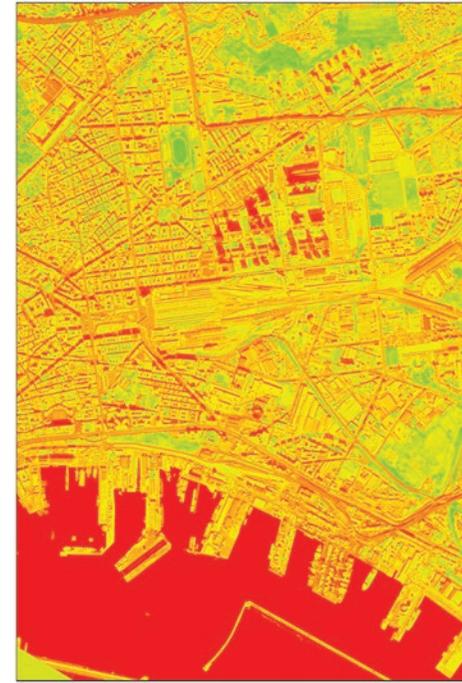
Immagine Pleiades (a sinistra) e NDVI (a destra) - risoluzione 0.5 m / *Pleiades image (left) and NDVI (right) - 0.5 m resolution.*

*of water permeability as well as the presence of nutrients and air, reduces the number and types of plant species able to adapt and grow, influencing the capacity of regulating city microclimate.*

- The capacity of reconstructing the generative process of urban soils is a key factor to understand their characteristic in terms of redevelopment potential: «[...] by design, all Technosols will qualify as either Ekranic (sealed), Linic (lined), Urbic (rubbly), Spolic (industrial wastes), or Garbic (organic wastes); these clearly are useful categories for soil management» (Rossiter, 2007).*
- Rapideye is launched by DNEPR-1 Rocket sensor Aug. 29, 2008. Its peculiarity lies in the five satellites helium - synchronous that constitute it. This is a characteristic of primary importance because each point of the earth observed from each satellite is acquired under the same lighting conditions and orbit, in order to ensure homogeneous shell over large areas. In addition, this property guarantees, also, that every item be revisited periodically in the same tilt conditions. This is especially important in monitoring activity, as the acquired data can be compared with each other. The resolution is 5 meters and the images are of 5 bands (3 colours and 2 infrared).*

*The Pleiades sensor was launched by Airbus Defence & Space 16 December 2011. It is particularly interesting not only for its high resolution - 0.5 m - but especially for its ability to capture images of any point on the earth every day, taking shape as one of the most suitable satellites to monitoring of a specific area. The resolution of the sensor is 0.5 m for the panchromatic and one meter by the other 4 bands (3 colour and near infrared). It is pointed out that the resolution becomes substantially 0.5 m for the other bands with the operation of Pan shapering, overlapping the gray colours that are then re-framed and re-classified.*

- By the aim of determining of the NDVI (calculated by applying the Rouse formula, 1973) the ENVI software was used.*
- In order to check the drafting quality, albedo was randomly detected in a number of selected control points within the area of Eastern Naples. The albedo was measured with a pianometro "Keep and Zonen" connected to a Campbell data log. Once calculated the NDVI, the information has been re-processed with the values of the DEM and DTM shares to distinguish evapotraspiranti soils (soils evapotranspiring) from bare soil (bare soils).*



versione che presenta un mosaico di oltre 350 elementi che sono stati scaricati, ricomposti ed elaborati con una procedura *raster mosaic* del GIS ESRI.

Per le elaborazioni delle immagini da satellite sono state utilizzate immagini rilevate dai satelliti *Rapideye* e *Pleiades*<sup>3</sup>.

Dalle analisi condotte è stato quindi possibile ri-calcolare i valori di NDVI nell'area di studio<sup>4</sup>. La mappa del NDVI contiene, infatti, implicitamente, informazioni sulla permeabilità del suolo e sulla qualità della vegetazione presente. Dalla stessa mappa deriva, inoltre, la copertura del suolo che si rapporta in maniera oggettiva a quanto potenzialmente già desumibile dell'osservazione delle foto aeree. Altro elemento essenziale per la conoscenza del microclima urbano e del potenziale effetto di mitigazione degli interventi è l'analisi della riflettanza delle superfici orizzontali.

Questo richiede di conoscere i valori di Albedo - il rapporto tra l'energia incidente e quella riflessa nel visibile e nell'infrarosso vicino (0,315 µm - 2,8 µm) - che è anche il parametro più facilmente modificabile dal progetto nell'ambito urbano perché direttamente dipendente dalla natura e dal trattamento delle superfici orizzontali.

APPLIED PERMEABILITY COEFFICIENT (AOC)				
Integrated typologies	AOC	Classes	Description	Standard AOC
1	0,1	N 1	Green surfaces on deep soil, lawns, gardens, allotments, wooded areas and agricultural	0,1
		N 2	Watercourses into natural riverbed	0,1
		N 3	Water areas, ponds or reservoirs and infiltration with natural bottom	0,1
		D 23	Accumulation basin, water areas, ponds or reservoirs with permeable bottom	0,1
2	0,2	N 4	Dirt patch, uncultivated, natural degraded surfaces	0,2
		D 18	Railway yard	0,2
3	0,3	D 16	Macadam pavements, roads, courtyards, squares	0,35
		D 17	Loose gravel surfaces	0,3
4	0,35	N 6	Sports facility area with drainage systems and lawn surface (with permeability coefficient kf of substrate in m / s 100 - 10-5)	0,3
		D 19	Sports facilities with draining systems on pervious subbase, dirt paths or similar (with permeability coefficient of kf substrate in m / s 100 - 10-5)	0,4
5	0,9	D 1	Metal roofs with a slope > 3°	0,95
		D 2	Metal roofs with a slope < 3°	0,9
		D 3	Continuous roofing with gravel ballast	0,7
		D 4	Continuous roofing with paving slabs	0,8
		D 5	Continuous roofing finished by sealed materials (terraces, flat roofs, surfaces located above underground volumes) with slope > 3°	0,9
		D 6	Continuous roofing finished by sealed materials (terraces, flat roofs, surfaces located above underground volumes) with slope < 3°	0,85
		D 7	Discontinuous roofing (tile brick or sim.)	0,9
		D 8	Asphalt paving or concrete	0,9
		D12	Paving cubes, stones or slabs with sealed joint	0,8
		D 13	Paving cubes, stones or slabs with not sealed joint	0,7
		D14	Paving with large cut stone slabs, without not sealing joints, on sand subbase	0,7
		D 21	waterways in pervious riverbed	1

A integrare la conoscenza di base del territorio, l'unità di ricerca ha implementato l'analisi dei suoli con uno studio specifico inerente la permeabilità dei suoli, introducendo così un ulteriore parametro di valutazione per il monitoraggio dell'efficienza eco sistemica dei suoli urbani. L'approccio utilizzato per la stima del coefficiente di deflusso è basato sull'ipotesi che questo sia il complemento a uno della permeabilità. La permeabilità di un suolo, può essere misurata con un simulatore di pioggia in accordo alla norma DIN 4095. Il dato è confrontabile con le ipotesi di progetto perché la misura è effettuata con una durata critica di 15' e una intensità di pioggia pari a 300 l/(s\*ha) (circa 27 mm in 15') che è grosso modo quella considerata come ipotesi di progetto. Nell'elaborazione della mappa di permeabilità si è fatto riferimento a dati di letteratura che prevedono il raggruppamento delle tipologie di copertura del suolo per classi omogenee di permeabilità. Da questa carta, considerata una sezione di chiusa, è possibile calcolare il deflusso atteso nell'area a seguito di un evento caratterizzato da una grande intensità.

In termini metodologici, al fine di validare le elaborazioni svolte, si è ritenuto opportuno programmare una fase di verifica dei dati in grado di affiancare l'analisi quantitativa prodotta attraverso fotogrammetria con l'utilizzo di analisi qualitative sviluppate attraverso il ricorso a test-sites selezionati in base alle criticità emerse dalle cartografie ottenute<sup>5</sup>. Inoltre, alcuni *data set* di supporto per la redazione delle mappe sono stati rilevati in maniera puntuale attraverso misure in campo (punti di appoggio per



Digital Elevation Model, particolare area di studio / *Digital Elevation Model, focus area.*

- For all calculations derived from both satellites has been carried out the atmospheric correction and ortho-rectification. For the ortho-rectification of the Pleiades images we have been used to support points known through the available cartography, while for the ortho-rectification of the images Rapideye was necessary to identify the points of support on the territory. For each point of support the position with a differential GPS was detected. The detected geographical coordinates were correct to ETRS89 using the National Geo-portal.*
- The research Unit provides the follow products:*
  - DSM (Digital Surface Model) of the Napoli Est Area, featured by 1 meter resolution. A limited sample of pixels has been verified with the methods described above*
  - DTM (Digital Terrain Model) of the Napoli Est Area, featured by 1 meter resolution. A limited sample of pixels has been verified with the methods described above;*
  - Albedo derived from Rapid-eye satellite, at the conventional scale of 1: 25,000 with a resolution of 5 meters for the entire area of East Naples. A limited sample of pixels has been verified with the methods described above;*

Albedo stimato da immagini Pleyades – risoluzione 0.5 m / *Albedo estimated from Pleyades images - resolution 5 m.*



- *Albedo derived from satellite Pleyades at the conventional scale of 1 : 5.000 with a resolution of 0,5 meters for the entire area of East Naples. A limited sample of pixels has been verified with the methods described above;*
- *NDVI derived by Rapid-eye satellite, at the conventional scale of 1: 25,000 with a resolution of 5 meters for the entire area of East Naples. A limited sample of pixels has been verified with the methods described above;*
- *NDVI derived from satellite Pleyades at the conventional scale of 1 : 5.000 with a resolution of 0,5 meters for the entire area of East Naples. A limited sample of pixels has been verified with the methods described above;*
- *Automatic classification of Land Use in 6 classes for the entire area of East Naples, corresponding to a scale of 1: 25,000 and 1: 5000. The classes are the follows: residential; industry; open space; evapotranspiring surface; bare soil; water bodies.*
- *Classification operator attended, up to the level II Corine Land Cover, scale 1: 25,000.*

la georeferenziazione delle immagini satellitari e punti di misura dell'albedo per la taratura dell'interpretazione delle immagini da satellite). Per ciascun punto di appoggio è stata preparata una monografia per usi successivi. I punti sono stati scelti in modo da risultare riconoscibili nelle immagini<sup>6</sup>.

Per determinare gli usi industriali e residenziali non immediatamente discriminabili attraverso il DEM e il DTM, i valori sono stati ricalcolati utilizzando le informazioni sui colori delle immagini da satellite con una procedura *object oriented* con software ENVI<sup>7</sup>.

1. Il riconoscimento delle caratteristiche dei suoli urbani attraverso la ricostruzione (spesso solo verosimile) della loro formazione attraverso la storia degli usi consente di determinare la tipologia di servizi ecosistemici che questi stessi sono in grado di erogare, focalizzando in particolare l'interesse sul rapporto tra qualità del suolo e sistema della vegetazione, poiché la quantità di terreno a disposizione delle radici, il grado di permeabilità all'acqua e all'aria, nonché la presenza ridotta di nutrienti incidono sul numero e sulle tipologie di specie vegetali in grado di adattarsi e crescere in questo tipo di suolo, così che la capacità di influire sul microclima locale da parte dei suoli urbani ne risulta enormemente condizionata.
2. La capacità di ricostruire il processo di formazione dei suoli urbani diventa quindi un fattore chiave per comprendere il grado di compromissione del suolo originario e il suo potenziale in termini di recupero: «[...] by design, all Technosols will qualify as either Ekranic (sealed), Linic (lined), Urbic (rubbly), Spolic (industrial wastes), or Garbic (organic wastes); these clearly are useful categories for soil management» (Rossiter, 2007).
3. Rapideye è un sensore lanciato da DNEPR-1 Rocket il 29 agosto 2008. La sua peculiarità risiede nei cinque satelliti elio - sincroni che lo costituiscono. Ciò rappresenta una caratteristica di primaria importanza in quanto ogni punto della terra osservato è acquisito da ogni satellite nelle medesime condizioni di illuminazione e orbita, così da garantire coperture omogenee su vaste aree (Malatesta et al., 2012). Inoltre, tale proprietà garantisce, anche, che ogni punto venga rivisitato periodicamente nelle medesime condizioni di inclinazione. Ciò risulta fondamentale in particolare nelle attività di monitoraggio, in quanto i dati acquisiti possono essere confrontati tra loro (Campo e De Luca, 2013). La risoluzione è di 5 metri e le immagini sono su 5 bande (3 colori e 2 infrarosso). Il sensore Pleiades è stato lanciato da AIRBUS Defence & Space il 16 Dicembre 2011. Esso risulta particolarmente interessante non solo per la sua elevatissima risoluzione - 0.5 m - ma soprattutto per la sua capacità di acquisire immagini di un qualsiasi punto della terra quotidianamente, configurandosi come uno dei satelliti più adatti all'attività di monitoraggio di una determinata area. La risoluzione del sensore è di 0,5 m per il pancromatico e di un metro per le altre 4 bande (3 colori e infrarosso vicino). Si precisa che la risoluzione diviene sostanzialmente di 0,5 m anche per le altre bande con l'operazione di Pan shapering, sovrapponendo al grigio i colori che vengono poi riframmentati e riclassificati.
4. Per la determinazione del NDVI (calcolato applicando la formula di Rouse 1973) è stato utilizzato il software ENVI.
5. Per la verifica della qualità dell'elaborazione è stato rilevato l'albedo in alcuni punti di controllo scelti casualmente nell'area di Napoli Est. L'albedo è stato misurato con un pianometro "Keep e Zonen" collegato a un data log Campbell. Una volta calcolato l'indice NDVI, l'informazione è stata ri-processata con i valori di quote del DEM e del DTM per distinguere i suoli evapotraspiranti (evapotranspiring soils) dai suoli nudi (bare soils).
6. Per tutte le elaborazioni derivate da entrambi i satelliti è stata effettuata la correzione atmosferica e l'orto-rettifica. Per l'orto-rettifica delle immagini Pleiades sono stati utilizzati punti di appoggio noti attraverso la cartografia disponibile, mentre per l'orto-rettifica delle immagini Rapideye è stato necessario individuare dei punti di appoggio sul territorio. Per ciascun punto di appoggio è stata rilevata la posizione con un GPS differenziale. Le coordinate geografiche rilevate sono state corrette a ETRS89 utilizzando il Geo-Portale Nazionale.
7. I prodotti realizzati sono i seguenti:

- DSM (Digital Surface Model) dell'area Napoli Est con risoluzione di 1 metro. Un campione limitato di pixel è stato verificato con le metodiche sopra descritte;
- DTM (Digital Terrain Model) dell'area Napoli Est con risoluzione di 1 metro. Un campione limitato di pixel è stato verificato con le metodiche sopra descritte;
- Albedo derivato da satellite Rapid-eye alla scala convenzionale 1:25.000 con risoluzione 5 metri per l'intera area di Napoli Est. Un campione limitato di pixel è stato verificato con le metodiche sopra descritte;
- Albedo derivato da satellite Pleyades alla scala convenzionale 1:5.000 con risoluzione 0,5 metri per l'intera area di Napoli Est. Un campione limitato di pixel è stato verificato con le metodiche sopra descritte;
- NDVI da satellite Rapid-eye alla scala convenzionale 1:25.000 con risoluzione 5 metri per l'intera area di Napoli Est. Un campione limitato di pixel è stato verificato con le metodiche sopra descritte;
- NDVI derivato da satellite Pleyades alla scala convenzionale 1:5.000 con risoluzione 0,5 metri per l'intera area di Napoli Est. Un campione limitato di pixel è stato verificato con le metodiche sopra descritte;
- Classificazione automatica dell'uso del suolo in 6 classi per l'intera area di Napoli Est alla scala equivalente 1:25.000 e 1:5000. Le classi sono le seguenti: residential; industry; open space; evapotranspiring surface; bare soil; water bodies.
- Classificazione assistita da operatore fino al livello II Corine Land Cover alla scala 1:25.000

## References

- Barberis R. (2001), "Suolo", in AAVV, *Rapporto sullo stato dell'ambiente in Piemonte*, ARPA Piemonte, Area Ricerca e Studi.
- Barberis R. (2005), "Consumo di suolo e qualità dei suoli urbani", in AA.VV, *Rapporto sullo stato dell'ambiente in Piemonte 2005*, ARPA Piemonte, pp. 703-729.
- Craul P.J. (1992), *Urban Soil in Landscape Design*, John Wiley & Sons, New York.
- Gill S.E., Handley J., Pauleit S., Ennos R., Theuray N. (2008), "Characterising the urban environment of UK cities and towns: a template for landscape planning in a changing climate", in *Landscape and Urban Planning*, n. 87, pp. 210-212.
- Kuttler W. (2008), "The urban climate – Basic and applied Aspects", in Marzluff J.M. et al. (eds.), *Urban Ecology. An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature*, Springer New York, USA.
- IUSS Working Group WRB (2006), "World Reference Base for Soil Resources 2006", *World Soil Resource Report*, n. 13, Rome, FAO.
- Lorenzetti R. (2010), "Il suolo nell'ambiente urbano", in *Atti del I Convegno del Forum Natura Mediterraneo*, available at: <http://www.naturamediterraneo.com/primoconvegnoNM/LorenzettiR.pdf>, accessed 25.10.2016.
- MEA - Millenium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystem and Human Well-being Synthesis*, Island Press, Washington, D.C., 2005 available at: [www.maeweb.org](http://www.maeweb.org).
- Pauleit S., Breuste J.H. (2011), "Land-Use and Surface-Cover as Urban Ecological Indicators", in Niemela J. (ed.), *Urban Ecology, patterns, processes and applications*, Oxford University Press Inc., New York, pp. 19-30.
- Rossiter D.G. (2007), "Classification of Urban and Industrial Soils in the World Reference Base for Soil Resources", in *J. Soil Sediments*.
- Senesi G. (1993), "Il suolo", in Marchetti R. (ed.), *Ecologia Applicata*, Città Studi Milano.

Permeabilità dei suoli - particolare area di studio / *Soil permeability - focus area.*



## Resilienza urbana e pluvial flooding: lo studio predittivo del comportamento idraulico urbano

Francesco Domenico Moccia, Alessandro Sgobbo

***Urban Resilience and pluvial flooding: predictive study of the urban hydraulic behavior***

**Difficult context**

*The relationship between rainfall and the city goes into planning at various levels. At the territorial one the issue mainly concerns the management of extreme events within the capacity of the river basin to manage the outflows without causing damage to the involved structures and infrastructures as well as risks for the population. This is inherent in both: the issue of surface run off and the hydrogeological balance of the slopes where, the huge masses of water infiltrating give rise to sudden catastrophic flooding.*

*Cities, as a prevalent form of human activities impacting on the territories, influence the phenomenon both in the causes and in its consequences. The reduction in soil permeability together with artificial disposal systems that characterize urban settlements accelerate the crisis of water courses because they favor the concentration of runoff in short but intense moments. The urbanization of insecure areas exposed to flooding increases the effects of the episodes of crisis in both damage and casualties. At the town level main aspects of a neglected rainwater management are evident in surface flooding, damage to disposal networks or sudden flooding of rivers, particularly frequent and dangerous in the case of rivers and canals inappropriately covered.*

*But in the cities the relationship with water in general it has also been the subject over time of a transformation whose consequence is the progressive hydraulic infrastructure migration to the subsol also because of the evolution in disposal technologies.*

*People, in fact, believed they could free themselves from the symbiotic relationship between rivers and cities when engineering solutions offered alternative and apparently more efficient ways to meet the procurement requirements of drinking water and waste disposal. On the other hand, the growth of people density had rendered no longer possible to use of rivers and canals as open sewers having achieved the organic load levels incompatible with their natural oxidation capacity. But the disposal network introduced by people has extraneous logic follows the arrangement of the overlapping area to the surface drainage network built over the centuries by nature.*

**Contesto problematico**

Il rapporto tra pioggia e città coinvolge la pianificazione a più livelli. Alla scala territoriale il tema principalmente riguarda la gestione degli eventi estremi rispetto alla capacità del bacino idrografico di gestime i deflussi senza determinare danni alle strutture e infrastrutture coinvolte nonché pericoli per la popolazione. Ciò inerisce sia gli aspetti del run off superficiale che l’equilibrio idrogeologico dei versanti laddove, le ingenti masse idriche infiltrate nel terreno danno luogo a improvvisi smottamenti e colate di fango spesso all’origine degli eventi più infausti.

La città, quale prevalente forma di antropizzazione del territorio, influenza il fenomeno dal punto di vista delle cause e rispetto alle conseguenze. La riduzione della permeabilità del suolo unitamente ai sistemi artificiali di smaltimento che caratterizzano gli insediamenti urbani accelerano la crisi dei corsi d’acqua in quanto favoriscono la concentrazione del deflusso superficiale in brevi ma intensi momenti. L’urbanizzazione di aree insicure dal punto di vista idrogeologico o esposte alle esondazioni accresce gli effetti degli episodi di crisi sia in termini di vastità del territorio coinvolto che di danni e vittime.

Alla scala cittadina l’aspetto prevalente di una negletta gestione delle acque meteoriche si evidenzia in allagamenti superficiali, danni alle reti di smaltimento o repentine esondazioni dei corsi d’acqua, particolarmente frequenti e pericolose nei casi di fiumi e canali inopportunamente coperti.

Ma in città il rapporto con l’acqua in generale è stato anche oggetto nel tempo di una trasformazione la cui conseguenza è nella progressiva migrazione dell’infrastruttura idraulica verso il sottosuolo che si è accompagnata all’evoluzione delle tecnologie. L’uomo, infatti, ha creduto di potersi affrancare dal rapporto simbiotico tra corsi d’acqua e città quando le soluzioni ingegneristiche hanno offerto modi alternativi e apparentemente più efficienti di soddisfare le esigenze di approvvigionamento di acqua potabile e di smaltimento dei reflui. D’altra parte la crescita della densità aveva reso impraticabile l’uso dei fiumi e canali quali fogne a cielo aperto essendosi raggiunti livelli del carico organico incompatibili con la loro capacità naturale di ossidazione. Ma il sistema di scarico introdotto dall’uomo ha seguito logiche estranee all’assetto originario del territorio sovrapponendosi alla rete di drenaggio superficiale costruita nei secoli dalla natura.

L’antropizzazione del territorio e, in generale, le attività umane sono in larga parte all’origine dei cambiamenti climatici e molti studi ne dimostrano, ormai, la diretta

relazione con la meteorologia (Mirhosseini et. al., 2013). Con particolare riferimento alla piovosità si osserva che, a parte l’allargamento delle zone desertiche, la quantità d’acqua che, in valore assoluto, cade nell’arco dell’anno resta mediamente costante. Tuttavia questa tende a concentrarsi in pochi eventi particolarmente intensi a carattere temporalesco<sup>1</sup> (Bernhofer et al., 2006; Dore, 2005; Burt et. al., 2015). Nelle città, poi, il fenomeno assume caratteri ancor più estremi. Uno studio condotto sul regime pluviometrico della città di Huston da ricercatori del NASA’s Goddard Space Flight Center e dell’Università dell’Arkansas (Shepherd & Burian, 2003) ha, infatti, dimostrato che le regioni urbane sono maggiormente soggette a eventi temporaleschi. Le ragioni sono da ricercare nella maggiore concentrazione di polveri sospese che favoriscono la condensazione delle gocce di pioggia.

**La gestione delle acque in ambito urbano**

In città le acque meteoriche sono prevalentemente smaltite con sistemi fognari interrati. Nelle migliori condizioni questi prevedono la presenza di condotte separate per le acque bianche e nere. Soluzioni ancor più evolute possono prevedere anche una linea grigia di acque non propriamente meteoriche che, tuttavia, sono sufficientemente prive di elementi organici da essere impiegate, senza particolari trattamenti, in applicazioni industriali e, nel più classico degli usi, per alimentare e mantenere periodicamente gli impianti di scarico.

Ogni sistema ha vantaggi e svantaggi. Gli impianti fognari a condotta unica, cosiddetti misti, particolarmente frequenti nelle aree urbane più antiche e nei paesi più arretrati, sono caratterizzati da un’evidente maggiore economicità nella realizzazione ed, inoltre, si prestano all’ampliamento delle reti esistenti che, generalmente, si basano su tale soluzione. Prevedono che tutte le acque da smaltire siano convogliate, attraverso le diramazioni di un unico collettore, all’impianto di trattamento che, dopo la depurazione, le riversa nel ricettore finale. A parte i costi di realizzazione presentano anche il vantaggio di minori esigenze manutentive in quanto il periodico transito di flussi impetuosi conseguenti ai temporali riduce l’accumulo di materiale precipitato e disgrega le formazioni calcaree mantenendo libero lo speco.

Viceversa la necessità di sottoporre all’intero processo di trattamento tutte le acque da smaltire implica impianti di depurazione molto più capienti che, comunque, in presenza di piogge copiose, non riescono a essere sufficienti con la conseguenza dell’immissione in natura di acque con un’elevata carica organica.

Ciò avviene mediante l’utilizzo, nella rete urbana, di scaricatori di piena (scolmatori). Tuttavia, alla luce degli attuali regimi pluviometrici non è possibile limitare efficacemente né il numero di scarichi annui, né le masse scaricate. Tantomeno le concentrazioni degli inquinanti allo scarico neppure adottando valori elevati del rapporto di diluizione che, comunque, comporterebbero elevati oneri di investimento sia per le reti di drenaggio che per gli impianti di trattamento.

*The human settlement and, in general, human activities are largely the origin of climate change and many studies now prove the direct relationship with meteorological issues ( Mirhosseini et. al., 2013). With particular reference to rainfall it is observed that, apart from the enlargement of desert areas, the amount of water which, in absolute value, falls over the year on average remains constant. However this tends to concentrate in a few particularly intense thunderstorms<sup>1</sup> (Bernhofer et al., 2006; Dore, 2005; Burt et. al., 2015).*

*In the cities such phenomenon is even more extreme. A study conducted on the rainfall concerning the city of Huston by researchers at NASA’s Goddard Space Flight Center and at the University of Arkansas (Shepherd & Burian, 2003) has, in fact, demonstrated that cities are more prone to rain events.*

**Water management in urban areas**

*In cities rainwater are mostly disposed through sewer underground network. The traditional approach to urban drainage involves the collection of all the rainwater falling on the surfaces, more or less impervious. These waters are placed in a disposal system which, in the best of conditions, provides a drain for the ordinary waste water, one for gray water and one for the sewage. Very often the drains for gray water and sewerage are reduced to a single system connected to a sewage treatment plant while rain water are discharged directly into drainage system or sea. In the regions of southern Italy, focus of the Department of Urban Planning research, the sewer system is actually almost always combined. In fact each of the above systems presents some fragility. Separate sewers and double sewer systems have the advantage of reducing considerably the amount of material to be treated in sewage treatment plants. However, the mistaken belief that the waters collected from ordinary urban surfaces can be considered free of pollutants causes quite a few negative effects on the coastal and river aquatic environment.*

*The combine sewage have the advantage of ensuring a treatment for all types of water but, on the occasion of heavy rainfall, when water masses that reach the treatment plant are far higher than the actual plant capacity, part of the sewage is directly poured into the sea as it is. A part of the costs of realization also have the advantage of lower maintenance requirements as the periodic transit of consequent to the temporal impetuous flows reduces the accumulation of precipitated material and breaks up the limestone formations keeping free the speco. Conversely the need to treat all waters to be disposed implies much more capacious purification plants, which, however, in the presence of heavy rainfall, fail to be sufficient with the result of polluting natural bodies of water because of the high organic load. This is done through the use, in the urban disposal network, of overflows. However, given the current rainfall pattern,s*

you can not effectively limit both the number of annual discharges, nor the masses discharged. And even not the concentrations of pollutants at the exhaust even adopting high values of the dilution ratio which, however, entail high investment costs for both the drainage networks and the treatment plants.

The so-called separate disposal systems use separate networks for "black water" and "white water". The first, mainly from domestic and production waste, follow a chain similar to that of mixed systems. The white waters, however, are subject to less treatments before the final disposing (Grüning & Hoppe, 2007). To this end it is essential to adequately characterize these water masses. This topic, given the constant increase of urbanized areas, has assumed considerable importance in a scientific community and it has been the subject of numerous research to define the phenomena that govern the dynamics of pollutants inside the white water disposal network (Lindholm & Balmer, 1978; Novotny & Chester, 1981; Berndtsson et al., 1990; Tong, 1990; Vaze & Chiew, 2002). As a result, the direct discharge of rainwater in natural receptors without appropriate prior process of treatment results in a pollution load that, growing over time, becomes greater than that resulting from the intermittent operation of the overflows into mixed sewers (Papyri, 2000; Brombach et al., 2005). This also because of the progressive increasing of impervious surfaces treated with hydrocarbons derivatives and rich in heavy metals.

Therefore, if the goal behind the choice of separate sewage is to reduce the environmental impact that is pursued effectively only if there is a properly designed systems carefully managed.

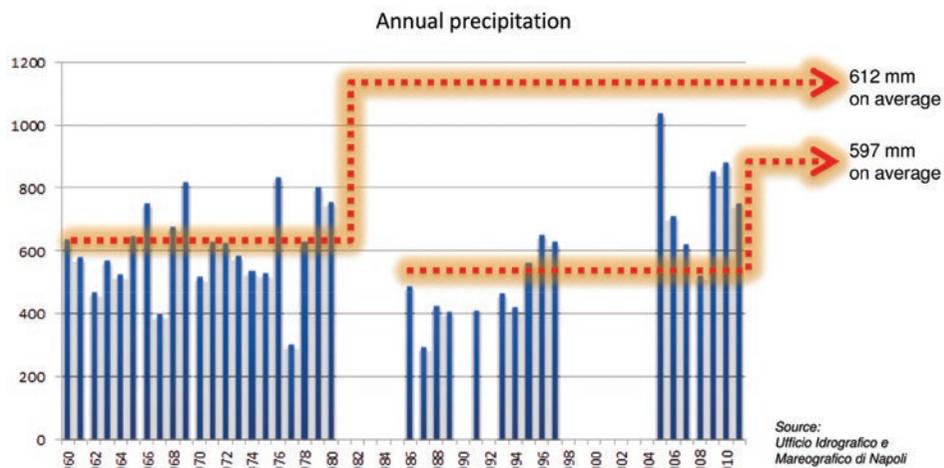
Andamento medio delle precipitazioni nell'ultimo cinquantennio / Average incidence of rainfall in the last fifty years.

I sistemi di smaltimento cosiddetti separati utilizzano reti distinte per acque nere e acque bianche. Le prime, provenienti essenzialmente da scarichi domestici e produttivi, seguono una filiera simile a quella dei sistemi misti. Le acque bianche, invece, sono oggetto di trattamenti meno spinti prevalentemente volti alla decantazione entro bacini appositi prima dell'avvio al recettore finale (Grüning & Hoppe, 2007). A tal fine risulta indispensabile un'adeguata caratterizzazione di tali masse idriche, tema che, con il costante incremento delle superfici urbanizzate, ha assunto rilevante importanza nel modo scientifico ed è stato oggetto di numerose ricerche volte a definire i fenomeni che governano la dinamica degli inquinanti nelle condotte bianche di sistemi fognari separati (Lindholm & Balmér, 1978; Novotny & Chester, 1981; Berndtsson et al., 1990; Tong, 1990; Vaze & Chiew, 2002).

Ne è risultato che lo scarico diretto delle acque meteoriche nei ricettori naturali senza un adeguato processo preventivo di decantazione e trattamento di prima pioggia dà luogo a un carico inquinante che, crescendo nel tempo, diventa anche superiore a quello conseguente al saltuario funzionamento degli scolmatori nelle fognature miste (Papi, 2000; Brombach et al., 2005). Ciò si lega al progressivo aumento delle superfici impermeabili trattate con derivati di idrocarburi e ricche di metalli pesanti.

Pertanto se l'obiettivo alla base della scelta delle reti fognarie separate è nella riduzione dell'impatto ambientale ciò si persegue effettivamente solo in presenza di sistemi adeguatamente progettati e gestiti con cura.

Numerosi fattori determinano, nel tempo, la necessità di smaltire volumi crescenti di acque reflue nelle città. In primo luogo l'ampliamento dell'area impermeabilizzata carica sulla rete fognaria l'onere di sopportare anche le quantità che, viceversa, si



sarebbero direttamente infiltrate nel suolo. Ma l'impermeabilizzazione e l'espansione urbana hanno effetti anche sul tempo di corrivazione<sup>2</sup>. È infatti evidente e provato da numerosi studi che le superfici impervie, in ragione della intrinseca maggior scorrevolezza, sono percorse dall'acqua, a parità di condizioni, con velocità nettamente superiori. Altrettanto la ramificazione della rete drenante artificiale conduce rapidamente l'acqua piovana ai collettori (McCuen et al., 1984; Shuster et al., 2005; Moccia & Sgobbo, 2013a). L'effetto combinato di piogge più rare ma molto intense, tempi di corrivazione ridotti e un cresciuto volume totale d'acqua che raggiunge il sistema drenante comporta l'esigenza di specchi ben maggiori degli esistenti.

### Stato dell'arte

Il criterio tradizionale con cui si affronta la crescita del fabbisogno di smaltimento è quello degli interventi *end of pipe* basati sul potenziamento dell'offerta con incremento della capacità delle condotte esistenti e realizzazione di nuovi collettori. Tuttavia queste soluzioni sono intrinsecamente inefficienti. Innanzitutto perché rapidamente il nuovo equilibrio è superato dalla crescita delle esigenze che, come già evidenziato, progredisce con i cambiamenti climatici e con la popolazione urbana (Schumann, 2011); inoltre per via dei costi di implementazione e della lentezza del processo decisionale/realizzativo che, in tempi di ristrettezza dei bilanci pubblici, soprattutto negli ambiti più delicati quali, ad esempio, quelli della città compatta, determinano che il potenziamento degli impianti sia effettivamente disponibile quando ormai il fabbisogno è già mutato.

Siffatta constatazione conduce alcuni studiosi e poche lungimiranti amministrazioni a provare un approccio innovativo basato su azioni indirizzate alla domanda di smaltimento piuttosto che rincorrerne gli effetti (Burns et al., 2012; Veerbeek et al., 2010) oppure sull'integrazione di infrastrutture verdi a scala urbana (Mguni et al., 2015; Ellis, 2013).

Si è quindi formato un *tool kit* di buone pratiche disponibili ai progettisti per affrontare il rischio del *pluvial flooding*, essenzialmente costituito da sistemi volti a favorire l'infiltrazione dell'acqua piovana che, tuttavia, richiedono un'adeguata gestione e oculata implementazione onde prevenire i rischi di inquinamento del suolo evidenziati già da molti anni da diversi autori (Pitt et al., 1999).

Allo stesso tempo, anche grazie all'uso di strumenti gis-based, si sono sviluppati numerosi modelli predittivi volti a determinare entità e luogo dei potenziali allagamenti urbani anche al fine di verificare il livello di esposizione di beni e gruppi sociali più deboli (van Dijk et al., 2014; D'Ambrosio e Leone, 2015; Sgobbo, 2016).

Tuttavia, mentre la letteratura scientifica urbanistica è ricca di studi che indagano gli effetti qualitativi dell'impiego di tali accorgimenti virtuosi sulla resilienza della città e, in particolare, sulla gestione delle acque meteoriche, alquanto scarsa risulta l'attenzione agli aspetti quantitativi. Mancano, cioè, modelli di calcolo in grado di

Numerous factors determine, over time, the need to dispose growing volumes of waste water in cities. In the first place the enlargement of percentage of waterproofed surfaces increases the amount of rainwater that, vice versa, it would be directly infiltrated into the soil. But sealing and urban sprawl also has effects on the time of concentration<sup>2</sup>. It is clear and proven by many researches that the impervious surfaces, because of the inherent greater smoothness, are traversed by water, under equal conditions, with much higher speed. On the other side the branching of the artificial drainage network quickly leads rainwater to collectors (McCuen et al., 1984; Shuster et al., 2005; Moccia & Sgobbo, 2013th). The combined effect of more rare rains but very intense, with the concentration time reduced and the increasing of total volume of water that reaches the draining system entails the need for sawage well bigger of the existing ones.

### State of knowledge

The traditional criteria by which we tackle the growth of the disposal requirements is through end of pipe investments based on strengthening supply with increase in capacity of existing pipelines and construction of new ones. However, these solutions are inherently inefficient. First, because the new balance is quickly surpassed by the growth of the requirements that, as noted above, progress together with climate change and urban density (Schumann, 2011); also because of implementation costs and the slowness of the decision-making / implementation process that, in times of economic austerity and especially in the more delicate areas such as, for example, compact cities, determine that the increased network capacity is actually available when needs already changed.

This finding leads some scholars and a few far-sighted governments to try an innovative approach based on actions directed to the need of disposal rather than run after effects (Burns et al., 2012; Veerbeek et al., 2010) or on the integration of urban scale green infrastructure (Mguni et al., 2015; Ellis, 2013). We then formed a best practices tool kit available to designers to address the risk of pluvial flooding, essentially made up of systems to encourage rainwater infiltration, however, requiring proper management and prudent implementation in order to prevent the risk of soil pollution highlighted already by several authors (Pitt et al., 1999).

At the same time, thanks to the use of GIS-based tools, several predictive models have been developed for determining size and location of potential urban pluvial flooding also in order to establish the level of exposure of goods and weaker social groups (van Dijk et al., 2014; D'Ambrosio & Leone, 2015; Sgobbo, 2016).

However, while the urban scientific literature is rich in studies investigating the qualitative effects of such virtuous tools on the resilience of the city and, in

*particular, on the management of rainwater, scarce is the focus on quantitative aspects. I.e. calculation models are missing to assess, at urban scale and during the planning stage, the quantitative influence of such solutions on the hydraulic load to be disposed both, overall and instantaneous; we cannot find studies that allow designers tasked of type-morphological characteristics of the urban built environment, to easily understand how their choices affect, also in quantitative terms, both exposure to danger and mitigation of risks of pluvial flooding. In the same way studies that allow such designers to determine with which intensity is necessary to act on every single tool in order, for example, to regenerate an existing urban fabric making the disposal network compatible with the requirement. This without losing sight of the economic viability of the proposed solutions and the ability to evaluate alternative measures. To date, in fact, such an evaluation requires the construction of an extremely complex and accurate model of the built environment in which they are a priori known: disposal network in terms of both rods and water collection points; surfaces exposed to rain; detailed orography of the area of collection. This, albeit with considerable difficulty, it is possible, at the neighborhood scale, with classical hydraulic engineering methods and, in any case, or by acting on an already existing system for which to evaluate the effects of punctual interventions, or by acting on a designed one of which, however, they are defined in detail the aspects both geometric and technological.*

*It is definitely the model that responds to the classic design-consecutio process: urban planning of the neighborhood, architectural and technological design of the building elements and the open space, the design of infrastructure networks in line with demand resulting in the two previous steps. The availability of a simple quantitative analysis model could, instead, allow for a step by step evaluation of the impact, in terms of hydraulic disposal needs, resulting from the choices made at urban planning and building regulations level.*

#### **Theses and research methodology**

*The thesis proposed on aspects of pluvial flooding is the ability to connect the hydraulic behavior of an urban area, in terms of the need of rainwater disposing, with its type-morphological structure. We think that, with an acceptable error margin, it is possible to consider substantially constant specific hydraulic intake within each homogeneous urban fabric identifiable in the city. It would then be possible to study in detail a fragment of each urban fabric and, given his behavior in the specific local context, to extend the results to the entire area to it homogeneous within the city. Subsequently, evaluating how the implementation of a technical virtuous solution act, for the same drainage system, on the fragment*

valutare, alla scala urbana e in fase di pianificazione, l’influenza quantitativa delle soluzioni impiegate sul carico idraulico, sia complessivo che istantaneo, gravante sul sistema di smaltimento; studi che consentano al soggetto cui compete un insieme di scelte che influenzeranno le caratteristiche tipo-morfologiche dell’ambiente costruito, ma anche il trattamento delle superfici componenti, di comprendere agevolmente come tali scelte agiscono, anche in termini quantitativi, sull’esposizione al pericolo e sulla mitigazione del rischio di *pluvial flooding* e con che intensità occorre agire su ogni singolo tool al fine, ad esempio, di rigenerare un tessuto esistente rendendo la rete di smaltimento compatibile con il fabbisogno. Ciò senza perdere di vista la sostenibilità economica delle soluzioni prospettate e la possibilità di pesare, in termini di risultati, provvedimenti alternativi.

A oggi, infatti, una simile valutazione richiede la costruzione di un modello estremamente complesso e puntuale dell’ambiente costruito in cui sono noti a priori: rete di smaltimento sia in termini di aste che di punti di captazione; superfici esposte alla pioggia, orografia dettagliata dell’area di raccolta. Ciò, pure con notevole difficoltà, risulta possibile, a scala di quartiere, con gli strumenti propri dell’ingegneria idraulica e, comunque, agendo o su un sistema già esistente per il quale valutare gli effetti di interventi puntuali, o su un sistema di progetto di cui, tuttavia, sono definiti dettagliatamente gli aspetti progettuali sia geometrici che tecnologici. Questo tipo di approccio risulta efficace laddove lo sviluppo del progetto urbano abbia seguito il modello classico basato su atti tecnici successivi in rapporto gerarchico: pianificazione urbanistica del quartiere, progettazione architettonica e tecnologica degli elementi edilizi e dello spazio aperto, progettazione delle reti infrastrutturali in funzione della domanda conseguente ai due precedenti livelli.

La disponibilità di un modello semplificato di analisi quantitativa consentirebbe, altresì, una valutazione step by step degli impatti, in termini di fabbisogno di smaltimento idraulico, conseguenti alle scelte effettuate nelle fasi della progettazione urbanistica e di regolamentazione edilizia.

#### **Tesi e metodologia di ricerca**

La tesi proposta sugli aspetti del *pluvial flooding* è nella possibilità di collegare il comportamento idraulico di un’area urbana, in termini di esigenza di smaltimento delle acque meteoriche, al suo assetto tipo-morfologico. Ci si chiede, cioè, se, con un margine di errore accettabile, sia possibile considerare sostanzialmente costante l’apporto idraulico specifico nell’ambito di ogni tessuto urbano omogeneo identificabile nella città.

In tal caso sarebbe possibile studiare nel dettaglio un frammento di tale tessuto e, determinatone il comportamento nello specifico contesto locale, estenderne i risultati all’intera area a esso omogenea nell’ambito della città.

Successivamente, valutando come l’implementazione di una soluzione tecnica

virtuosa agisca, a parità di rete fognaria, sul frammento analizzato, sarebbe agevole comprenderne l’impatto quantitativo sul fabbisogno complessivo della città in termini di smaltimento idraulico e, quindi, misurarne la convenienza rispetto a un’ipotesi alternativa.

Per dimostrare la tesi si è costruito un modello di test sviluppato sull’area di Napoli orientale. L’analisi comparata del comportamento idraulico atteso sulla base dei calcoli effettuati con il modello di test rispetto a quello riscontrato nella realtà consente di verificare l’effettiva tollerabilità delle semplificazioni effettuate. Nello stesso tempo per determinare la soglia efficiente della numerosità dei dati, si è effettuato un test più approfondito su una area più ristretta per la quale si è provveduto a costruire anche il modello predittivo tradizionale con gli strumenti analitici propri dell’ingegneria idraulica. Paragonando la precisione con cui il modello di test, al variare delle dimensioni dei pixel in cui è discretizzata la zona studio e della qualità delle informazioni disponibili per ogni pixel, ricalca l’andamento del calcolo analitico si riesce a pesare la curva di crescita dell’errore al variare della risoluzione dell’analisi. Inoltre, per limitare l’effetto delle condizioni locali sulla valutazione di efficienza del metodo, si è esteso lo studio all’intera area di Napoli Est che è stata suddivisa in Ambiti Territoriali Omogenei dal punto di vista dell’idraulica superficiale. Per ogni ambito si è caratterizzato il comportamento di un frammento urbano durante un evento meteorico. È necessario, a tal fine:

- conoscere nel dettaglio la distribuzione delle qualità delle superfici rispetto a un preciso set di parametri in grado di influenzarne la condotta idraulica;
- studiare, con il modello di calcolo classico dell’ingegneria idraulica, sia in termini di quantità di picco che di distribuzione temporale, l’apporto alla rete di smaltimento esistente dovuto a tale frammento in funzione dell’intensità di pioggia;
- verificare l’esistenza di una legge in grado di legare alcuni parametri delle superfici investite ai risultati del calcolo.

#### **La costruzione del modello**

Partendo da un’analisi tipo-morfologica (Sgobbo & Moccia, 2016), la classificazione, rispetto ai fini idraulici, del contesto urbano dell’area campione di Napoli Est, sulla base dei già richiamati aspetti di natura tipologica, morfologica e di epoca di costruzione, ha consentito la definizione degli Ambiti Territoriali Omogenei<sup>3</sup>, ovvero porzioni di città in cui il comportamento idraulico superficiale, le percentuali di run off e la capacità di infiltrazione risultano pressoché costanti.

Ognuno di tali ambiti è stato studiato nel dettaglio delle superfici componenti, classificate in funzione dei parametri significativi rispetto alle qualità idrauliche superficiali. In particolare i parametri prevalenti presi in considerazione sono la scabrosità, la permeabilità, e l’inclinazione del piano di posa. Lo studio di dettaglio

*analyzed, it would be easy to understand the quantitative impact on the total needs of the city in terms of hydraulic disposal and thus measure its cost effectiveness compared with an alternative solution. To prove the thesis we developed a test model inside the area of East Naples. The comparative analysis of the hydraulic behavior expected on the basis of calculations carried out with the test model with that seen in the reality allows us to verify the tolerability of the simplifications made. At the same time we can determine the effective threshold of the numerosity of the data, we performed a more thorough test in a restricted area for which it was decided to build also the traditional predictive model with the analytical hydraulic engineering methods. Comparing the precision with which the test pattern, varying both the size and the quality of information available for every pixel in which is discretized the study area, follows the trend of the analytical calculation it is possible to weigh the growth of error curve to vary the resolution of the analysis. Furthermore, to limit the impact of local conditions on the efficiency of the method evaluation, we extended the study to the whole of East Naples area that was divided into Homogeneous Areas in terms of surface hydraulics. For every Homogeneous Areas we characterized the behavior of a fragment during a pluvial event. For this it was necessary:*

- *to know in detail the distribution of surfaces quality compared to a precise set of parameters that influence the hydraulic behavior;*
- *to study, with the classic engineering calculation model, both in terms of distribution over time and of quantity of the peak of, the water contribution to the disposal network due to such a fragment according to the intensity of rain;*
- *to verify the existence of a law able to tie the characteristics of surfaces invested to the calculation results.*

#### **The model construction**

*Starting from a type-morphological analysis (Sgobbo & Moccia, 2016), the classification, for hydraulic purposes, of the East Naples area, on the basis of the already mentioned aspects of typology, morphology and age of constructions, we were able to define the Territorial Homogeneous Areas<sup>3</sup> (ATO). Each of these areas has been studied in detail of the component surfaces, classified according to the main parameters compared to surface hydraulic quality. In particular, the prevailing parameters taken into consideration are the roughness, the permeability, and the inclination of the laying surface. The detailed study of a fragment of each ATO, comparing the observed results with those obtained from the hydraulic engineering calculation model, it can define the number and specificity of variables to consider. For each surface are then allocated, on the basis of empirical tests and literature data, the parameters of the flow coefficient*

Carta degli Ambiti Territoriali Omogenei urbani individuati nell'area studio di Napoli Est / *Plan of ATOs identified in the study of East Naples.*



and the influx coefficient. The first is the rain water incident percentage that turns into run-off; the second gives feedback of the run-off percentage that is actually transferred to the disposal network. Finally, extrapolating the results obtained for the fragment analyzed in detail, we could determine the percentage distribution of each surface type within the ATO. It is reached, thereby to define the average of the virtual runoff coefficient value in the study area that, after the model efficacy checks may be extended to the entire ATO. The same table modifying the parameters according to a designed transformation allows us to evaluate the reduction of hydraulic disposal need because of the modified characteristics of the surfaces exposed to rain.

#### Results and conclusions

The analysis of the results of the tests developed in the area of East Naples has demonstrated the effectiveness of simplified calculation model to predict effects following urban regeneration interventions by the hydraulic behavior point of view. In particular it allows us to evaluate how the variation in the percentage of the surface components a specific area interferes with the surface hydraulic regime during intense rainfall. This gives the possibility to choose, in order to reduce the risks

di un frammento urbano di ogni ambito, paragonando i risultati osservati con quelli ottenuti dal modello di calcolo classico dell'ingegneria idraulica, consente di definire il numero e le specificità delle variabili da considerare. A valle di numerosi test si è ritenuto sufficiente suddividere le superfici esposte del frammento nei seguenti elementi: viabilità e infrastrutture lineari; coperture piane; coperture inclinate e voltate; spazi aperti e piazzali. Per ognuno di tali gruppi si sono catalogate le caratteristiche del materiale esposto all'impatto con la pioggia.

A ogni superficie sono quindi attribuite, sulla base di verifiche empiriche e di dati di letteratura, i parametri di coefficiente di deflusso e di afflusso.

Il primo rappresenta la percentuale dell'acqua pluviale incidente che si trasforma in run off; il secondo dà riscontro della percentuale del run off che viene effettivamente trasferito alla rete di smaltimento urbana.

Infine, estrapolando lo studio del frammento analizzato nel dettaglio, è stato attribuito il peso relativo alla distribuzione di ogni superficie all'interno dell'ATO.

Si perviene in tal modo a definire il valore del coefficiente di deflusso virtuale medio dell'area studio che, a valle delle verifiche di funzionamento del modello, potrà essere esteso all'intero tessuto di studio. La stessa tabella riferita ai parametri modificati in ragione degli interventi proposti consente di valutare la riduzione determinatasi in

#### Surface's classification of the study area

Linear infrastructures	Flat roofs	Sloped roofs	Squares and open areas
Asphalt concrete	Waterproofing membrane	Metal roof panels	Asphalt tiles
Asphalt tiles	Stone paving	Plastic roof panels	Stone paving
Stone paving	Interlocking pavers	Waterproofing membrane	Interlocking pavers
Interlocking pavers	Tiles	Roof slates	Lime stabilized soil
Lime stabilized soil	Granular surfaces	Clay roof tiles	Granular surfaces
Granular surfaces	Roof garden	Greenhouses	Uncultivated soil
Watercourses			Cultivated soil

termini di domanda di smaltimento idraulico a causa delle modificate caratteristiche delle superfici esposte alla pioggia.

#### Risultati e conclusioni

L'analisi dei risultati del test sviluppato sull'area orientale di Napoli ha dimostrato l'efficacia del modello di calcolo semplificato per prevedere gli effetti conseguenti a interventi di rigenerazione urbana dal punto di vista del comportamento idraulico. In particolare consente di valutare come la variazione nella percentuale delle superfici componenti una determinata area interferisca con il regime idraulico superficiale durante eventi meteorici intensi. Ciò dà la possibilità di scegliere, al fine di ridurre i rischi di *pluvial flooding*, tra soluzioni alternative anche senza intervenire direttamente sulla rete drenante ma variando l'entità e la distribuzione temporale dei volumi d'acqua da smaltire.

Pertanto, tenuto conto degli incentivi alla rigenerazione urbana ed edilizia oggi in vigore nel paese, un modello predittivo semplificato può favorire soluzioni di intervento fondate su partnership pubblico-privato in cui all'investimento in resilienza conseguano risultati significativi in termini di qualità urbana e servizi ecosistemici.

1. Facendo, ad esempio, riferimento al caso studio che è stato analizzato nel corso della ricerca, l'analisi dei dati pluviometrici registrati presso la stazione meteorologica di Napoli Capodichino risultano sostanzialmente coerenti con quanto osservato
2. Il tempo di corrivazione valutato in un determinato punto di una rete di smaltimento delle acque meteoriche è il tempo che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino in esame (Haan et al., 1994)
3. Nell'area test sono stati riconosciuti i seguenti Ambiti omogenei: tessuto storico preottocentesco; tessuto storico ottocentesco; aggregazioni rurali storiche; tessuto di impianto moderno; tessuto di impianto

in basso / down

Studio di dettaglio per un frammento dell'ATO tessuto urbano storico ottocentesco / *Detail Study for a fragment of the ATO Old nineteenth-century urban fabric.*



Studio del comportamento idraulico dell'ATO tessuto centro storico ottocentesco / *Study of the hydraulic behavior of the ATO Old nineteenth-century urban fabric.*

*of pluvial flooding, between alternative solutions also without intervening directly on the draining network but by varying the magnitude and temporal distribution of the water volumes to be disposed of. Therefore, taking into account the incentives for building regeneration currently in force in the country, a simplified prediction model can facilitate intervention solutions based on public-private partnership in which the investment in resilience also achieve significant results in terms of urban quality and ecological services.*

1. *Making such reference to the case study that was analyzed during the research, the analysis of rainfall data recorded at the Naples Capodichino weather station are substantially consistent with that observed*
2. *The time of concentration estimated at a given point of a network of rainwater disposal is the time it takes the generic drop of rain falling at the point hydraulically farthest reaches the closing section of the test area (Haan et al., 1994).*
3. *Tests recognized the following ATO: pre-nineteenth century historic fabric; Old nineteenth-century urban fabric; historic rural aggregations; modern plant tissue; contemporary plant tissue; sprawl fabric; private lots; areas of large equipment and services sector; active industrial areas; brownfields; mixed residential industrial areas; underutilized intra-urban areas; fragmented agricultural areas*

Historical city center	relative weight	surface runoff coefficient	contribution to disposal network	virtual runoff coefficient
	%		%	
<b>Impervious road</b>	6,51	0,90	100,00	0,06
<b>Half impervious paving roads</b>	5,83	0,70	100,00	0,04
<b>Impervious outdoor public spaces</b>	4,46	0,90	100,00	0,04
<b>Half impervious outdoor public spaces</b>	5,88	0,70	100,00	0,04
<b>Gardens</b>	4,68	0,15	100,00	0,01
<b>Impervious outdoor private spaces</b>	16,54	0,85	100,00	0,14
<b>Flat impervious roofs</b>	27,99	0,85	100,00	0,24
<b>Impervious sloping roofs</b>	14,14	0,95	100,00	0,13
<b>Green roof</b>	0,00	0,70	100,00	-
<b>Impervious forecourt</b>	4,06	0,85	100,00	0,03
<b>Half impervious forecourt</b>	1,45	0,60	100,00	0,01
<b>Green fields</b>	3,98	0,10	100,00	0,11
<b>Uncultivated and abandoned fields</b>	4,50	0,25	100,00	0,01
<b>Area vitural runoff coefficient</b>				<b>0.76</b>

contemporaneo; Tessuto di sprawl; lottizzazioni private; aree di grandi attrezzature e terziario; aree industriali attive; aree industriali dismesse/in dismissione; tessuto produttivo misto; aree sottoutilizzate intraurbane; aree agricole frammentate

## References

- Berndtsson R., Hogland W., Larson M. (1990), "Field measurements and mathematical modelling of pollution buildup and pipe-deposit washout in combined sewers", *Proceedings of 5th International Conference on Urban Storm Drainage*, Osaka, Japan, pp. 325-332.
- Bernhofer C., Franke J., Goldberg V., Seegert J., Kuchler W. (2006), "Regional Climate Change. To be included in Future Flood Risk Analysis? (Chapter 8)", in Schanze J., Zeman E., Marsalek J. (eds.) *Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures*, Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp. 93–969.
- Brombach H., Weiss G., & Fuchs S. (2005), "A new database on urban runoff pollution: comparison of separate and combined sewer systems", in *Water Science & Technology*, 51(2), pp. 119-128.
- Burns M. J., Fletcher T. D., Walsh C. J., Ladson A. R., & Hatt B. E. (2012), "Hydrologic shortcomings of conventional urban stormwater management and opportunities for reform", *Landscape and Urban Planning*, 105(3), pp. 230-240.
- Burt T., Boardman J., Foster I., & Howden N. (2015), "More rain, less soil: long-term changes in rainfall intensity with climate change", in *Earth Surface Processes and Landforms*, 41, pp. 563–566.
- D'Ambrosio V., Leone M.F. (2015), "Climate change risks and environmental design for resilient urban regeneration. Napoli Est pilot case", in *Techne - Journal of Technology for Architecture and Environment* (10), pp. 130-140.
- De Filippi J.A., Shih C.S. (1971), "Characteristics of separated storm and combined sewer flows", in *Journal of Water Pollution Control Federation*, pp. 43.
- Dore M. H. (2005), "Climate change and changes in global precipitation patterns: what do we know?", in *Environment international*, 31(8), pp. 1167-1181.
- Ellis J. B. (2013), "Sustainable surface water management and green infrastructure in UK urban catchment planning", in *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(1), pp. 24-41.
- Grüning H., Hoppe H. (2007), "Innovative alternatives for the treatment of stormwater in separate sewage system catchments", *Proceedings of 6th international conference on sustainable techniques and strategies in urban water management*, NOVATECH 2007, Lyon, France, Vol. 2, pp. 649-656.
- Haan C.T., Barfield B.J., Hayes J.C (1994), *Design Hydrology and Sedimentology for Small Catchments*, San Diego, Cal: Academic Press.
- Lindholm O., Balmér P. (1978), "Pollution in storm runoff and combined sewer overflows", *Proceedings of the 1st Int. Conference on Urban Storm Drainage*, Southampton, Great Britain, pp. 575- 585.

- Mangoni F., Sgobbo A. (2013), *Pianificare per lo sviluppo. Un nuovo insediamento ai margini della metropoli*, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.
- McCuen R.H., Wong S.L., & Rawls W.J. (1984), "Estimating urban time of concentration", in *Journal of hydraulic Engineering*, 110(7), pp. 887-904.
- Mguni P., Herslund L., & Jensen M.B. (2015), "Green infrastructure for flood-risk management in Dar es Salaam and Copenhagen: exploring the potential for transitions towards sustainable urban water management", *Water Policy*, 17(1), pp. 126-142.
- Mirhosseini G., Srivastava P., Stefanova L. (2013), "The impact of climate change on rainfall Intensity–Duration–Frequency (IDF) curves in Alabama", *Regional Environmental Change*, 13(1), pp. 25-33.
- Moccia F.D., Sgobbo A. (2013a), "Flood hazard: planning approach to risk mitigation", in *WIT Transactions on the Built Environment*, 134, pp. 89-99.
- Moccia F.D., Sgobbo A. (2013b). *La polarizzazione metropolitana. L'evoluzione della rete nella grande distribuzione verso un sistema policentrico sostenibile*, Napoli, IT, Liguori.
- Moccia F.D., Palestino M.F. (2013), *Planning Stormwater Resilient Urban Open Spaces*, CLEAN, Napoli.
- Montin P. (2012), *Acque meteoriche di dilavamento*, Dario Flaccovio, Palermo.
- Novotny V., & Chester G. (1971), *Handbook of nonpoint pollution: sources and management*, Van Nostrand Reinhold Co., New York.
- Papiri S. (2000), "Gli scaricatori di piena nelle fognature miste alla luce dei risultati di una simulazione continua qualitativa delle acque meteoriche nel bacino urbano sperimentale di Cascina Scala (Pavia)", in *Atti della II Conferenza Nazionale sul Drenaggio Urbano*, pp. 10-12.
- Pitt R., Clark S., Field R. (1999), "Groundwater contamination potential from stormwater infiltration practices", in *Urban water*, 1(3), 217-236.
- Schumann A.H. (2011), *Flood Risk Assessment and Management: How to Specify Hydrological Loads. Their Consequences and Uncertainties*, Springer, London.
- Sgobbo A. (2010). "Un impianto di biogas in ogni quartiere", in *Urbanistica informazioni*, 232, pp. 41-42.
- Sgobbo, A., & Moccia, F. D. (2016), "Synergetic Temporary Use for the Enhancement of Historic Centers: The Pilot Project for the Naples Waterfront", in *Techne - Journal of Technology for Architecture and Environment*, 12, pp. 253-260.
- Sgobbo A. (2016), "Recycling, waste management and urban vegetable gardens", in *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, 202, pp. 61-72.
- Shepherd J.M., Burian S. (2003), "Detection of Urban-Induced Rainfall Anomalies in a Major Coastal City", in *Earth Interaction*, 7, pp. 1-17.
- Shuster W. D., Bonta J., Thurston H., Wamemuende E., Smith D. R. (2005), "Impacts of impervious surface on watershed hydrology: a review", in *Urban Water Journal*, 2(4), pp. 263-275.
- Tong S. (1990). "Roadside dusts and soils contamination in Cincinnati, Ohio, USA", in *Journal of Environmental Management*, 14(1), pp. 107-113.
- Van Dijk E., Van der Meulen J., Kluck J., Straatman J. H. M. (2014), "Comparing modelling techniques for analysing urban pluvial flooding", in *Water Science & Technology*, 69(2), pp. 305-311.
- Vaze J., Chiew F.H.S. (2002), "Experimental study of pollutant accumulation on an urban road surface", in *Urban Water*, 4, pp. 379-389.
- Veerbeek W., Ashley R. M., Zevenbergen C., Rijke J. S., Gersonius B. (2010), "Building adaptive capacity for flood proofing in urban areas through synergistic interventions", in *ICSU 2010: Proceedings of the First International Conference on Sustainable Urbanization*, Hong Kong, China, Polytechnic University.

## Patrimonio culturale e cambiamenti climatici

Rosa Anna Genovese

### **Cultural heritage and climate change**

*The agreement reached in Paris in December 2015 at the end of the 21st International Conference on climate change (COP 21), undersigned by the 195 Countries involved in order to achieve important goals in the next fifteen years, later confirmed in October 2016, is set to keep the rise in temperatures below two grades Celsius to limit melting of glaciers, the rise of the level of the ocean and desertification, among other issues. This imposes industrialised Countries to invest about one hundred billion dollars a year on expanding green technologies, decarbonise the economy, create infrastructure to avoid erosion of coastline and damage refunds for the most vulnerable Countries. Every five years there will be a review of plans for cutting emissions, in the different Countries, so as to improve the focus on objectives and make them more rigorous and effective. The adoption of the Sendai Agreement on the reduction of natural disaster risk and the one of Paris on climate change, constitute an improvement in comparison to what was featured in the 'old' Kyoto Protocol, even if the effects – as long as the commitments will be fulfilled – will be visible only in a few decades. In the meantime the European Commission has announced a selection for the definition of a new strategy in order to consolidate synergies with the European States in the field of reduction of natural risks. This is the scope under which the European Espresso Project falls. It is coordinated by the AMRA Society (Analysis and Monitoring of Environmental Risk) directed by Paolo Gasparini, the scientific coordinator of the Regional Centre Responsible, based in Naples. The Project, financed by the EU within the Horizon 2020 program, spans three years and is posed to identify new strategies along the following directions:*

- greater cohesion between the world of research and the world of legislation and territorial governance on the theme of reduction of natural risks;*
- integration of the themes of adaptation to climate change in the greater context of the reduction of natural risks;*
- more effective management of catastrophic events affecting neighbouring nations. The European Partners that will be guided by AMRA (Denmark,*

L'Accordo raggiunto a Parigi nel dicembre 2015 a conclusione della 21a Conferenza internazionale sui cambiamenti climatici (COP 21), sottoscritto da 195 Paesi coinvolti per raggiungere importanti obiettivi nei prossimi quindici anni e poi confermato nell'ottobre 2016, prevede di contenere, tra l'altro, l'aumento della temperatura al di sotto dei due gradi per limitare lo scioglimento dei ghiacciai, la crescita del livello del mare e la desertificazione. Questo impone ai Paesi industrializzati di investire circa cento miliardi di dollari l'anno per diffondere tecnologie verdi, decarbonizzare l'economia, realizzare infrastrutture che evitino l'erosione delle coste ed effettuare rimborsi ai Paesi più vulnerabili. È previsto di compiere ogni cinque anni una revisione dei piani di taglio delle emissioni, nei diversi Paesi, allo scopo di riuscire a focalizzare sempre meglio gli obiettivi e renderli più rigorosi ed efficaci.

La sottoscrizione dell'Accordo di Sendai sulla riduzione del rischio di disastri naturali e, di Parigi, sui mutamenti climatici costituiscono un avanzamento rispetto a quanto prescritto dal 'vecchio' Protocollo di Kyoto anche se gli effetti - atteso che gli impegni presi vengano rispettati - saranno visibili solo tra qualche decina d'anni.

Nel contempo la Commissione Europea ha emesso il bando per la definizione di una nuova strategia al fine di consolidare le sinergie con gli Stati europei nel settore della riduzione dei rischi naturali. In tale ambito si colloca il Progetto Europeo Espresso, coordinato dalla Società AMRA (Analisi e Monitoraggio del Rischio Ambientale) diretta da Paolo Gasparini, coordinatore scientifico del Centro Regionale di Competenza, con sede a Napoli. Il Progetto, finanziato dall'UE nell'ambito del programma Horizon 2020, ha la durata di tre anni e si propone di individuare nuove strategie lungo le seguenti direttrici:

1. maggiore aggregazione tra il mondo della ricerca e il mondo legislativo e di governo del territorio sui temi della riduzione dei rischi naturali;
2. integrazione dei temi dell'adattamento ai cambiamenti climatici nel contesto più ampio relativo alla riduzione dei rischi naturali;
3. gestione più efficiente degli eventi catastrofici che colpiscono nazioni confinanti. Sono stati anche scelti i partner europei (Danimarca, Francia, Germania, Svizzera, Regno Unito) che saranno guidati da AMRA.

Va inoltre sottolineato che a Parigi, dal 5/11/2015 al 7/04/2016, si è svolto il decimo corso organizzato da l'École de Chaillot, Dipartimento 'Formation de la Cité de l'architecture & du patrimoine', che in tale occasione è stato dedicato al tema "Patrimoine et territoire. Agir pour le climat au XXI siècle", allo scopo di mettere in luce

la diversità degli adattamenti ambientali, il ricorso alle energie naturali e alle risorse locali, così come alle loro evoluzioni scientifiche, tecniche e culturali a partire dal XVIII secolo.

I contributi dei numerosi esperti intervenuti sono stati orientati a comprendere come valutare la capacità del patrimonio culturale a rispondere ai rischi potenziali e alle esigenze di cambiamenti energetici senza che l'autenticità e l'integrità ne siano alterate.

«Il patrimonio costruito - secondo Benjamin Mouton, Architecte en chef e Ispettore generale dei monumenti storici in Francia - ha sempre mostrato un adattamento esemplare alle condizioni del suo habitat ambientale e climatico».

E senza alcun dubbio il patrimonio rurale vernacolare ci offre il miglior esempio riuscendo a contrastare, con semplici ma efficaci mezzi, l'esposizione ai venti, le precipitazioni copiose e le variazioni climatiche. Ma egli ha anche sottolineato l'importanza di «aprire altri campi di riflessione», in parallelo, e in particolar modo:

- i modi di uso del patrimonio culturale evitando l'attribuzione di funzioni improprie;
- il ritmo delle stagioni regolando nella stagione fredda gli edifici difficili da riscaldare;
- il rivedere la nostra dipendenza in materia di comfort ritornando a livelli ragionevoli di temperatura nei luoghi di vita e di lavoro.

Dal 2007 più della metà della popolazione mondiale è ormai urbana e i rischi generati dal clima su tali concentrazioni di ricchezze culturali, attività e popolazioni si accrescono. La difesa da tali rischi richiede sia una lettura sistemica delle strutture urbane che una lettura geografica delle morfologie sociali e spaziali di oggi e di domani. Il cambiamento climatico è una delle minacce da inquadrare, quindi, in una fascia più ampia in relazione alle pressioni antropiche esercitate sugli ambiti urbani. Nell'Enciclica Laudato Sì, Papa Francesco - che ha maturato una cultura ambientalista nel corso della sua vita sacerdotale in America Latina - affronta il tema dell'ecologia nel senso di una 'ecologia integrale', includendo i dati più consistenti sul cambiamento climatico, la questione dell'acqua, l'erosione della biodiversità, il deterioramento della qualità della vita umana, il degrado della vita sociale e, denunciando l'alto tasso di 'inequità planetaria', che colpisce tutti gli ambiti della vita e che vede come vittime principali i più deboli. La sfida urgente - egli dice - consiste nel «proteggere la nostra casa comune», mai trattata così male come negli ultimi due secoli.

Il terzo capitolo dell'Enciclica è dedicato all'analisi della tecnoscienza, vista senza preconcetti, accogliendo quanto essa apporta, «cose realmente preziose per migliorare la qualità della vita dell'essere umano».

Pensare, però, che con la tecnoscienza si possano risolvere oggi tutti i problemi ecologici è una grande illusione perché «significa isolare cose che nella realtà sono connesse». Tutto è invece connesso, «tutto è in relazione» (Bergoglio, 2015).

*France, Germany, Switzerland, United Kingdom) have also been chosen.*

*Furthermore, it should be stressed that in Paris, from the 5/11/2015 to the 7/04/2016, there took place the tenth course organised by the École de Chaillot, Department 'Formation de la Cité de l'architecture & du patrimoine', which on this occasion was dedicated to the theme "Patrimoine et territoire. Agir pour le climat au XXI siècle" in order to highlight the diversity of environmental adaptations, the use of natural energy and of local resources, with emphasis on their scientific, technical and cultural evolution since the 18th century. The contributions, given by the numerous experts who intervened, were oriented towards understanding how to assess the ability of the cultural heritage to respond potential risks and the requirements of energetic change, without its authenticity and integrity being affected.*

*According to Benjamin Mouton, Architecte en chef and general inspector of historic monuments in France, «Built heritage has always displayed an exemplary adaptation to the conditions of its environmental and climatic habitat.» And it is undoubtedly the vernacular rural heritage that offers the best example managing to contrast, by simple but effective means, exposure to winds, lavish rainfalls and climatic variations. But he also remarked the importance of « opening up other fields of reflection », in parallel and especially on:*

- *the intended uses of cultural heritage, avoiding the attribution of inappropriate functions;*
- *the rhythm of seasons, regulating buildings difficult to heat in the cold season;*
- *reconsidering our dependency on comfort, going back to reasonable levels of temperature in workplaces and daily life.*

*More than half of the world's population has become urban since 2007, and the risks generated by climate on such concentration of cultural wealth, activities and populations are growing. The defence from such risks requires both a systematic assessment of urban structures and the geographic reading of the social and spatial morphologies of today and tomorrow. Climate change is therefore one of the threats that should be contemplated within a greater context in relation to the anthropic pressures exercised on urban environments. In the Encyclical Letter Laudato Sì, Pope Francis – who has developed an environmentalist culture in the course of his life as a priest in Latin America – approaches the theme of ecology in the sense of an 'integrated ecology', including the most relevant data on climate change, the water issue, erosion and biodiversity, deterioration of the quality of human life, the debasement of social life and, denounces the high rate of 'global iniquity', which affects all aspects of life and has its chosen victims in the weakest. The urgent challenge – he says – is to «protect this abode we all share», never treated as badly*

as in the last two centuries.

*The third chapter of the Encyclical Letter is dedicated to the analysis of technoscience, seen without any preconception, accepting what it produces, «things really precious for bettering the quality of life of human beings.» Yet to think that all environmental issues can be solved today through technoscience is greatly delusional because «it means isolating things that in reality are connected». On the contrary, everything is connected, «everything is in relation» (Bergoglio, 2015).*

#### Methodological approaches

*Within the discipline of Restoration, the contribution to Metropolis Project and in synergy with the multidisciplinary approach is to help trace 'guidelines' for knowledge and vulnerability features of the architectural and environmental properties in relation to the threats posed by climate change, in order to prevent deterioration or loss of cultural heritage in situations of danger. The first stage of the research focussed on a bibliographic, cartographic and fact-finding analysis of the effects produced by climate change on cultural and natural heritage and of the results achieved, at national and international level, for limiting the degree of damage. Together with the projects and implementation procedures carried out by the Institutions responsible, the Research Centres, Universities and specialists of the field, the role carried out by non-governmental organisations (ICOMOS, ICOM, ICA and IFLA), and in particular the actions undertaken by UNESCO, were also examined, in relation to natural calamities, with constant work of risk assessment and planning of long term actions, essential for the conservation of cultural heritage.*

*On the grounds of the fact-finding investigation it was possible to identify an analysis methodology for the selection of the most critical climate parameters for the cultural heritage and its tangible and intangible values, such as seasonal and temperature variations, rainfall, the action of wind, atmospheric pollution, the combination with one another of a number of climatic phenomena. The elaborations and results found and summarised featured an analysis of the historic stratification, of the typologies, of construction materials and deterioration, as well as the development of mitigation and adaptation strategies for the cultural and natural heritage set in areas where the effects of climate change are more negative.*

*The methodology has allowed to develop a broad knowledge of the assets exposed as a prelude to the next, guidelines for the planning of the impacts, for the cooperation of institutions responsible for the management of emergency situations, as well as for the implementation of adequate mitigation interventions*

#### Approcci metodologici

Nell’ambito della disciplina del Restauro, l’apporto al Progetto Metropolis e in sinergia con l’approccio multidisciplinare della ricerca, è quello di contribuire a tracciare ‘linee di indirizzo’ per la conoscenza e la caratterizzazione della vulnerabilità dei beni architettonici e ambientali nei confronti delle minacce indotte dai cambiamenti climatici al fine di impedire il degrado o la perdita del patrimonio culturale in situazioni di pericolo.

In una prima fase la ricerca è stata rivolta all’analisi bibliografica, cartografica e conoscitiva degli effetti prodotti dai cambiamenti climatici sul patrimonio culturale e naturale e dei risultati raggiunti, in ambito nazionale e internazionale per il contenimento del grado di danno. Sono stati esaminati, oltre ai progetti e alle pratiche attuative realizzate da Istituzioni preposte, Centri di ricerca, Università e specialisti del settore, anche il ruolo svolto dalle Organizzazioni non governative (ICOMOS, ICOM, ICA e IFLA) e, in particolare, le azioni intraprese dall’UNESCO, in merito alle catastrofi naturali, con la costante opera rivolta alla valutazione dei rischi e alla pianificazione dei programmi a lungo termine, indispensabili alla conservazione del patrimonio culturale. Sulla base dell’indagine conoscitiva è stato possibile individuare una metodologia di analisi per la selezione dei parametri climatici, maggiormente critici per il patrimonio culturale ed i suoi valori materiali ed immateriali, come le variazioni stagionali e di temperatura, le precipitazioni, l’azione del vento, l’inquinamento atmosferico, la combinazione tra loro di più fenomeni climatici.

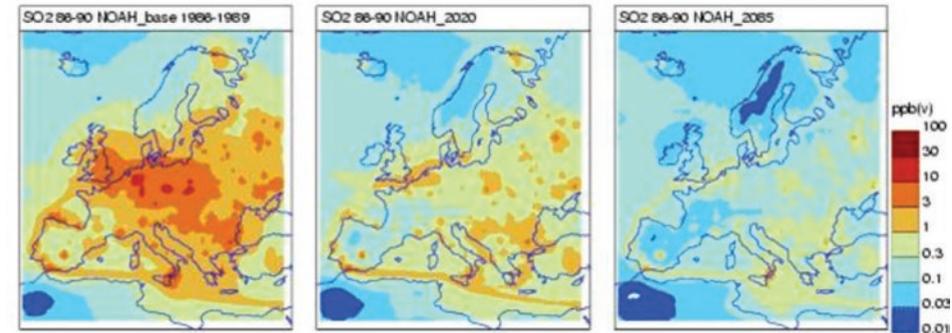
La sintesi delle elaborazioni e dei risultati ottenuti, oltre all’analisi della stratificazione storica, delle tipologie, dei materiali costruttivi e del degrado, ha previsto lo sviluppo di strategie di mitigazione e adattamento per i beni culturali e naturali posti in aree in cui gli effetti dei cambiamenti climatici sono maggiormente negativi.

La metodologia ha consentito di sviluppare un’ampia conoscenza sul patrimonio esposto quale fase preliminare per le successive linee guida per la pianificazione degli impatti, per la cooperazione delle Istituzioni preposte alla gestione delle situazioni d’urgenza, nonché per indirizzare verso l’attuazione di opportuni interventi di mitigazione degli effetti prodotti dai cambiamenti climatici, migliorare la formazione dei professionisti preposti alla prevenzione dei disastri di origine naturale o umana, attivare misure preventive per ridurre i rischi e incrementare la capacità d’intervento al fine di impedire il degrado o la perdita del patrimonio culturale e del paesaggio storico urbano in situazioni di pericolo.

#### Strategie di mitigazione e di adattamento degli effetti dei cambiamenti climatici sul Patrimonio culturale

La fase di conoscenza si è rivelata indispensabile per inquadrare sviluppi tematici a partire dai quali si inseriscono future azioni di mitigazione e adattamento.

La strategia della mitigazione affronta il problema del cambiamento climatico



attraverso azioni rivolte, da un lato, a ridurre le emissioni climalteranti in atmosfera e, dall’altro, ad aumentare la capacità dell’ambiente naturale di assorbire i gas serra utilizzando ‘serbatoi’, come le foreste e i suoli agricoli, e ponendosi l’obiettivo di agire sulle cause dei cambiamenti climatici con una serie di strumenti da applicare a scala internazionale per ridurre le emissioni. La strategia dell’adattamento si adopera, poi, per gestire le conseguenze negative dei cambiamenti climatici con interventi sugli ecosistemi naturali e sui sistemi socio-economici attraverso l’attuazione di adeguate politiche economiche, ambientali, socio-sanitarie, educative.

Al patrimonio di conoscenze acquisito nella fase di analisi si aggiungono gli studi, svolti dal CNR, sull’impatto che i cambiamenti climatici avranno sul patrimonio culturale nei prossimi cento anni nelle aree europee più probabili, elaborando i dati e i parametri ambientali che potrebbero influenzare l’ambito europeo e valutando la stima dei possibili danni.

La serie dei Corsi su “Sciences and Materials of the Cultural Heritage from Pollution to Climate Change”, promossi dal Consiglio d’Europa e dal Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali, si è conclusa con il Meeting internazionale svolto a Ravello, dal 5 al 7 ottobre 2015, da specialisti che hanno fornito importanti approfondimenti sulle conseguenze prodotte dall’inquinamento e dai cambiamenti climatici in relazione all’esame del degrado dei materiali più significativi che caratterizzano i beni architettonici e ambientali. Nel Congresso sono stati approfonditi i seguenti argomenti:

- bilancio dell’inquinamento atmosferico e del cambiamento climatico come responsabili del degrado del Patrimonio culturale (P. Brimblecombe);
- progetto UE ‘Arca di Noè’: obiettivi e principali risultati (Cristina Sabbioni);
- risultati del Progetto dell’UE sul ‘Clima per la Cultura’ (D. Camuffo);
- patrimonio culturale: implicazioni socio-culturali ed economiche del cambiamento climatico (M. Cassar);
- le facciate dei monumenti danneggiati da inquinamento e cambiamenti climatici (A. Bonazza);

Parametri di inquinamento: SO<sub>2</sub> (solfatazione della pietra) e acido nitrico in diminuzione nel futuro; cambiamenti di ozono (nel Mediterraneo più alto anche nel futuro); sostanziali aumenti di pH più alti nella parte meridionale e orientale dell’Europa a causa della mancanza di osservazioni di [H<sup>+</sup>] e [Ca<sup>2+</sup>] / *Pollution parameters: SO<sub>2</sub> (sulphation of stone) and nitric acid decreasing in the future; changes in ozone (in the Mediterranean also greater in the future); substantial increases in PH values, greater in southern and eastern Europe due to lack of [H<sup>+</sup>] and [Ca<sup>2+</sup>] observations.*

*of the effects produced by climate change, improve the training of professionals in charge of prevention of natural or man induced disasters, activate preventive measures to reduce risks and increased intervention capability in order to prevent deterioration or loss of cultural heritage and historic urban landscape in situations of danger.*

#### Mitigation and adaptation strategies for effects of climate change on Cultural Heritage

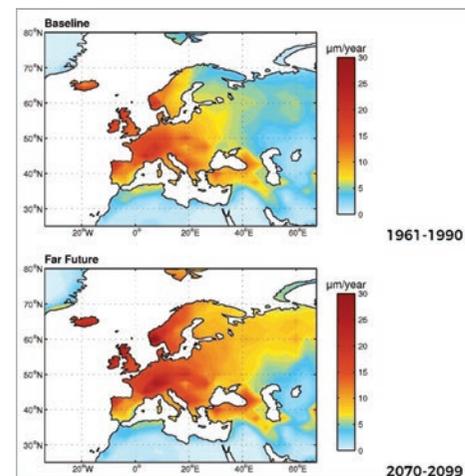
*The stage of knowledge has proved essential to frame the thematic developments from which they fit future mitigation and adaptation actions. The mitigation strategy addresses the problem of climate change through targeted actions, on the one hand, to reduce greenhouse gas emissions into the atmosphere and on the other to increase the natural environment’s ability to absorb greenhouse gases using ‘tanks’, as forests and agricultural soils, and setting itself the aim of acting on the causes of climate change with a series of tools to be applied on an international scale to reduce emissions. The adaptation strategy is then used to manage the negative consequences of climate change with interventions on natural ecosystems and on social-economic systems through the implementation of adequate economic, environmental, social, health-care and educational policies.*

*The wealth of knowledge acquired in the analysis phase is further completed by the studies carried out by the NRC (National Research Centre) on the impact that climate change will have on cultural heritage over the next one hundred years in the European areas most likely to be affected, elaborating the data*

and environmental parameters that could influence European territory and evaluating the estimate of possible damage.

The series of Courses on “Sciences and Materials of the Cultural Heritage from Pollution to Climate Change”, promoted by the European Council and the European University Centre for Cultural Heritage ended with the international Meeting that took place in Ravello, from the 5th to the 7th of October 2015, with specialists offering important in depth studies on the consequences produced by pollution and the climate change in relation to the examination of the deterioration of the most significant materials characterising architectural and

**Recessione superficiale. Scenari futuri di recessione superficiale di rocce carbonatiche causata dai cambiamenti della precipitazione e della concentrazione di CO<sub>2</sub>.** L'Europa centrale, l'UK, l'Islanda, la Penisola scandinava e il nord della Spagna subiranno i danni maggiori / *Superficial recession. Future scenarios of superficial recession of carbonate rocks caused by change in rainfall and CO<sub>2</sub> concentration. Central Europe, the U.K., Iceland, the Scandinavian Peninsula and the north of Spain will suffer the greatest damage.*



- Venezia: innalzamento del livello del mare e patrimonio (D. Camuffo);
- nuovi approfondimenti sul degrado e la conservazione del vetro (I. Pallot-Frossard);
- conservazione dei dipinti e cambiamento climatico (M. Menu);
- Piano nazionale francese di adattamento dei beni culturali al cambiamento climatico (R.-A. Lefèvre).

In prosecuzione di tale importante Meeting internazionale, nel quale sono emersi significativi contributi rivolti alla riduzione delle vulnerabilità, la mitigazione degli effetti e l'individuazione di strategie di adattamento per il costruito storico, si è svolto a Napoli l'8/10/2015, nel quadro delle attività di ricerca del progetto Metropolis, il Seminario sul tema “Climate change and Cultural Heritage”<sup>1</sup>.

Nel corso del Seminario è stato messo in evidenza come negli ultimi anni la comunità scientifica ha rivolto una sempre maggiore attenzione alle questioni riguardanti il sistema climatico e i suoi cambiamenti oltre a realizzare sofisticati modelli con i quali prevedere quale sarà il clima nei prossimi secoli e come le sue variazioni potranno influire sugli ecosistemi della Terra e in particolare sugli esseri umani.

Il progetto Arca di Noè<sup>2</sup> si è proposto il duplice obiettivo di studiare l'effetto delle future variazioni del clima sul Patrimonio culturale e di informare chi gestisce tale patrimonio sensibilizzando, al tempo stesso, il mondo politico e amministrativo. Il progetto si è avvalso della collaborazione di numerosi Enti di ricerca, specializzati nelle differenti tipologie di degrado, ed esperti in interventi miranti a sviluppare strategie preventive o a mitigare gli eventuali danni. Il fine è quello di stimare il danno che il patrimonio culturale subirà nei prossimi cento anni da diverse azioni climatiche per fornire per la prima volta uno scenario futuro.

«Il lavoro ha previsto, come fase iniziale, la selezione dei parametri climatici maggiormente critici per i monumenti. Essi sono stati suddivisi in: (i) parametri relativi alla temperature: variazioni stagionali e annuali di temperatura, cicli di gelo e disgelo e shock termici; (ii) parametri relativi alle precipitazioni: valore medio stagionale e annuale, cicli di umidità relativa, giorni consecutivi di pioggia ed eventi estremi di pioggia; (iii) parametri relativi al vento: valore medio annuale e stagionale, trasporto e deposizione di spray marino e rosa delle precipitazioni; (iv) parametri relativi all'inquinamento atmosferico: acidità delle precipitazioni e concentrazione di agenti inquinanti (SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>). Nella seconda fase - ha proseguito Cristina Sabbioni - i dati di output di due dei modelli climatici ritenuti più accurati (HadCM3 e HadRM3) sono stati rielaborati sia spazialmente, estraendo la finestra europea, sia temporalmente realizzando medie mensili, stagionali e annuali, per renderli più idonei e fruibili alle analisi successive. In alcuni casi è stata effettuata inizialmente un'opportuna combinazione dei parametri originali, perché occorrevano grandezze che non erano già disponibili tra gli output del modello. Un vasto database di parametri climatici significativi per il deterioramento del patrimonio culturale è stato perciò prodotto». Sono state realizzate mappe dell'area europea di medie trentennali relative al presente

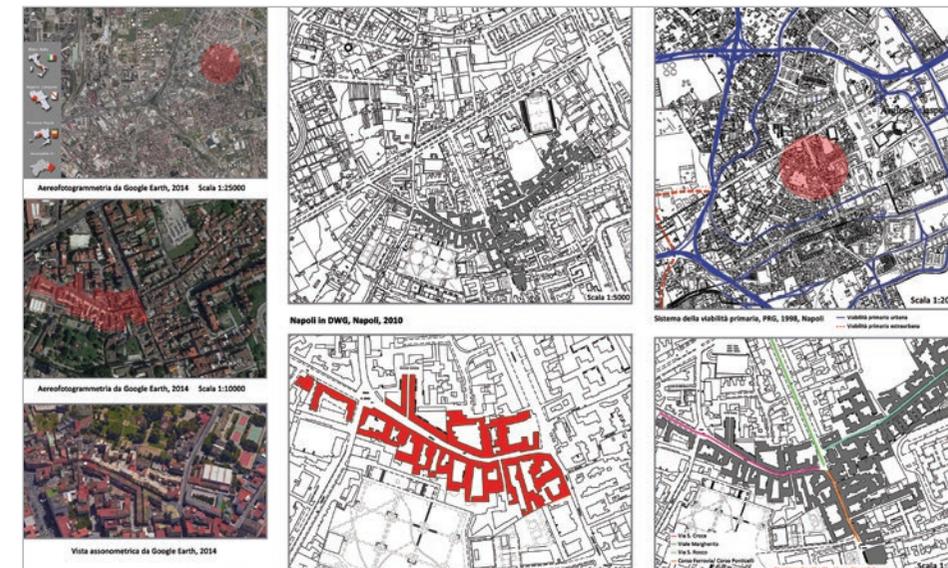
(1961-1990), al vicino futuro (2010-2039) e al lontano futuro (2070-2099). Le prime mappe prodotte, definite mappe climatiche, sono relative ai parametri climatici selezionati nella prima fase e forniscono indicazioni qualitative dei possibili rischi a cui potranno essere soggetti i beni culturali.

I danni subiti dai materiali caratterizzanti il patrimonio costruito non dipendono in genere da una sola variabile climatica, ma da loro azioni sinergiche. Sono state, pertanto, elaborate combinazioni di parametri per meglio descrivere le situazioni di maggiore impatto sui beni culturali. Le mappe associate, definite mappe climatiche complesse, forniscono rispetto alle precedenti una previsione più mirata a un particolare fenomeno di deterioramento.

Nell'ambito del progetto Arca di Noè sono state elaborate mappe che mostrano le aree di rischio futuro su scala europea di un particolare processo di degrado (mappe di rischio) e di insieme di questi (mappe di rischio multiplo) per ciascun materiale selezionato.

«Oltre alla determinazione dei danni e rischi futuri, il progetto Arca di Noè prevede lo sviluppo di strategie di mitigazione e adattamento per i monumenti in aree in cui gli effetti dei cambiamenti climatici saranno maggiormente negativi. Ad esempio, sono in corso studi e modellazioni per la valutazione delle vibrazioni e il carico orizzontale causato dal vento e per l'ideazione di possibili interventi di mitigazione. Sono inoltre in fase di elaborazione modelli ad hoc per la stima della risposta delle strutture a seguito di eventi estremi di pioggia e di inondazioni e per il contenimento di eventuali danni».

I risultati scientifici del Progetto sono stati pubblicati nell'Atlante di Vulnerabilità' (The Atlas



environmental properties. The following topics were investigated during the Congress:

- balance of atmospheric pollution and climate change as agents of deterioration of the Cultural Heritage (P. Brimblecombe);
- EU Project 'Noah's Ark': objectives and main results (Cristina Sabbioni);
- results of the EU Project 'Climate for Culture' (D. Camuffo);
- Cultural Heritage: social-cultural and economic implications of climate change (M. Cassar);
- the facades of monuments damaged by pollution and climate change (A. Bonazza);
- Venice: the rising level of the sea and heritage (D. Camuffo);
- new investigations on the deterioration and conservation of glass (I. Pallot-Frossard);
- conservation of pictures and climate change (M. Menu);
- French national plan of adaptation of cultural heritage to climate change (R.-A. Lefèvre).

As a continuation of this important Meeting, during which meaningful contributions emerged, addressing reduction of vulnerabilities, mitigation of effects and identification of adaptation strategies for historic built environment, a seminar took place in Naples on the 8/10/2015, within the scope of research activities of the Metropolis Project, on the theme “Climate change and Cultural Heritage”<sup>1</sup>.

The 'Noah's Ark' project<sup>2</sup> undertook the double task of studying the effect of future climate variations on Cultural Heritage and inform those who manage it, while making the world of politics and administration aware of the issue. The project availed itself of the collaboration of many research Bodies, specialised in different typologies of deterioration, and experts in interventions aimed at developing preventive strategies or at mitigating possible damage. The purpose is to give an estimate of the damage that the cultural heritage shall suffer in the next one hundred years due to different climatic actions, so as to supply a future scenario for the first time.

«The work featured, in the initial stage, the selection of the most critical climatic parameters for the monuments. They were divided in: (i) parameters relative to temperatures; seasonal and annual variations of temperature, cycles of freezing and thawing and thermal shocks; (ii) parameters relative to rainfall: average and annual value, cycles of relative humidity,

Inquadramento urbano e territoriale del centro storico di Ponticelli (NA) / *Urban and territorial setting of the historic centre of Ponticelli (Naples).*



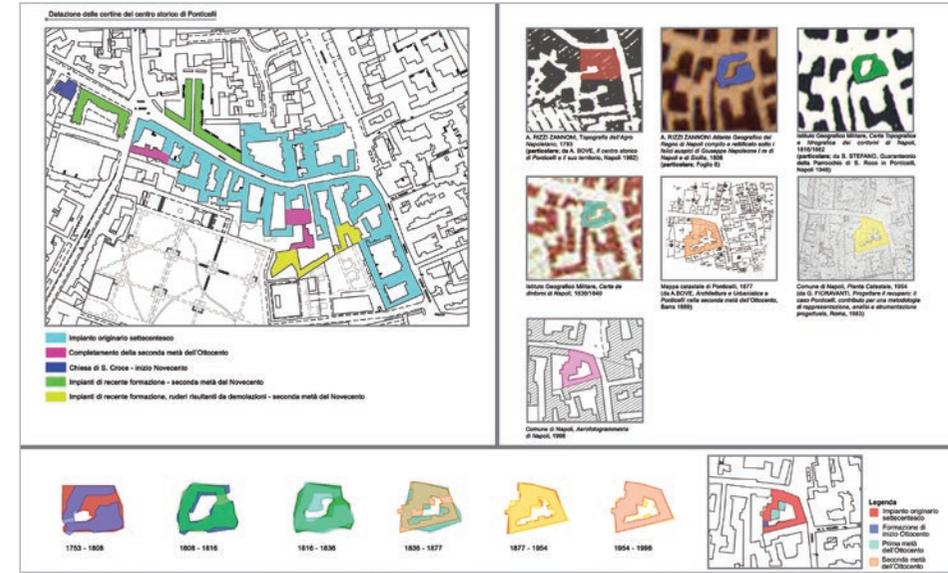
**Stratificazione storico-territoriale del centro storico di Ponticelli (NA) / Historic-territorial stratification of the historic centre of Ponticelli (Naples).**

consecutive days of rain and extreme rain events; (iii) parameters relative to wind: average yearly and seasonal value, transport and deposit of marine spray and pattern of rainfall; (iv) parameters relative to atmospheric pollution: acidity of rainfall and concentration of pollutant agents (SO2 and NO2). In the second stage - Cristina Sabbioni went on to explain - the output data of two of the climatic models thought to be the most accurate (HadCM3 and HadRM3) were re-elaborated, both spatially, extracting a European window, and chronologically, drafting monthly, seasonal and annual averages, to make them more suitable and useful for successive analysis. In some cases an initial combination of original parameters was made, because measurements not already available from the model's output were needed. A vast database of parameters significant for the deterioration of the cultural heritage was thus produced. Maps were produced, including those of the European area of triennial averages relative to current times (1961-1990), near future (2010-2039) and far future (2070-2099). The first maps produced, defined as climatic maps, are

of climate change impact on European Cultural Heritage) che include le mappe prodotte relative ai vari processi di degrado e ai parametri climatici a essi collegati (Sabbioni et al., 2010).

**Interventi di mitigazione dell'impatto ambientale nel progetto di restauro del centro storico di Ponticelli**

Una sperimentazione pilota<sup>3</sup> è stata realizzata applicando la metodologia della progettazione del restauro attraverso una rigorosa 'anamnesi' che ha consentito di conoscere con la necessaria comprensione critica l'evoluzione storica delle dinamiche insediative, l'analisi morfologica e dimensionale, quella delle caratteristiche statiche e dei materiali caratterizzanti le cortine prese in esame. A essa ha fatto seguito la 'diagnosi' che ha permesso la lettura e il riconoscimento dello stato di degrado dei manufatti oltre all'individuazione dei mezzi disponibili per assicurare la conservazione dei valori materiali e immateriali. La terza fase ha riguardato infine la redazione del 'progetto' nei limiti consentiti dalla 'conservazione integrata'. I cambiamenti climatici e, in particolare, le piogge torrenziali e l'incremento della radiazione solare degli ultimi anni hanno provocato gravi danni agli intonaci e alle superfici danneggiando in maniera sensibile il patrimonio architettonico del centro storico di Ponticelli. Il progetto di restauro prevede l'applicazione di metodi poco invasivi per eliminare (con barriera chimica) l'umidità di risalita su pietra, mattoni, murature miste, tufo, calcestruzzo,



**Datazione delle cortine del centro storico di Ponticelli / Dating of the curtains of the historic centre of Ponticelli.**

relative to the climatic parameters selected in the first stage and supply qualitative indications of the possible risks to which the cultural properties may be subjected. The damage suffered by the materials characterising the built heritage do not generally depend from just one climatic factor, but from their synergic actions. Combinations of parameters were consequently elaborated, to better describe the situations of greater impact on cultural properties. The maps associated, defined as complex climatic maps, supply, in comparison to the former ones, a more specific forecast of a particular deterioration phenomenon. Within the scope of the Noah's Ark Project, maps showing future risk areas at European scale, of a particular deterioration process (risk maps) and of overall risks (multiple risk maps), were elaborated for each material selected.

mattoni forati e per mitigare l'impatto ambientale (con copertura di tipo ventilato). È anche prevista l'applicazione di isolamenti a cappotto inverso, intonacando la parete interna degli edifici con adeguato spessore di termo-intonaci (composto da malta di calce e inerti di sughero rivestito con ulteriore intonaco di finitura) che rappresentano una soluzione per il miglioramento delle prestazioni termiche, sia in periodo invernale che estivo. Il progetto stabilisce un 'Piano del colore' anche al fine di disciplinare gli interventi di restauro e porre freno all'incontrollata e indiscriminata attività di ricolorazione delle facciate e per promuovere interventi di riduzione del degrado. Gli intonaci originari degli edifici del centro storico di Ponticelli sono prevalentemente costituiti da malta a base di calce, rispettando quelle che erano le tecniche tradizionali. Alcuni edifici del centro storico, e in particolare del borgo antico, presentano un paramento in pietra a vista, non protetto dall'intonaco. In tale tipo di paramento, il materiale maggiormente soggetto al degrado è la malta di allettamento, meno durabile rispetto ai conci di pietra<sup>4</sup>. Occorre, infine, sottolineare che la tinteggiatura nell'edilizia storica ha sempre avuto una stretta relazione con la preesistenza rispettandone la compatibilità materica. Le superfici del costruito storico, colorate con tinteggiature a calce, pigmentate con terre coloranti sono state, però, sostituite a partire dagli anni Sessanta dalle idropitture, di facile utilizzo, elevata resistenza alle atmosfere inquinate e altamente coprenti. La loro diffusione ha portato al verificarsi di gravi inconvenienti nell'impiego su murature tradizionali a causa delle incompatibilità di tipo chimico e fisico-meccanico tra il supporto (intonaco) e la finitura (tinta). Il Progetto raccomanda, pertanto, per gli edifici di particolare importanza storico-

**Interventions for mitigation of environmental impact in the restoration project of the historic centre of Ponticelli**  
A pilot experimentation<sup>3</sup> was carried out applying the methodology of planning the restoration through a rigorous 'anamnesis', which allowed to achieve knowledge, with the necessary critical comprehension, of the historic evolution of the dynamics of settling patterns, the morphologic and dimensional analysis, the one of the static features and of the materials characterising the curtains examined. There followed the 'diagnosis', which allowed the reading and recognition of the state of deterioration of artefacts, besides the identification of the means available to

*in alto / up*  
 Rilievo fotografico (2015) delle cortine edilizie su via Napoli, angolo Corso Ferrovia / *Photographic survey (2015) of built curtains on via Napoli, corner of Corso Ferrovia.*



*in basso / down*  
 Rilievo delle tipologie e dei materiali costruttivi della cortina in via Napoli (nn. 4-12) / *Survey of typologies and construction materials of the curtain in via Napoli (nn. 4-12).*

*ensure the conservation of tangible and intangible values. The third stage finally involved the editing of the 'project' within the limits imposed by 'integrated conservation'.*  
*The climate change and especially the torrential rains and the increase of solar radiation of recent years have caused serious damage to plasters and surfaces, damaging the architectural heritage of the historic centre of Ponticelli substantially.*  
*The restoration project features non-invasive methods to eliminate (with a chemical barrier) the dampness rising on stone, bricks, mixed masonry, tufa stone, concrete, hollow bricks, and to mitigate the environmental impact (with ventilated roofs). Reverse thermal coats shall also be applied, by plastering the inner walls of buildings with an adequate layer of thermal plaster (made of lime mortar and inert cork covered by another plaster finishing layer), which represent a solution for improving thermal performances, both in winter and in summer.*  
*The project establishes a 'Colour plan' also with the purpose of disciplining restoration interventions, to curb uncontrolled and indiscriminate re-colouring activities of facades and promote interventions to reduce deterioration. The original plasters of the buildings of the historic centre of Ponticelli are prevalently made of lime-based mortar, respecting what were the traditional techniques. Some buildings of the historic centre, and in particular in the ancient borough, present bare stone not protected by plaster. In such kind of facing, the material causing deterioration is the binding mortar, less durable than ashlar stone<sup>4</sup>.*



*Finally, it is necessary to stress that painting of walls in historic buildings has always had a binding relation with the pre-existence, respecting its material compatibility. The surfaces of historic buildings, coloured with lime-based paint, pigmented with colouring earth however, have been replaced by water-paints, which are easy to*

architetonica che la nuova tinteggiatura sia preceduta da un'apposita e documentata indagine stratigrafica, valutando correttamente la reattività chimica dei materiali da impiegarsi, rispetto a quelli preesistenti, e utilizzando preferibilmente tinteggiature a calce, messe in opera con tecnica tradizionale, da maestranze competenti.

*in alto / up*  
 Analisi del degrado della cortina in via Napoli (nn. 4-12) / *Analysis of the deterioration of the curtain in via Napoli (nn. 4-12).*



*in basso / down*  
 Analisi dei dissesti e del quadro fessurativo delle cortine in via Napoli / *Analysis of instability and crack pattern present on curtains in via Napoli.*



*apply, highly resistant to polluted atmospheres and highly covering, since the 60s. Their wide circulation has led to great inconvenience when used on traditional masonry due to chemical and physical-mechanic incompatibility between the supporting material (plaster) and the finishing one (paint). The project recommends, therefore, for buildings of special historic-architectural importance, that the new painting should be preceded by a specific and documented stratigraphic investigation, with the correct valuation of the chemical reactivity of materials to be employed, in comparison to pre-existing ones, and preferably using lime-based paints, applied with traditional technique by competent workmen.*

Va ricordato che il restauro impone per ogni bene culturale da restaurare uno studio specifico e singolare relativo ai valori materiali e immateriali che lo caratterizzano, le soluzioni formali, i caratteri distributivi, le funzioni appropriate, dal quale possa scaturire una peculiare soluzione progettuale che sappia coniugare le istanze della conservazione con quelle della sostenibilità. A questo fine è necessario - come ha sostenuto Cesare Feiffer - «da un lato partire da un concetto di conservazione aggiornato e molto concreto, che si riferisce al contesto di cultura materiale, che non esclude le innovazioni e le integrazioni ma le minimizza, privilegiando la preesistenza della fabbrica storica e autentica alla trasformazione-sostituzione e, contemporaneamente, ne incentivi il suo utilizzo non prevaricante. Dall'altro lato, invece, è importante non limitarsi a una sostenibilità risolta solo attraverso l'adozione di soluzioni tecniche, [...] ma concepirla in modo allargato con una filiera lunga [...] che parte dalla sostenibilità del sito, concepisce la gestione efficiente dell'acqua, l'uso di energia e atmosfera, dei materiali e delle risorse, della qualità degli ambienti interni per arrivare, infine, alle qualità innovative del progetto» (Feiffer, 2013).

*It should be recalled that restoration imposes, for each cultural property to be restored, a specific and singular study relative to the tangible and intangible values that characterise it, the formal solutions, the distributive characteristics, the appropriate uses, from which there may arise a peculiar project solution capable of blending the requirements of conservation with those of sustainability. For this purpose it is necessary - as maintained by Cesare Feiffer - «on the one hand to start from an updated and very tangible concept of conservation, referred to the context of material culture, which does not rule out innovation and integrations but minimises them, privileging the pre-existence of the historic and authentic fabric, rather than transformation-substitution, and at the same time incentivising its non-prevaricating use. On the other hand it is, instead, important not to limit oneself to sustainability carried out merely through the adoption of technical solutions, [...] but to conceive it in the broader sense with a long production line [...] starting from the sustainability of the site, conceiving an efficient management of water, the use of energy and the atmosphere, of materials and resources, of the quality of the space indoors, to finally arrive to the innovative qualities of the project» (Feiffer, 2013).*

Analisi dei problemi di umidità rilevati sulla cortina di via Napoli (angolo Corso Ferrovia) / Analysis of the humidity problems surveyed on the curtain of via Napoli (corner of Corso Ferrovia)

1. Promosso e coordinato da R.A. Genovese con la partecipazione di M. Losasso (Direttore del DiARC), C. Sabbioni (Direttore dell'Istituto di Scienza dell'Atmosfera e Clima - ISAC del CNR), i docenti componenti del gruppo di ricerca del progetto Metropolis e gli allievi del Corso di laurea Magistrale - MAPA dell'Università degli Studi di Napoli 'Federico II'.
2. Diretto e illustrato nel corso del Seminario da Cristina Sabbioni.
3. Il progetto redatto dagli allievi Michele Arcamone, Manuela Bracco, Rita Ciliberto, Andrea Di Sena e Annalisa Nappo, del Corso di laurea Magistrale in Architettura-Progettazione Architettonica (MAPA) del Dipartimento di Architettura (DiARC), Università degli Studi di Napoli 'Federico II', per il mio Corso di Laboratorio di Restauro architettonico svolto nell'a.a. 2014/2015, ha avuto come tema "Il restauro urbano ed architettonico del centro storico di Ponticelli (NA) con particolare riferimento agli interventi di mitigazione dell'impatto ambientale".
4. Nel ripristino delle stilature e, quindi, nella scelta del materiale da impiegarsi, devono essere evitati i casi di incompatibilità chimica e fisico-meccanica; l'impiego di materiali non compatibili potrebbe, infatti, indurre nuovi fenomeni di degrado. Ai fini della conservazione dell'edificato, è consigliabile, pertanto, l'impiego di calce e di sabbia di produzione locale per la preparazione delle malte.

Interventi per la mitigazione degli impatti ambientali relativi ai problemi di umidità (applicazione di barriera chimica, copertura ventilata, cappotto termico inverso) / Interventions for mitigation of environmental impacts relative to humidity problems (applying a chemical barrier, ventilated roof, reverse thermal coat).



Prospetti su via Napoli angolo corso Ferrovia scala 1:300

**Interventi di mitigazione impatto ambientale**  
**Problemi di umidità di risalita: applicazione barriera chimica**

**Interventi di mitigazione impatto ambientale**  
**Copertura ventilata**

**Interventi di mitigazione impatto ambientale**  
**Cappotto termico inverso**

**Scheda Tecnica**

Descrizione	Materiali	Spessore	Colore
Barriera chimica	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...

References

Bonazza A., Messina P., Sabbioni C., Grossi C.M., Brimblecombe P. (2009), "Mapping the impact of climate change on surface recession of carbonate buildings in Europe", in *Science of the Total Environment*, vol. 407, n. 6, pp. 2039-2050.

Comite V., Barca D., Belfiore C.M., Bonazza A., Crisci G.M., La Russa M.F., Pezzino A., Sabbioni C. (2012), "Potentialities of spectrometric analysis for the evaluation of pollution impact in deteriorating stone heritage materials", in *Rendiconti Online Società Geologica Italiana*, vol. 21, n. PART 1, pp. 652-653.

Feiffer C., "Postfazione" (2013), in Lucchi E., Pracchi V. (eds.), *Efficienza energetica e patrimonio costruito. La sfida del miglioramento delle prestazioni nell'edilizia storica*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna (RN), pp. 325-330.

Gariboldi A., Grossi G., Mauri M., Sorlini C., Tomasinelli F. (2016), *Il pianeta che cambia. Il futuro è già qui*, Touring, Milano.

Gómez-Bolea A., Llop E., Ariño X., Saiz-Jimenez C., Bonazza A., Messina P., Sabbioni C. (2012), "Mapping the impact of climate change on biomass accumulation on stone", in *Journal of Cultural Heritage*, vol. 13, n. 3, pp. 254-258.

PAPA Francesco (BERGOGLIO Jorge Mario) (2015), *Laudato si, Enciclica sulla cura della casa comune. Guida alla lettura di Carlo Petrini*, Città del Vaticano, Edizioni San Paolo, Milano.

Sabbioni C., Brimblecombe P., Cassar M. (eds.) (2010), *The Atlas of climate change impact on European Cultural Heritage. Scientific analysis and management strategies*, Anthem Press, London (UK), New York (USA).

Sabbioni C., Cassar M., Brimblecombe P., Lefevre R.-A. (2009), "Vulnerability of cultural heritage to climate change [Vulnérabilité du patrimoine culturel au changement climatique]", in *Pollution Atmosphérique*, n. 203, pp. 285-298.

Sabbioni C., Cassar M., Brimblecombe P., Lefevre R.-A. (2009), "Vulnerability of cultural heritage to climate change", in *Pollution Atmosphérique*, n. 202, pp. 157-169.

Sabbioni C., Cassar M., Brimblecombe P., Tidblad J., Kozłowski R., Drdácý M., Saiz-Jimenez C., Grøntoft T., Wainwright I., Ariño X. (2006), "Global climate change impact on built heritage and cultural landscapes", *Proceedings of the International Conference on Heritage, Weathering and Conservation*, HWC 2006, vol. 1, pp. 395-401.

1. Promoted and coordinated by R.A. Genovese with the participation of M. Losasso (DiARC Director), C. Sabbioni (Director of the Institute of Atmosphere and Climate - ISAC of CNR), the professors part of the METROPOLIS research group and the students of Master's Degree Course - MAPA of the University of Studies of Naples 'Federico II'.
2. Directed and illustrated during the seminar by Cristina Sabbioni
3. The project edited by the students Michele Arcamone, Manuela Bracco, Rita Ciliberto, Andrea Di Sena e Annalisa Nappo, of the Master's Degree course in Architecture - Architectural Projects (MAPA) of the Department of Architecture (DiARC), University of Studies of Naples 'Federico II', for my Course of Architectural Restoration Laboratory of the a.y. 2014/2015, featured the theme of "Urban and architectural restoration of the historic centre of Ponticelli (Naples) with specific reference to interventions of mitigation of environmental impact".
4. In bringing back the masonry grouting to original condition, therefore in the choice of materials to be employed, cases of chemical or physical -mechanic incompatibility must be avoided; the use of non-compatible materials could, indeed, lead to new deterioration phenomena. For the conservation purposes of the buildings, it is thus advisable to use locally produced lime and sand for the preparation of mortar.

## La mappatura collaborativa di Napoli est: fra cambiamento climatico e community resilience

Maria Federica Palestino

### ***The collaborative mapping of eastern Naples: between climate change and community resilience***

*This essay focuses on the strategic political and educational role of active listening when it is aimed at generating knowledge and interpretations in view of sustainable local transformations.*

*I will argue for the importance of an environmentally-conscious adaptation of the Lynchian survey. To do so I will refer to experiments I have carried out in the eastern plain of Naples and illustrate their results by means of collective maps. Poisoned by pollutants emitted by local industries in the course of time, eastern Naples is presently undergoing the stress of a fragmented transformation, alternating phases of stagnation with sporadic and inconclusive policy actions, and negating the residents' right to environmental redressal. Claiming this right by making climatic change the driver of investigations and actions in the service of community resilience is a way to open a door for interaction between those who are actively engaged in research and those who are usually confined to the passive role of research objects.*

**Climatic change and socio-ecological vulnerability** *Confronted with the challenges of climatic change, cities need to promote scientifically informed policies capable of integrating a variety of stakeholder interests, avoiding top-down solutions. This objective can be achieved with the help of participative processes incorporating the perspective of local communities and adapting local languages and know how to deal with issues of adaptation.*

*Poor people and ethnical minorities reside in city areas that are more prone than others to catastrophic events, more vulnerable, and more crowded. This makes them more vulnerable to the effects of climatic change and reduces their ability to cope with extreme events. In Naples, a significant example of this is the city's eastern suburbs. Districts like Gianturco, Barra, San Giovanni, and Ponticelli are made especially vulnerable by massive but unfinished reconstruction following the 1980 earthquake, the nearness of the railway and the port, and the looming threat of Vesuvius, as well as the high concentration*

Questo saggio si focalizza sul ruolo strategico, politico ed educativo che l’ascolto attivo produce quando è finalizzato a costruire conoscenze e interpretazioni al servizio di trasformazioni territoriali sostenibili.

Facendo riferimento alla sperimentazione che è stata portata avanti nella piana orientale di Napoli, verrà argomentata l’importanza di attualizzare la *survey* lynchiana in chiave ambientale, restituendone i risultati attraverso l’elaborazione di mappe collettive.

Avvelenata dagli inquinanti che l’industria e il suo indotto hanno prodotto nel corso del tempo, Napoli est è attualmente sottoposta allo stress di una trasformazione frammentata che, fra fasi di stallo e sporadiche, incomplete realizzazioni, elude il diritto degli abitanti al risarcimento ambientale.

Rivendicare questo diritto, facendo del cambiamento climatico il motore di pratiche di conoscenza e azione improntate alla resilienza comunitaria, apre un varco all’interazione fra chi fa ricerca e chi, generalmente, rimane relegato nel ruolo passivo di oggetto di ricerca.

### **Cambiamento climatico e vulnerabilità socio-ecologica**

Di fronte alle sfide del cambiamento climatico, le città hanno bisogno di promuovere e condividere processi di *policy making* informati scientificamente e capaci di integrare gli interessi molteplici e diversificati degli *stakeholders*, evitando soluzioni *top-down*. Obiettivo raggiungibile con l’aiuto di processi partecipativi che incorporino i punti di vista della comunità indirizzando linguaggi e know-how locali al trattamento delle questioni relative all’adattamento.

Le persone più povere, o le minoranze etniche e di razza risiedono in parti di città più sottomesse agli eventi catastrofici, più vulnerabili e maggiormente affollate. Queste circostanze accrescono la suscettibilità al cambiamento climatico e riducono la capacità di resistere agli eventi estremi.

Un caso significativo in questa direzione è senz’altro rappresentato, per quanto riguarda la città di Napoli, dai quartieri della periferia est.

Trattare il cambiamento climatico in quartieri come Gianturco, Barra, San Giovanni o Ponticelli, fragili sia per criticità legate alla massiccia e incompleta ricostruzione post-terremoto, alla prossimità della rete ferroviaria e del porto, o alla minaccia del Vesuvio incombente; sia per la frequenza di nuclei di popolazione povera o a rischio

povertà, per la presenza di minoranze Rom in condizioni di forte disagio, per il pervasivo sistema di potere della camorra e per la recente formazione di gang giovanili, significa coniugare il tema del cambiamento climatico in relazione alle questioni dell’ *environmental justice*.

- Bisogna dunque aspettarsi che la vulnerabilità differenziale dei residenti di un quartiere come Ponticelli, focus della ricerca Metropolis, sia guidata da fattori del tipo:
- alti livelli di esposizione fisica a rischi diversificati (condizione paludosa del sito pre-industriale, infrastrutturazione pesante pre e post PSER<sup>1</sup> legata all’industrializzazione del litorale e alla conseguente massiccia urbanizzazione, attuale prossimità al SIN ex Raffinerie, possibile attività vulcanica del Vesuvio);
  - processi di sviluppo urbano che hanno favorito la localizzazione di infrastrutture e servizi rischiosi per la salute e la sicurezza delle comunità residenti;
  - caratteristiche di fragilità sociale e culturale dei residenti che hanno influito sulle strategie localizzative;
  - difficoltà di accesso a informazione, istituzioni e forme di governance da parte degli abitanti.

Tuttavia, per accrescere l’equità socio-ecologica dei sistemi urbani non basta invitare alla partecipazione le comunità danneggiate o a rischio di esserlo, ma è necessario coinvolgere l’intera società civile: trovando fonti non tradizionali di finanziamento e aderendo a principi di trasparenza della decisione, oltre che della spesa, del monitoraggio e della valutazione.

Il progetto Metropolis ha offerto l’occasione di sperimentare uno scambio promettente fra competenze esperte e conoscenze contestuali, mettendo a confronto chi sta affrontando i temi della vulnerabilità ambientale sul versante della ricerca applicata e chi, in quanto abitante, comincia a vivere i primi effetti del cambiamento climatico nel quotidiano.

### **L’approccio partecipato nell’analisi e nell’interpretazione del territorio**

Percorsi di progettazione partecipata come quello affrontato dall’amministrazione di New York dopo l’esperienza dell’uragano Sandy per verificare, insieme a folte rappresentanze dei residenti di Manhattan, come adattare “the Big U” alle minacce del cambiamento climatico<sup>2</sup>, sarebbero oggi irrealizzabili per gran parte delle amministrazioni italiane, a causa dell’altissimo costo e del massiccio impegno organizzativo che questo tipo di consultazioni pubbliche richiedono.

L’ascolto qualitativo e la mappatura collaborativa, realizzati nell’ambito della fase conoscitiva della ricerca Metropolis per evidenziare come la resilienza dell’area umida riaffiori nella percezione collettiva delle comunità della piana orientale, nascono dalla consapevolezza di questo gap, e dall’intenzione di restituire all’Università un ruolo di garante nella difesa dei territori fragili.

Il governo lasco di Napoli e della sua provincia, aggravato dagli effetti della crisi

*of poor or near-poor segments of the population, the presence of Rom minorities living in highly precarious conditions, and the pervasive power system of the Camorra coupled with the recent rise of juvenile gangs. In this context, climate-change issues go hand in hand with issues of environmental justice.*

*We can expect the especially high vulnerability of residents of a neighborhood such as Ponticelli, the focus of the Metropolis research, to be determined by factors such as:*

- *high levels of physical exposition to diversified risks (the marshy conditions of the preindustrial site, heavy pre and post PSER<sup>1</sup> infrastructure left over from the industrialization of the littoral and its consequent massive urbanization, current proximity to the SIN ex Raffinerie, the threat of eruptions of Vesuvius);*
- *processes of urban development that have favored the implanting of infrastructures and services threatening residents' health and security;*
- *the residents' social and cultural vulnerability, which has restricted their choice of where to live;*
- *the residents' difficulties in accessing information, institutions, and forms of governance.*

*However, to increase the socioecological equity of urban system, it is not enough to involve the communities that have been negatively affected, or are threatened to be; we need to involve civil society as a whole. We need to find non-traditional funding sources and adhere to principles of transparency in decision-making, expense, monitoring, and evaluation.*

*The Metropolis project has provided an opportunity to test a promising dialogue between expert and local knowledge, putting in touch operators engaged in applied research on environmental vulnerability and residents who are beginning to experience the first effects of climate change in their everyday life.*

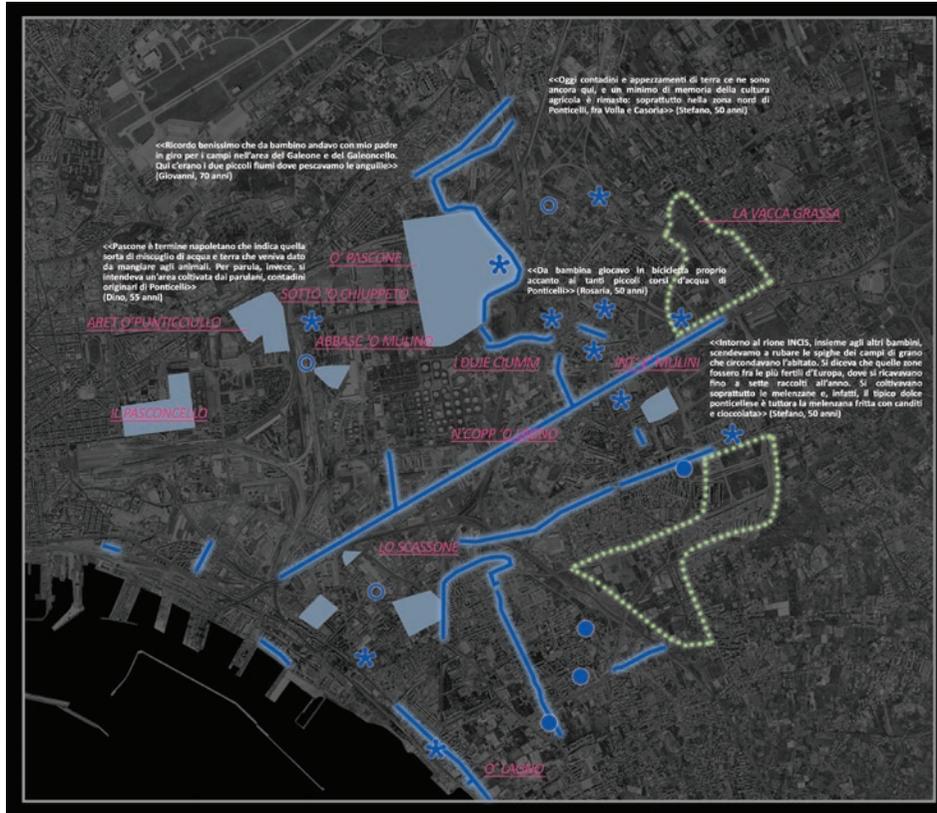
### **A participative approach to landscape analysis and interpretation**

*After hurricane Sandy, the city government of New York launched participative planning actions involving a large number of representatives of the residents of Manhattan to find ways to help the “Big U” cope with the threats of climate change<sup>2</sup>. Unfortunately, due to the very high financial cost and massive organizational effort such public consultations require, such actions lie outside the capabilities of most Italian town administrations. The decision to experiment with qualitative listening and collaborative mapping – undertaken in the framework of the knowledge acquisition phase of the Metropolis research to highlight how the resilience of the humid area reemerges in the collective perception of the communities of the eastern plain – was prompted by awareness of this gap and a will to restore the university's role in the protection of vulnerable areas. For over ten years now, the lax administration of Naples*

**PAST: When I say parole or pasconi, does this bring something to your mind? Do you have experience of such formations? Can you talk to me about it? Have you ever visited or known a watermill or any other building created to manage water? Which one?**

-  memories of water and bogs
-  memories of "parole" and "pasconi"
-  residual humid areas
- Productive uses of water:**
-  ruined mills
-  buildings with water-supply facilities
-  water-supply facilities
- Toponomastics of water places:**
- O' LAGNO**

**Oral testimonies:**  
 <<I remember that...>>



and its province – with the added aggravation of the economic crisis – has made planning and policies in support of the «right to urban environments» (Kaika and Swyngedouw 2011, p. 103) especially urgent. To address this urgency, themes related to environmental emergency have to be investigated, with a special focus on social conflict generated by top-down regeneration processes and on the means to prevent it or at least reduce it. As public control of institutions engaged in investigation and listening progressively slackens and public policies inevitably have to bow to economic interests, vulnerable areas remain increasingly isolated. These areas are thus denied their rights to environmental redressal, which they are undoubtedly entitled to, especially if they have a history of socio-spatial segregation. Latching onto the results of a previous investigation on the east area of Naples<sup>3</sup>, the intent of the Metropolis project was to test the usefulness of active listening in the

economica, evidenza, ormai da oltre dieci anni, l'urgenza di piani, politiche e progetti a sostegno del «diritto agli ambienti urbani» (Kaika e Swyngedouw, 2011, p. 103). Per rispondere a questa urgenza le tematiche dell'emergenza ambientale vanno necessariamente approfondite; con particolare attenzione al conflitto sociale generato dai processi di rigenerazione *top-down* e alle modalità per evitarlo o, quanto meno, attutirlo. Infatti, via via che il controllo delle istituzioni preposte alla conoscenza e all'ascolto tende a saltare, e le politiche pubbliche si fanno, gioco-forza, subalterne agli interessi economici, i territori vulnerabili rimangono sempre più isolati. Con buona pace del risarcimento ambientale al quale i luoghi, soprattutto se hanno vissuto un passato di segregazione socio-spaziale, hanno indubbiamente diritto. Agganciando il Progetto Metropolis ai risultati di una precedente ricerca applicata al territorio orientale di Napoli<sup>3</sup>, si è voluta provare l'utilità, per gli studi in campo



- Perceived structure**
-  paths
-  edges
-  hurdles
-  nodes
-  landmarks

**PRESENT: What is your most recent memory of the presence of water in your area?**

----- Municipal boundary

**Recently flooded areas and roads:**

-  frequently cited
-  cited

**Signs of the presence of water:**

-  frequently cited
-  cited

**RECENT PAST: Your parents-grandfathers were confronted with a different landscape than the present one. What do you think is the difference in how they experienced the area's relationship with water?**

- Water-inhabitants ratio over time:**
- + better in the past due to weak anthropic pressure
  - worse in the past for the lack of water supply and drainage services
  - = neither better nor worse, because, though in the past problems were different, these are marginal neighborhoods that are still poorly serviced today
  - ≠ different, because regulated by a different material culture than in the past

**Frequency of answers:**

-  high (by 50% or)
-  middle (from 40% to 20%)
-  low (from 10% to 10%)
-  very low (from 5,9% to 5%)

**Oral testimonies**  
 <<I think that...>>

analytic and interpretive phase of environmental studies. Interacting with representatives of local communities before making decisions or actually moving on to the planning stage is a means to expand knowledge by granting a strategic value to participation.

**The influence of context in the choice of interviewing methods**

One of the most symbolically significant transformations promised by a 2004 modification to the Naples General Urban Plan was launched about twenty years ago, precisely in the east area of Naples, as a collaborative effort of the Naples Urban Planning Office and the authors of some studies that had highlighted feelings of regret among the residents for the loss of the agricultural vocation of the area. The intent was to revive the memory of this vocation by retracing the course of the lost Sebeto river. Although the fluvial landscape of the marshy plain

ambientale, di servirsi dell'ascolto attivo in fase analitica e interpretativa. Stimolare il confronto con rappresentanze della comunità locale preliminarmente alla costruzione dei processi decisionali, o all'implementazione della progettazione vera e propria, serve, infatti, a pluralizzare le conoscenze conferendo valenza strategica all'approccio partecipato.

**Influenza delle condizioni contestuali nella scelta della metodologia di sondaggio**

Una delle più simboliche trasformazioni promesse dalla variante al Piano Regolatore Generale di Napoli adottata nel 2004 è partita, circa vent'anni fa, dall'interazione fra l'Ufficio comunale di Piano e alcuni fra gli estensori di descrizioni e studi che mettevano in luce il rimpianto popolare per la perdita della vocazione agricola dell'area orientale e, con esso, la volontà di testimoniare la memoria sulle tracce dello

is one of the dominant themes in narrations about Naples and Neapolitan historical iconography, it is noteworthy that the contribution of teachers, professionals, and amateur scholars with a passion for rural material culture and tradition in the east plain of Naples has fueled an interesting “pop” trend in landscape studies (Brillante 2000; Caputo et al. 2000, 2002), allowing the memory of the humid zone and the vegetable gardens to remain alive in the local community.

Consistently with these premises, in the mid-1990s the interaction between planning technicians and students of local history and traditions spawned an urban design project built around the quest for the Sebeto river, with the declared intent of combining transformation with renaturalization, to the extent that this is possible<sup>4</sup>. The local communities’ blend of memory, experience, ability to learn, and self-organization constituted the capital used by the planning technicians to argue that the cultural value of the agricultural past of these communities could play an important role in orienting the transformation process.

The plan, however, was the instrument of a rhetoric which, aside from its cultural and symbolic significance, was not politically supported, as it should have been, by a delocalization of polluting plants and the launching of alternative economic practices.

Today, the conditions for carrying out this plan are no longer there. All that remains are various conflicting stakeholders and a tangle of unsolved issues. Ten years after the drafting of the urban plan for the east area of Naples, the imposing strategies for the rehabilitation of the former industrial areas are yet to be unimplemented<sup>5</sup>. This delay is having repercussions on the economy of the whole city, and has led to the constitution of a joint venture called Naplest. To this day, Naplest has been pushing for a model of regeneration of the former industrial area that does away with all local knowledge.

#### Lynchian maps and community resilience<sup>6</sup>

Looking at the tradition of Urban Design, I came to the persuasion that some methods tried out during the 1960s are perfectly suitable to be adapted to certain current research questions (Winston Spim 2012). In this perspective, I revisited the Lynchian investigation, whose techniques can add methodological clout to the community narratives trend recently promoted in urban studies literature under the name of “Community Resilience” (Goldstein et al. 2013). My adaptation of the Lynchian interview to the exploration of the eastern suburbs of Naples was based on a reformulation of three of the five performance dimensions contained in the “Theory of Good City Form” (Lynch 1981). These three dimensions are Sense, Vitality, and Fit<sup>7</sup>. Although inherited from modern thought, these concepts seem to adequately express the themes of identity, justice, and environmental values from the socio-

scomparso fiume Sebeto. Per quanto il paesaggio fluviale della piana paludosa sia uno dei temi dominanti della narrativa e dall’iconografia storica su Napoli, è interessante notare come il contributo di docenti, professionisti, appassionati di cultura materiale e tradizioni contadine provenienti da est abbia alimentato, dagli ultimi decenni del XX secolo, un interessante “filone pop” di ricerca territoriale (Brillante, 2000; Caputo et al., 2000, 2002), consentendo alla memoria dell’area umida e degli orti di radicarsi fra gli abitanti restando viva nella comunità locale.

Coerentemente con queste premesse, l’interazione fra tecnici del piano e cultori di storia e tradizioni locali ha partorito, a metà degli anni Novanta, un disegno urbanistico ispirato al ritrovamento del fiume Sebeto che marcava la dichiarata volontà di coniugare trasformazione e, per quanto possibile, rinaturalizzazione<sup>4</sup>.

Ciò indica come il mix di memoria, esperienza, conoscenza, capacità di apprendimento e auto-organizzazione in dotazione alla comunità locale rappresentasse, in quel momento, il capitale utilizzato dai tecnici del piano per rivendicare come il valore culturale assunto dal passato agricolo nel vissuto delle comunità insediate potesse costituire una delle argomentazioni forti per orientare il processo di trasformazione. Il piano, tuttavia, ha veicolato una retorica che, al di là del significato culturale e della valenza simbolica, non è stata politicamente sostenuta attraverso la strategia di delocalizzazione degli impianti inquinanti e di lancio di economie alternative che avrebbe dovuto seguire.

Pertanto, venute meno le premesse alla concretizzazione di quel disegno, ed essendo rimasti in campo una serie di *stakeholder* confliggenti e un grumo di nodi irrisolti, a oltre dieci anni di distanza dall’elaborazione dello strumento urbanistico per l’area orientale, rimangono tuttora da implementare le imponenti strategie di bonifica delle aree ex industriali che stanno dietro alle prescrizioni di piano<sup>5</sup>. Si tratta di scelte che patiscono, a tutt’oggi, uno stallo che si ripercuote sull’economia dell’intera città e che ha portato alla costituzione di un soggetto imprenditoriale privato multiplo denominato Naplest. Soggetto che spinge per un modello di rigenerazione dell’area ex industriale che fa tabula rasa delle conoscenze locali.

#### Mappe lynchiane e community resilience<sup>6</sup>

Affacciandomi alla tradizione dell’*Urban Design* sono giunta al convincimento che alcune metodologie sperimentate durante gli anni Sessanta rispondano perfettamente, se adattate a esigenze contemporanee, ad alcune domande di ricerca attuali (Winston Spim, 2012). In questa prospettiva ho rivisitato l’inchiesta Lynchiana, le cui tecniche possono conferire spessore metodologico al filone delle narrazioni di comunità recentemente divulgato nella letteratura sugli studi urbani come *Community Resilience* (Goldstein et al., 2013).

L’idea di adattare l’intervista lynchiana all’esplorazione della periferia orientale di Napoli nasce rivisitando, in particolare, tre delle cinque dimensioni prestazionali

contenute nella “teoria della buona forma urbana” (Lynch, 1981). Si tratta di Sense, Vitality e Fit<sup>7</sup>; ovvero di concettualizzazioni che, pur se ereditate dal pensiero moderno, sembrano in grado di riaffermare i temi dell’identità, della giustizia e dei valori ambientali nella chiave della resilienza socio-ecologica recentemente sollecitata dalla Planning Theory (Davoudi, 2012; Shaw 2012; Fainstein, 2013) e dall’*Urban Political Ecology* (Armiero e Sedrez, 2014).

Infatti, nell’applicazione di cui si darà brevemente conto, il sondaggio qualitativo ispirato alla *survey* lynchiana ha efficacemente restituito, attraverso forme codificate di collaborative mapping, nuove chiavi di interpretazione plurale del processo di rigenerazione ambientale<sup>8</sup>.

Vediamo dunque come queste tre concettualizzazioni sono state adattate alle nuove esigenze poste dalla ricerca applicata.

Nella teoria della buona forma urbana la dimensione “Sense” misura il grado in cui



ecological resilience perspective recently advocated by Planning Theory (Davoudi, 2012; Shaw, 2012; Fainstein, 2013) and Urban Political Ecology (Armiero and Sedrez, 2014).

In the experimentation I will briefly illustrate here, the qualitative survey inspired by the Lynchian survey successfully provided, through codified forms of collaborative mapping, new multiple keys for the interpretation of the environmental regeneration process<sup>8</sup>. So let us look at how these three concepts were adapted to the new needs of applied research.

In the theory of Good City Form, the “Sense” performance dimension uses the categories of space and time to measure the degree to which a settlement can be perceived and structured in the mind of the person who inhabits or uses it. This dimension measures to what the extent a settlement provides opportunities for creating connections with values and concepts, and for linking

#### Water Vitality Map.

**PRESENT: What is the most negative aspect water can take on in your city, in your opinion? And why? What is, instead, the most positive aspect? And why?**

#### Threats:

- Flooding
- Deterioration of water supply and drainage networks
- Pollution of groundwater
- Congestion problems
- Waste of water

#### Potentialities:

- Driver of psycho-physical wellbeing
- Symbol of naturalness
- Public good to be protected
- Natural resource to be won back

#### Intensity of frequency of citation



**FUTURE:** I will show you four groups of images showing different manifestations of water in a city. Can you put these images in order of preference? Can you show me the one you don't like?

**PATTERNS OF IMAGES SHOWN TO INHABITANTS:**

**Free time involving water**

1. Drainage basin as a playground; 2. jogging in a refurbished canal; 3. cycling in a refurbished canal; 4. an ancient canal as the setting for entertainment; 5. water games in a public space; 6. an ancient canal used for private mobility; 7. intensive use of a refurbished canal for playing sports; 8. intensive use of a refurbished canal as a playground

**Uses of water in an urban context**

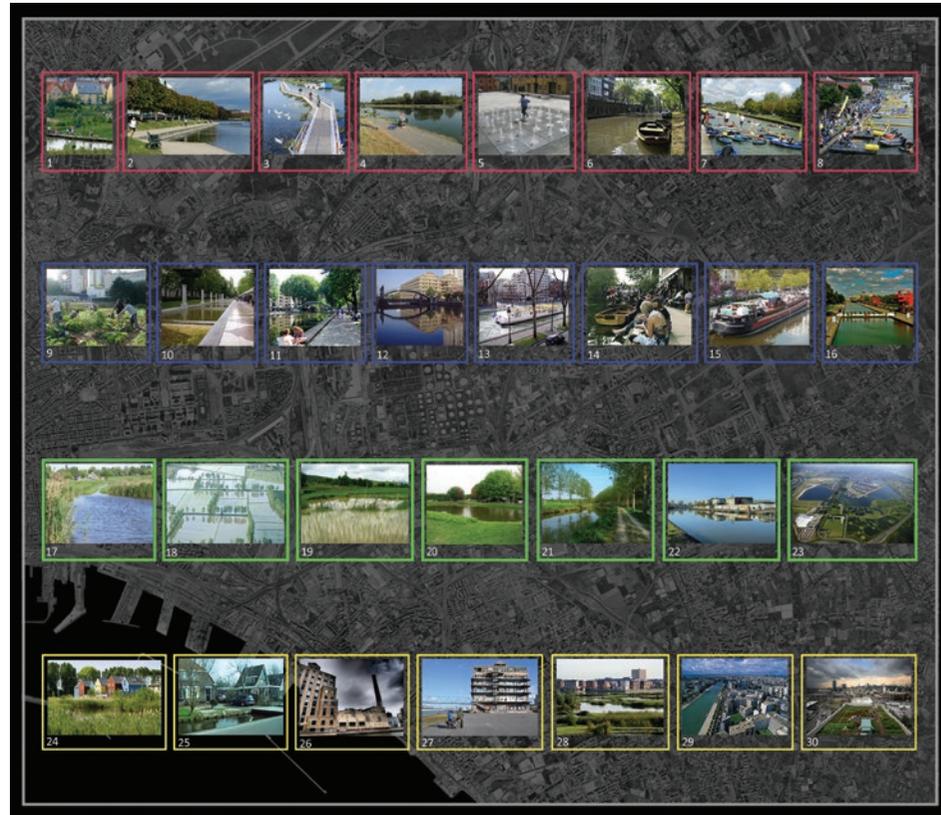
9. urban gardening; 10. water and classic architecture; 11. water as a means to reduce the artificiality of urban environments; 12. water as a mirror for the built environment; 13. waterways; 14. water as a means to amplify public space; 15. use of water for tourism; 16. water as key element of contemporary open spaces

**Water landscapes**

17. exogenous landscape; 18. productive landscape in a national context; 19. pre-industrial landscape-muddy place; 20. pre-industrial landscape-pond; 21. pre-industrial landscape-canal; 22. industrial archaeology as landscape; 23. settlement without local landmarks

**Residential patterns in proximity of water**

24. idealized single-family house; 25. realistic single-family house; 26. residential building in proximity to industrial archaeology; 27. former industrial building revised through street art; 28. housing development integrated into the water landscape; 29. residential waterfront; 30. urban gardening in a densely populated environment



past memories and future scenarios to the present. In the case at hand, the mapping of Sense highlighted the agricultural identity of the humid zone, an identity that has been covered up, but not wholly erased, by the industrial settlement.

By processing answers to the first five questions of the interview, the Water Sense Maps map out past memory and the present evolution of the role of water in the area<sup>9</sup>, showing how the original marshy nature of the site, and the attending issues, are reflected in the recent memory and present perception of the residents and users of the area.

In Lynch's theory, the "Vitality" dimension measures the healthiness, supply, maintenance, and management of the natural resources sustaining and keeping in balance the anthropic processes regulating urban ecosystems.

In the study area, Questions 6-12 explored vitality to sound out the motives and drives of the interviewees as

un insediamento può essere percepito e strutturato nella mente di chi lo abita/ usa ricorrendo alle categorie dello spazio e del tempo. Essa coglie la misura in cui un insediamento offre la possibilità di creare connessioni con valori e concetti e di collegare alla vita presente memorie passate e scenari futuri. Nel nostro caso, dunque, mappare il senso significava rilevare l'identità agricola dell'area umida; identità che è stata sepolta, ma non del tutto cancellata, dall'insediamento industriale e dal suo indotto.

Le *Water Sense Maps*, nel restituire la codifica delle domande in apertura di colloquio, riproducono sulla mappa collettiva la memoria passata e l'evoluzione presente delle relazioni acqua/territorio<sup>9</sup>, mostrando quanto l'originaria natura paludosa del sito, e le problematiche che ne discendono, si riflettano nella contemporaneità di abitanti e utenti attraverso la memoria del passato recente e la percezione del presente.

Nella teoria lynchiana la dimensione "Vitality" misura salubrità e modalità di



**FUTURE:** I will show you four groups of images showing different manifestations of water in a city. Can you put these images in order of preference? Can you show me the one you don't like?

**PATTERNS OF IMAGES SHOWN TO INHABITANTS:**

**Free time involving water**

**Uses of water in an urban context**

**Water landscapes**

**Residential patterns in proximity of water**

**Age groups of interviewed inhabitants:**

-  young people: 15-29 years old
-  adults: 30-49 years old
-  age of wisdom: 50-69 years old
-  elderly: 70 and older

approvvigionamento, manutenzione, gestione e organizzazione di risorse naturali funzionali al sostentamento e all'equilibrio dei processi antropici che regolano gli ecosistemi urbani.

Nella nostra area-studio esplorare la vitalità attraverso i colloqui in profondità è servito dunque a sondare motivazioni e spinte degli intervistati rispetto a obiettivi di riqualificazione urbana e bonifica dei suoli inquinati.

L'inchiesta ha esplorato quanto l'acqua in eccesso costituisca problema o risorsa - e di che tipo - oggi che la natura paludosa riaffiora sul sito affaticato dall'urbanizzazione intensiva causata dall'industrializzazione.

In continuità con l'ascolto applicato, la *Water Vitality Map* individua criticità e potenzialità dell'attuale rapporto acqua/territorio<sup>10</sup>, soppesandole in funzione del vissuto degli abitanti.

La dimensione "Fit" (traducibile come rispondenza) esplora come la forma urbana, o

regards urban renovation and the cleansing of polluted land.

The investigation sought to determine to what extent excess water constitutes a problem or a resource - and what kind of problem or resource - now that the marshy nature of the site reemerges under the strain of intensive urbanization brought on by industrialization.

The *Water Vitality Map* highlights criticalities and potentialities of the current water/land relationship<sup>10</sup> as they relate to residents' life experience.

The "Fit" performance dimension explores how the urban form, or the use and characteristics of open space, match actions performed by individuals. To assess the reversibility of socio-cultural and ecological characteristics of the genius loci of an area that have been lost or have waned over time, Fit uses the "resilience" sub-dimension.

This sub-dimension measures the gradient of

**FUTURE:** I will show you four groups of images showing different manifestations of water in a city. Can you put these images in order of preference? Can you show me the one you don't like?

**PATTERNS OF IMAGES SHOWN TO INHABITANTS:**

- Free time involving water
- Uses of water in an urban context
- Water landscapes
- Residential patterns in proximity of water

**Age groups of interviewed inhabitants:**

-  young people: 15-29 years old
-  adults: 30-49 years old
-  age of wisdom: 50-69 years old
-  elderly: 70 and older

environmental justice, raising the delicate issue of conflict and negotiation between public actors and private subjects to guarantee that the polluter will pay, as well as highlighting threats of transformations neglectful of public health.

The data visualizations relative to resilience in the humid zone, which graphically render the results of the game played by the interviewees as part of Question 13<sup>11</sup>, show the materials used in the game and the preferences expressed by the interviewees, grouped by neighborhood. They also provide comparisons between different neighborhood scenarios. The game recorded the type of regenerative water-led formulas the interviewees indicated as more appropriate to their lifestyles, choosing from thirty selected images.

By highlighting excess water as a constitutive element of the area's urban character and a regulator of microclimatic well-being, the interview sounds out the



l'uso e le caratteristiche degli spazi aperti, combacino con le azioni che gli individui vi compiono. Per valutare la reversibilità dei caratteri socio-culturali ed ecologici che hanno connotato il *genius loci* di un territorio, perdendosi o affievolendosi nel corso del tempo, la rispondenza si articola nella sotto-dimensione "resilienza". Quest'ultima, applicata all'area studio, misura il gradiente di giustizia ambientale, sollevando il delicatissimo tema del conflitto e della contrattazione fra attore pubblico e soggetti privati per garantire che chi ha inquinato paghi; o il pericolo di trasformazioni incuranti della salute pubblica di un territorio. Le elaborazioni relative alla resilienza dell'area umida, che restituiscono in forma grafica i risultati del gioco condotto nello svolgimento della domanda 13<sup>11</sup>, mostrano i materiali del gioco, le preferenze espresse in ciascun quartiere, le scelte comuni a tutti gli intervistati. Il gioco rileva il tipo di formule rigenerative water-led che gli intervistati, scegliendo fra trenta immagini selezionate, hanno segnalato come più

appropriate ai propri stili di vita. Mostrando l'acqua in eccesso come elemento di urbanità e regolatore di benessere micro-climatico, l'inchiesta sonda preferenze e antipatie rispetto a un ipotetico ridisegno degli spazi aperti che tenga conto dell'acqua in eccesso, trasformandola in occasione per il progetto di rigenerazione ambientale.

### Conclusioni

La scelta di tarare la *survey* lynchiana nella direzione ambientale, oltre a essere pienamente coerente con il pensiero del *city designer* americano<sup>12</sup>, risponde a una precisa e sentita esigenza metodologica dell'oggi che può essere così sintetizzata: a fronte della rilevante produzione di metodi di valutazione e monitoraggio ambientale, via via più sofisticata e "ingegnerizzata", che necessita tuttavia di un massiccio impiego di fondi e ricercatori, nonché di investimenti in tempi medio-lunghi, si fa avanti la necessità di introdurre tecniche, metodi e strumenti qualitativi relativamente leggeri, veloci e, conseguentemente, anche meno onerosi. Essi danno, infatti, la possibilità di "carotaggi" mirati a finalizzare strategicamente le ricerche e i fondi in campo ambientale, in linea con un'esigenza che la crisi finanziaria in atto ha reso quanto mai pressante, non solo per il mondo delle professioni, ma anche, e in maniera incalzante, per l'ambito della ricerca.

Se teniamo conto dell'esiguità delle risorse utilizzate per il sondaggio (undici coppie di studenti), e della limitatezza del campione indagato (105 colloqui in profondità con utenti e residenti dell'area), questa sperimentazione ha valore fondamentalmente metodologico.

Vale la pena sottolineare che l'intervista e le mappature realizzate per codificare e rappresentare gli esiti dell'inchiesta di cui si è dato conto offrono una metodologia adattabile al rilevamento della percezione collettiva delle trasformazioni ambientali a scala di una qualsivoglia comunità locale.

Sul versante della ricerca applicata la mappatura di comunità oggetto di questo saggio risponde, dunque, alla finalità di veicolare l'esito di un confronto strutturato fra *expertise* del ricercatore e saggezza territoriale di abitanti e utenti.

Sul versante delle teorie che hanno alimentato la ricerca c'è, invece, l'esigenza di riconsiderare la valenza strategica dell'approccio partecipato in fase *ex ante* per rafforzare in chiave plurale le elaborazioni analitiche e interpretative del territorio che cambia.

1. Con questa sigla, che sta per "Programma Straordinario di Edilizia Residenziale", si fa riferimento al vasto piano di edilizia residenziale e attrezzature pubbliche che fu realizzato a Napoli in regime di commissariamento per fronteggiare le esigenze di ricostruzione seguite al sisma che colpì l'Appennino campano nel 1980.
2. Cfr. "The BIG U". Promoting Resilience Post-Sandy Through Innovative Planning, Design, & Programming, pp. 1-276 (BIG Teamedby), New York, USA.
3. Si fa riferimento alla ricerca "Spazi aperti urbani resilienti alle acque meteoriche in regime di cambiamenti climatici", finanziata dal Polo delle Scienze e delle Tecnologie della Federico II su fondi FARO 2011, acronimo che sta per Finanziamento Avvio Ricerche Originali.
4. Cfr. "Le scelte per l'area industriale orientale", in Comune di Napoli, Assessorato all'Urbanistica, Dipartimento

residents' favor and hostility to hypothetic redesigning of open spaces to transform excess water into an opportunity for environmental regeneration.

### Conclusions

My decision to put an environmental slant on the Lynchian survey, besides being fully consistent with the thinking of the American city designer<sup>12</sup>, reflected a distinct and deeply-felt methodological need that can be summed up as follows. We are currently witnessing a spread of increasingly sophisticated and "engineered" methods of environmental monitoring, but these call for massive funding and the employment of many researchers, as well as middle-to-long-term investments. What we actually need is lighter and faster – and hence less costly – qualitative methods and tools. These methods and tools function as a "core-sampling" of sorts. They are a means to strategically allocate funds for environmental research at a time when the current financial crisis has placed a heavy strain on Italian university research and education, as well as the world of professions.

In consideration of the scarcity of the operators used for the interview – eleven pairs of students – and the smallness of the sample – 105 in-depth interviews with users and residents of the area – the significance of my experiment is essentially methodological. It is worth stressing that the interview and the maps drawn up to encode and represent its results constitute a method applicable to assessments of the collective perception of environmental change in any local community.

As regards applied research, the mapping of the communities dealt with in the present essay is meant to convey the results of a structured encounter between the expertise of the researcher and the local know how of residents and users.

As to the theories that have fueled the present research, there is the need to consider the strategic value of residents' participation in the preliminary stage to reinforce our interpretations of changing urban regions.

1. "Programma Straordinario di Edilizia Residenziale", a large-scale residential and public construction project undertaken in Naples under emergency management following the earthquake that struck the Campanian Apennines in 1980.
2. Cf. "The BIG U". Promoting Resilience Post-Sandy Through Innovative Planning, Design, & Programming, pp. 1-276 (BIG Teamedby), New York, USA.
3. "Spazi aperti urbani resilienti alle acque meteoriche in regime di cambiamenti climatici", financed by the Polo delle Scienze e Tecnologie

- of the “Federico II” University using FARO 2011 funds for the launching of original research (the acronym FARO stands for Finanziamento Avvio Ricerche Originali).
4. Cf. “Le scelte per l’area industriale orientale”, in Comune di Napoli, Assessorato all’Urbanistica, Dipartimento di pianificazione urbanistica (edited by, 2008), Il nuovo Prg per Napoli, Variante generale – Relazione, esp. pp. 239-249.
  5. Under Act 426/1998, the former Refineries area has been declared a “Site of National Interest,” due to an especially high concentration of risk factors.
  6. For the description of these dimensions, cf. Lynch 1981, pp. 121-129; 131-150; 151-186.
  7. Maps realized by arch. Ph.D. Candidate Claudia Sansò.
  8. For further information on the application of Lynch’s Good City Form to the eastern suburbs of Naples, I refer the reader to the report on my investigation carried out in the framework of the FARO research program (Palestino, 2013). On the connections between Lynch’s theory and current research needs, cf. Palestino 2015.
  9. The following questions were asked to the interviewees to explore the “Sense” dimension: “When I say parole or pasconi, does this bring something to your mind? Have you ever seen a parula or a pascone? Can you talk to me about it?”; “Have you ever visited a watermill or any other building created to manage water?”; “Your parents/grandfathers lived in a different landscape than today’s. What do you think is the difference in how they experienced water-related issues?” “What is your most recent memory of the presence of water in your area?”
  10. The following questions were asked to explore the “Vitality” dimension: “What is the most negative aspect water can take on in your city, in your opinion? And why? What is the most positive aspect? And why?”
  11. Resilience was assessed by asking the following questions: “Here are four groups of images showing different manifestations of water in a city. Can you put these images in order of preference? Can you also point out those you like less?”
  12. As Lynch called himself with reference to his role as an urban explorer (Lynch 1981, pp. 290-291).

- di pianificazione urbanistica (a cura di, 2008), Il nuovo Prg per Napoli, Variante generale – Relazione, in particolare pp. 239-249.
5. In base alla legge 426/1998, l’ambito ex Raffinerie è stato dichiarato “Sito di Interesse Nazionale” (SIN) a causa della particolare densità dei fattori di rischio.
  6. Le mappe sono state realizzate dall’architetto Ph.D. Candidate Claudia Sansò.
  7. Per la descrizione delle dimensioni prestazionali utilizzate cfr. Lynch 1981, pp. 121-129; 131-150; 151-186.
  8. Per approfondire come è stata applicata la teoria della buona forma urbana di Lynch all’inchiesta ambientale nell’area est si rimanda al saggio sull’inchiesta condotta nell’ambito della ricerca FARO (Palestino, 2013). Per quanto riguarda, più in generale, il raccordo fra teoria lynchiana ed esigenze esplorative dell’oggi cfr. Palestino, 2015.
  9. Le domande che sono state indirizzate agli intervistati per sondare la dimensione *sense* sono le seguenti: “Quando dico “parole” o “pasconi” le viene in mente qualcosa? Ha esperienza di simili condizioni territoriali? Me ne parla?”; “Ha mai visitato/conosce un mulino o un altro tipo di costruzione nata per gestire l’acqua? Quale?”; “I suoi genitori/nonni avevano a che fare con un territorio diverso dall’attuale. Che differenza c’è nel modo in cui vivevano le problematiche legate alla relazione con l’acqua?”; “Qual è il ricordo più recente rispetto alla presenza dell’acqua nel suo territorio?”
  10. Le domande che sono state utilizzate per sondare la dimensione *vitality* sono le seguenti: Qual è secondo lei l’aspetto più negativo che l’acqua può assumere in città? E perché? Qual è, viceversa, il più positivo? E perché?
  11. La resilienza è stata sondata attraverso le seguenti domande: “Le mostro quattro gruppi di immagini che rappresentano diverse espressioni dell’acqua in città. Mi mette queste immagini in ordine di preferenza? Mi indica anche quelle che gradisce meno?”
  12. Secondo una definizione che lo stesso Lynch attribuiva al proprio ruolo di esploratore urbano (Lynch 1981, pp. 290-291).

## References

- Armiero M., Sedrez L. (eds.) (2014), *A History of Environmentalism*, Bloomsbury, London, New Delhi, New York, Sidney.
- Brillante B. (2000), *Sebeto. Storia e mito di un fiume*, Massa, Napoli.
- Caputo V., Navarro A., Storia V., Tarantino O. (2000), *Le paludi della “Civitas Neapolis”: l’opera della bonifica nella trasformazione idrogeologica-urbanistica-antropica*, Associazione Casali, Napoli.
- Caputo V., Navarro A., Storia V., Tarantino O. (2002), “Tra le acque del Vesuvio e delle alture di Napoli”, in *Quaderni Vesuviani*, XXVIII, pp. 15-36.
- Davoudi S. (2012), “Resilience: A Bridging Concept or a Dead End?”, in *Planning Theory and Practice*, vol. 13, n. 2, pp. 299-307.
- Fainstein S. (2013), “Resilience and Justice”, *MSSI Research*, Paper n. 2, Melbourne Sustainable Society Institute, pp. 4-16.
- Goldstein B., Lejano R., Wessels A., Butler W. (2013), “Narrating Resilience: Transforming Urban Systems Through Collaborative Storytelling”, published on line before print, October 8, in *Urban Studies*, 52(7), 0042098013505653, pp. 1285-1303.
- Kaika M, Swyngedouw, E. (2011), “The Urbanization of Nature: Great Promises, Impasse, and New Beginnings”, in Bridge G. and Watson S. (eds.), *The New Blackwell Companion to the City*, pp. 96-107.
- Lynch K. (1981), *A Theory of a Good City Form*, MIT Press, Cambridge.
- Palestino M.F. , (2013), “A survey on community resilience”, in Moccia F.D., Palestino M.F. (eds.), *Planning Stormwater Resilient Urban Open Spaces*, CLEAN, Napoli, pp. 56-64.
- Palestino M.F. (2015), “La costruzione sociale delle immagini nella città contemporanea. Una prospettiva post-lynchiana”, in *ASUR*, n. 113, pp. 23-43.
- Shaw K. (2012), “Reframing Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice”, *Planning Theory and Practice*, vol. 13, n. 2, pp. 308-312.
- Spim A.W. (2012), “Ecological Urbanism: a Framework for the Design of Resilient Cities”, <http://www.annwhistonspim.com/pdf/Spim-EcoUrbanism-2012> (consultato nel mese di dicembre 2013), pp. 1-35.

## L’adattamento ai cambiamenti climatici: la sfida della resilienza nello scenario internazionale

### *Adapting to climate change: the challenge of resilience in the international scenario*

## Resilience-based design per la rigenerazione urbana

Mattia Federico Leone

### Resilience-based design for urban regeneration

*The objectives related to the adaptation of urban areas to climate change represents an opportunity to radically rethink the approach to the transformation of the city, in a systematic perspective focused on the introduction of a “resilient thinking” (Walker and Salt, 2006) in architectural and urban design, with benefits that go far beyond the ability to reduce vulnerabilities and impacts on humans and the built environment from specific risk conditions.*

*The ability to provide an adaptive response to the incremental or sudden impacts of a changing climate produces significant social, economic and environmental effects that become potential benefits in terms of local development, social inclusion and cohesion, strengthening of cultural identity in relation to specific risk factors.*

*Within the technological and environmental design disciplinary field, a resilient and adaptive design approach therefore moves in continuity with the general principles of “sustainability”, marking however substantial differences on which to focus in a perspective of knowledge advancement and its transmission to future generations.*

*The main difference lies in the fact that while sustainability is centered on the concept of balance, the resilience explores ways of handling unbalanced states through adaptation processes, emphasizing the importance of a recursive dimension starting from its scientific premises, developed – as for the sustainability – within ecosystem and ecology sciences, with a reading of the processes based on the concept of the “adaptive circle” (Holling, 1987).*

*This approach implies the need to re-read some of the key paradigms of sustainable thinking applied to architectural design, such as the concept of “efficiency”, understood as the optimal management of resources to achieve a desired objective, which needs to be complemented by an adequate “redundancy” to cope with the uncertainty and variability of a system in a constant unbalancing motion.*

*It is at the same time limitative and misleading to base the principles of urban resilience and adaptive design solely on the “engineering” concept of resilience, as the ability of a system to dissipate the energy absorbed*

Gli obiettivi legati all’adattamento degli spazi urbani agli effetti dei cambiamenti climatici rappresentano un’opportunità per ripensare radicalmente l’approccio alla trasformazione delle città, in un’ottica sistemica incentrata sui molteplici benefici offerti dall’introduzione del “pensiero resiliente” (Walker e Salt, 2006) nel progetto architettonico e urbano, che vanno ben oltre la capacità di ridurre i fattori di vulnerabilità e gli impatti sull’uomo e sull’ambiente costruito derivanti da specifiche condizioni di rischio.

La capacità di fornire una risposta adattiva agli impatti graduali o improvvisi di un clima che cambia produce infatti rilevanti ricadute sociali, economiche e ambientali che si traducono in potenziali benefici in termini di sviluppo locale, di inclusione e coesione sociale, di rafforzamento dell’identità culturale in relazione agli specifici fattori di rischio di un territorio. Nell’ambito disciplinare della progettazione tecnologica e ambientale, un approccio progettuale resiliente e adattivo si muove dunque in continuità con i principi generali della “sostenibilità”, marcando tuttavia differenze sostanziali su cui porre l’attenzione in un’ottica di avanzamento e trasmissione delle conoscenze alle generazioni future.

La principale differenza risiede nel fatto che mentre la sostenibilità è centrata sul concetto di equilibrio, la resilienza esplora i modi di gestire stati non in equilibrio attraverso processi di adattamento, accentuando l’importanza di una dimensione ricorsiva fin nelle premesse scientifiche maturate, come per la sostenibilità, nell’ambito delle scienze ecosistemiche e dell’ecologia con una lettura dei processi basata sul concetto del “circolo adattivo” (Holling, 1987).

Una simile impostazione porta con sé la necessità di rileggere alcuni paradigmi chiave del pensiero sostenibile applicato al progetto di architettura, come, ad esempio, il concetto di “efficienza” - intesa come gestione ottimale delle risorse per raggiungere uno scopo prefissato - a cui è necessario affiancare una condizione di “ridondanza” in grado di far fronte alle incertezze e alla variabilità di un sistema in perenne movimento “disequilibrante”.

Risulta al tempo stesso limitativo e fuorviante fondare i principi della resilienza urbana e della progettazione adattiva unicamente sul concetto “ingegneristico” di resilienza, ossia la capacità di un sistema di dissipare l’energia assorbita senza andare in crisi, proprio perché una simile lettura difficilmente può includere le molteplici ricadute che un approccio progettuale resiliente e adattivo può avere sul sistema urbano o sui suoi sottosistemi (fisico, funzionale, economico, sociale).

Partendo da queste premesse, è possibile dunque definire la progettazione adattiva e resiliente come un approccio sistemico multidisciplinare alla trasformazione dell’ambiente costruito in risposta ai cambiamenti climatici, che indaga le capacità di risposta, recupero e adattamento



dei sistemi urbani, nonché la loro trasformabilità attraverso una serie di azioni puntuali e progressive sul sistema urbano e i suoi sottosistemi, sia sul piano fisico/strutturale (retrofit tecnologico e progettazione ambientale) che operativo/organizzativo (modelli di governance dei processi).

Il concetto di *transformative adaptation* è stato recentemente introdotto nell’ambito delle linee guida e indirizzi europei sull’adattamento ai cambiamenti climatici, rimarcando la dimensione sistemica di un simile approccio, teso a modificare la struttura fisica della città, gli stili di vita e di lavoro, le modalità di spostamento e di fruizione dei servizi, fornendo soluzioni polivalenti integrate con gli obiettivi di sviluppo e rigenerazione della città. L’obiettivo è di ripensare il tema dell’adattamento, convertendolo da pura necessità in un’opportunità di trasformazione del tessuto fisico e sociale delle città, rendendole “attraenti, resilienti e sostenibili” (EEA, 2016). Tale orientamento parte dall’assunto che le città sono i principali centri di innovazione e di crescita, e dunque i motori dello sviluppo economico europeo. Un’Europa *climate-resilient* ha bisogno di fondarsi su città in grado di adattarsi ai cambiamenti climatici, dove le opzioni di adattamento affrontano anche i fattori socio-economici locali che rendono il cambiamento climatico una sfida sistemica a livello globale. Molte città si trovano oggi ad affrontare impatti legati a eventi quali alluvioni, ondate di calore e siccità, che si prevede possano diventare più frequenti e intensi in futuro. L’importanza di concentrare sempre più investimenti sul tema delle misure di adattamento, a partire da idee e best-practices sviluppate in diversi contesti urbani e metropolitani, si lega quindi al fattore tempo, che richiede di intervenire rapidamente e in maniera efficace. Occorre infatti considerare che gli impatti crescenti del cambiamento climatico rendono progressivamente più costosa la realizzazione di misure di adattamento, mettendo sempre più a rischio le popolazioni e incidendo in modo significativo sugli equilibri socio-economici alla scala globale e locale.

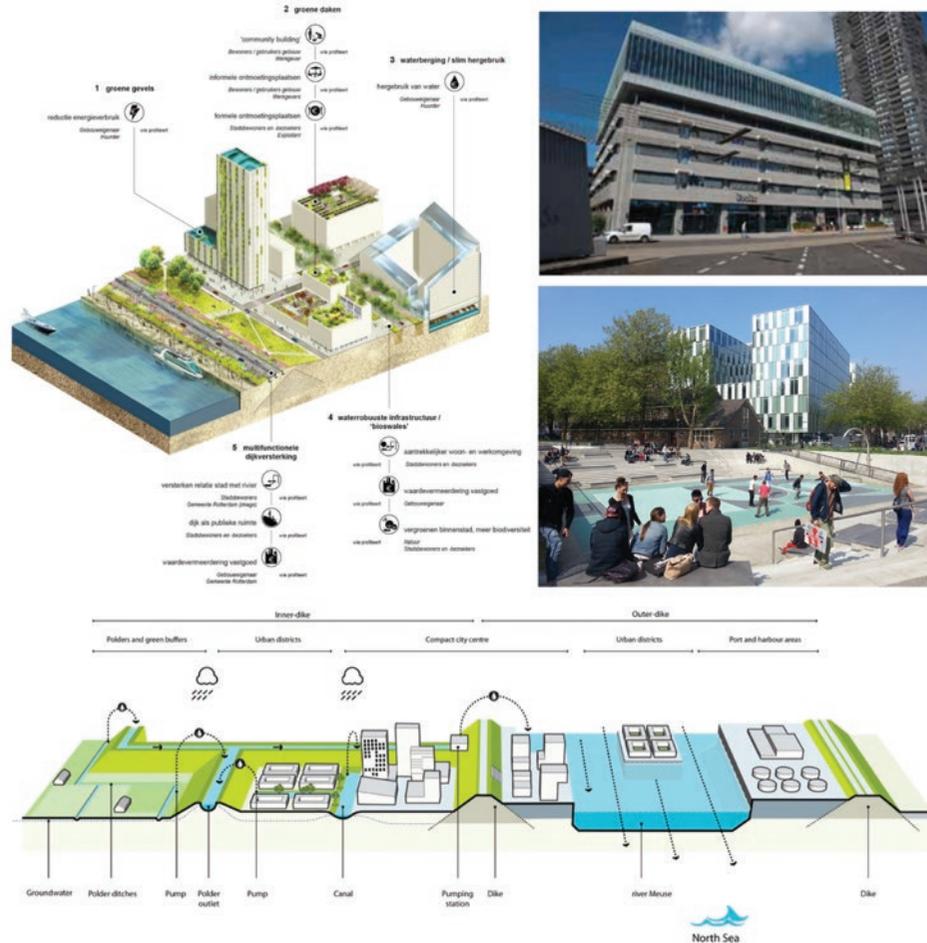
Del resto già Nicholas Stern aveva individuato il nesso cruciale tra *climate change* e *green*

Soluzioni di adattamento climatico a Copenaghen, sviluppate nell’ambito del “Climate Plan” del 2015, che include 300 progetti da implementare entro il 2025 / *Climate adaptation solutions in Copenhagen, developed within the 2015 “Climate plan”, which includes 300 project to be implemented by 2025.*

*without suffer a crisis, because such a reading can hardly include the multiple effects that a resilient and adaptive design approach can have on the urban system or its subsystems (physical, functional, economic, social). On this basis, it is therefore possible to define the adaptive and resilient design as a multidisciplinary systemic approach to the transformation of the built environment in response to climate change, which investigates the response capacity, recovery and adaptation of urban systems, as well as their transformations through a series of specific and progressive actions on urban system and its subsystems, both on the physical / structural (technological retrofit and environmental design) and operational / organizational (process governance models) aspects. The concept of transformative adaptation was recently introduced in the European guidelines on adaptation to climate change, emphasizing the systemic dimension of such an approach, aimed at modifying the physical structure of the city, the working and life styles, the transport systems and the use of services, providing multi-purpose solutions integrated with the city’s development and regeneration objectives. The goal is to rethink the issue of adaptation, converting it from sheer necessity into an opportunity for transformation of the physical and social fabric of the cities, making them “attractive, resilient and sustainable” (EEA, 2016). Such an approach is based on the assumption that cities are the main centers of innovation and growth, and therefore the engine of European economic development. A climate-resilient Europe needs to be based on cities able to adapt to climate change, where adaptation options also address the local socio-economic factors that make climate change a systemic global challenge.*

*Many cities today face impacts related to events such as floods, heat waves and droughts, which are expected to become more frequent and intense in the future. The importance of concentrating more and more investment on the theme of adaptation measures, based on ideas and best practices developed in different urban and metropolitan contexts is bound to the time*

Soluzioni di adattamento climatico a Rotterdam, sviluppate nell'ambito del "Climate Proof Programme" e "Climate Adaptation Strategy". Le soluzioni includono sistemi efficienti di drenaggio, water squares, edifici galleggianti e infrastrutture verdi che integrano soluzioni di urban e building greening / *Climate adaptation solutions in Rotterdam, developed within the "Climate Proof Programme" and "Climate Adaptation Strategy". Adaptation solutions include improved drainage system, water squares, floating buildings, green infrastructure integrating urban and building greening solutions.*



nella pagina accanto / side page

Adaptive design e rigenerazione urbana resiliente a Ponticelli, Napoli: adaptation plan e strategie progettuali per la rigenerazione degli spazi aperti / *Adaptive design and resilient urban regeneration in Ponticelli, Napoli: adaptation plan and design strategies for open spaces regeneration. Politecnico di Milano, Multi-Scale Building Technology Studio, prof. M.F. Leone. Design team: T. Perkova, P. Cherkasova, T. Grigoroshenko, C. Hiu, F.S. Yim.*

*factor, which requires to act quickly and effectively, considering how the increasing impacts of climate change will make the progressively more expensive the implementation of adaptation measures, with a growing risk for populations and significantly affecting the socio-economic balance in the global and local scale. Moreover, Nicholas Stern had already identified the crucial link between climate change and green economy, highlighting the weight and the cost-effectiveness of investments on climate change mitigation and adaptation – especially in sectors such as construction, transport and energy – in relation to the potential cost of the expected impacts, where the average value of investments in adaptation and*

*economy, evidenziando il peso e l'efficacia dal punto di vista costi-benefici degli investimenti su misure di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici - in particolare in settori quali edilizia, trasporti ed energia - in rapporto al costo potenziale degli impatti attesi, laddove il valore medio degli investimenti su adattamento e mitigazione si attesterebbe attorno al 2% del PIL europeo, contro il 5-20% del costo degli impatti del cambiamento climatico nei prossimi 50 anni (Stern, 2008).*

Il rafforzamento della leva economica sul tema dell'adattamento messo in campo dall'Unione Europea è teso inoltre a svincolare, in particolare nei processi decisionali, la diffusione di misure di adattamento dalle incertezze legate alla modellazione climatica. Diventa essenziale in tal senso proporre strategie di design adattivo alla scala urbana in grado di offrire risposte

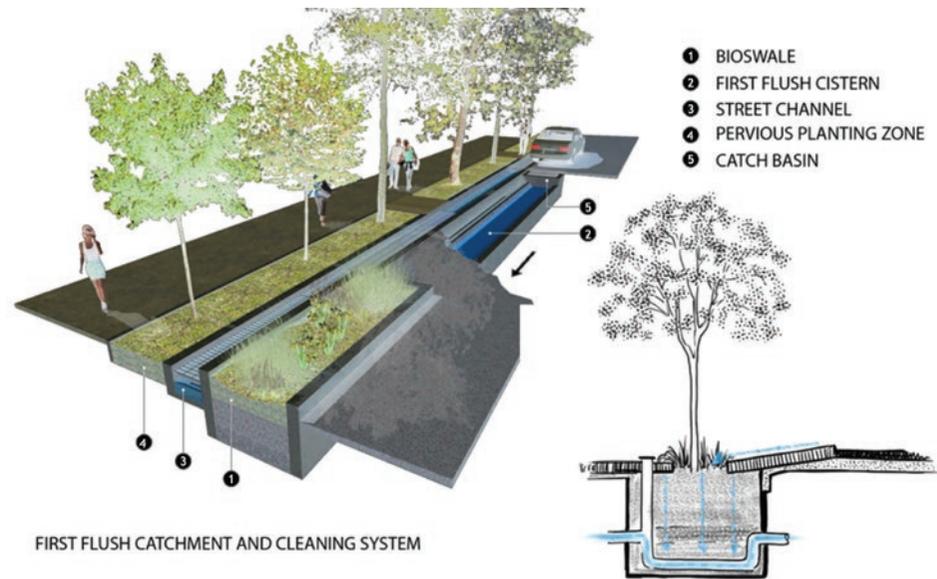


efficaci in rapporto alle condizioni attuali, in termini di intensità e frequenza di eventi estremi, con soluzioni modificabili nel tempo in modo da poter offrire un miglioramento incrementale in termini di resilienza in risposta a potenziali scenari di cambiamento climatico (European Commission, 2011). In un simile contesto, le città ancora una volta rappresentano l'ambito prioritario in cui intervenire in termini di progettazione adattiva e resiliente, poiché alla elevata vulnerabilità ed esposizione del tessuto fisico, sociale ed economico ai fattori di rischio esistenti - in gran parte legate alla elevata concentrazione di popolazione e di attività produttive - si accompagnano condizioni di aggravamento degli impatti del cambiamento climatico derivanti dalle dinamiche di urbanizzazione, di consumo di suolo, di alterazione dell'ambiente naturale e degli equilibri

*mitigation would stand at around 2% of European GDP, compared to 5-20% of the cost of the impacts of climate change over the next 50 years (Stern, 2008). The strengthening of economic leverage on the issue of adaptation promoted by the European Union also tends to decouple, particularly in decision-making processes, the dissemination of adaptation measures from the uncertainties related to climate modeling, offering adaptive design strategies at the urban scale that can offer effective responses in relation to the current conditions, in terms of intensity and frequency of extreme events, with solutions that can be modified over time so to offer an incremental improvement in terms of resilience in response to potential climate change scenarios (European Commission, 2011).*

*In this context, cities once again represent the priority area in which to foster adaptive and resilient design, since the high vulnerability and exposure of the physical, social and economic fabric to existing risk factors, mostly related to high concentration of population and production activities, are accompanied by an aggravation of climate change impacts resulting from urbanization dynamics, soil consumption, environmental and ecosystem balances alteration. In terms of technical and design solutions oriented to adaptation, it is now possible to deal with a growing number of examples at the architectural and urban scale, mostly concentrated in northern Europe – as already happened in relation to the topic of energy efficiency of buildings – with processes that gradually had an impact on the approaches to the strategic choices of the decision makers at the city scale, and gradually helped to introduce a new design culture, in which the benefits offered by innovative adaptive design solutions are evaluated with respect to the overall objectives of urban regeneration. In this sense, the problem of the suburbs or social inclusion are cross-cutting themes in the European scene. The rise of the transformative model adaptation orients the development of adaptation solutions of urban areas both in relation to vulnerability to extreme events, both in terms of increasing the liveability and environmental quality in "ordinary conditions". In this sense, the examples of Rotterdam and Copenhagen are of particular interest, because the adaptation topic is read in relation to the buildings-open spaces system, combining "network" solutions for the reduction of impacts from recurring phenomena such as heat waves and pluvial flood (from the water squares to urban drainage systems) with technological retrofitting actions on building envelope and technical systems, contributing to the adaptation objectives in a multi-scale perspective (neighbourhood-city-metropolitan area). The proposed solutions represent an exportable model in terms of design approach, to be locally declined depending on the specific characteristics of the context in relation to the existing risks in the area, but*

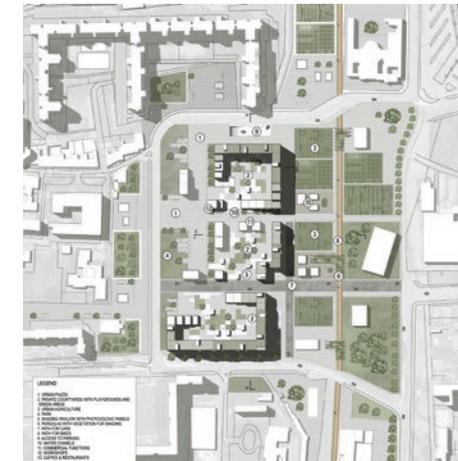
Adaptive design e rigenerazione urbana resiliente a Ponticelli, Napoli: soluzioni tecniche per l'integrazione del verde urbano e gestione delle acque meteoriche negli spazi aperti / Adaptive design and resilient urban regeneration in Ponticelli, Napoli: technical solutions for the integration of urban greening and stormwater management in open spaces. Politecnico di Milano, Multi-Scale Building Technology Studio, prof. M.F. Leone. Design team: S. Bart-Mensah, M.A. Di Iorio, S. Mohammadian, A. Rashed, C. Rovelli.



FIRST FLUSH CATCHMENT AND CLEANING SYSTEM

ecosistemici che caratterizzano i sistemi urbani. In termini di soluzioni tecniche e progettuali orientate all'adattamento, oggi è possibile confrontarsi con un numero crescente di esempi alla scala architettonica e urbana, prevalentemente concentrati nell'Europa settentrionale (come del resto già accaduto in rapporto al tema dell'efficienza energetica degli edifici). Tali esperienze hanno innescato processi che per gradi hanno avuto un impatto sull'approccio dei decisori alle scelte strategiche alla scala della città, e che progressivamente hanno contribuito a introdurre una nuova prassi di cultura del progetto, in cui le prestazioni offerte da soluzioni innovative di *adaptive design* sono valutate anche rispetto a obiettivi più generali di rigenerazione urbana. Il problema delle periferie o dell'inclusione sociale rappresentano infatti temi trasversali nel panorama europeo. L'affermarsi del modello della *transformative adaptation* orienta lo sviluppo delle soluzioni di adattamento degli spazi urbani sia in rapporto alla vulnerabilità agli eventi estremi, sia in termini di incremento della vivibilità e della qualità ambientale in condizioni "ordinarie". In questo senso, gli esempi condotti a Rotterdam e Copenhagen sono di particolare interesse, perché il tema dell'adattamento è letto in relazione al sistema edifici-spazi aperti, coniugando soluzioni a "rete" per la riduzione degli effetti di fenomeni ricorrenti quali ondate di calore e *pluvial flooding* (dalle water squares al progetto di spazi urbani permeabili) con azioni di retrofit tecnologico sulle componenti impiantistiche e di involucro degli edifici in grado di contribuire agli obiettivi di adattamento in un'ottica multiscale (dal quartiere, alla città, all'area metropolitana). Si tratta di soluzioni che rappresentano un modello esportabile dal punto di vista dell'approccio al progetto, da declinare a seconda delle specifiche caratteristiche del contesto locale in rapporto ai rischi presenti sul

also to the opportunities for action in terms of national and regional objectives. European addresses and technical policies focusing on the national level show a significant potential in the short and medium term, considering the key role played by the issue of climate adaptation in EU funding (ERDF, ESIF, H2020) and national co-financing programmes. Measures explicitly aimed at climate change adaptation are complemented by a series of actions mainly oriented towards the improvement of energy efficiency and environmental quality of buildings, or the urban and social regeneration of peripheral areas, but who have strong implications on the adaptive design principles. It is therefore necessary to carefully read the remarkable socio-economic consequences of climate-related phenomena: e.g. heat waves may lead to social impacts related to the health risks of vulnerable groups, but also significant economic impacts, considering the energy expense required to counteract the high temperatures with conventional air conditioning systems, aggravated by the low energy performance of most existing buildings. On a national scale, the transposition of European addresses (for example through the OP Metropolitan Cities 2014-2020) focuses on ambitious objectives related to the topics of building retrofitting and urban regeneration – from the improvement of energy and environmental quality to the social inclusion – that once declined in sensitive contexts such as in metropolitan cities, can effectively integrate solutions that respond to adaptation objectives in a multi-scale perspective. The local declination of the "OP Metro" objectives in relation to the Metropolitan City of Naples highlights specific issues and emergencies, especially from the social and housing needs point of view, mostly



territorio, ma anche alle opportunità di intervento in termini di obiettivi a scala nazionale e regionale.

Gli indirizzi europei e le politiche tecniche a livello nazionale evidenziano infatti significative potenzialità nel breve e medio periodo, considerata la centralità del tema dell'adattamento al cambiamento climatico nell'ambito delle azioni finanziate attraverso i fondi europei (ERDF, ESIF, H2020) e il cofinanziamento nazionale. Alle misure esplicitamente orientate al tema dell'adattamento si aggiungono infatti una serie di azioni che riguardano in generale il miglioramento della qualità energetica e ambientale del costruito, o la rigenerazione urbana e sociale degli spazi periferici, che hanno forti implicazioni rispetto ai principi dell'*adaptive design*. Occorre dunque leggere con attenzione le rilevanti ricadute in termini socio-economici dei fenomeni legati al cambiamento climatico: le ondate di calore, ad esempio, possono determinare impatti sociali legati ai rischi per la salute delle fasce deboli, ma anche notevoli impatti economici, se consideriamo la spesa energetica necessaria per contrastare le elevate temperature con sistemi di climatizzazione di tipo tradizionale. Spesa resa ancor più elevata dalla bassa qualità prestazionale della maggior parte delle costruzioni esistenti dal punto di vista energetico.

Il recepimento degli indirizzi europei a scala nazionale (ad esempio, attraverso il PON Città Metropolitane 2014-2020) si concentra su obiettivi ambiziosi legati ai temi del retrofit edilizio e della rigenerazione urbana, dal miglioramento della qualità energetico-ambientale all'inclusione sociale che, declinati in contesti sensibili come quello delle città metropolitane, possono efficacemente integrare soluzioni che rispondono agli obiettivi dell'adattamento in un'ottica multi-scalare.

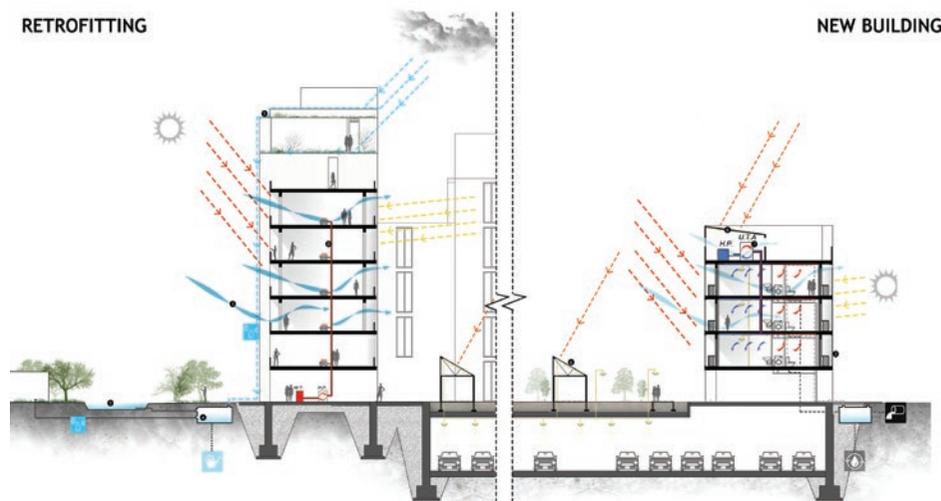
La declinazione locale degli obiettivi del "PON Metro" in rapporto alla Città Metropolitana di Napoli individua inoltre specifiche problematiche ed emergenze, soprattutto dal punto

Adaptive design e rigenerazione urbana resiliente a Ponticelli, Napoli: riconfigurazione volumetrica dei grandi edifici residenziali e riorganizzazione delle corti urbane / Adaptive design and resilient urban regeneration in Ponticelli, Napoli: volumetric reconfiguration of the big residential buildings and surrounding open spaces. Politecnico di Milano, Multi-Scale Building Technology Studio, prof. M.F. Leone. Design teams: A. Lordi, W. Haolin, I. Chatzaki, C.M. Valencia (left); M. Camia, M. De Bernardinis, S. Simoska, Y. Jie (right).

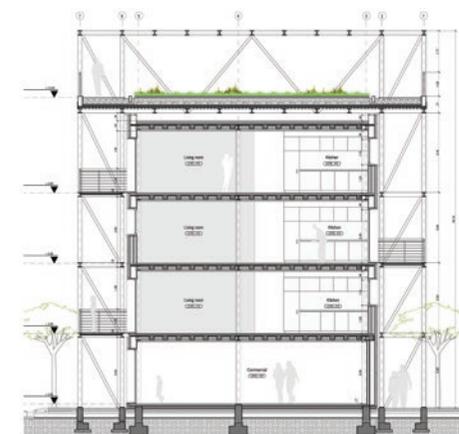
located in the eastern area of Naples, with potentially substantial funding available for urban regeneration interventions of the suburbs. The decision to concentrate on the east Naples area the main study, calibration and testing activities of the decision support platform developed as part of the Metropolis project is indeed linked to the recognition of the peculiarities of this urban context in relation to the city and metropolitan area. The perimeter identified within Metropolis includes areas with significantly different characteristics, including most dense and compact settlement conditions towards the city center, the brownfield area waiting for reclamation (where action principles related to nature-based solutions in terms of absorption of pollutants and reconstruction of natural habitats substances can be tested), and the Ponticelli district, which represents an area of priority interest for testing adaptation solutions integrating building retrofitting and urban regeneration with strong socio-economic and environmental

Adaptive design e rigenerazione urbana resiliente a Ponticelli, Napoli: diversificazione delle soluzioni tecniche per interventi di retrofit e nuova costruzione / *Adaptive design and resilient urban regeneration in Ponticelli, Napoli: diversification of technical solutions for retrofitting and new building interventions.* Politecnico di Milano, Multi-Scale Building Technology Studio, prof. M.F. Leone. Design team: A. Lordi, W. Haolin, I. Chatzaki, C.M. Valencia.

implications. Finally, cross-cutting themes to the different settlement contexts can be identified, such as green and blue infrastructures that can be configured as urban reconnection elements in a built environment characterized by separated and isolated areas, albeit in a highly urbanized continuous fabric. In this sense, the eastern area of Naples reflects recurring features in peripheral contexts of metropolitan cities in Italy and Europe, which require to identify effective solutions at the different design scales, influencing both planning strategies – highlighting the benefits derived from a modification of urban plans and regulatory constraints – both on a detailed scale – highlighting the measures that can give more benefits in relation to specific technological and environmental characteristics of buildings and open space systems – developing alternative adaptation scenarios in the short and long term. In this sense, the main indicators related to the two analyzed phenomena, heat waves and pluvial flood, become an essential source of information for architectural and urban design (D'Ambrosio and Leone, 2015). Regardless of the level of detail of the analysis, the system of indicators represents a design support tool at different scales, defining the main control parameters and their benchmarks to ensure an effective performance response of adaptive design solutions. With this in mind, the database of technical solutions for adaptation to be developed as part of the Metropolis project includes a classification of possible interventions in terms not only of reducing the vulnerability to the considered phenomena, but also with respect to the constraints to the transformation in relation to each solution - resulting from specific building and construction types or planning instruments - in order to provide an appropriate guide for the selection of the most suitable technical solutions, up to to considering



di vista sociale e abitativo, in gran parte localizzate nell'area orientale di Napoli, con ingenti finanziamenti potenzialmente disponibili per interventi di rigenerazione urbana delle periferie. La scelta di concentrare su Napoli est le principali attività di studio, calibrazione e test della piattaforma di supporto alle decisioni sviluppata nell'ambito del progetto Metropolis è del resto legata al riconoscimento delle peculiarità di tale contesto urbano in rapporto all'ambito cittadino e metropolitano. Il perimetro individuato nella ricerca include aree con caratteristiche anche sensibilmente diverse tra di loro, che includono condizioni insediative più dense e compatte verso il centro cittadino; aree industriali in attesa di bonifica (dove possono trovare spazio principi di intervento legati alle nature-based solutions in termini di assorbimento di sostanze inquinanti e ricostruzione di habitat naturali); fino a quartieri consolidati, come Ponticelli, che rappresentano aree di interesse prioritario per la possibilità di testare soluzioni di adattamento integrate in programmi di retrofit edilizio e rigenerazione urbana con forti implicazioni di tipo socio-economico e ambientale. Si individuano infine temi trasversali ai diversi contesti insediativi, quali le infrastrutture verdi e blu che possono connotarsi come elementi di riconnessione in un ambito urbano caratterizzato da aree di fatto separate e isolate, seppure nella continuità di un tessuto urbanizzato estremamente denso. L'area orientale di Napoli riflette caratteristiche ricorrenti nei contesti periferici delle città metropolitane in Italia e in Europa, le quali richiedono di individuare soluzioni efficaci nel rapporto tra le diverse scale di progetto, in grado di poter incidere sia sulle strategie di pianificazione - andando a evidenziare i benefici derivanti da modifiche dei piani e dei vincoli urbanistici - sia su una scala più raffinata e di dettaglio, evidenziando le misure che possono dare più benefici in rapporto a specifiche caratteristiche tecnologiche e ambientali dei sistemi



di edifici e spazi aperti, sviluppando scenari alternativi di adattamento nel breve e lungo periodo. In questo senso i principali indicatori che riguardano i due fenomeni analizzati, ondate di calore e *pluvial flooding*, si traducono in elementi di informazione del progetto architettonico e urbano (D'Ambrosio e Leone, 2015). Indipendentemente dal livello di approfondimento delle analisi condotte, il sistema di indicatori rappresenta uno strumento di supporto alla progettazione alle diverse scale, in cui emergono i principali parametri di controllo e i relativi benchmark per garantire un'efficace risposta prestazionale delle soluzioni di adattamento. In quest'ottica, il database di soluzioni tecniche di *adaptive design* in corso di sviluppo nell'ambito del progetto Metropolis include una classificazione dei possibili interventi in termini non solo di riduzione della vulnerabilità ai fenomeni considerati, ma anche informazioni rispetto ai vincoli alla trasformazione in rapporto a ciascuna soluzione - derivanti da specifiche tipologie edilizie e costruttive o da strumenti urbanistici - in modo da fornire un'indicazione adeguata per la scelta delle soluzioni tecniche più idonee al contesto, fino a considerarne quello che è l'impatto in termini di co-benefits dal punto di vista tecnologico, ambientale e socio-economico.

Al fine di testare le potenzialità offerte dagli strumenti sviluppati dalla ricerca, alcune verifiche progettuali incentrate sul caso studio di Ponticelli sono state elaborate nell'ambito del Multi-Scale Building Technology Studio, presso il Politecnico di Milano. Le simulazioni effettuate rappresentano un interessante input a supporto delle linee guida per la progettazione di soluzioni di adattamento ai cambiamenti climatici per la Città Metropolitana di Napoli, tra i principali prodotti attesi del progetto Metropolis. Il quartiere di Ponticelli è caratterizzato da specifici fattori di criticità, a partire dalle forti condizioni di degrado sia fisico che sociale, ma anche da interessanti potenzialità, quali l'affermarsi di un distretto culturale e artistico promosso da associazioni locali, la forte identità locale del centro storico, la valenza degli

a sinistra / left

Adaptive design e rigenerazione urbana resiliente a Ponticelli, Napoli: soluzioni di retrofit per l'integrazione di tetti verdi, sistemi di schermatura e nuovi spazi esterni degli alloggi compatibili con le strutture esistenti / *Adaptive design and resilient urban regeneration in Ponticelli, Napoli: retrofitting solutions for the integration of green roofs, shading systems and new open space for the housing units compatible with existing structures.* Politecnico di Milano, Multi-Scale Building Technology Studio, prof. M.F. Leone. Design team: A. Peña, A.C. Restrepo, I. Villiares De Carvalho, A.Y. Mansour.

a destra / right

Adaptive design e rigenerazione urbana resiliente a Ponticelli, Napoli: progetto di nuovi edifici a uso pubblico che includono tutti i principi progettuali NZEB e adaptive design / *Adaptive design and resilient urban regeneration in Ponticelli, Napoli: new public buildings showcasing the NZEB and adaptive design principles.* Politecnico di Milano, Multi-Scale Building Technology Studio, prof. M.F. Leone. Design team: T. Perkova, P. Cherkasova, T. Grigoroshenko, C. Hiu, F.S. Yim.

the impact of technological, environmental and socio-economic co-benefits. To test the potential offered by the developed tools, some design experimentations have been developed as part of the Multi-Scale Building Technology Studio at Politecnico di Milano, focused on the case study of Ponticelli. The simulations carried out represent a useful input in support of the development of design guidelines for climate adaptive solutions for the Metropolitan City of Naples. The Ponticelli area has been selected because of the existing critical factors, starting from the physical and social decay condition, but also because

of the interesting potential expressed, e.g. by the establishment of a cultural and artistic district, promoted by local associations, the local character of the historical centre, the significance of the environmental elements that characterize the area, from the Vesuvius to the still visible traces of the original agricultural landscape. Based on the information included in the “knowledge” and “vulnerability” map layers developed within the Metropolis project, design proposals working on multi-scale levels have been implemented, with a complementary approach to the design of open spaces and buildings. The solutions for open spaces face the issue of climate change adaptation while responding at the same time to specific local needs for a widespread increase of architectural and urban quality: a greater allocation of public spaces, the downsizing of oversized roads compared to the current needs, the urban green design oriented towards the local identity linked to the agricultural tradition. The introduction of permeable surfaces, green elements and specific technical systems’ solutions allow an integrated management of outdoor microclimatic comfort and water management at both neighbourhood and building scale . Building scale interventions are oriented toward retrofit actions targeting energy efficiency, social inclusion and diversification of housing demand, tackling the energy retrofitting of the envelope and the integration of green surfaces, changes in functional and spatial layout of large residential buildings, aiming at maximizing the passive benefits of proper orientation of interior spaces. The solutions imply simple technological retrofitting measures also for HVAC and DHW systems, always compliant with the acceptable level of transformation of existing buildings, but considering where needed even massive volumetric reconfiguration actions (with significant benefits in terms of urban morphology and architectural quality). The main investigated topics deal with the spatial and functional reconfiguration of the ground floors, the types of materials used in open spaces, the relationship between functional facilities and spatial qualities (playgrounds, rest areas, bar, etc.), with solutions always critically adapted to the context. Additional solutions involve devices to reduce the impact of the pluvial flooding and to increase the efficient and sustainable management of water resources, minimizing waste water from buildings through the collection and recycling of rain and gray water. Topics of particular interest concern the retrofitting approach to some of the most critical buildings analyzed, showing a complexity of intervention and more ambitious reconfiguration objectives that are not limited to a single building, but are expanded to reconfigure the urban surroundings with a volumetric reorganization that tends to redistribute the project surfaces, reducing

elementi ambientali che caratterizzano l’area, dal Vesuvio alle tracce ancora leggibili di un paesaggio originario essenzialmente agricolo. A partire dal patrimonio di informazioni per il progetto costituito dalle carte di conoscenza e di vulnerabilità elaborate nell’ambito del progetto Metropolis, sono state sviluppate proposte che lavorano su livelli interscalari, con un approccio complementare al progetto di spazi aperti ed edifici. Le soluzioni individuate per gli spazi aperti affrontano il tema dell’adattamento rispondendo al contempo a specifiche esigenze locali per un incremento diffuso della qualità architettonica e urbana: una maggiore dotazione di spazi pubblici, il ridimensionamento di sedi carrabili sovradimensionate rispetto alle necessità attuali, il progetto del verde orientato alla valorizzazione dell’identità locale legata alla tradizione agricola. L’introduzione di superfici permeabili, elementi verdi e soluzioni impiantistiche specifiche consente di gestire in maniera integrata il tema del benessere microclimatico outdoor e della gestione delle acque dalla scala del quartiere a quella dell’edificio. Gli interventi sugli edifici sono orientati verso azioni di retrofit che puntano all’efficienza energetica, all’inclusione sociale e a una diversificazione della domanda abitativa, proponendo interventi di riqualificazione dell’involucro e integrazione di superfici verdi, variazioni nei layout funzionali-spaziali dei grandi edifici residenziali, con una riorganizzazione che massimizzi i benefici passivi derivanti da un corretto orientamento degli spazi interni. Gli interventi sono realizzati con soluzioni di retrofit tecnologico semplici anche dal punto di vista impiantistico, che si confrontano con il livello di trasformabilità degli edifici esistenti, ma che non rinunciano a proporre azioni di riconfigurazione volumetrica (con ricadute significative dal punto di vista morfologico e della qualità architettonica). I temi principali indagati riguardano la riconfigurazione funzionale-spaziale dei piani terra, la modifica delle tipologie di materiali impiegate per gli spazi aperti, il rapporto tra dotazioni funzionali e qualità spaziale (aree gioco e di sosta, bar, ecc.), con soluzioni di volta in volta adattate al contesto. Ulteriori soluzioni riguardano dispositivi che tendono da un lato alla riduzione dell’impatto del *pluvial flooding* e dall’altro alla gestione efficiente e sostenibile della risorsa acqua, minimizzando gli scarichi idrici degli edifici stessi attraverso sistemi di raccolta e riciclaggio delle acque meteoriche e grigie. Temi di particolare interesse riguardano l’approccio al retrofit di alcuni degli edifici più critici in base alle analisi effettuate, caratterizzati da una complessità di intervento e obiettivi più ambiziosi di riconfigurazione che non si limitano al singolo edificio ma sono orientati a riconfigurare l’intorno urbano con una riorganizzazione volumetrica che tende a redistribuire le superfici di progetto, riducendo il peso dei grandi edifici isolati per ricostruire un tessuto più denso, che consente una mitigazione dell’effetto isola di calore grazie al ridimensionamento di alcune grandi corti urbane. L’analisi alla scala dell’edificio riporta a una strategia diversificata per gli interventi di retrofit o di nuova edificazione, in ogni caso mirata a un target NZEB (*Nearly Zero Energy Building*), con un insieme di soluzioni tecnologiche che variano a seconda della tipologia di intervento (ad esempio in rapporto all’integrazione di impianti ad alta efficienza), con una ricerca di

soluzioni che rispetto agli obiettivi individuati siano effettivamente realizzabili. Accanto agli edifici residenziali, un tema di rilievo riguarda la realizzazione di nuovi edifici pubblici con funzione prevalentemente sociale, anche con interventi di demolizione e ricostruzione. Si tratta in questo caso di interventi “manifesto” che concentrano su alcuni edifici rilevanti sforzi progettuali ed economici con l’obiettivo di includere la maggior parte delle soluzioni tecniche per l’efficienza energetica e l’adattamento, caratterizzandosi come nuovi landmark dal punto di vista del paesaggio urbano con una forte valenza educativa in rapporto ai temi ambientali, dal momento che racchiudono in sé il racconto e l’illustrazione delle soluzioni e dei benefici derivanti dall’adozione di strategie NZEB e di *adaptive design* nella pratica progettuale. Gli sviluppi applicativi degli esiti del progetto Metropolis, dal punto di vista del patrimonio di conoscenza messo a disposizione e degli strumenti offerti per il controllo tecnico del progetto, saranno orientati a rafforzare la capacità di gestione integrata dei rischi naturali in ambito urbano, valutando in maniera combinata la vulnerabilità dell’ambiente costruito agli *hazard* geofisici (terremoti, eruzioni vulcaniche, eventi idrogeologici) e climatici, in modo da far emergere i benefici derivanti da un approccio olistico al tema dell’adattamento e della mitigazione (Zuccaro e Leone, 2014). Dal punto di vista metodologico occorre rafforzare la condivisione di conoscenze e contributi multidisciplinari all’interno del *workflow* sviluppato nell’ambito della ricerca: modellazione degli hazard; selezione di adeguate soluzioni tecniche e progettuali per il sistema edifici-spazi aperti; simulazione degli impatti riferite a scenari alternativi di adattamento e mitigazione; diffusione di linee guida e strumenti di controllo dei progetti e dei piani proposti; aggiornamento delle normative e degli strumenti di politica tecnica. Si tratta di un insieme di azioni complementari necessarie per raggiungere gli obiettivi di una riconfigurazione fisica dell’ambiente costruito, guidata dai principi della resilienza urbana, intesa non solo come orizzonte culturale evolutivo rispetto ai generali principi di sostenibilità economica, sociale e ambientale, ma anche come pratica operativa *knowledge-based*, inclusiva ed efficace.

## References

- D’Ambrosio V., Leone M.F. (2015), “Climate change risks and environmental design for resilient urban regeneration. Napoli est pilot case / Controllo dei rischi del cambiamento climatico e progettazione ambientale per una rigenerazione urbana resiliente. Il caso applicativo di Napoli Est”, in *Techne - Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 10, pp. 130-140.
- European Commission (2011), *Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient*. European Commission, Luxembourg.
- EEA - European Environmental Agency (2016), *Urban adaptation to climate change in Europe 2016 Transforming cities in a changing climate*. European Commission, Luxembourg.
- Holling C.S. (1987), “Simplifying the complex: the paradigms of ecological function and structure”, in *European Journal of Operational Research*, n. 30(2), pp. 139-146.
- Stem N. (2008), “The Economics of Climate Change”, in *American Economic Review*, n. 98(2), pp. 1-37.
- Walker B., Salt D. (2006), *Resilience Thinking*, Island Press, Washington.
- Zuccaro G., Leone M.F. (2014), “La mitigazione del rischio vulcanico come opportunità per una città ecologica e resiliente / The mitigation of volcanic risk as opportunity for an ecological and resilient city”, in *Techne - Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 7, pp. 101-107.

the weight of large isolated buildings to rebuild a more dense fabric, which allows the mitigation of the heat island effect due to the layout improvement of some large urban courtyards. The analysis at the building scale highlights a diversified strategy for retrofitting or new construction, in any case targeted to a NZEB (Nearly Zero Energy Building) standard, but with a set of technological solutions that vary according to type of intervention (for example, when it concerns the integration of high efficiency HVAC and DHW technical systems), looking for actually implementable solutions in relation to the identified targets. Besides the residential buildings, a key issue concerns the realisation of new public buildings with a social function, even through demolition and reconstruction actions. These may act as “manifesto” interventions implying a significant design and economic effort aimed at including the majority of the technical solutions for energy efficiency and climate adaptation, to create a new landmark in the urban landscape, with a strong educational value in relation to environmental issues, showcasing solutions and benefits arising from the adoption of NZEB and adaptive design strategies in the design practice. Future application developments of the Metropolis project outcomes – both in terms of the wealth of knowledge made available, both for the instruments offered aimed at the technical control of the adaptation action – will be oriented to strengthen the topic of an integrated management of natural risks in urban areas, assessing in an integrated way the vulnerability of the built environment to geophysical (earthquakes, volcanic eruptions, hydrogeological events) and climate-related hazards, so as to maximise the benefits of a holistic approach to the issue of adaptation and mitigation (Zuccaro Leone, 2014). From a methodological point of view, the sharing of knowledge and multidisciplinary contributions in the workflow identified within the project must be strengthened: modelling of hazards; selection of appropriate technical and design solutions for the buildings-open spaces system; simulation of impacts related to alternative adaptation and mitigation scenarios; dissemination of design guidelines and monitoring tools; updating of regulations and technical policy instruments. Such framework is understood as a set of complementary actions needed to achieve the goals of a physical reconfiguration of the built environment guided by the principles of urban resilience, not only as a cultural evolutionary horizon compared to the general principles of economic, social and environmental sustainability, but also as knowledge-based, inclusive and effective operational practice.

## Rischio, vulnerabilità e resilienza nuovi paradigmi del progetto urbano

Marina Rigillo

### Risk, vulnerability and resilience as new paradigms for urban design

#### Climate change risk

Through the formulation of the term "Anthropocene" by the Nobel Prize for Chemistry Atmospheric, Paul Crutzen (2000), the international scientific community has started a cultural process that recognizes to the human race the capacity to act on nature like other historically verified geological phenomena<sup>1</sup>. The awareness of the human power over natural cycles, together with the consciousness of both its unlimited growth and impacts, is gradually shifting the social demand towards specific actions, aimed at coping disaster risk through both prevention and impact reduction, by which responding to the demand of achieving strategic conditions for the proactive risk management (UNISDR, 2015). If, however, it is possible to implement prevention plans in the case of events responding to the "cause and effect" principle (so that decision-making policies are anchored to a sort of "supply chain", from national to local level), in the case climate change events it does not, because of both risk perception and the losses estimation are variable factors, dependent on the particular nature of the phenomenon, whose impacts are connected to long-term changes (slow-onset hazard) and are referred to a chain of events at "global" scale, not yet fully describable in analytical terms.

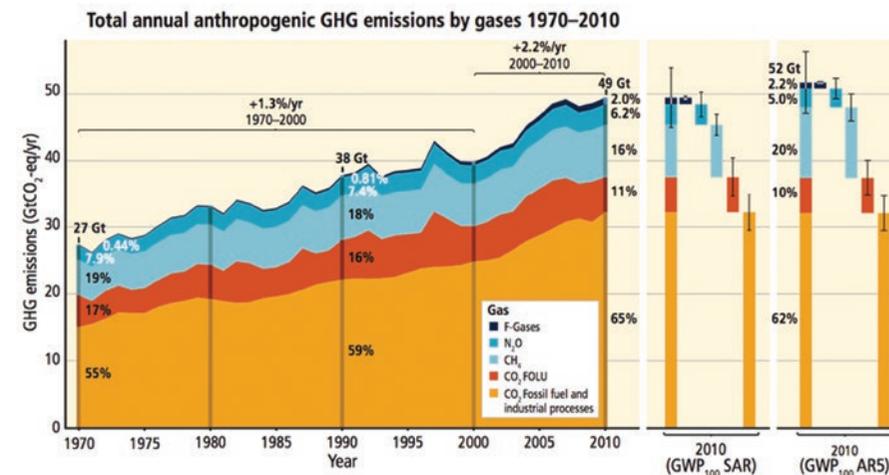
Despite global warming has been scientifically established through data surveys and the comparison of historical measurements, as well as the causal relationship between global warming and climate change, there is not a linear correspondence between different types of human activities and temperature increase: magnitude and frequency of the impacts generated vary over time and geographical regions, so that the direct attribution of extraordinary weather events to climate change is not always supported by scientific evidence (EEA, 2012; IPCC, 2014; Karl et al., 2009).

Slow-onset hazard / *Slow-onset hazard*  
(Source: IPCC, 2014 pp. 46).

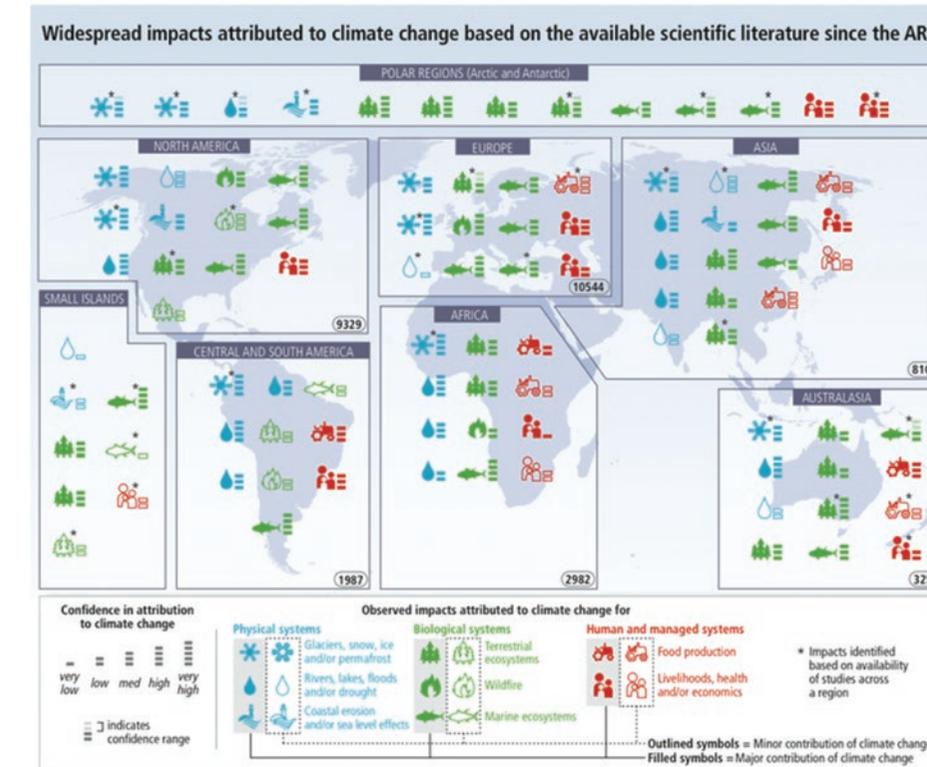
### Il rischio climate change

Con la formulazione del termine Antropocene da parte del premio Nobel per la chimica atmosferica, Paul Crutzen (2000), la comunità scientifica internazionale ha avviato un processo culturale che riconosce al genere umano la capacità di agire sulla natura al pari di altri fenomeni geologici storicamente accertati<sup>1</sup>.

La consapevolezza del potere dell'uomo sui cicli naturali, insieme alla coscienza della sua inarrestabile crescita e degli impatti generati, sta progressivamente orientando la domanda sociale verso specifiche azioni di tutela volte a fronteggiare gli eventi catastrofici attraverso interventi di prevenzione e riduzione del danno, che puntano - seppure con modalità e risultati differenti - a realizzare condizioni insediative coerenti con la gestione proattiva del rischio (UNISDR, 2015). Se, però, per alcune tipologie di eventi è possibile attuare piani di prevenzione basati sul principio di "causa-effetto", da ancorare a politiche e dinamiche decisionali di "filiera" (dalla scala nazionale a quella locale), per gli eventi generati dal cambiamento climatico la percezione stessa del rischio e la stima dei danni generati sono fattori variabili, dipendenti dalla natura particolare del fenomeno, i cui impatti sono connessi a cambiamenti di lungo periodo (*slow-onset hazard*) e riferiti a una



catena di eventi a scala "globale" ancora non totalmente descrivibili in termini analitici. Infatti, nonostante il fenomeno del riscaldamento del pianeta sia stato scientificamente accertato attraverso campagne di misura e confronto di serie storiche di dati, non è ancora possibile determinare una corrispondenza di tipo lineare tra attività antropiche, innalzamento della temperatura e impatti generati. Infatti, pur trovando una relazione causale tra riscaldamento globale e cambiamento climatico, la magnitudo e la frequenza degli impatti da questo derivati sono così differenti nel tempo e nelle aree geografiche, che l'attribuzione diretta di eventi meteorologici straordinari al processo di *climate change* non sempre è supportata da evidenza scientifica (EEA, 2012; IPCC, 2014; Karl et al., 2009). Questa condizione di incertezza rispetto alla quantità e alla magnitudo degli effetti attesi, definisce la specificità degli studi sulla pericolosità del *climate change* che, diversamente da altre categorie di rischio (sismico, idrogeologico, vulcanico) si caratterizza per la dimensione "culturale" del fenomeno, condizionato com'è



This state of uncertainty with respect to the number and magnitude of the expected effects defines the specificity of studies on climate change hazards, which - unlike other categories of risk (seismic, hydrogeological, volcanic) - is characterized by the "cultural" dimension of the phenomenon, dependent, as it is, by political decisions and measures taken. On the one hand, in fact, the complexity in ascertaining the direct correspondence between human action and global warming nourishes the international battle - political and commercial - about the nature of the determinants of the change itself<sup>2</sup>; on the other hand, consciousness of the inevitability of the process, pushes towards testing strategies for losses reduction, bringing priority on certain topics: strengthening the ability of forecasting events at the local level; investment in mitigation technologies; development of "adaptation" projects to reduce the vulnerability locally; fostering coping capacity in case of disasters. This is a great change in order to regulate the risk potential, that implements the traditional approach to risk reduction - referred to "how to resist?" - through the question "how to prepare?"<sup>3</sup>. In cultural terms, such approach leads to a major overhaul of the relative weight of risk factors (traditionally summarized in the formula  $R = Hazard * Vulnerability * Value of Exposed Assets$ ), that focuses on vulnerability as critical condition for the reduction of losses coming from events such as heat waves, pluvial flooding and floods. The international scientific community is thus now stressing the definition of vulnerability (which passes by the wide statement of the propensity of an area to suffer the impact derived from a certain event) to the more complex, systemic idea of vulnerability as inclusive of the social, economic and cultural aspects of a community, faced with adverse events resulting from climate change<sup>4</sup> (Füssel&Klein, 2005; Adger, 2006; IPCC, 2007; Cardona et al., 2012; Wisner, 2016).

Within a decade, the definition of vulnerability has been hinged to socio-ecological systems (SES) and so inserted in the cultural debate on urban resilience: the vulnerability is thus defined as the product of interacting factors, arising from hazard specific and from site-specific: the exposure of assets at risk; the sensitivity of the environment; the adaptability of community and settlements (IPCC, 2007; Cardona et al., 2012)<sup>5</sup>. Such findings direct the study toward the

Impatti del cambiamento climatico / *Climate change impacts* (Source: IPCC, 2014, p. 50).

/ environment built / natural resources the key for the resilient reduction of damage expected reading.

**The city as a “learning ecosystem”**

Very significant, in this sense, is the idea of urban space that results from such orientation. City has been interpreted as symbiotic system, in which nature and culture coexist in ways of living and in forms that vary (in time, in space, in history) according to the different needs expressed by the dominant biocenosis (the human species) and it may be described by means of the interaction between human activities, biological cycles and built signatures (pattern, materials, technologies, manufacturing processes) (Alberti, 2008). The city is thus to be compared to a kind of ecosystem, the urban ecosystem (Breuste et al., 1998; Niemela et al., 2011), whose main feature is the ability to learn, and then evolve, resetting forms and materials by reason of new needs and functions.

This position digs its cultural roots into the Lynchian metaphor of city as ‘learning ecology’ (Lynch, 1981)’, that finds into the urban ecology discipline the conceptual edge within which bringing the issue of the resilience of the environmental project: «because change is an inherent property of ecological systems, the capacity of urban ecosystems to respond and adapt to these changes is an important factor in making cities sustainable over the long term» (Alberti 2008, pp.2).

In architecture, the idea of the city as a human-made habitat dates back to the pioneering work of Ernest Burgess (1925), Kevin Lynch (1981) and Ian McHarg (1969) who saw the synergy between nature and artifice as the epistemological pivotal of the project of urban form. The theoretical approach developed by the Masters points out the complex condition of the city, highlighting the relationship between the functions of urban living and natural cycles as prime condition for the smooth functioning of the city and its safety. The ‘red thread’ that holds together such thinking, is the interest for a systemic approach to the urban space, to the activities that characterize it, to the social and economic processes that take place there (Burgess); it is represented by the attention given to the definition of “method” as a legitimization of design choices (Lynch); is the need to recognize, according to scientifically validated procedures, the methodological and operational devises which oversees the relation between nature and culture (McHarg).

In that way it defines the cultural assumptions for the new research approach that puts the project into a renewed focus, looking at the anthropic action as crucial in establishing better conditions of safety and well-being into urban areas. This vision changes the meaning and the values of the design activity that turns to be a tool to improve in a sustainable

urbana, diventa quindi un prodotto delle molteplici e diverse condizioni dell’abitare, nonché dei fattori climatici, geologici e fisici che caratterizzano la geografia del luogo, così che la gestione proattiva del rischio passa inevitabilmente per il ripensamento, in chiave resiliente, del sistema urbano, trovando nella ri-progettazione degli spazi e nella ri-determinazione del rapporto popolazione / ambiente costruito / risorse naturali la chiave di lettura per la riduzione dei danni attesi.

**La città come “ecosistema che apprende”**

Molto rilevante, in questo senso, è l’idea di spazio urbano che deriva da un siffatto orientamento. Si tratta di un cambio di prospettiva che guarda alla città come un sistema simbiotico, in cui natura e cultura coesistono secondo modalità e forme dell’abitare che variano (nel tempo, nello spazio, nella storia) secondo le diverse necessità espresse dalla biocenosi dominante (la specie umana) e descrivibili attraverso l’interazione tra attività antropiche, cicli biologi e ambiente costruito (pattern, materiali, tecnologie, processi costruttivi). La città viene così a essere paragonata a un ecosistema, l’ecosistema urbano (Breuste et al., 1998; Alberti, 2008; Niemela et al., 2011), la cui caratteristica principale è la capacità di apprendere, e quindi evolvere, resettando forme e materiali in ragione di nuove esigenze e funzioni. Questa posizione ha le sue radici culturali nella metafora lynchiana della città come *learning ecology* (Lynch, 1981)<sup>7</sup>, che trova negli assunti teorici della *urban ecology* la sponda concettuale entro cui riportare la domanda di resilienza del progetto ambientale: «because change is an inherent property of ecological systems, the capacity of urban ecosystems to respond and adapt to these changes is an important factor in making cities sustainable over the long term» (Alberti 2008, p. 2).

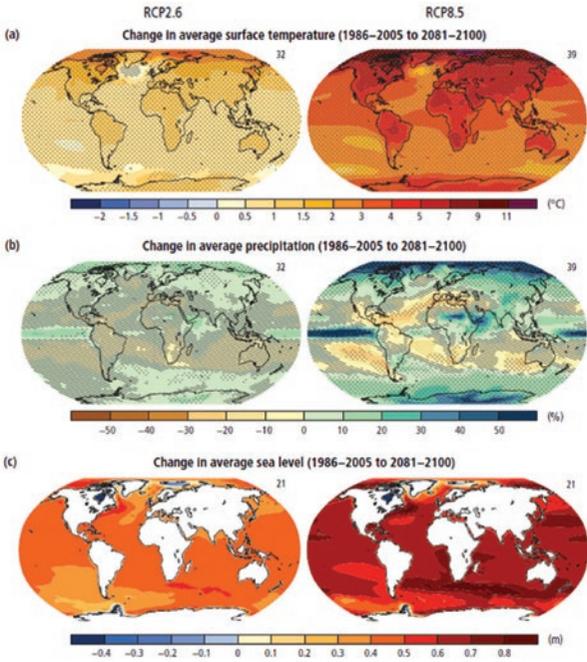
In architettura, l’idea della città come habitat antropizzato risale al lavoro pionieristico di Ernest Burgess (1925), Kevin Lynch (1981) e Ian McHarg (1969) che vedono nella sinergia tra natura e artificio il cardine epistemologico del progetto della forma urbana. L’approccio teorico sviluppato dai Maestri mette al centro dell’interesse la condizione complessa dell’ambiente urbano, evidenziando la relazione tra funzioni dell’abitare e cicli naturali come condizione per il buon funzionamento della città e la sua sicurezza. Il ‘filo rosso’ che tiene insieme il ragionamento è l’interesse per una conoscenza sistemica dello spazio urbano, delle attività che lo caratterizzano, dei processi sociali ed economici che ivi hanno luogo (Burgess); è l’attenzione attribuita alla definizione del “metodo” come legittimazione delle scelte progettuali (Lynch); è la necessità di riconoscere, secondo procedure scientificamente validate, l’articolato metodologico e operativo che sovraintende il binomio natura-cultura (McHarg).

Si definiscono così i presupposti di una stagione della ricerca che mette il progetto in un rinnovato focus di interesse, restituendo all’intervento antropico un ruolo

dalla decisione politica e dalle misure di contrasto adottate. Da un lato, infatti, la complessità nell’accertare la corrispondenza diretta tra l’azione antropica e il riscaldamento del pianeta alimenta una battaglia politica - e commerciale - di livello internazionale sulla natura e sulle determinanti del cambiamento stesso<sup>2</sup>; d’altra parte, la riconosciuta ineluttabilità del processo in corso, spinge verso la messa in essere di strategie per la riduzione del danno, portando pragmaticamente l’attenzione su alcuni ambiti prioritari: il rafforzamento della capacità di previsione degli eventi alla scala locale; l’investimento in tecnologie per la mitigazione del fenomeno; la messa a punto di processi di “adattamento” volti a ridurre la vulnerabilità dei territori; la costruzione della capacità di risposta della popolazione in caso di disastri. Si tratta di una modifica importante, che integra l’approccio progettuale per la messa in sicurezza - tradizionalmente riferito al “come resistere?” - con la domanda “come prepararsi?”, attuando un cambio di prospettiva nella gestione del rischio potenziale<sup>3</sup>.

In termini generali, questo approccio si traduce in una posizione culturale che prevede una revisione critica del peso attribuito ai fattori del rischio (riassunti nella formula R = Pericolosità \* Vulnerabilità \* Valore dei beni esposti), che mette al centro il concetto di vulnerabilità come condizione essenziale per la riduzione del danno atteso da eventi quali l’*heat wave*, il *pluvial flooding* e il *flood*. Si assiste, nella comunità scientifica internazionale, a un dibattito importante sulla definizione di vulnerabilità, che passa da una enunciazione di tipo generico (la propensione di un territorio a subire l’impatto derivato da un determinato evento) a quella, più complessa, di *vulnerabilità sistemica*, inclusiva delle componenti sociali, economiche e culturali che determinano l’effettiva capacità di risposta di una comunità di fronte a eventi avversi derivanti dal *climate change*<sup>4</sup> (Füssel&Klein, 2005; Adger, 2006; IPCC, 2007; UNIDR, 2009; Cardona et al., 2012; Wisner, 2016). Nell’arco di un decennio, la definizione di vulnerabilità viene incardinata nell’ambito dei sistemi socio-ecologici (SES) e nel più ampio dibattito sulla resilienza urbana: la vulnerabilità viene interpretata come prodotto di fattori interagenti derivanti dalle caratteristiche *hazard specific* e *site-specific* del fenomeno: l’esposizione dei beni a rischio; la sensibilità del contesto; la capacità di adattamento della comunità insediata (IPCC, 2007; Cardona et al., 2012)<sup>5</sup>.

Un’accezione, questa, che orienta lo studio verso la dimensione “locale” del cambiamento climatico e, in particolare, verso l’ambiente urbano dove si registra la maggiore esposizione di elementi a rischio, ma anche le maggiori opportunità per sviluppare strategie di “adattamento” e di riduzione della sensibilità<sup>6</sup>. È utile osservare che, nella definizione di vulnerabilità, l’esposizione è considerata una sorta di invariante, direttamente correlata alla specificità del contesto, mentre sensibilità e capacità adattiva diventano i fattori chiave su cui intervenire per ridurre il rischio potenziale e i danni a esso associati. La vulnerabilità, e segnatamente la vulnerabilità



**Previsioni cambiamenti climatici / Climate change’s prevision**

(Source: IPCC, 2014 pp. 61).

“local” dimension to climate change and, in particular, to the city environment where a high exposure of the elements at risk is recorded, but where also exists the greatest opportunities to develop adaptation strategies for sensitivity reduction<sup>6</sup>.

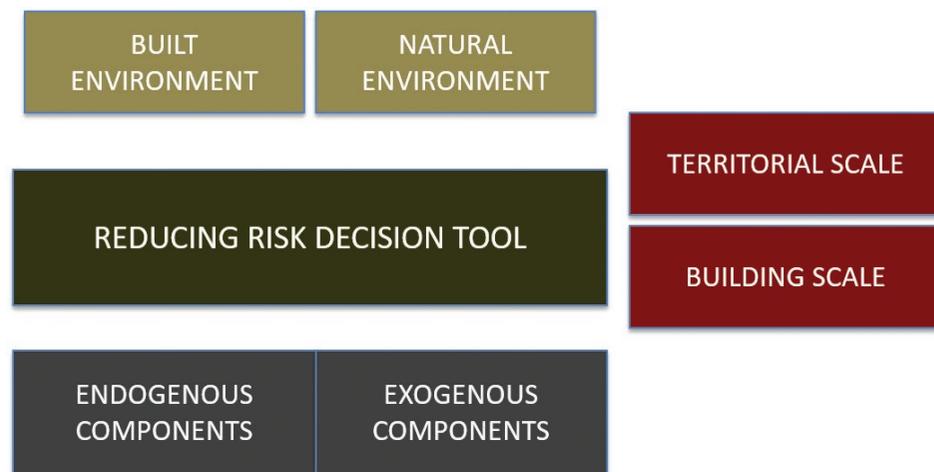
It is useful to observe that within the definition of vulnerability, exposure could be considered a sort of invariant, directly related to the context, while sensitivity and adaptive capacity become key factors on which act to reduce risk potential and the expected losses. Vulnerability, in particular the urban one, becomes a product of multiple and different conditions of living as well as climate, geological and physical factors characterizing the geography of the place. So proactive risk management inevitably implies re-considering the urban system, finding in the re-designing of spaces and in the re-determination of the ratio between population

Approccio orientato alla conoscenza /  
*Knowledge oriented approach.*

and resilient key the carrying capacity of the city. Urban design reaches a new operational centrality, as essential engine to generate (and to manage) the adaptation process, aimed at merging together the efficiency of urban functions, as established in literature, and that of eco-system services provided by the cities' natural assets (MEA, 2005)<sup>8</sup>.

#### Resilience and Adaptation

The topic of resilience in the field of environmental design has developed in continuity with the assumptions above, aimed at developing an interdisciplinary approach for the pro-active management of the climate change risk. The cultural goal is to put the resilience thinking into the frame of the spatial analysis, working at new design solution able to merge constructive choices and the environmental performance of urban place. In this sense, the reference to urban ecology gives new opportunities for urban design, by introducing the natural materials (soil, water, vegetation) and new cognitive frameworks that meet the need to re-parametrize the whole design process through the principles of organization and system. Starting from the need to increase the resilience to climate change in urban areas, the disciplinary research focuses on some priority study areas: 1) testing of eco-technology solutions for the urban adaptive project; 2) development of the building retrofit, geared to mitigate risk at construction level; 3) definition of innovative knowledge production, by which facilitate the analytical transposition of the benefits arising from the adaptive projects and of the retrofit actions. The latter, especially, responds to the request of integrated strategies for risk and vulnerability reduction, intercepting both the issues of governance and of circularity that characterize the specificity of the topic. This is an area of investigation in which it is possible (and desirable) to generate hybridization between qualitative and quantitative analysis, giving value to the experimental data, and to the capitalization of past experiences. In this way, data generated from different scientific traditions interface creatively with the aim of defining "cognitive models" structured to organize the information produced by different scientific traditions in terms of efficiency and effectiveness. It is found, above all, the need to anchor heuristic practices of problem solving - typical of the "eco-system-based adaptation" - to a content of certainty resulting from the objectification of the results achieved, working on the development of sets



essenziale per stabilire condizioni di sicurezza e benessere in area urbana.

Una visione che in qualche misura cambia la prospettiva sul senso e sul valore creativo dell'intervento, che si configura come strumento per migliorare in una chiave resiliente e sostenibile la capacità di carico della città. Una centralità metodologica e operativa che ne fa il motore imprescindibile per generare (e gestire) i processi di adattamento ai nuovi requisiti dell'habitat umano, mettendo in una relazione sistemica l'efficienza delle funzioni urbane, come consolidate in letteratura, e quella dei servizi eco-sistemici erogati dall'insieme delle risorse naturali (MEA, 2005)<sup>8</sup>.

#### Resilienza e progetto adattivo

Il tema della resilienza nel campo della progettazione ambientale si sviluppa in continuità con i presupposti culturali sopra descritti per individuare un approccio interdisciplinare, che sappia inquadrare la richiesta di gestione pro-attiva del rischio *climate change* nell'ambito dell'analisi spaziale secondo una prospettiva immediatamente operativa, volta a mettere a sistema le soluzioni progettuali, le scelte costruttive e le prestazioni ambientali del luogo urbano. In questo senso, il riferimento alla *urban ecology* apre concettualmente all'utilizzo di nuovi materiali per il progetto della città, materiali di natura fisica (suolo, acqua, vegetazione) e materiali di tipo cognitivo che rispondono all'esigenza di ri-parametrare tutto il processo progettuale attraverso i principi di "organizzazione" e di "sistema".

A partire dunque dall'esigenza di aumentare la resilienza al *climate change* in ambito urbano, la ricerca disciplinare si focalizza su alcune aree studio prioritarie: la sperimentazione di soluzioni eco-tecnologiche per il progetto adattivo; la messa a

punto di interventi di retrofit, improntati alla mitigazione del rischio; la definizione di nuove modalità di produzione di conoscenza, in grado di facilitare la trasposizione in termini analitici dei benefici derivanti dai progetti adattivi e dalle azioni di retrofit. Quest'ultima, in particolare, risponde alla richiesta di strategie integrate per la riduzione del rischio e della vulnerabilità, intercettando, al contempo, le problematiche di *governance* e di *circularity* che caratterizzano la specificità del tema. Un ambito di indagine all'interno del quale è possibile (anzi auspicabile) generare processi di ibridazione tra analisi qualitativa e quantitativa, dando valore al dato sperimentale e alla capitalizzazione delle esperienze pregresse, così che i dati generati da differenti tradizioni scientifico-disciplinari si possano interfacciare in modo creativo, prefigurando "modelli cognitivi", in grado di organizzare in termini di efficienza e di efficacia le informazioni prodotte. Si rinviene, soprattutto, la necessità di ancorare la pratica euristica del *problem solving* - tipica del progetto di "eco-system-based adaptation" - a contenuti di certezza derivanti dalla oggettivazione dei risultati raggiunti, lavorando alla messa a punto di set di indicatori atti a rendere tali esperienze trasferibili e "scalabili".

In questo scenario, l'esperienza di Metropolis rappresenta un'occasione importante. La ricerca ha l'obiettivo di definire condizioni di oggettività per il processo di decisione sotteso alla realizzazione di interventi e misure per la riduzione del rischio *climate change*, lavorando, in particolare, sulla vulnerabilità urbana e sulla possibilità di pervenire a una mappatura critica delle componenti dell'ambiente costruito, che possa essere valutabile e confrontabile secondo scenari alternativi. Attraverso la produzione di un processo di analisi, che salda insieme informazioni tipicamente ascrivibili al campo del progetto urbano con quelle relative ai cicli biologici e ai materiali naturali della città, lo studio perfeziona e seleziona le informazioni necessarie a rappresentare in modo oggettivo la relazione tra forma urbana, servizi eco-sistemici e prestazioni del patrimonio costruito secondo criteri di *system thinking*.

L'attualità della ricerca è però, soprattutto, nella capacità di ipotizzare una relazione diretta e misurabile tra gli interventi di tipo adattivo, riferiti essenzialmente al progetto degli spazi aperti urbani, e quelli per l'efficienza energetica del patrimonio costruito, senza trascurare gli aspetti legati all'esposizione della popolazione residente. Il progetto sceglie, infatti, di analizzare il sistema urbano secondo la specificità delle determinanti del rischio (pericolosità, sensibilità, esposizione) che vengono descritte secondo set di indicatori e, attraverso questi, incardinate in tutte le fasi della ricerca come parametri di riferimento ex-ante, in itinere ed ex-post. A partire da tali premesse, il primo risultato atteso è la rappresentazione multi-disciplinare e multi-layer del contesto, strumento essenziale per verificare l'esistenza (e il peso ambientale) della relazione di reciprocità tra intervento antropico, sensibilità del contesto e capacità adattiva dello spazio urbano.

of indicators able to make the design experience transferable and "scalable."

In such scenario, the experience of Metropolis is important.

The research aims at defining the conditions for improving the decision process for climate change risk reduction through the implementation of data analysis and measurement. It works especially on urban vulnerability and on the opportunities of achieving methods for mapping the key components of climate change risk reduction into the built environment, which can be assessable and comparable according to alternative scenarios. Through the proposal of an analytical process, which binds information typical of the field of urban design with data referred to the biological cycles and to the natural assets of the city, the studio perfects and selects a number of information to represent objectively the relationship between urban form, ecosystem services and the functioning of the built-up area according to the system thinking criteria. The topical point of the research, however, is the ability to propose direct and measurable relationships between adaptive strategies, essentially related to the design of urban spaces, and those for risk mitigation related to the increasing of energy efficiency of the built asset, without neglecting aspects linked to the exposure of population. The project chooses, in fact, to analyze the urban system according to the specific nature of the determinants of risk (hazard, sensitivity, exposure) which are described through a set of benchmark indicators in the all stages of research (ex ante, ongoing and ex-post).

Starting from these premises, the first expected result is the multi-disciplinary and multi-layered representation of the city environment, ranked as crucial to verify the existence (and the environmental load) of the reciprocal relation between anthropic intervention, sensitivity and adaptive capacity of the urban space. In operational terms, the study focuses on the production of an analytical model that relates the set of thematic maps (created in GIS environment) based on a small group of indicators, representatives of a range of key parameters of urban vulnerability that have to be measurable, scalable, monitorable. Such indicators are schematically referred to the built system, the open spaces system and the population.

As for the open space, the interest goes to the evapotranspiring soils understood as key factor for reducing vulnerability to heat wave and to pluvial flooding. In particular, the research is oriented to define some specific indicators, for assessing the capacity of urban soils at providing ecosystem services, considering these a valuable resource in terms of ecological, social and economic benefits. The choice has been directed towards a group of four indicators (albedo, hillshade, NDVI, permeability index) which, although in a non-exhaustive way, can describe the value of the existing

nella pagina accanto / in the next page

Modello concettuale: elenco di potenziali indicatori / *Conceptual model: potential indicators list.*

*soils and their eco-systemic potential: «Within a city, neighbourhoods with similar land use and land cover generate distinct locale scale climates. These are a function of the urban morphology, built materials amount of vegetation and human activity» (Grimmond 2011, pp.106). It is possible, in fact, to connect the above mentioned indicators with a wider system of “descriptors” of the eco-systemic efficiency of urban space so as to combine a qualitative framework of the components that interact for the production of a more resilient urban environment. Furthermore, the use of satellite detection methods allowed to map the four basic indicators according to a more and more refined process<sup>9</sup>, with a 0.5m mash, which makes those measures consistent with a multi-scale interpretation of the study area through other dedicated software (e.g. ENVI-met receptors).*

*The topic of the ‘scalability’ is indeed a key factor to determine the relationship between detected data and the spatial analysis, bringing scientifically heterogeneous information within a single system of knowledge, evaluation, and planning. In this sense the map of urban vulnerability becomes a site-specific device, sensitive to the differences within the same urban context and representative of the critical aspects in terms of risk exposure.*

*We can therefore conclude that Metropolis defines a first step in testing of conceptual models aimed at producing of up / down scaling support tools decision. Furthermore Metropolis steers the research interest toward a cognitive supply chain that allows to link the analytical measures of the context sensitivity with a range of thresholds (project constraints) by which assess the project performances for risk reduction.*

*We are, obviously, still in an embryonic state, which must be developed and verified through a careful testing action, but the original contribution produced by the project defines a new, objective awareness of the opportunities of the project as a creative and reliable device for proactive management of climate change.*

1. *The term Anthropocene has to be considered as substantially informal, since it is not yet recognized as a geological era by the International Commission of Stratigraphy (ICS) and it is, at present, under study by the Anthropocene working Group, as*

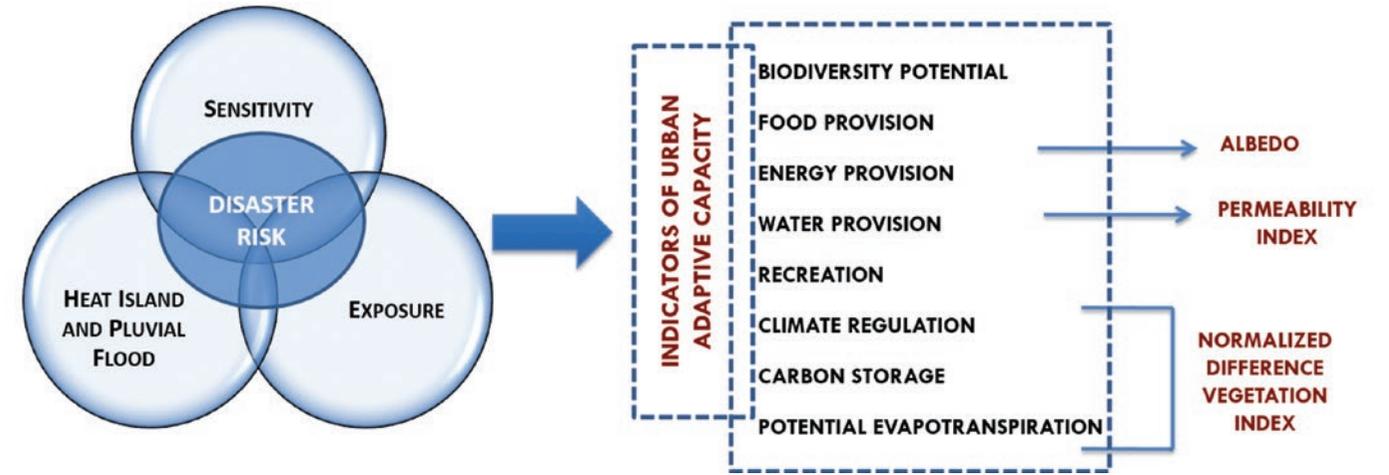
In termini operativi, lo studio si focalizza sulla produzione di un modello analitico, che mette in relazione l'insieme delle mappe tematiche (realizzato in ambiente GIS) con un nucleo di indicatori, volti a fissare in un *range* di informazioni misurabili, scalabili e monitorabili, alcuni parametri chiave della vulnerabilità urbana, schematicamente ricondotti a tre ambiti principali: il sistema del costruito, il sistema degli spazi aperti e la popolazione.

Per quanto concerne lo spazio aperto, l'interesse va ai suoli urbani evapotraspiranti intesi come elemento essenziale per la riduzione della vulnerabilità all'*heat wave* e al *pluvial flooding*. In particolare, la ricerca è orientata a definire alcuni indicatori specifici, significativi della capacità del suolo di erogare servizi eco-sistemici, considerando questi ultimi una risorsa oggettiva della città anche in termini sociali ed economici. La scelta si dirige quindi verso un nucleo di quattro indicatori (albedo, hillshade, NDVI, indice di permeabilità) che, benché in maniera non esaustiva, possono descrivere il valore dei suoli esistenti e la loro potenzialità eco-sistemica: «Within a city, neighbourhoods with similar land use and land cover generate distinct locale scale climates. These are a function of the urban morphology, built materials amount of vegetation and human activity» (Grimmond 2011, p.106).

È possibile, infatti, collegare gli indicatori su menzionati con un più ampio sistema di “descrittori” dell'efficienza eco-sistemica dello spazio urbano in maniera da pervenire a un quadro (qualitativo) delle componenti che interagiscono nella produzione di un ambiente urbano più resiliente. Inoltre, l'utilizzo di metodiche di rilevazione satellitare, ha consentito di mappare i quattro indicatori base secondo un processo sempre più raffinato<sup>9</sup>, arrivando a una griglia di 0.5m, che rende tali misure compatibili con una lettura multi scalare dell'area di studio attraverso software dedicati (ad esempio, ENVI-met receptors). Il tema della scalabilità delle informazioni è del resto un fattore chiave per determinare la relazione tra i dati rilevati e l'analisi spaziale, portando informazioni scientificamente eterogenee nell'ambito di un unico sistema di conoscenza, valutazione, progettazione. In tale accezione la mappa della vulnerabilità urbana diventa uno strumento *site specific*, sensibile alle differenze interne allo stesso contesto urbano e rappresentativo delle criticità più rilevanti in termini di esposizione al rischio.

È possibile quindi concludere che Metropolis definisce un primo passo nella sperimentazione di modelli concettuali volti a produrre strumenti *up / down scaling*, portando l'interesse della ricerca verso la costruzione di una filiera cognitiva che, dalla rappresentazione analitica della sensitività del contesto, e della sua vulnerabilità, consente di definire i valori soglia (vincoli) entro cui misurare le prestazioni attese dal progetto di riqualificazione per la riduzione del rischio. Vincoli che, attraverso l'utilizzo degli indicatori chiave, definiscono anche il range atteso di performance degli interventi programmati.

Siamo, evidentemente, ancora in una condizione embrionale, che va sviluppata e



verificata attraverso un'attenta azione di *testing*, ma il contributo originale prodotto dallo studio definisce una nuova, oggettiva, consapevolezza delle possibilità del progetto come dispositivo creativo e affidabile per una gestione proattiva del *climate change*.

1. Il termine Antropocene deve essere considerato una locuzione sostanzialmente informale, poiché non ancora riconosciuto come epoca geologica dalla International Commission of Stratigraphy (ICS) ed è, allo stato, oggetto di studio da parte di uno specifico gruppo di ricerca (the Anthropocene Working Group) costituitosi nell'ambito della Subcommittee on Quaternary Stratigraphy (Steffen et al., 2011). L'era dell'Antropocene viene fatta coincidere con l'intervallo di tempo che arriva al presente a partire dalla rivoluzione industriale del XVIII secolo (e segnatamente con l'invenzione della macchina a vapore nella seconda metà del XIX secolo) da quando, cioè, è documentato l'aumento delle concentrazioni di CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> in atmosfera (Treccani on line).
2. Vedi a riguardo la posizione di Donald Trump: «[The concept of global warming] was created by and for the Chinese in order to make U.S. manufacturing non-competitive» disponibile su: [www.cfr.org/campaign2016/](http://www.cfr.org/campaign2016/) accessed novembre 2016
3. Si registra, inoltre, una sorta di “adattamento” da parte della popolazione, che si abitua a convivere con il fenomeno a causa dell'andamento lento dello stesso: «Communities are beginning to recognize that they must adapt to this “new normal” of more-frequent hot days, more flooding, and more impacts to people and property. Adaptation refers to the activities taken to prepare for, reduce, or avoid the potential impacts from a changing climate» (Kresge Foundation 2014, p. 1).
4. «Models of vulnerability are, in fact, expanded definitions (sometimes taxonomies) that suggest to various degrees of detail the biophysical and social processes that combine to produce susceptibility to loss and harm and obstacles to recovery. These models are, for the most part, diagrammatic overviews or frameworks for asking questions» (Wisner 2016, p. 10). Vedi anche la definizione delle Nazioni Unite at: <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>.
5. La vulnerabilità al cambiamento climatico si descrive come  $V = \text{Esposizione} \times \text{Sensitività} \times \text{Capacità Adattiva}$  e di conseguenza il rischio è  $R = \text{Pericolosità} \times (\text{Sensitività} + \text{Esposizione} + \text{Capacità Adattiva})$  \* Valore dei beni esposti.

*part of the Subcommittee on Quaternary Stratigraphy (Steffen et al. 2011). The start of the Anthropocene era is made to coincide with the beginning of the industrial revolution in the 18<sup>th</sup> century (especially with the invention of the steam engine in the second half of the century) when the increase in CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentrations in atmosphere has been documented (Treccani on line).*

*2. See the position of the U.S. President Donald Trump: “[The concept of global warming] was created by and for the Chinese in order to make U.S. manufacturing uncompetitive” available at: [www.cfr.org/campaign2016/](http://www.cfr.org/campaign2016/) accessed November 2016.*

*3. A sort of “adaptation” to climate change impacts has been observed: «Communities are beginning to recognize that they must adapt to this “new normal” of more-frequent hot days, more flooding, and more impacts to people and property. Adaptation refers to the activities taken to prepare for, reduce, or avoid the potential impacts from a changing climate» (Kresge Foundation, 2014, p. 1).*

*4. «Models of vulnerability are, in fact, expanded definitions (sometimes taxonomies) that suggest to various degrees of detail the biophysical and social processes that combine to produce susceptibility to loss and harm and obstacles to recovery. These models are, for the most part, diagrammatic overviews or frameworks for*

- asking questions» (Wisner, 2016, p. 10). See also UN definition at: <https://www.unisdr.org/we/inform/terminology>.
- Vulnerability to climate change is described as  $V = Exposure * Sensitivity * Adaptation Capacity$  and consequently  $R = Hazard * Sensitivity * Exposure * Adaptive Capacity * Value of Exposed Assets$ .
  - To better clarify the meaning of the terms, see the definitions produced under the Fourth IPCC Report to the site: [https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX_Full_Report.pdf) p. 72
  - «An evolving 'learning ecology' might be a more appropriate concept for the human settlement [...] to the familiar ecosystem characteristic of diversity, interdependence, context, history, feedback, dynamic stability and cycling processing, we must add such features as values, culture, consciousness, progressive (or regressive) change, invention, the ability to learn and the connection of inner experience and outer action» (Lynch 1981, pp. 115-116).
  - The Millennium Ecosystem Assessment gives scientific evidence of the relationship between the urban ecosystem biophysical cycles and collective well-being of its inhabitants, by defining four classes of eco-system services (support; provision; regulating, cultural), giving value to the services produced by natural resources, and to the damage caused by their loss as well. In this sense, the MEA report (2005) is, in the literature, the a quo term to fix an objective correspondence between urban form, land use and land cover; it gives a scientific awareness that allows to refer consistently to the social, cultural, eco-systemic and economic parameters, confirming urban open spaces as an expression of a rational system of values, intrinsically connected to human activity (Costanza et al. 1997; MEA, 2005; de Groot et al 2010; TEEB, 2010; Scolozzi et al., 2012).
  - They have been used LIDAR, Rapid Eye and Pleyades images, corresponding respectively to the representation grids of 30 m, 5 m and 0.5 m.

- Per meglio chiarire il significato dei termini utilizzati, vedi le definizioni prodotte nell'ambito del IV IPCC Report al sito: [https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX_Full_Report.pdf), p. 72.
- «An evolving 'learning ecology' might be a more appropriate concept for the human settlement [...] To the familiar ecosystem characteristic of diversity, interdependence, context, history, feedback, dynamic stability and cycling processing, we must add such features as values, culture, consciousness, progressive (or regressive) change, invention, the ability to learn and the connection of inner experience and outer action» (Lynch 1981, pp. 115-116).
- Attraverso la definizione di quattro classi di servizi ecosistemici (di supporto; di approvvigionamento; di regolazione; culturali) il Millennium Ecosystem Assessment attribuisce evidenza scientifica alla relazione tra i cicli biofisici dell'ecosistema urbano e il benessere collettivo dei suoi abitanti, dando valore tanto ai servizi prodotti dalle risorse naturali, tanto ai danni derivanti dalla loro perdita. In questo senso, lo studio del MEA (2005) rappresenta, in letteratura, il termine a quo per pervenire a una visione oggettiva della corrispondenza tra forma urbana, uso del suolo e copertura vegetale dello stesso, una consapevolezza che consente di riferire in modo coerente a parametri di tipo sociale, culturale, ecosistemico ed economico, confermando gli spazi aperti urbani come espressione di un apparato valoriale razionale, intrinsecamente connesso all'attività antropica (Costanza et al., 1997; TEEB, 2010).
- Sono state utilizzate le immagini LIDAR, Rapid Eye e Pleyades, corrispondenti a griglie di rappresentazione rispettivamente di 30 m, 5 m e 0.5 m

## References

- Adger W.N. (2006), "Vulnerability", in *Global Environmental Change*, vol.16, pp. 268-281.
- Alberti M. (2008), *Advances in Urban Ecology. Integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems*, Springer New York.
- Breuste J., Feldmann H., Uhlmann O. (eds.) (1998), *Urban ecology. Integrates scientific and practical aspects equally*, Springer, Berlin.
- Burgess E.W. (1925), "The Growth of the City. An introduction to a research project", in Park R.E., Burgess E.W., McKanzie R.D., *The City*, University of Chicago Press, Chicago and London.
- Cardona O.D., van Aalst M.K., Birkmann J., Fordham M., McGregor G., Perez R., Pulwarty R.S., Schipper E.L.F., and Sinh B.T., (2012), "Determinants of risk: exposure and vulnerability", *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, Field C.B., Barros V., Stocker T.F., Qin D., Dokken D.J., Ebi K.L., Mastrandrea M.D., Mach K.J., Plattner G.-K., Allen S.K., Tignor M., and Midgley P.M. (Eds.), *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 65-108.
- Costanza R., Arge R., de Groot R., FarbeckS, Grasso M. (1997), "The value of the world's eco-system services and natural capital", in *Nature*, vol. 387, pp. 253-260.
- Crutzen P., Stoemer E. (2000), "Antropocene", in *Global Change*, vol. 41, pp. 17-18.
- EEA (2012), *Climate change, Impacts and Vulnerability*, in EEA Report, n.12/ 2012, available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012>.
- Füssel H.M., Klein R. (2006), "Climate Change Vulnerability Assessment: an evolution of conceptual thinking", in *Climatic Change*, vol. 75, pp. 301-329.
- Grimmond C.S.B. (2011), 'Climate of Cities', in Douglas I., Goode D., Houck M.C., Wang R. (Eds.), *The Routledge handbook of Urban Ecology*, Routledge, pp. 103-119.
- IPCC (2007), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, p. 976.
- IPCC (2014), *Fifth Assessment Report. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, available at: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>, accessed in: 18.11.2016.
- Karl T.R., Melillo J.M., Peterson T.C. (Eds.) (2009), *Global Change Impacts in the United States*, Cambridge University Press.
- Kresge Foundation (2014), *Preparing for Climate Impacts. Lessons from the Front Lines*, at: <http://kresge.org/sites>.

- Lynch K. (1981), *The Good City Form*, MIT Press
- Mcharg I. (1969), *Design with Nature, Doubleday & Company*, Inc. Garden City, New York.
- Millenium Ecosystem Assessment (2005), *Living Beyond Our Means: Natual Assets and Human Well-Being*, available at: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.429.aspx.pdf>.
- Niemela J. (2011), *Urban Ecology, patterns, processes and applications*, Oxford University Press Inc., New York.
- Steffen W., Grinewald J., Crutzen P., McNeil J. (2011), "The Antropocene: conceptual and historical perspectives", in *Philosophical Transaction of the Royal Society*, vol. 369, issue 1938.
- TEEB (2010), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach*, Conclusions and Recommendations of TEEB, available at: <http://www.teebweb.org/publication/>.
- Treccani, *Antropocene*, available at: [http://www.treccani.it/enciclopedia/antropocene\\_\(Lessico-del-XXI-Secolo\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/antropocene_(Lessico-del-XXI-Secolo)/), accessed 20.11.2016.
- UNISDR (2009), *Terminology on Disaster Risk Reduction. United Nations International Strategy for Disaster Reduction*, Geneva, Switzerland, [unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng.htm/](http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng.htm/).
- UNISDR (2015), *Sandai Framework of Action 2015-2025*, available at: <http://www.unisdr.org/we/coordinate/sendai-framework/>.
- Wisner B. (2016), "Vulnerability as Concept, Model, Metric and Tool", in *Oxford Research Encyclopedia on Natural Hazard Science*, pp.1-56.

## Cambiamenti climatici, bioregionalismo e paesaggio culturale

Dora Francese

### *Climate change, bioregionalism and cultural landscape*

#### **Introduction**

*When Aristotle identified the categories of “space, time and action” could not imagine what these three terms would have meant in the humanity’s future; how much space it would have been wasted, destroyed, damaged, abused by different populations; how much the time would have affected the destiny of thinking being’s life and in which measure the man’s action would have contributed to create the laceration of space from time. Today, in light of the so-called climatic question, the interrogation arises whether to these three categories will be instead licit to attribute the role of natural remedy for the polluting sickness that man has deliberately infected to the whole environment. It would then be possible to re-consider the space as the structure in which one can recognize the importance of a place, of a bioregion, of a cultural and historical identity, which will involve also the multitude of the present resources and of the existing exploited energy; time could today instead represent the essential concept of duration intended as product’s capacity of not being subjected to a speedy decay and thus escape the consumerist logic, and that of life cycle, which evaluate all of its components from the pre-production until the eventual re-use. Finally what could the action mean if not a series of synergic works by all humans and all countries which, through appropriate and sustainable methods and technologies, could heal the already produced damages?*

*A brief evolution of the concept of “climate change”, is an indispensable foreword for carrying on the interpretation of these phenomena within the panorama of anthropic transformations upon the environment. The question regarding the effects of climate change upon earth and human ecosystems arose at worldly level in the 80s also thanks to the consciousness created by several philosophical and scientific expertise. In 1980 the “Panel on climate change” was founded and then convened in 1992 at Rio de Janeiro’s Summit, following which the Agenda 21 had been edited. This document, signed by a great number of States, contained the acknowledgment of the problems and a classification of the possible safeguarding measures for limiting the damages that had already compromised some biotic and a-biotic processes on the planet, and due exactly to the change itself.*

#### **Introduzione**

Quando Aristotele individuava le categorie di “spazio, tempo e azione” non poteva immaginare che cosa questi tre termini avrebbero significato nel futuro dell’umanità; quanto spazio sarebbe stato sprecato, distrutto, danneggiato, mal-usato dalle diverse popolazioni; quanto il tempo avrebbe inciso sulle sorti della vita dell’essere pensante e in quale misura l’azione dell’uomo avrebbe contribuito a creare il laceramento dello spazio dal tempo. Oggi alla luce delle cosiddette questioni climatiche, si pone la domanda se a queste tre categorie sia lecito invece attribuire il ruolo di rimedio naturale alla malattia inquinante che l’uomo ha deliberatamente infettato all’ambiente intero. Sarebbe dunque possibile riconsiderare lo spazio come la struttura in cui si riconosce l’importanza di un luogo, di una bioregione, di una identità culturale e storica, che coinvolga anche la moltitudine delle risorse presenti e l’energia esistente e sfruttata. Il tempo potrebbe rappresentare invece il concetto oggi essenziale di durata, nel senso di capacità di un prodotto di non essere soggetto rapidamente a degrado e quindi sfuggire alle logiche del consumismo, e quello di ciclo di vita, che ne valuta tutte le componenti della sua esistenza dalla pre-produzione al riuso. Infine, cosa potrebbe significare l’azione se non una serie di opere sinergiche da parte di tutti gli uomini e di tutti i paesi che, mediante metodi e tecnologie appropriate e sostenibili, possano ovviare ai danni già compiuti?

Partiamo da un breve cenno sulla evoluzione del concetto di “cambiamento climatico”, quale premessa indispensabile per procedere alla lettura di tali fenomeni all’interno del panorama delle trasformazioni antropiche sull’ambiente terrestre. La questione relativa agli effetti sulla terra e sugli ecosistemi umani dovuti ai cambiamenti climatici emerse a livello mondiale negli anni Ottanta anche grazie alla consapevolezza creata da numerose competenze scientifiche e filosofiche. Nel 1980 fu fondato il “*Panel on climate change*”, riunitosi poi a Rio de Janeiro nel Summit del 1992, in seguito al quale fu elaborata l’Agenda 21; questo documento, firmato da numerose nazioni, conteneva la presa d’atto dei problemi e una classificazione delle possibili misure di salvaguardia per limitare i danni già compromettenti alcuni fenomeni biotici e abiotici sul Pianeta, e dovuti proprio ai cambiamenti stessi.

Al fine di contribuire a definire la relazione tra il clima, il paesaggio costruito, in cui le attività dell’uomo si svolgono, e l’approccio bioregionalista alla eventuale limitazione dei danni già provocati, nonché dei futuri effetti negativi, appare lecito ricordare dal principio come il tempo meteorologico e il clima interferiscano con l’azione umana e



reciprocamente come l’uomo abbia condizionato appunto la meteorologia, provocando tali cambiamenti.

#### **Tempo atmosferico e Clima**

Una prima sostanziale differenza tra il tempo che si verifica in un dato giorno o mese dell’anno e il clima è necessaria. Il tempo atmosferico descrive infatti la condizione dell’aria in un particolare luogo e in un determinato orario, indicando ancora la fenomenologia del movimento dell’aria (il vento) e tutti gli elementi che l’aria stessa trasporta, come la pioggia, la neve e le nuvole. È ancora compito del tempo segnalare altri fenomeni particolari come tuoni, fulmini e arcobaleno. Il clima invece è il termine usato per definire le condizioni medie del tempo in un certo luogo o durante una particolare stagione. Il tempo può cambiare da giorno a giorno, ma il clima cambia soltanto in centinaia e centinaia di anni. Il clima, nei suoi diversi tipi e aspetti, rappresenta inoltre la condizione necessaria alla sopravvivenza di numerosi animali e piante. Gli elementi indicatori del tempo sono: il sole, l’umidità, le nuvole, le precipitazioni, il tuono, i tornado, gli uragani, il vento, la pressione.

Il clima si può definire come l’insieme di tutti i fenomeni atmosferici osservati in una determinata località in molti anni. Il tempo invece è composto esattamente da elementi singoli quali il vento, la pioggia, il soleggiamento, verificatisi in un particolare istante o in un breve periodo di tempo. È infatti possibile osservare un tempo violento all’interno di una zona con clima temperato. I significati diversi tra i due termini implicano che non possiamo direttamente misurare il clima, ma al massimo possiamo assemblare ed elaborare una vasta raccolta di dati atmosferici monitorati.

Come si origina il clima e quali sono gli elementi del tempo, si definisce a partire dai concetti primitivi. In particolare l’atmosfera, considerabile come lo strato protettivo che circonda la terra, è costituita da una miscela di aria (azoto, ossigeno e altri gas) e

Effetto serra sulla terra / *Greenhouse effect on earth* (Source: La Roche).

*In order to contribute to define the relationship between climate, built landscape (in which the human activities are run) and the bioregionalist approach to eventual reduction of already produced damages, as well as future negative effects, it seems appropriate to remember from the beginning how the meteorological weather and the climate interact with the human action and how reciprocally the man had actually conditioned the meteorology, and so these changes.*

#### **Atmospheric weather and Climate**

*A first substantial difference between the weather, which occurs in a specific day or month of the year, and the climate is necessary.*

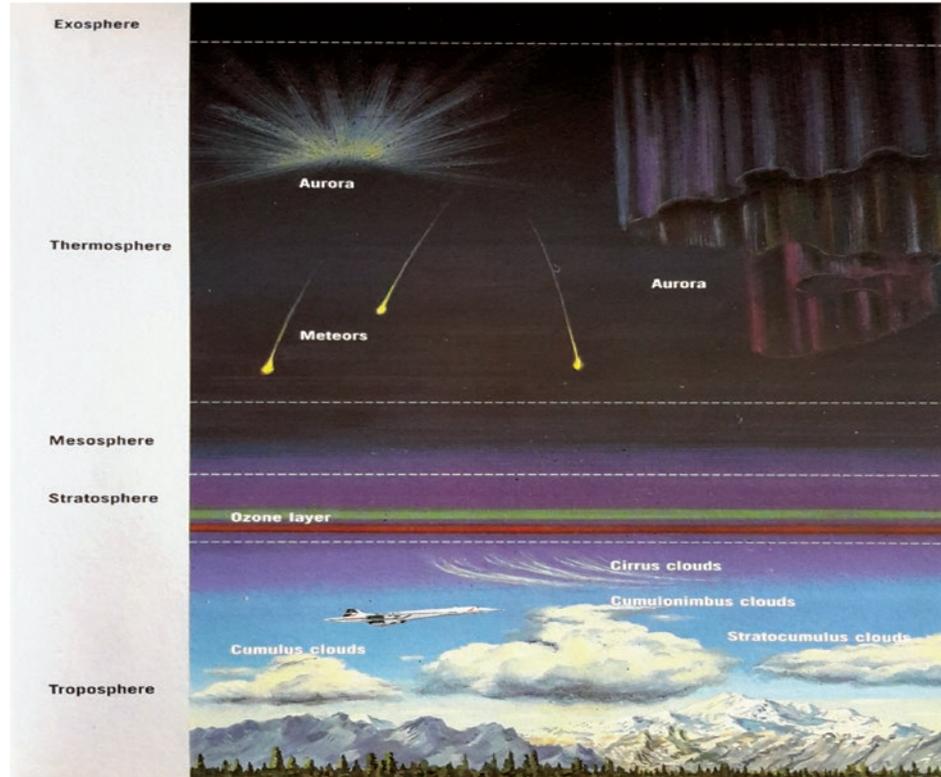
*The atmospheric weather describes in fact the air condition in a peculiar place and in a determined hour, by also indicating the phenomenology of air movement (wind) and of all the elements which the air transfers with it, such as the rain, the snow and the clouds. It is again the weather’s task to signal other peculiar phenomena such as the thunder, the lightning and the rainbow. The climate is instead a term used for defining the average conditions of weather in a certain place or during a peculiar season. The weather can change from day to day, while the climate changes only upon hundreds and hundreds of years. Moreover the climate, in its different types and aspects, represents the necessary condition for the survival of a number of animals and plants. The elements indicator of weather are: the sun, the humidity, the clouds, the precipitations, the tornadoes, the hurricanes, the thunders, the wind, the pressure. The climate can be defined as the totality of every atmospheric phenomena observed in a specific location upon many years. The weather instead is exactly composed by single elements such as the wind, the rain, the solar radiation, occurred in a particular instant or in a brief period of time. It is for example possible to observe a violent weather within a zone at a temperate climate. The different meanings between the two terms imply that we cannot directly measure the climate, but at most we can assemble a wide collection of monitored atmospheric data.*

*How the climate is originated and which are the elements of weather, can be understood starting from primitive concepts. In particular the atmosphere, considered as the protective layer surrounding the earth, is made up by a blend of air (nitrogen, oxygen and other gases), liquid and solid particles, of clouds, of marine salt, dust and smoke. The average pressure of air at earth surface level is equal to 900 kg per square meter. The atmosphere can again be differentiated according to three main layers. The troposphere, the lower zone (from 10 to 20 km at soil*

height), appears thinner around the Poles<sup>1</sup>, while around the equator is thicker. The term, deriving from the Greek word tropos, change, defines the phenomenology of the layer: a great part of weather changes occur in fact at tropospheric level. At an higher level, in the stratosphere (i.e. where every gas is located at a layer, which in Latin is called stratus, according the specific weight), the ozone layer protects from the ultraviolet rays the earth surface, by filtering the dangerous components. In a superior zone, the mesosphere layer, the thermosphere and finally the exosphere complete the function of protecting the earth. These latest layers, even not involved in the phenomena of atmospheric weather, still play other very important tasks: for example the thermosphere burns millions of meteorites which hit the earth atmosphere every day.

The life we know can be observed in the lower layers of the atmosphere, in the oceans and just under the earth surface: in the so-called biosphere which measures around 10 km of thickness. It is then a terribly thin shell if compared with the 13,000 km of diameter of our Planet. The energy transfer around the earth, one of the basic mechanisms of the climatic variations, occurs in great part within this shell, which expands in height for circa other 5 km until including all the troposphere, i.e. the more internal layer of the atmosphere. Nonetheless, even if the gas envelope which surround the earth has a thickness of about 1600 km, half of this mass can be found in the most inferior layers, at a height of around 6 km.

The climatic elements are obviously subjected to evolution, being processes and not static elements, so creating for example wide variations and air circulation upon earth surface. In fact, even though in many regions of the world long periods can be observed in which the atmospheric weather is keeping constant, it is usually possible to consider the change as one of the normal characters of both weather and climate: night follows day, the clouds break and reshape themselves so that the sun, the major source of terrestrial energy, is active for alternate periods while distributing its power directly upon the planet. Moreover, the earth surface varies its composition, wet or sandy, water or ice, forest or snow fields, answering in a very differentiated way to the received energy. This answer is made up more complex by other properties of the surface, such as the thermal capacity and the conductivity, the porosity and the water content, and even the luminosity: this latest property in fact defines, first of all, how much incident energy is absorbed and how much is reflected. The amount of energy reflected by a surface, expressed in percentage of incident energy, is the surface albedo<sup>2</sup>. Furthermore, the earth turns around its axis, which results tilted to the orbit



di particelle liquide e solide, di nuvole, di sale marino, di polvere e fumo. La pressione media dell'aria a livello della superficie terrestre equivale a 900 kg per metro quadrato. L'atmosfera può ancora differenziarsi secondo tre strati principali; la *Troposfera*, la zona più bassa (da 10 a 20 km di altezza dal suolo), si presenta più sottile intorno ai Poli<sup>1</sup>, mentre intorno all'equatore è più spessa. Il termine, derivando dal vocabolo greco *tropos*, cambiamento, definisce la fenomenologia dello strato: una gran parte dei cambiamenti del tempo avvengono infatti a livello troposferico. Più in alto, nella *Stratosfera* (dove cioè tutti i gas si posizionano a strati appunto in relazione a ciascun peso specifico), lo strato di ozono protegge dai raggi ultravioletti la superficie terrestre, filtrandone le componenti pericolose. Ancora al di sopra lo strato della *mesosfera*, poi quello della *termosfera* e infine l'*esosfera* completano la funzione di proteggere la terra. Questi ultimi strati, pur non essendo coinvolti nei fenomeni del tempo atmosferico svolgono altri importantissimi ruoli: ad esempio, la termosfera brucia milioni di meteoriti che colpiscono l'atmosfera terrestre ogni giorno.

La vita che conosciamo si osserva negli strati bassi dell'atmosfera, negli oceani e un po' al di sotto della superficie della terra: nella cosiddetta *Biosfera* che misura circa 10 km di spessore. È dunque una conchiglia terribilmente sottile se confrontata con i 13.000 km di diametro del nostro pianeta. Il trasferimento di energia intorno alla terra, uno dei meccanismi basilari delle variazioni climatiche, avviene in larga parte all'interno di questa conchiglia, che si estende in alto per circa altri 5 km fino a includere tutta la troposfera, cioè lo strato più interno dell'atmosfera. Tuttavia anche se l'involucro dei gas che circondano la terra ha uno spessore di circa 1600 km, la metà di questa massa si trova negli strati più inferiori, a un'altezza di circa 6 km.

Gli elementi climatici sono ovviamente soggetti a evoluzione, essendo processi e non elementi statici, così creando ad esempio ampie variazioni e circolazione d'aria sulla superficie della terra. Infatti, sebbene in molte regioni del mondo sia possibile osservare lunghi periodi in cui il tempo atmosferico si mantiene costante, è tuttavia consueto considerare il cambiamento come uno dei caratteri normali sia del tempo che del clima: la notte segue il giorno, le nuvole si rompono e si riformano in modo che il sole, la maggior fonte di energia terrestre, sia attivo per periodi alterni nel distribuire la sua potenza direttamente sul pianeta. La superficie della terra varia inoltre la sua composizione, umida o sabbiosa, acqua o ghiaccio, foresta o campi nevati, rispondendo in modo differenziato all'energia che riceve. Tale risposta è resa più complessa anche da altre proprietà della superficie, quali la capacità termica e la conducibilità, la porosità e il contenuto d'acqua, e persino la luminosità: quest'ultima proprietà determina infatti, in primo luogo, quanta energia incidente viene assorbita e quanta riflessa. La quantità di energia riflessa da una superficie, espressa in percentuale di energia incidente, è riferita all'*albedo* della superficie<sup>2</sup>. Inoltre la terra ruota intorno al suo asse, che risulta inclinato rispetto al piano dell'orbita intorno al sole: variazioni che si integrano con il già complesso schema distributivo di energia, e ai movimenti dei gas nella troposfera (noti come "circolazione generale dell'atmosfera"). Anche gli oceani, che mostrano uno schema di circolazione confuso anche se consistente, trasportano l'energia dalle aree più ricche a quelle che ne sono deficienti. Le correnti oceaniche sono ancora più incidenti di quelle dell'aria sulle variazioni terrestri superficiali, tanto che, ad esempio, si può imputare alla corrente del Nord Atlantico, comunemente chiamata la corrente del Golfo, l'assenza di larghe aree territoriali nell'Europa. Per quanto riguarda dunque i cambiamenti climatici, è necessario far riferimento a una condizione ciclica, da sempre presente nel mondo. Infatti, è noto come il bilancio termico annuale tra la dispersione energetica dalla Terra e il suo guadagno complessivo sia in genere positivo. Tuttavia nei tempi lunghi, esistono piccoli ma significativi cambiamenti nella distribuzione energetica del sole e nella risposta terrestre; cambiamenti che possono condurre anche a una nuova glaciazione, in un arco di tempo di migliaia o centinaia di anni, o portare a cicli di estati molto calde e inverni molto rigidi.

plane around the sun: variations which integrate with the already complex distribution scheme energy, and with the gases' movements in the troposphere (known as "general atmosphere's circulation"). Also the oceans, which show a confused, even if consistent, circulation scheme, carry energy from the richer areas to those which are in short supply. The oceanic currents are even more affecting than those of the air upon the superficial terrestrial variations, in such a way that for example the absence of wide territorial areas in Europe could be ascribed to the north Atlantic current, usually called Gulf Current.

As far as the climate change is then concerned, it is necessary to refer to a cyclic condition, always present in the world. In fact, it is known how the annual thermal balance between the energy loss from Earth and its whole gain is usually positive: nevertheless over long periods, small but meaningful changes in the solar energy distribution as well as in the earth answer occur. Changes that can lead also to a new glaciations, upon an arch of time of thousands or hundreds of years, or cause cycles of very long summers and very cold winters.

In order to focus eventual changes it is then necessary to process to record the atmospheric weather upon an arch of prolonged historic time. So the continuous monitoring of the weather factors, carried out by means of survey stations located all over the world, has led to the record of a higher and higher number of atmospheric phenomena and has allowed, together with the natural tests of the growth rings of the trees' trunk and of the geology, to build the climatic history of a zone over long periods. Following the records applied at large scale and on long historic periods, it has been then possible to classify various types of climate often according to the test results obtained from the plants' growth, which had answered upon time to climatic pressure, by mutating so as to survive and grow also in climatic condition which would not be naturally suitable: in fact the charts of the various types of natural vegetation which recall, in the general format, the maps of the natural climate, are often employed for representing the meteorological phenomena<sup>3</sup>.

The distinction between "climate" and "weather" should be adopted also for the recording techniques and for data interpretation, which are then transcribed on peculiar graphs called "weather charts". A weather chart used for short deadline forecast will represent also the temperature values, the clouding, the precipitations, measured in a wide number of survey stations in the area. This chart contains a series of lines which join all the zones with similar barometric pressure (reduced at sea level). These isobars, together with the barometric present trend (i.e. "which slowly increases" or "which has just started to rapidly decrease") indicates the forecast format more suitable to the weather for the period being<sup>4</sup>. It can then be said that the barometric pressure, i.e. the weight of the atmosphere, together with its temperature, can describe its condition. Further data are then written down in

the climatic charts, in which the elements tend to be separated, so as to illustrate the average of a series of values. Various meanings can be attributed to the term “average”.: for example, according to the temperature, maximum, minimum and medium values are recorded during the day and during the night, which are modulated upon the monthly or annual average, and also the extreme values are isolated. The data regarding the speed, the direction and the frequency with which a wind is shown are also represented. The “wind rose” identifies on a compass with the shape of a rose the direction and frequency of the various wind speeds according to the length and the thickness of the lines. So according to the typology and the duration of the described processes, the climates are classified also according to a defined scale, based on the spatial dimensions and temporal variations6. At the biggest scale, the wind belts undergo to very meaningful variations of temperature and pressure which sensibly in the amount of air masses displaced. Primary factors which affect the climate at that scale are the direction and intensity of solar radiation, in turn linked to the latitude6. There is no other universal agreement about the other divisions, but the following principle can be used as guide: macro is the prefix used for describing the widest climate, more or less at the scale of a continent or an ocean; meso is used for indicating a medium scale; micro for indicating the smaller scale, which can vary from the level of a residential building until that of the two sides of the same window.

**Climate change and man's action (responsibility and remedies)**

*It is known how the climate changes are essentially a natural and periodic phenomenon which occurs on the earth during its evolution following events prolonged in time, or sudden and unexpected episodes (such as for example the meteorites). The man himself, in his brief life, has assisted various times to some small variations. For this reason, the fact that the globe's climate undergoes some modifications should not worry: nevertheless today the change appears instead, not only of macroscopic dimensions, but mainly elicited by a series of collateral effects due to man's activities. In particular it is possible to circumscribe a series of agents responsible of the phenomenon within the category of gases, such as those coming from defined human activities. First of all the carbon dioxide (CO₂), which, even not being itself either a poisoning gas or toxically for life, nevertheless, if present in great amount in the atmosphere, creates an unbalance regarding the oxygen amount, needed for animals, as it happens for the methane (CH₄), and the nitrous oxide (NO₂)7. This unbalance generates a peculiar density in the atmosphere which interferes with the solar irradiation reaching the earth, so creating an opaque curtain for some wavelengths, and thus triggering a phenomenon known*

Al fine di evidenziare eventuali cambiamenti del tempo è dunque necessario attuare una registrazione del tempo atmosferico in un arco di tempo storico prolungato. In tal modo il monitoraggio continuo dei fattori del Tempo atmosferico, operato per mezzo di stazioni di rilevamento localizzate in tutto il mondo, ha condotto alla registrazione di un sempre maggior numero di fenomeni atmosferici e ha consentito, insieme alle prove naturali degli anelli di crescita dei tronchi degli alberi e della geologia, di costruire la storia climatica di una zona in lunghi periodi. In seguito alle registrazioni attuate su larga scala e su lunghi periodi storici, è stato dunque possibile classificare diversi tipi di clima spesso in relazione ai risultati delle prove ottenute dalla crescita delle piante, che hanno risposto nel tempo alle pressioni climatiche, mutando per sopravvivere e crescere anche in condizioni climatiche che naturalmente non gli si adatterebbero: infatti le carte dei tipi di vegetazione naturale che rievocano, nello schema generale, le mappe del clima naturale, sono spesso usate proprio per rappresentare i fenomeni meteorologici3.

La distinzione tra “clima” e “tempo” va adottata anche per le tecniche di registrazione e lettura dei dati, che vengono poi trascritti su particolari grafici detti “carte del tempo”. Una carta del tempo usata per le previsioni a breve scadenza rappresenterà anche i valori della temperatura, della nuvolosità, delle precipitazioni, misurate in un ampio numero di stazioni di rilevamento nell’area. Tale carta si configura come un insieme di linee che congiungono tutte le zone con pressione barometrica uguale (ridotta al valore sul livello del mare). Queste *isobare*, insieme alla tendenza barometrica locale (cioè “che aumenta lentamente” oppure “che ha appena cominciato a decrescere rapidamente”) indica lo schema di previsione più appropriato al tempo per il periodo a venire4. Si può dunque dire che la pressione barometrica, cioè il peso dell’atmosfera, insieme alla sua temperatura, ne descrivono la condizione.

Ulteriori dati vengono poi annotati nelle carte climatiche, in cui si tende a separare gli elementi, così da illustrare la media di una serie di valori. Possiamo attribuire diversi significati al termine “media”: ad esempio, in relazione alla temperatura, si registrano i valori massimi, minimi e medi diurni o notturni, moderati sulla media mensile o annuale, e se ne isolano anche i rilievi estremi. Si rappresentano ancora i dati relativi sia alla velocità che alla direzione e alla frequenza con cui si manifesta un vento; “la rosa dei venti” indica su una bussola a forma di rosa la direzione e la frequenza dei venti nelle varie velocità in base alla lunghezza e al diverso spessore delle linee. In relazione dunque alla tipologia e durata dei processi appena descritti, i climi sono stati classificati anche secondo una determinata scala sulla base delle dimensioni spaziali e delle variazioni temporali5. Alla scala maggiore, le *Cinture dei venti* subiscono variazioni molto significative di temperatura e pressione che si differenziano sensibilmente per quantità di masse d’aria spostate. Fattori primari che influenzano il clima a tale scala sono la direzione e l’intensità della radiazione solare a loro volta legate alla latitudine6.

Non c’è un accordo universale sulle altre divisioni, ma il seguente principio può servire da guida: *macro* è il prefisso che si usa per descrivere il clima più ampio, più o meno alla scala di un continente o di un oceano; *meso* è usato per indicare una scala media; *micro* per indicare la scala più piccola, che può variare dal livello di un fabbricato residenziale a quello di due diversi lati di una finestra.

**I cambiamenti climatici e l’azione dell’uomo (responsabilità e rimedi)**

È noto come il cambiamento climatico sia essenzialmente un fenomeno naturale e periodico che si verifica sulla Terra nel corso della sua evoluzione in seguito a eventi prolungati nel tempo, oppure ad accadimenti improvvisi e inaspettati (quali, ad esempio, i meteoriti). L’uomo stesso, nella sua breve vita, ha assistito diverse volte ad alcune piccole variazioni. Per tale motivo non dovrebbe preoccupare il fatto che il clima del globo subisca delle modificazioni: tuttavia oggi il cambiamento appare invece provocato, non soltanto di dimensioni macroscopiche, ma soprattutto da una serie di effetti collaterali dovuti alle attività dell’uomo. In particolare è possibile circoscrivere una serie di agenti responsabili del fenomeno all’interno della categoria dei gas, come quelli provenienti da definite attività umane: in primis l’anidride carbonica (CO₂), che, pur non essendo di per sé un gas velenoso, né tossico per la vita, tuttavia, se presente in grandi quantità nell’atmosfera genera uno squilibrio in relazione alla quantità di ossigeno, necessario per gli animali; nonché il metano (CH₄) e il protossido di azoto7 (NO₂). Tale squilibrio genera una densità particolare nella atmosfera che interferisce con l’irraggiamento solare che raggiunge la terra, creando una cortina opaca ad alcune lunghezze d’onda, così provocando un fenomeno noto col nome di “Effetto serra”8. Tale cortina gassosa impedisce dunque ad alcune radiazioni di essere trasmesse nello strato successivo dell’atmosfera. In particolare la cortina appare trasparente alle radiazioni solari nella fascia elettromagnetica compresa tra 380 e 3.000 nm, mentre si comporta invece come un materiale opaco alle radiazioni inferiori ai 380 e superiori ai 3.000. Queste ultime, generate da corpi a temperatura relativamente bassa (cioè quelle dei corpi che si trovano sulla terra) risultano intrappolate nell’atmosfera, quando la superficie terrestre, colpita dal sole, dopo averne assorbito il calore, emette proprio onde infrarosse di lunghezza elevata che appunto non riescono a passare attraverso la già menzionata cortina costituita dai cosiddetti *gas serra*. Ovviamente il calore intrappolato surriscalda la terra e l’aria e di conseguenza riduce gli effetti di raffrescamento dovuti all’allontanamento del calore dal suolo.

L’aumento delle temperature, osservato nell’intervallo tra i 0,3 e i 0,6 °C, provoca principalmente alcuni fenomeni particolari, tra i quali i più evidenti si riconoscono nella diminuzione delle escursioni termiche, nell’aumento del vapore acqueo al livello tropicale, nella crescita di frequenza dei temporali sugli oceani, nella riduzione del manto nevoso in tutto l’emisfero Boreale. Scenari di ulteriori variazioni future si prefigurano in un’accentuazione delle emissioni di CO₂ fino a sei volte maggiore, un

as “greenhouse effect”8. This gas curtain prevents some radiations to be transmitted in the following layer of the atmosphere. In particular the curtain appears transparent to the solar radiations of the electromagnetic range included between 380 and 3000 nm, while it behaves instead as an opaque material at the radiations inferior to 380 and superior to 3000. The latest, generated by bodies at relatively low temperature (i.e. that of the bodies being on the earth) result entrapped into the atmosphere, when the terrestrial surface, hit by sun, after having absorbed its heat, emits infrared waves of high wavelength, which in fact cannot go through the already mentioned curtain, made up by the so-called greenhouse gases. Obviously the trapped heat overheats the earth and the air so reducing the cooling effects due to the heat moving away from the soil. Temperature increase, observed in the range between 0.3 and 0.6 °C, mainly provides some peculiar phenomena, among which the most evident can be recognized in the drop of thermal swings, in the increase of water vapour at tropical level, in the frequency growth of storms over the oceans, in the reduction of the snow cover all over the Boreal hemisphere. Scenarios of further future variations envisage an intensification of CO₂ emissions up to 6 times greater, a temperature increase up to 1.2 °C, a reduction of ice and snow, a further increment of water vapour and cloudiness (due to the daily cooling and nightly heating), a progress of desertification, a further increase of seas and oceans level, which already in the latest years of the XX century have risen of 25 cm.

The primary reasons of such greenhouse gases’ increase are mainly acknowledged in the emissions generated by the combustion phenomena. Today any human activity is supported in fact by combustion plants or engines, so the human responsibility to this phenomenon appears evident. Other causes are identified in the use of peculiar substances emitted by a number of man’s work and leisure activities, such as the above mentioned methane (CH₄) and nitrous oxide (NO₂), which - as it is known - are widely employed in the agriculture and industrial scale breeding. In fact, we know that the CO₂ concentration results today higher by 30% than in the pre-industrial age; the methane level instead greater by 145% and finally that the nitrous oxide in the agricultural soils can also facilitate the increase of ozone in the troposphere. Nonetheless, when the scholars and the astro-physicists started to make known these strange phenomena, the whole populations and often also the industrialized countries’ governments did not believe them as possible; they all thought about exaggerated catastrophic forecasts. Today, with the melting glaciers and the increase of typhoons and hurricanes, the consciousness about of the truth of such forecasts and the need of limiting the damages have led to an evident alert level by youngsters and politicians. Already during 2000, in the “climate campaign” proclaimed by WWF to promote the reduction of the impacts due to the change, it is possible to read how «[...]

*the planet has been overheating; the climate mutations are developed various times on earth, experimenting both increase and drastic decrease of temperature with frequent and long glaciations (up to 100,000 years), which had than led to sensible temperature growth. The present reason of the change (is today due to) 5.8 millions of human beings. [...] Another evident effect (appears as that of) melting of the glaciers: the Arctic soil is already up-heated by 6 °C; the Antarctica island is breaking up, two thirds of the ice flat plain of Wordie have disappeared; the Alps glaciers have halved their volume in the last century; all USA glaciers decreased and some have disappeared (Montana national park); the tropical glaciers are melting: the glacier of Kenya Mount from 63 is reduced by 40%. (Moreover) the deserts move forward, while the dryness tends to enlarge also in Europe. Seas and oceans (appear) warmer and the sea level has risen of 25 cm; in the next 10 years the level will arise by almost 50 cm: (some) cities (appear) threatened, such as Venice, Alexandria of Egypt, Tokyo, Kyoto, Sydney, Shanghai»<sup>9</sup>.*

**The first climate question of the 80s**

*In the XX century the first big break between the economic system and the terrestrial ecosystem can be observed leading to the big crisis: due to the proliferation of request for resources as well as rain materials, to the increase of polluting substances' emissions, and also to the greater production of manufactured objects, the amount of wastes starts to multiply. If therefore in the past both science and technology had the task of sustaining the growth, and then providing all the knowledge, the tools and the techniques for satisfying the need of a more and more increasing amount of resources, as well as that of intensifying both the speed and the power of industrialized processes, the trend for the future is different. It should in fact consider as a real scientific and technological progress the ability to enlarge the efficiency during the transformation of resources, so as to avoid to squander; it should find all the possible methods for mitigating any shape of pollution, also thanks to the chance of prolonging the life of any product; and last but not least, it should promote the development of a number of efficient technologies for recycling and reusing. What happened then in the XX century on the climate question is by now knowN by everybody. Some actions at worldly level were established: the first political step, that of 1992 with the already mentioned Summit in Rio de Janeiro, sees the governments' heads of 150 countries to sign the United Nation's Climate Convention - the so-called Agenda XXI - and to create a first move towards the engagement for the harmful gases' emissions reduction, so as to apply concrete programmes. Later, the conference on Climate was held in Kyoto (December the 11th, 1997), with 72 countries, in which a first concrete and official agreement was established aimed at a reduction of emissions up to 7 % within 2010, by means of promotion*

incremento delle temperature fino a 1,2 °C, una diminuzione di ghiaccio e neve, un ulteriore aumento del vapore acqueo e della nuvolosità (dovuto a raffreddamento diurno e riscaldamento notturno), l’avanzamento dei deserti, l’ulteriore innalzamento del livello dei mari e degli oceani, che già negli ultimi anni del XX secolo era salito di 25 cm.

Le cause primarie di tale aumento di gas-serra sono principalmente riconoscibili nelle emissioni generate dai fenomeni di combustione. Al giorno d’oggi ogni attività dell’uomo è appunto coadiuvata da impianti o motori a combustione: cosicché la responsabilità umana di tale fenomeno appare evidente. Altre cause sono indecifrabili nell’uso di particolari sostanze emesse da varie attività lavorative e di svago degli uomini, come, ad esempio, i già citati metano (CH<sub>4</sub>) e protossido di azoto (NO<sub>2</sub>), che - come è noto - vengono largamente impiegati nell’agricoltura e nell’allevamento che si svolgono a scala industriale. Infatti sappiamo che la concentrazione di CO<sub>2</sub> oggi risulta essere maggiore del 30% rispetto all’era preindustriale; il livello di metano invece maggiore del 145% e infine che il protossido di azoto nei terreni agricoli provoca l’aumento del contenuto di ozono nella troposfera.

Ciononostante, quando si cominciarono a far notare, da parte degli studiosi, e degli astrofisici, tali fenomeni strani, le popolazioni tutte e spesso anche i governi dei paesi industrializzati, non li credevano possibili, pensavano tutti a previsioni catastrofiste esagerate; oggi, alla luce dei ghiacciai che si sciolgono e dell’aumento dei tifoni e degli uragani negli oceani, la consapevolezza della veridicità delle previsioni e della necessità di limitare i danni ha condotto a un evidente livello di allerta da parte dei giovani e dei politici.

Già nel 2000, nella ‘campagna clima’ promulgata dal WWF a favore della riduzione degli impatti del cambiamento, infatti si legge come: «[...] il pianeta si sta surriscaldando; i mutamenti del clima si sono sviluppati diverse volte sulla “Terra”, sperimentando sia aumento che diminuzione drastica della temperatura con glaciazioni frequenti e lunghe (fino a 100.000 anni), che hanno poi comportato una sensibile crescita di temperatura. La causa attuale dei cambiamenti (è oggi dovuta ai) 5,8 miliardi di esseri umani. [...] Altro effetto evidente (appare quello dello) scioglimento dei ghiacciai: il suolo dell’Artico si è già riscaldato di 6 °C; la penisola Antartica si sta frantumando, sono spariti 2/3 della pianura di ghiaccio di Wordie; i ghiacciai delle Alpi hanno dimezzato il loro volume nell’ultimo secolo; tutti i ghiacciai degli USA si sono ridotti e alcuni anche spariti (Parco Nazionale del Montana); i ghiacciai tropicali si stanno sciogliendo: il ghiaccio del Monte Kenya è ridotto del 40%. (Inoltre) avanzano i deserti, mentre la siccità tende a estendersi anche in Europa. Mari e oceani (appaiono) più caldi e il livello dei mari è salito di 25 cm; nei prossimi 10 anni il livello salirà di quasi 50 cm: (alcune) città (appaiono) minacciate, come Venezia, Alessandria d’Egitto, Tokyo, Kyoto, Sydney, Bangkok, Shanghai»<sup>9</sup>.

**La prima questione climatica degli anni Ottanta**

Nel XX secolo si assiste alla prima grande scissione tra il sistema economico e l’ecosistema terrestre che condusse alla grande crisi: a causa della proliferazione della richiesta di risorse e materie prime, dell’aumento di emissioni di sostanze inquinanti, e anche della maggior produzione di manufatti, la quantità di rifiuti comincia e moltiplicarsi. Se perciò in passato sia la scienza che la tecnologia avevano il compito di sostenere la fisiologia della crescita, e dunque fornire tutte le conoscenze, gli strumenti e le tecniche per soddisfare la necessità di una quantità sempre crescente di risorse, nonché di accrescere sia la velocità che la potenza dei processi industrializzati, la tendenza per il futuro sarebbe diversa. Dovrebbe infatti considerare quale vero progresso scientifico e tecnologico quello in grado di aumentare l’efficienza nella trasformazione delle risorse, per evitarne gli sprechi; dovrebbe trovare tutti i metodi possibili per mitigare ogni forma di inquinamento, anche grazie alla capacità di allungare la vita media di ciascun prodotto realizzato e da realizzare; nonché infine, ma non meno importante, dovrebbe promuovere lo sviluppo di numerose ed efficaci tecnologie per il riciclaggio e per il riuso.

Cosa accadde dunque nel XX secolo sulla questione del clima è noto ormai a tutti: si instaurarono alcune azioni a livello mondiale: il primo passo politico, quello del 1992 con il già accennato Summit di Rio de Janeiro, vede i capi di governo di 150 paesi firmare la Convenzione delle Nazioni Unite sul Clima - la cosiddetta Agenda XXI - , e creare un primo canale verso l’impegno per la riduzione delle emissioni di gas nocivi nell’atmosfera così da realizzare programmi concreti. Successivamente si tenne la conferenza sul clima a Kyoto (11 Dicembre 1997), con 172 paesi, in cui si produsse un primo accordo concreto e ufficiale mirato alla riduzione dei gas responsabili dell’effetto serra. L’Italia in quell’occasione si impegnò per una riduzione di emissioni fino al 7% entro il 2010, mediante la promozione di investimenti per incrementare lo sviluppo di politiche di efficienza energetica e la diffusione delle energie rinnovabili. Tale documento fu poi il primo a essere aggiunto alla Convenzione sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change) e che avrebbe dunque reso operativa la Convenzione stessa. I gas perciò da emettere in misura minore furono riconosciuti come: anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) protossido di azoto (NO<sub>2</sub>), idrofluorocarburi (HFCs) e esafluorite di zolfo (SF<sub>6</sub>)<sup>10</sup>. I paesi industrializzati si accordarono su una percentuale di riduzione differenziata per regione e per nazione: l’Europa per esempio avrebbe dovuto ridurre le emissioni tra il 2008 e il 2012 dell’85%, l’USA del 7% e il Giappone del 6%. Per i paesi in via di sviluppo, non ci furono limitazioni obbligatorie, ma si sarebbe creato un Clean Developing Mechanism (meccanismo per lo sviluppo della purificazione) atto a favorire con finanziamenti e tecnologie le esigenze di riduzione dei paesi in via di sviluppo. Alla fine dei lavori ci fu ampio consenso sul fatto che il Protocollo avrebbe mandato un forte segnale ai mercati energetici utile a incentivare le risorse rinnovabili a scapito di quelle fossili negli anni futuri<sup>11</sup>.

*of investments for increasing the development of policies for energy efficiency and diffusion of renewables. This document was then the first to be added to the Convention (UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change) which should have made operative the Convention itself. Therefore the gases to emit less were acknowledged as: carbon dioxide; methane (CH<sub>4</sub>), nitrous oxide (CO<sub>2</sub>), hydro fluorocarbons (HFCFs) and sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>)<sup>10</sup>. The industrialized countries agreed on a percentage of differentiated reduction according to regions and nations: Europe for example should have reduced them between 2008 and 2012 by 85%, the USA by 7% and Japan by 6%. For the developing countries, no mandatory limitations were due, but a Clean Developing Mechanism would have been created so as to favour with funding and technologies, developing countries' requirements. At the end of the works a wide agreement was achieved about the fact that the Protocol would have sent a strong signal to the energy markets, useful for promoting renewables against fossil fuels in the forthcoming years<sup>11</sup>.*

**New approaches and new solutions**

*Following the monitoring of the latest decades and the surveyed warming levels (GWP Global Warming Potential)<sup>12</sup> due to some common greenhouse gases emitted in the anthropic environment (carbon dioxide CO<sub>2</sub>; 1; methane CH<sub>4</sub>; 28-36 over 100 years; nitrous oxide NO<sub>2</sub>; 265-298 over 100 years; hydro fluoro carbons: 6500; sulfur hexafluoride: 23900), a new need has arisen to adopt a different approach during the decisional process aimed at programming appropriate solutions to the limitation of the negative effect of the climate change. If in fact at the beginning the remedies to the already provided damages appeared limited to actions operating at small scale, of building and small areas, and the survey methodologies were scientifically based but without synergy between the various disciplines and furthermore the interest of politicians and legislators appeared limited, today a more conscious and resolute situation can be observed. If for example we think about the construction sector, it can be reminded to those approaching a study, a work or a political control activity for land transformation, that the management of a building, since the design moment, should employ - as it happened in the past - methods and systems in harmony with the place, with the landscape, with the environment. Even though the hazard, feared by Wines, exists that: «[...] any suggestion for a new art philosophy of constructing, which could contradict the strength able of irreversible consumption of fossil fuels, of expansion of commercial market, and so on, and radically alter the design criteria reinforced by a trench, would not easily find a wide agreement <sup>13</sup>»; nonetheless we know that a lot of actions are possible to reduce the hazards derived from the climate change, and a great number of prevention and correction measures have been processed*

*starting from those of the already mentioned Agenda 21 and the following applied studies*<sup>14</sup>. *A first hypothesis of solution is determined by a careful and sustainable planning of the construction and infrastructural actions needed for humans to run their functions. In fact, starting from the first humans' need of defending and protecting themselves from the climate and natural environment's hazards, the territory has been started to be transformed, at the beginning for agricultural goals and then for the urban ones. What in fact represented a defensive shelter has been converted into an aggressive weapon towards the climate itself, because each transformation leads to a modification of the biotic and a-biotic world. The hypothesis here promoted is a holistic solution which will not only be aimed at limiting the damages with a casual and occasional reduction of fossil fuels use, but which will instead be finalized to conclude the growth stage of transformation on territory, so being addressed towards a possible structural and whole concretization of the way of utilizing earth and land, by means of a bioregionalist approach shared at worldly level, not only by the industrialized countries (to whom a wide portion of global decisions are already entrusted), but by the whole south of world regions.*

*With the aim of understanding the thin difference between a bioregionalist design procedure and a conventional one, at the moment is preeminent in all the fields of human action, it is necessary to understand the strict link which exists between the built environment, that is the one culturally and materially present on land, the effective climatic situation, and the modalities for selecting technologies, materials and design solutions. The latest should actually be addressed towards an holistic safeguard of the environment and of the landscape, both eco-systemic and anthropized. It is clear how these solutions will be born by innovative ideas and technologies; it is well known that the innovation represents a guarantee for evolution, since it is shaped as an historic event, with known fatherhood and able to change suddenly the rules in force; in fact, «[...] the innovation can be recognized as a boundless series of small daily transformations, diffused and continuous, seldom omnipresent, which then, due to the number, to the frequency, to the diffusion and to the reciprocal combinations, changes the things as much as or even more than the event itself»<sup>15</sup>.*

*Technological design today plays, during the process of achievement of sustainability goals, the role of orienting the design decisions by means of a deep selection of materials and techniques. If it is true in fact, as Guido Nardi stated, that the dialectic between aims and means goes through the knowledge and the management of a “poiesis”, i.e. the designer's creative task, and that this task included the place interpretation as well as users' requirements, then the technology - and thus the organization, selection and management of materials and*

### Nuovi approcci e nuove soluzioni

Alla luce dei monitoraggi effettuati negli ultimi decenni e dei rilevati livelli di riscaldamento (GWP - Global Warming Potential) dovuti ad alcuni gas serra più comuni emessi dall'ambiente antropico (anidride carbonica CO<sub>2</sub>: 1; metano CH<sub>3</sub>: 28-36 su 100 anni; ossido di azoto NO<sub>2</sub>: 265-298 su 100 anni; idrofluorocarburi: 6500; esafloruro di zolfo: 23900)<sup>12</sup> è emersa la necessità di adottare un approccio diverso durante il processo decisionale mirato a programmare soluzioni appropriate alla limitazione degli effetti negativi del cambiamento climatico. Se infatti al principio i rimedi ai danni già arrecati apparivano circoscritti ad azioni che operassero alla piccola scala, di edificio e di piccole aree, e le metodologie di indagine erano su base scientifica ma senza sinergia tra i diversi compartimenti di materie, e ancora appariva limitato l'interesse relativo dei politici e dei legiferatori, oggi si osserva una situazione maggiormente consapevole e risolutiva.

Se prendiamo, ad esempio, il settore delle costruzioni, va ricordato, a chi si appresta a un'attività di studio, di lavoro e di controllo politico per la trasformazione del territorio, che la gestione di un edificio, sin dal momento progettuale, deve avvalersi - come nel passato - di metodi e sistemi in armonia con il luogo, con il paesaggio, con l'ambiente. Benché esista il rischio paventato da Wines che «[...] ogni suggerimento di una nuova filosofia nell'arte del costruire, che possa contraddire le forze capaci di consumo irreversibile di combustibili fossili, di espansione dei mercati commerciali, ecc. e alterare radicalmente i criteri di progetto rinforzati da una trincea, non troverà facilmente ampio consenso»<sup>13</sup>. Tuttavia sappiamo che molte azioni sono possibili al fine di ridurre la pericolosità degli effetti del cambiamento del clima, e numerosissime misure di prevenzione e correzione sono state elaborate a partire da quelle della già detta Agenda 21, e dei successivi studi attuati<sup>14</sup>.

Una prima ipotesi di soluzione è determinata da un'attenta e sostenibile pianificazione delle azioni costruttive e infrastrutturali necessarie allo svolgimento delle funzioni che l'uomo svolge: infatti, proprio a partire dalla necessità dei primi uomini di difendersi e proteggersi dalle insidie del clima e dell'ambiente naturale, si è cominciato a trasformare il territorio, prima a fini agricoli e in seguito a quelli urbani; quello che infatti rappresentava il rifugio difensivo si è trasformato in un'arma aggressiva verso il clima stesso, poiché ogni trasformazione conduce ad una modifica dell'ambiente biotico e abiotico.

Si avanza qui l'ipotesi di una soluzione di tipo olistico che non sia mirata soltanto a limitare i danni con una casuale e occasionale riduzione dell'uso dei combustibili fossili, ma sia invece finalizzata a concludere la fase di crescita delle trasformazioni sul territorio, indirizzandosi così verso una possibile concretizzazione strutturale e complessiva del modo di fruire della terra e del territorio in essa presente mediante un approccio bioregionalista e maggiormente condiviso a livello mondiale, non solo da parte dei paesi industrializzati (cui già viene affidata

un'ampia porzione di decisioni globali) ma di tutte le regioni del sud del mondo. Al fine di comprendere la sottile differenza tra una progettazione bioregionalista e una convenzionale, cioè quella che al momento è la preminente in tutti i campi dell'agire umano, è necessario comprendere lo stretto legame che intercorre tra il paesaggio costruito, cioè culturalmente e materialmente esistente sul territorio, la situazione climatica effettiva, e le modalità di selezione delle tecnologie, dei materiali e delle soluzioni progettuali. Queste ultime devono infatti essere indirizzate proprio verso una salvaguardia olistica dell'ambiente e del paesaggio sia ecosistemico che antropizzato. È evidente che tali soluzioni saranno frutto di idee e tecnologie innovative; è noto come l'innovazione rappresenti una garanzia di evoluzione, poiché si configura come un evento storico, con paternità note e in grado di cambiare di colpo le regole vigenti; infatti, «[...] l'innovazione si può riconoscere come la smisurata serie delle piccole trasformazioni quotidiane diffuse e continue, talvolta ubiquitarie, che poi per via del numero, della frequenza, della diffusione e delle reciproche combinazioni cambia le cose quanto e più dell'evento»<sup>15</sup>.

La progettazione tecnologica svolge oggi, nel processo di raggiungimento degli obiettivi della sostenibilità, il ruolo di orientare le decisioni progettuali mediante un'approfondita selezione di materiali e tecniche. Se è vero infatti come sosteneva Guido Nardi, che la dialettica tra fini e mezzi passa attraverso la conoscenza e la gestione di una “poiesis”, cioè il compito creativo del progettista, e che tale compito comprende l'interpretazione del luogo così come delle esigenze dell'utenza, allora la tecnologia - e dunque l'organizzazione, selezione e gestione dei materiali e delle tecniche - diventa il “mezzo” tramite il quale si configura il “fine” del progetto<sup>16</sup>. Questo concetto definisce poi nel mondo contemporaneo un nuovo modo di interpretare le forme dell'architettura; infatti, mentre una volta la tecnica, impiegata per interagire con la materia, con le leggi della fisica, con le esigenze dell'utente, si rifletteva nella configurazione materica e spaziale dell'architettura, e ne alimentava l'immagine e l'arte, oggi la stessa tecnica assume un ruolo ben più complesso, poiché ci consente di esprimere forme altre dalla funzione tecnica specifica e di nascondere o evidenziare le forme di energia presenti<sup>17</sup>. Perciò il binomio forma/tecnica appare complessificato da un insieme di altri caratteri che ne modificano l'identificazione e lo rendono articolato, flessibile e mutevole, ma proprio per questo altamente consono a svolgere il ruolo di strumento per attuare soluzioni appropriate appunto al cambiamento climatico.

Ancora innovativo appare l'aspetto relativo alla necessità di controllare - all'interno dei processi di fabbricazione - tutti i possibili impatti negativi per l'uomo e per gli ecosistemi dei prodotti industriali deputati ad assolvere il compito di dar forma all'edificio. Non solo conferire le forme, ma anche il benessere e la vivibilità all'uomo, che mediante il suo habitat ha definito una stretta relazione tra il suo soggettivismo e la tecnica stessa.

*techniques - becomes the “means” through which the project's “aim” is shaped*<sup>16</sup>. *This concept defines then in the contemporary world a new way of interpreting the architectural shapes. In fact, while once the technique, employed for interacting with the matter, with the physical laws, with the user's needs, was reflecting into the material and spatial configuration of architecture, and was feeding the image and the art, today the technique itself undertakes a much more complex role, since it allows to express shapes which can be even significantly different from the specific technical function and it provides alternatively the role of hiding or focusing on the present energy shapes*<sup>17</sup>.

*Therefore the shape/technique binomial appears complex due to a whole of other characters which modify the identification and make it articulated, flexible and mutable, but exactly for this reason it will be highly suitable to play the present role of tool for applying solutions which will be appropriate to the climate change itself. Still innovative appears the aspect regarding the need of controlling - within the manufacture processes - all the possible negative impacts, for humans and for ecosystems, of industrial products aimed at undertaking the task of shaping the building. Not only to create shapes, but also to provide comfort and liveability to man, who, by means of their habitat, have defined a strict relationship between its subjectivism and the technique itself. The well known Italian philosopher Galimberti often faces this critical knot of human action by means of a bond between psyche (i.e. the expressed and unexpressed user's desires) and techne (that is the technical structures which allow, as a matter of fact, to process, construct, create, manipulate the habitat)*<sup>16</sup>. *And then, Galimberti again states, coming back to the dialectic between aims and means, the technique in the world of information has ceased to represent a means, but is set as an aim, if not latest, certainly intermediate in the human's life. This aim is identified with modern tools and products, meant as a satisfaction of desires, rather than as tools for actually completing them (the car, the motorbike, the mobile are goals, the desire itself, no longer only a system to be used for moving around and telephoning); this thought can be interpreted also according to an environmental vision, by setting the sustainable techniques and products - and thus eco-efficient - as an aim of construction actions, through which it will be possible then, once achieved the proper goal - the technique -, to consider the shape and the image of the ecological architecture as a manifest for showing the chance of living in a sustainable way with lower environmental impact and increased liveability. In particular, in the latest years we are attending to an overturning of intentions and adoption measures, mainly as far as the field of environmental transformations design and programmes are concerned. In fact, the action size of safeguard measures for terrestrial climate has notably increased and is addressed towards trans-scalar and more*

*metropolitan approaches, which will involve not only the rural or wild zones, but also the urbanized and strongly anthropized areas, so widening to the whole territory. Moreover, studies and researches, few years ago limited to discover the reasons, the effects on ecosystems and the stress factors, are now focusing, at a wide spectrum, also on any possible technology to be adopted. The key objectives of this new approach are then founded on philosophical roots and on social factors: for example the greenhouse effect and the ozone depletion are observed according to the damages which the effects can provoke on populations, such as the advancement of deserts and thus the increase of poverty and the damages on the economy of various countries located in the tropical and equatorial zones. It can be finally noticed an increased interest by the countries, the nations, the confederations, the communities, in particular Europe, which ends up into appropriate legislation. Already in 2015, in the Paris conference on climate change - held from November the 30th untill December the 12th - a new global agreement was achieved among the parts. It represents in fact a balanced result which previewed an action plan for limiting the global warmings, “well below” 2 °C. Nevertheless, the European Council has already played a central role in the definition of a framework for climate and energy policy of the European Union. With the framework agreement at Horizon 2030, achieved on October 23rd 2014, the European Council had in fact approved the goal of reducing the emissions of greenhouse gases. The restrictive objective will be achieved jointly by the EU with the participation of all the member states. In particular they fomally approved the previewed contribution - established at international level (INDC)<sup>19</sup> by the EU - for the new climate agreement. As indicated in the framework of climate and energy programme at Horizon 2030, the already mentioned restricted objective of internal reduction of greenhouse gases will be at least of 40% within 2030, compared to the 1990 levels. The EU and its member states have been the first great economy to have communicated its INDC, officially presented at the UNFCCC on March 6th 2015<sup>20</sup>.*

#### **The contribution of bioregionalism**

*With the aim of considering the evolution which upon time the issue of climate change had undergone and of verifying the eventual implications of these phenomena on anthropized world, it seems interesting to face preliminarily the subject of these effects which instead trigger strong modifications at biological cycles’ level. It results necessary to take into account the concept of resilience, which represents the symptomatic indicator of the living beings’ evolution and fitness on earth and, consequently, what has allowed the maximum, minor or (in case of extinction) no adaptation. Adaptation in detailed cases, strictly depending on climatic mutations, several times occurred in the globe. Natural landscape,*

Il pensiero di Galimberti, il noto filosofo italiano contemporaneo, spesso affronta questo nodo critico dell’agire umano mediante il connubio tra psiche (cioè i desideri espressi e inespressi dell’utente) e téchne (cioè le strutture tecniche che gli consentono appunto di elaborare, costruire, creare, manipolare il suo habitat)<sup>18</sup>. E dunque, sostiene ancora Galimberti ritornando alla dialettica tra fini e mezzi, la tecnica nel mondo dell’informatica ha cessato di rappresentare un mezzo, ma si pone come fine se non ultimo, certamente intermedio della vita dell’uomo. Tale fine si identifica con alcuni strumenti e prodotti moderni, intesi quale soddisfacimento dei suoi desideri, più che come strumenti per poterli poi realmente realizzare (la macchina, la moto, il cellulare sono un obiettivo, il desiderio stesso, non più solo un sistema da usare per muoversi e telefonare). Questo pensiero può essere interpretato anche secondo una visione ambientale, ponendo appunto le tecniche e i prodotti sostenibili - e dunque eco-efficienti - come fine delle azioni costruttive, attraverso i quali sia possibile poi, una volta raggiunto appunto il traguardo - cioè la tecnica - considerare la forma e l’immagine dell’architettura ecologica come manifesto per mostrare la possibilità di vivere in modo sostenibile a minor impatto ambientale e a maggior vivibilità.

In particolare negli ultimi anni si va assistendo a un capovolgimento di intenti e di misure da adottare, soprattutto per quel che riguarda il campo della progettazione e programmazione delle trasformazioni ambientali. Infatti, la portata di azione delle misure di salvaguardia del clima terrestre si è notevolmente ampliata e si indirizza verso approcci transcalari e maggiormente metropolitani, che coinvolgano non solo le zone rurali o selvagge, ma anche le aree urbanizzate e fortemente antropizzate, allargandosi quindi a tutto il territorio; inoltre gli studi e le ricerche, qualche anno fa limitate a scoprire le cause, gli effetti sugli ecosistemi e i fattori di stress, ora si sono incentrate su vasto raggio anche sulle possibili tecnologie da impiegare. Gli obiettivi chiave dunque di questo nuovo approccio si fondano su radici filosofiche e sui fattori sociali: ad esempio, il problema dell’effetto serra e quello dell’assottigliamento dello strato di ozono vengono osservati in funzione dei danni che gli effetti possono provocare sulle popolazioni, come l’avanzamento dei deserti e dunque l’incremento della povertà e i danni all’economia di varie nazioni localizzate nelle zone tropicali ed equatoriali. Si riscontra anche finalmente un maggior interesse da parte di paesi, nazioni, federazioni, comunità, in particolare l’Europa, che si concretizza con una appropriata legiferazione. Già nel 2015, nella Conferenza di Parigi sui cambiamenti climatici - tenuta dal 30 novembre al 12 dicembre - si raggiunse un nuovo accordo globale tra le parti. Si tratta infatti di un risultato equilibrato che prevedeva un piano d’azione per limitare il riscaldamento globale “ben al di sotto” dei 2 °C.

Tuttavia il Consiglio europeo aveva già svolto un ruolo centrale nella messa a punto del quadro di politica climatica ed energetica dell’Unione europea. Con l’accordo quadro a orizzonte 2030, raggiunto il 23 ottobre 2014, il Consiglio europeo ha infatti approvato l’obiettivo di ridurre le emissioni di gas a effetto serra. L’obiettivo vincolante

sarà raggiunto collettivamente dall’UE con la partecipazione di tutti gli Stati membri. In particolare, hanno formalmente approvato il contributo previsto - stabilito a livello nazionale (INDC)<sup>19</sup> dall’UE - per il nuovo accordo globale sul clima. Come indicato nel quadro di politica climatica ed energetica a orizzonte 2030, il già citato obiettivo vincolante di riduzione interna delle emissioni di gas a effetto serra sarà di almeno il 40% entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990. L’UE e i suoi Stati membri sono stati la prima grande economia che ha comunicato il suo INDC, presentato ufficialmente all’UNFCCC il 6 marzo 2015<sup>20</sup>.

#### **Il contributo del bioregionalismo**

Al fine di considerare l’evoluzione che nel tempo ha subito la questione dei cambiamenti climatici e verificare le ricadute di tali fenomeni sul mondo antropizzato, risulta interessante in via preliminare affrontare brevemente la tematica relativa a quegli effetti che invece provocano forti modificazioni a livello di cicli biologici. Infatti risulta indispensabile tener presente il concetto di resilienza, che rappresenta l’indicatore sintomatico dell’evoluzione e del *fitness* degli esseri viventi sulla Terra e di conseguenza quello che ha consentito l’adattamento maggiore, minore o (in alcuni casi di estinzione) nullo. Adattamento in casi circostanziati, dipendente strettamente dalle mutazioni climatiche più volte avvenute sul globo. Il paesaggio naturale, caratterizzato dalla presenza sinergica di esseri viventi (animali, piante, ecc.) e di elementi abiotici, abbraccia le diverse strutture ecosistemiche. In queste strutture il clima rappresenta il fattore primario e spesso contraddistingue il sistema stesso. Secondo dunque una visione ecosistemica che comprenda la totalità delle soluzioni proposte, appare evidente la necessità di smettere di considerare la vita naturale del pianeta e la vita antropizzata come due entità a se stanti, che non interferiscano l’una con l’altra. Questo atteggiamento, oltre a essere altamente sbagliato, poiché gli esseri umani stessi hanno bisogno tuttora di cibo, acqua, aria e vegetazione, risulta oltremodo pericoloso per la Terra intera. Una delle possibili strade da percorrere per raggiungere dunque questo obiettivo olistico di inglobare i processi antropici in quelli non-antropizzati è stata da qualche anno già intrapresa dai movimenti del bioregionalismo<sup>21</sup>, dell’ecologia profonda e del pensiero meridiano. Se infatti, come è noto, una *bioregione* è una zona geografica che presenta una continuità idrologica, di forma del territorio, di clima, di flora e fauna e altre caratteristiche naturali, è ancora riconosciuto come tra questi caratteri vadano anche considerati i valori culturali che gli esseri umani hanno sviluppato per vivere in armonia con tali sistemi naturali, specialmente mediante i sistemi costruttivi. Il concetto di bio-regionalismo si basa sul fatto che la selezione dei materiali non deve essere in antagonismo con gli altri aspetti ambientali della costruzione e del progetto. In particolare va incoraggiato l’uso di risorse locali, sia per promuovere l’uso di materiali e prodotti indigeni, sia per ridurre il costo energetico e inquinante del trasporto.

*characterized by the synergic presence of living beings (plants, animals, etc.) and a-biotic elements, embraces the various eco-systemic structures. In these structures the climate represents the primary factor and often distinguishes the system itself. According then to an eco-systemic vision which will include the whole of proposed solutions, it appears clear the need of giving up to consider planet’s natural life and anthropized one as two independent entities, which do not interfere each other. This attitude, besides being highly incorrect, since the human beings themselves need food, water, air and vegetation, results extremely dangerous for the whole Earth. One of the possible paths to follow for achieving this holistic objective of incorporating the anthropic processes within the non-anthropized ones has been few years ago undertaken by bioregionalism<sup>21</sup>, by deep ecology and by meridian thought movements. If in fact, as it is known, a bioregion is a geographic zone which presents a continuity in terms of hydrogeology, land shape, climate, flora and fauna and some other natural characteristics, it is also recognised how these characters should be considered as cultural values which human beings had developed so as to live in harmony with these natural systems, mainly by means of construction systems. The concept of bioregionalism is based on the fact that materials selection should not be in antagonism with the other environmental aspects of construction as well as of the project. In particular, what should be encouraged is the use of local resources, both for promoting local materials and products use, and for reducing the energy and polluting cost of transportation. Which contribute can then the bioregionalist approach provide to environmental transformation according to the need of mitigating the negative effects of climate change? Firstly, given for granted that the bioregionalist approach shows a strong respect for the existing elements, a care and also affection for matter, energy, water and air of the places, of the landscape, as well as of the ecosystems, it is clear that this vision is aligned with the need of applying a wide control on the amount and quality of resources to be employed for human activities: measure that contributes, as it is known, to the reduction of climate change’s effects. An attitude for saving local and vegetation qualities of a region is also defined bioregionalist, when it can be completed by means of the actions of repopulation, re-naturalization, where necessary, and a wide respect for trees, bushes and plants, mainly those autochthon and pre-existing, which provide a meaning to the place, as well as hosting the fauna: these goals match with those of the needed actions for reducing the effects of climate change, among which in particular the intense use of vegetation that increases the oxygen level, and thus decreases the relative levels of Carbon. For bioregionalists, water of springs, of rivers, of lakes represents an important fraction of natural landscape for it is taken into account as biotic, so to be safeguarded, to be maintained pure*

### Inquinamento ozono assottigliante / Ozone depletion pollution.

*and to be recycled at the most, also because it hosts the fauna: preserving the hydric resource is in fact one of the highest goals aimed at limiting one of the most harmful effects of the climate change, i.e. the aridity. Fossil fuels are considered, by the bioregionalist movement, as a precious resource which, being located in the soils' and seas' depth, could keep an important role for the balance of the whole terrestrial ecosystem; it is not yet clear and known how many damages were eventually provided by the wild extraction which have been complying for more than a century over our planet; respecting a bioregion means caring for it and safeguarding its whole identity all over the layers, both the symbolic ones (social, economic, urban, biologic), and the concrete ones, both superficial - of the soil and elevations - and deep. Moreover, fossil fuels create two wide inconvenience to a bioregion, and CO<sub>2</sub> and poison emission, as well as insertion in the nature of oil-derived substances of difficult disposal being, them hardly biodegradable. These criteria match mostly with the goals of the actions against the climate change, which in fact require the CO<sub>2</sub> reduction.*

*If as we know, a bioregion's meaning should be preserved upon time, also the climate's elements can contribute to complete this identity; by employing at the most the energy sources, both coming from atmosphere (sun, wind, etc.) and from earth (biomass, tide, waves, alcohol, etc.), two objectives can be achieved, that of conserving upon time the local values and that of maintaining unaltered the climatic conditions, which are at the latest those which allow the bioregion's life - both human and fauna/flora - to save itself without an high adaptation. Furthermore, for preserving a bioregion it is necessary to avoid poisoning and/or death of flora, fauna, water; therefore it is clear how the goal of reducing the use of toxic materials and substances while transforming the environment can also limit the production, on one hand, of greenhouse gases, and on the other hand of ozone depleting gases. Finally where the bioregionalism suggests to reintegrate the human activities within the biological cycles of nature and thus employ materials and products which get a high naturalità<sup>22</sup> character, the goal of total recyclability of wastes by terrestrial populations seems possible and naturally reducing the effects of climate change.*

#### **Climate and soil: the impact on cultural landscape**

*The essential question now arises about the role of climate change during the human's environment and land transformation works: which positive or negative impacts does then the climate change create on the built, cultural and material landscape of the humanized areas? Given for granted that the triad nature, individual and*



Che contributo potrebbe dunque fornire l'approccio bioregionalista alla trasformazione dell'ambiente rispetto alla mitigazione degli effetti negativi del cambiamento climatico? In primo luogo, dando per scontato che l'approccio bioregionalista mostra un forte rispetto dell'esistente, una cura e anche affezione per la materia, l'energia, l'acqua e l'aria dei luoghi, dei paesaggi, nonché degli ecosistemi, è evidente che tale visione si allinea con la necessità di attuare un ampio controllo sulla quantità e qualità delle risorse da impiegare per le attività umane: misura questa che contribuisce, come è noto, alla riduzione dei cambiamenti climatici. Si definisce ancora bioregionalista un atteggiamento di conservazione delle qualità locali e vegetazionali di una regione - concretizzate nelle azioni di ripopolamento, rinaturalizzazione, laddove necessari - e ampio rispetto per alberi, arbusti e piante, soprattutto quelle autoctone e preesistenti, che danno un significato al luogo, nonché ospitalità alla fauna, questi obiettivi collimano con quelli delle azioni necessarie a ridurre gli effetti del cambiamento climatico, tra cui in particolare nell'uso intenso della vegetazione che aumenta il

livello di ossigeno, e quindi abbassa i livelli relativi del carbonio. Per i bioregionalisti l'acqua delle sorgenti, dei fiumi e dei laghi rappresenta un'importante frazione del paesaggio naturale poiché è considerabile come biotica, perciò da salvaguardare, da tenere pura e riciclare al massimo, anche perché ospita la fauna: preservare la risorsa idrica è infatti anche uno dei massimi obiettivi tesi a limitare uno dei più deleteri effetti del cambiamento climatico, cioè l'aridità. I combustibili fossili sono considerati, da parte del movimento bioregionalista, come una risorsa preziosa che, trovandosi nelle profondità dei terreni e dei mari, potrebbe avere un ruolo importante per l'equilibrio dell'intero ecosistema terrestre; ancora non appare noto e chiaro quali danni siano stati generati dalla selvaggia estrazione che si ottempera da più di un secolo sul nostro pianeta; rispettare una bioregione significa averne cura e salvaguardarne l'identità complessiva di tutti gli strati, sia quelli simbolici (sociali, economici, urbani, biologici), sia quelli concreti, cioè superficiali - del terreno e dei rilievi orografici - e profondi. Inoltre i combustibili fossili creano due ampi disagi a una bioregione, e cioè emissione di CO<sub>2</sub> e di veleni, nonché immissione in natura di sostanze petrolio-derivate di difficile smaltimento poiché poco biodegradabili: questi criteri si incrociano al massimo con gli obiettivi delle azioni contro il cambiamento climatico che infatti richiedono la riduzione del CO<sub>2</sub>.

Se, come sappiamo, il significato di una bioregione va preservato nel tempo, anche gli elementi del clima possono contribuire a realizzare questa identità; utilizzando al massimo le fonti di energia, sia quelle provenienti dall'atmosfera (sole, vento, ecc.) che dalla terra (biomassa, maree, onde, alcool, ecc.) si possono raggiungere due obiettivi, quello di conservare nel tempo i valori locali e quello di mantenere inalterate le condizioni climatiche, che in ultima analisi sono quelle che consentono alla vita della bioregione - sia umana che flora e fauna - di conservarsi senza elevato adattamento. Inoltre per preservare una bioregione è necessario evitare avvelenamenti e/o morte di flora, fauna e acque; perciò è evidente che l'obiettivo di ridurre l'uso di materiali e sostanze tossiche nella trasformazione dell'ambiente limita anche la produzione, da una lato, di gas-serra, e dall'altro di gas ozono-assottiglianti. Infine laddove il bioregionalismo suggerisce di reintegrare le attività umane nei cicli biologici della natura e quindi utilizzare materie e prodotti che si configurino a elevata naturalità<sup>22</sup>, l'obiettivo della totale riciclabilità dei rifiuti da parte delle popolazioni terrestri sembra possibile e naturalmente riducente gli effetti dei cambiamenti climatici.

#### **Clima e suolo: l'impatto sul paesaggio culturale**

Ci si pone adesso la questione essenziale sul ruolo dei cambiamenti climatici durante le opere di trasformazione dell'ambiente e del territorio da parte dell'uomo. Quali impatti, positivi o negativi, crea dunque il cambiamento climatico sul paesaggio costruito, culturale e materico delle nostre aree antropizzate? Dando per scontato che la triade natura, individuo e società sia oggi governata dalla tecnologia, e che alla

*society are today governed by technology, and that as Jansen suggests, we can consider the terrestrial milieu as an ecosphere, an over-system established by other complex systems, that is the bio-sphere, the anthropo-sphere and the techno-sphere, all of the three correlated each other's and interacting, then it is needed to take into account some physical complex and very precise rules which govern them. Starting in fact from the concept of ecology, as a whole of relationships which govern the world (oikos, home), the anthropo-sphere<sup>23</sup> can be identified with the social world, with social groups, organisations, laws, values, and so on; the bio-physio-sphere with the natural environment which includes also the living species, and finally the techno-sphere, with a technological milieu, i.e. the organised whole of utensils, products, systems, buildings, etc. In such a way structured, the world can be recognised as a unity and no operation of disaggregation and deny of importance could be given: no longer living beings inferior or superior than others, no longer territories more important than others, no longer a landscape of value and another with low meaning: the earth appears all worth of respect and safeguard, the places provided with meanings and specific identities and locally relevant. In this way, how and how much the climate change affects a bioregion rather than another appears negligible; it is instead necessary to consider the earth as an unique, whose soil hosts unnumbered and very interesting biodiversities, which only through great attention and great responsibility by human aggressor could become protector, could be valorised. But in the end we cannot forget that the available soil, once no longer impermeable, could become a ground for an international agreement of planet's safeguard, thanks to the fact that the strict relationship, already mentioned in the first lines of this notes, between a bioregion and its climate could contribute to make conscious its populations of the need of interrupting the climate-altering human actions. Even though in fact the negative effects of climate change are today observable only upon long times and within isolated events in the world, nevertheless it is well-known that a complex vision of the phenomenon in the future will show also a wide slice of humanity's cultural heritage to be compromised. In fact the humanized landscape, made up, as the Landscape European Convention declares, by «[...] an area, as perceived by people, whose character were the result of action and interaction of natural and or human factors,»<sup>24</sup> could be interested by drought phenomena and then be abandoned by populations who, for lack of water are obliged to repair in other localities. Other troubles can derive from strong precipitations which lead to damages for the structures, which, due to their antiquity, could not resist; or the built landscape could be destroyed by typhoons, hurricanes, tsunami, or other possible effects of climate change; whole historical centres, mainly if built with fragile materials, could be deleted from the earth's face, so creating a serious loss of*

*identity and history, for both the local populations and for all the past, present and future human beings eventually visitors of this magnificence.*

### Conclusion

*The aim of these brief notes was that of considering the chance of employing the bioregionalist theories and the techniques as solutions for some of the main negative effects of the climate change; recapitulating then the fulfilled steps, various items have been identified leading to the proposed reading; first of all for in general terms the climate elements have been described so as to fully comprehend the influence of any element on the others and then the interactions at planetary and local levels, that is solar radiation, ventilation, precipitations, humidity, and the secondary factors such as the latitude, the elevation, the soil morphology, the hydrography, the vegetation. Furthermore, it is necessary, with the aim of characterizing the complex phenomenon of the climate change, to observe the appearing symptoms, that is in few words the effects which often appear as strongly negative for the planet's life itself. These symptoms are identified mainly in the Earth's warming, in the sea level's decrease, in the glaciers' reduction and in the desert advancement; the symptoms have in fact led to a number of damages for humanity and for the biodiversity. Some solutions aligned with the bioregionalist vision could create an innovative and holistic proposal according to the new approach at great scale already promoted by the European Community. Nevertheless it seems clear to conclude by reminding how it is necessary not to neglect the effects at lower size, so falling into the contradiction opposite than that of the first approach: and thus facing not only the wide scale, but also carefully and deeply investigating the questions of climate change while considering that they involve with heavy repercussions also the smallest size of the planet's life. But mainly without forgetting that human's action, mostly aimed at environment transformation, should employ «[...] sustainable strategies and processes [...] (which assume) today as objectives the re-naturalization, the decontamination, the hydric saving, the rainfall water recycle, the management control for a correct common utilization»<sup>25</sup>. Although then an innate man's need were that of transforming the matter into objects also because, as Haring said «[...] it is about pursuing a conscious projectuality, giving definition to a design order of things towards the nature, such as to feed the individual evolution while respecting the living complexity. This totality is the shape of our life»<sup>26</sup> it should be profitable that all the human professions and the national and international governments would jointly contribute to remind how any shape of life could contain in itself the germs of the good bioregionalist tradition and the place identity conservation or, in absence of a responsible consciousness, all together we will contribute to increase the climate-altering causes.*

maniera di Jansen, possiamo considerare l’ambiente terrestre come una ecosfera, un sovrasisistema costituito da altri sistemi complessi, cioè la bio-fisiosfera, l’antroposfera e la tecno-sfera, tutti e tre correlati fra loro e interagenti, allora dobbiamo fare i conti con alcune regole fisiche complesse e ben precise, che li governano.

A partire infatti dal concetto di ecologia, come insieme delle relazioni che governano il mondo (oikos, la casa), si definisce<sup>23</sup> antroposfera, l’insieme dell’ambiente sociale, con i gruppi sociali, le organizzazioni, le leggi, i valori, ecc.; la bio-fisio-sfera come l’ambiente naturale, che comprende anche le specie viventi, e infine la tecno-sfera, quale ambiente tecnologico, cioè l’insieme organizzato di utensili, prodotti, sistemi, edifici, ecc... In tal modo strutturato il mondo si può riconoscere come un’unità e nessuna operazione di disgregazione e negazione di importanza potrebbe darsi: non più esseri viventi inferiori o superiori ad altri, non più territori più importanti di altri, non più paesaggi di valore e altri poco espressivi: la terra appare tutta degna di rispetto e tutela, i luoghi dotati di significati e identità specifiche e localmente rilevanti; in tal modo quanto e come il cambiamento climatico incida su una bioregione piuttosto che su un’altra appare trascurabile; è invece necessario considerare la Terra come un unicum, il cui suolo ospita innumerevoli e interessantissime biodiversità, che solo attraverso grande attenzione e grande responsabilità da parte dell’uomo, che da ex-aggressore diventi protettore, potranno essere valorizzate. Ma non dimentichiamo che in ultima analisi il suolo a disposizione, una volta non più impermeabilizzato, potrebbe diventare il terreno di un accordo internazionale di salvaguardia del pianeta, proprio grazie al fatto che la relazione stretta, già menzionata nelle prime righe di queste note, tra una bioregione e il suo clima, possa contribuire a rendere consapevoli le sue popolazioni della necessità di interrompere le azioni umane climalteranti. Quantunque infatti gli effetti negativi dei cambiamenti climatici siano oggi osservabili solo su tempi lunghi e su episodi isolati nel mondo, tuttavia è noto che una visione complessa del fenomeno troverà nel futuro compromessa anche una larga fetta del patrimonio culturale dell’umanità. Infatti il paesaggio antropizzato, costituito, come recita la Convenzione Europea del Paesaggio, da «[...] un’area, come percepita dalla gente, il cui carattere sia il risultato dell’azione e interazione di fattori naturali e/o umani<sup>24</sup>», potrebbe essere interessato dai fenomeni di siccità e quindi essere abbandonato da popolazioni che per mancanza di acqua siano costrette a riparare in altre località; altri problemi possono derivare dalle forti precipitazioni che conducono a danni alle strutture, che, a causa della loro vetustà, potrebbero non resistere; oppure il paesaggio costruito potrebbe essere distrutto da tifoni, uragani, tsunami, tutti possibili futuri effetti del cambiamento; interi centri antichi, soprattutto se costruiti con materiali fragili, potrebbero essere cancellati dalla faccia della terra, creando così una grave perdita di identità e di storia, sia per le popolazioni locali che per tutti i passati, presenti e futuri esseri umani eventualmente visitatori di tali meraviglie.

### Conclusioni

L’obiettivo di queste brevi note era quello di considerare la possibilità di utilizzare le teorie e le tecniche bioregionaliste quali soluzioni ad alcuni dei principali effetti negativi del cambiamento climatico; ricapitolando dunque i passi compiuti, sono state individuate diverse componenti atte a condurre alla lettura proposta; prima sono descritti per grandi linee gli elementi del clima, così da comprendere appieno gli influssi di ogni elemento sugli altri e quindi le interazioni a livello planetario e locale, e cioè la radiazione solare, la ventilazione, le precipitazioni, l’umidità, e i fattori secondari quali la latitudine, l’altitudine, la morfologia del terreno, l’idrografia, la vegetazione; inoltre è indispensabile, al fine di caratterizzare il complesso fenomeno dei cambiamenti climatici, osservare i sintomi apparenti, cioè in poche parole gli effetti, che a volte appaiono fortemente negativi per la stessa vita del pianeta; tali sintomi si sono identificati soprattutto nel surriscaldamento della Terra, nell’abbassamento dei livelli del mare, nella riduzione dei ghiacci e nell’avanzamento di deserti; i sintomi hanno condotto infatti a numerosi danni per l’umanità e per la biodiversità. Alcune soluzioni in linea con la visione bioregionalista possono creare una proposta innovativa e olistica secondo il nuovo approccio a grande scala già promosso dalla comunità europea.

Tuttavia appare chiaro concludere ricordando come sia necessario non trascurare gli effetti di dimensione minore, cadendo nella contraddizione opposta rispetto a quella del primo approccio: e quindi non affrontare solo la larga scala, ma esaminare attentamente e profondamente le questioni dei cambiamenti climatici tenendo presente che esse coinvolgono con ricadute pesanti anche la minima misura della vita sul pianeta. Ma soprattutto senza dimenticare che l’azione dell’uomo principalmente mirata alla trasformazione dell’ambiente dovrebbe utilizzare «[. . .] strategie e processi sostenibili . . .(che assumano) oggi come obiettivi la rinaturalizzazione, il disinquinamento, il risparmio idrico, il riciclo delle acque piovane, il controllo gestionale per una corretta fruibilità collettiva<sup>25</sup>». Sebbene dunque sia una esigenza innata quella dell’uomo di trasformare la materia in oggetti anche perché, come diceva Haring «[. . .] si tratta di perseguire una progettualità consapevole, di dare definizione a un ordine progettuale delle cose nel verso della natura, tale da alimentare l’evoluzione individuale rispettando la complessità vitale. Questa totalità è la forma della nostra vita <sup>26</sup>», sarebbe opportuno che tutte le professioni umane e i governi nazionali e sovranazionali concorressero a ricordare come ogni forma possa contenere in sé i germi della buona tradizione bioregionalista e la conservazione dell’identità dei luoghi, oppure, in assenza di una coscienza responsabile, tutti insieme contribuiremo a incrementare le cause climalteranti.

- See: Zeman Anna and Kelly Kate (1997) Geography, Scholastic inc., New York, pages. 43-49.*
- Some approximate values of Albedo (expressed in percentage) for some typologies of surfaces are: evergreen forest 7; deciduous forest 7; water 8; fresh grass 11; built areas 10; sand 15; clouds 55; fresh snow 85.*
- The well known Köppen's classification preview five main groups: raining tropical climate (under-groups: equatorial, monsoonal, savanna) with average temperature of the colder month superior to 18 °C, and with no cold season; arid climate with average rain under the limit of dryness (under-groups: steppe and desert climate); warm-temperate raining climate [sinic, humid temperate, Mediterranean] with average temperature of the colder month in between 18 °C and -3 °C and with no regular snowy cover; boreal climate or snowy forests (forest, transiberian) or snowy climates with average temperature of the colder month inferior to -3 °C; snowy climate or glacial climate (under-groups: tundra and glacial) with average temperature of the warmer month inferior to 10 °C. (Wladimir Köppen (1931), Grundriß der Klimakunde, 2ª ed., Berlino-Lipsia, Walter de Gruyter & co., e Strahler A.N. (1993) Geografía física, Piccin).*
- Even if in this context the word “period” can mean a few weeks or a few hours.*
- Roger G. Barry and Richard J. Chorley (2010), Atmosphere, Weather and Climate, Routledge, London.*
- The giant wind belts surround the globe and affect the climate all over the world: local smaller systems, the equatorial belts, instead located on south and north of the equator, are constant winds coming from east; the two belts meet near the equator in a very rainy and cloudy area, called tropical zone of convergence, where often many of the storms of the world. The drums identify a wind zone still close to the equator, which defines a weather condition with calm or low winds, while the latitude of the bear represent instead two weak wind belts at north and south of inter-tropical belts. The western tongues blow from west and are the main reason for climate change, together with high and low pressure in America. The eastern polar tongues, close to the two poles, north and south, except in case of strong storm - so-called polar lows - which sometimes are*

- shaped on the polar oceans so as to blow in circle as an hurricane.
- In the agricultural soil the NO<sub>2</sub> creates also the increase of the Ozone's content in the atmosphere.
  - See: Francese D. (1996), *Architettura Bioclimatica*, UTET, Torino.
  - For the WWF "Climate Campaign 2000", see: www.wwf.it
  - In particular the latest two gases → chloro-fluoro-carbon (CFCs), HCFCs, Freon, halon and Sulfur hexafluoride (SF6) → are expressively responsible for another negative effect on earth, that of the ozone depletion in the stratosphere.
  - In particular two very meaningful articles are present in the Kyoto Protocol. Art. 1, in which some reduction goals are added to the 1992 UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), while the times are differentiated, since also some other countries with transition economy belong to it, such as the East European ones. In this article all the definitions are also present; and Art. 3 which represent the hearth of the treaty in which the assigned qualities and each country's deadlines are established.
  - The GWP is a measure of how much energy the emissions of 1 ton of a gas will absorb over a given period of time, relative to the emissions of 1 ton of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>), see: www.epa.gov.
  - Wines James (2000) *Green Architecture*, Taschen, Koehln, page 36.
  - Possible mitigations for the already occurred climate change, due to land and building designers' actions: Use of controlled resources; Intensive use of vegetation; Careful use of water; Reduction of fossil fuels use; Energy efficiency of systems in the industrial, construction and transportation sectors; Recycling; Use of combined systems heat-energy; Use of renewables; Reduction of the employment of toxically materials; More efficient appliances; Reflecting facades; Differentiated waste disposal.
  - Jacob Francois (1978) *Evoluzione e bricolage*, Einaudi, Torino.
  - See Nardi Guido (1990) *Le nuove radici antiche*, FrancoAngeli ed., Milano.
  - See Bahnam Reinher (1995) *Ambiente e tecnica nell'architettura moderna*, Laterza, Bari-Roma.
  - See Galimberti Umberto (2004) *Psiche e Technè*, Feltrinelli, Milano.
  - Intended Nationally Determined Contribution.
  - See [http://unfccc.int/focus/indc\\_portal/items](http://unfccc.int/focus/indc_portal/items).
  - For further knowledge about bioregionalism see: Francese D. (2016) *Technologies for Sustainable Urban Design and Bioregionalist Regeneration*, Routledge, Taylor and Francis group, London, Part I, chapter 2.

- Cfr. Zeman, A. and Kelly, K. (1997), *Geography*, Scholastic inc., New York, pp. 43-49.
- Alcuni valori approssimati di albedo (espressi in percentuale) per alcune tipologie di superfici sono: foresta sempreverde 7; foresta decidua 9; acqua 8; erba fresca 11; aree costruite 10; sabbia 15; nuvole 55; neve fresca 85.
- La nota classificazione di Köppen prevede cinque gruppi principali: climi tropicali piovosi (sottogruppi: equatoriale, monsonico, savana) con temperatura media del mese più freddo superiore a 18 °C, e senza stagione fredda; climi aridi con media piovosa sotto il limite di aridità (sottogruppi: clima steppico e clima desertico); climi temperato-caldi piovosi (sinico, temperato umido, mediterraneo) con temperatura media del mese più freddo tra 18 °C e -3 °C e senza copertura regolare nevosa; climi boreali o delle foreste nivali (foreste, transiberiano) oppure climi nivali con temperatura media del mese più freddo inferiore ai -3 °C; climi nivali oppure climi glaciali (sottogruppi: tundra e glaciale) con temperatura media del mese più caldo inferiore a 10 °C. (Köppen W. (1931), *Grundriß der Klimakunde*, 2ª ed., Berlino-Lipsia; Walter de Gruyter & co.; Strahler, A.N. (1993) *Geografia fisica*, Piccin.
- Anche se in questo contesto la parola "periodo" può significare poche settimane o poche ore.
- Cfr. Barry, R. G., Chorley, R. J. (2010), *Atmosphere, Weather and Climate*, Routledge, London.
- Le cinture giganti di vento circondano il globo e influiscono sul clima in tutto il mondo; sistemi locali più piccoli, le cinture equatoriali, invece localizzate a sud e a nord dell'equatore, sono venti costanti provenienti da est; le due cinture si incontrano vicino all'equatore in una zona di tempo piovoso e nuvoloso chiamata zona tropicale di convergenza, nella quale spesso si sviluppano molti dei temporali del mondo. I tamburi costituiscono una zona di venti ancora vicina all'Equatore, che definisce una condizione di tempo con calme o venti leggeri, mentre le latitudini dell'orsa rappresentano invece due cinture di venti deboli a nord e a sud delle cinture intertropicali. Le lingue occidentali spirano da Ovest, e sono la causa principale dei cambiamenti del tempo, insieme ai sistemi di alte e basse pressioni in America. Le lingue polari orientali, vicine ai due poli nord e sud, spirano generalmente da Est, salvo nel caso di temporali intensi - detti polar lows - che si formano talvolta sugli oceani polari in modo da soffiare in circolo come un uragano.
- Oggi il 145 % più alto dell'era preindustriale.
- Cfr. Francese, D. (1996), *Architettura Bioclimatica*, UTET, Torino.
- Per la WWF "Campagna Clima 2000", cfr. <http://www.wwf.it/>.
- Nello specifico gli ultimi due gas - idrofluorocarburi (HFCs) e esafluorite di zolfo (SF6) - sono espressamente responsabili di un altro effetto negativo sulla terra, quello dell'assottigliamento dello strato di ozono nella stratosfera.
- In particolare due articoli appaiono significativi nel Protocollo di Kyoto e cioè l'Art. 1 e sono presenti anche tutte le definizioni in cui si aggiungono al UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) del 1992, degli obiettivi di riduzione mentre i tempi vengono differenziati, poiché ne fanno parte anche i paesi a economia in transizione (cioè ad esempio i paesi dell'Europa dell'Est) e l'Art 3: che rappresenta il cuore del trattato in cui vengono esplicitate le quantità assegnate e le scadenze per ogni nazione.
- Il GWP rappresenta la misura di quanta energia possa assorbire 1 tonnellata di gas in un dato periodo di tempo, rispetto alle emissioni di una tonnellata di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>); cfr. www.epa.gov.
- Wines, J. (2000), *Green Architecture*, Taschen, Koehln, p. 36.
- Mitigazioni possibili relative ai cambiamenti climatici già avvenuti, dovute ad azioni da parte dei progettisti di territorio ed edilizia: uso di risorse controllate; Uso intenso della vegetazione; Uso attento dell'acqua; Riduzione dell'uso dei combustibili fossili; Efficienza energetica dei sistemi nei settori: industriale, edilizio e dei trasporti; Riciclaggio; Impiego di sistemi combinati calore - energia; Uso di fonti rinnovabili; Riduzione nell'impiego di materiali tossici; Elettrodomestici più efficienti; Facciate riflettenti; Raccolta differenziata dei rifiuti.
- Francois, J. (1978) *Evoluzione e bricolage*, Einaudi, Torino.
- Cfr. Nardi, G. (1990) *Le nuove radici antiche*, FrancoAngeli, Milano.
- Cfr. allo scopo Bahnam, R. (1995) *Ambiente e tecnica nell'architettura moderna*, Laterza, Bari-Roma.
- Cfr. Galimberti, U. (2004) *Psiche e Technè*, Feltrinelli, Milano.
- Intended Nationally Determined Contribution (contributo nazionale determinato da raggiungere).
- Cfr. [http://unfccc.int/focus/indc\\_portal/items](http://unfccc.int/focus/indc_portal/items).
- Per ulteriori approfondimenti sul bioregionalismo cfr. Francese, D. (2016), *Technologies for Sustainable*

*Urban Design and Bioregionalist Regeneration*, Routledge, Taylor and Francis group, London, parte prima, capitolo 2.

- Per approfondire gli aspetti relativi ai livelli di "naturalità" vedi Abrami, G. (1987), *Progettazione ambientale*, Clup, Milano, pp. 119-121.
- Cfr. Ciribini, G. (1979) *Introduzione alla tecnologia del design: metodi e strumenti logici per la progettazione dell'ambiente costruito*, FrancoAngeli, Milano.
- European Council, Landscape European Convention, art 1.
- Gangemi, V. (2009) *Valorizzazione e risparmio della risorsa acqua nell'architettura e nell'ambiente*, in Passaro, A. (ed.) "Civiltà delle acque", Luciano, Napoli, p. 15.
- Harig, H. (1984) *Il segreto della forma*, Jaca Books, Milano, p. 13.

## References

- AA.VV. (2002), *World Summit on Sustainable Development. Plan of implementation*, Advanced United text, Johannsburg.
- Barry R.G., Chorley R.J. (2010), *Atmosphere, Weather and Climate*, Routledge, London.
- Galimberti U. (2004), *Psiche e Technè*, Feltrinelli, Milano.
- Jonas H. (1990), *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Einaudi, Torino.
- Kahl J.D.W. (1998), *Weather*, Chanticleer Press, New York; La Roche P. (2011), *Carbon neutral architectural design*, CRC Press, New York.
- Masullo A. (2008), *La sfida del brucco. Quando l'economia supera i limiti della biosfera*, Muzzio, Roma.
- Wilson F., Mansfield F. (1979), *The weather*, Usborne publishing, London.
- Wines J. (2000), *Green Architecture*, Taschen, Koln.

- For the aspects regarding the naturality see: Abrami G. (1987) *Progettazione ambientale*, Clup, Milano, pages 119-121.
- See Ciribini Giuseppe (1979) *Introduzione alla tecnologia del design: metodi e strumenti logici per la progettazione dell'ambiente costruito*, Franco Angeli, Milano.
- Landscape European Convention, European Council, art 1.
- Gangemi Virginia (2009) *Valorizzazione e risparmio della risorsa acqua nell'architettura e nell'ambiente*, in Passaro A. (a cura di ) "Civiltà delle acque", Luciano ed., Napoli, page 15.
- Harig Hugo (1984) *Il segreto della forma*, Jaca Books, Milano, pag. 13.

## Scenari di cambiamento climatico su aree urbane: problematiche di downscaling

Paola Mercogliano<sup>1</sup>, Guido Rianna<sup>2</sup>, Nicola Ciro Zollo<sup>3</sup>

### *Climate change scenarios at urban scale: the downscaling issue*

#### **Introduction**

*The high level of urbanization and the geo-morphological features of the Italian territory induce a high vulnerability to impacts triggered by heavy rainfall. It is sufficient to take into account that, according to Ance-Cresme datasets (2012), on the time span 1944-2012, geo-hydrological hazards are recognized to have caused damages amounting to more than 60 billion euros and currently affecting about 6 million people (82% of the municipalities). In this view, it is evident that the assessment of variations in such phenomena, under the potential effect of climate change, can represent a crucial issue for a proper management and planning of the territory. Nevertheless, this is expressly required, for example for flood events, by the European Directive 2007/60 (implemented in Italy by Law 49/2010). In this regard, urban settlements hosting about 90% of the Italian population are recognized as both the main culprits and victims of climate change. In fact, on one hand, they are among the main sources of greenhouse gas emissions. On the other hand, different sectors (e.g. tourism, energy, transport, cultural heritage, coastal zones, biodiversity) are highly subjected to the impacts of climate change, both concerning extreme weather events (e.g. heat waves, floods) and long-term impacts (e.g. increase in atmospheric temperature and sea level rise). Under such constraints, urban settlements could suffer more relevant consequences if specific and effective adaptation strategies (EEA, 2012) are not implemented. In fact, in several contexts, climate change induced variations could act essentially as an amplifier of previous issues (Castellari et al., 2014). The generalized expected increase in air temperature, for example, might be exacerbated in urban contexts, where geometries and building materials may foster the increase of the net radiation values (for example, through a decreasing in albedo). Moreover, the delay in the heat release accumulated during the daytime hours can produce local temperature increases, commonly known as urban heat island phenomena (Oke, 1992). Furthermore, the expected increase (in terms of magnitude and frequency) of heavy precipitation on sub daily scale (Fisher and Knutti, 2016) could lead to major disruptions in urban contexts, where the high proportion*

#### **Introduzione**

L’elevato grado di urbanizzazione e le caratteristiche morfologiche del territorio italiano determinano una significativa vulnerabilità del paese agli eventi intensi di precipitazione; basti pensare che, sulla base dell’inventario Ance-Cresme (2012), dal 1944 al 2012, si stima che gli eventi di dissesto abbiano provocato danni per più di 60 miliardi di euro, interessando, all’oggi, quasi 6 milioni di persone (82% dei Comuni). In virtù di quanto detto, risulta palese come la stima delle possibili variazioni di tali fenomeni, potenzialmente indotte dai cambiamenti climatici, possa rappresentare un nodo cruciale per un’appropriata gestione e pianificazione del territorio; peraltro, tale valutazione è espressamente richiesta, per i fenomeni alluvionali, dalla direttiva europea 2007/60 (recepita in Italia dalla L. 49/2010). A tal riguardo, gli insediamenti urbani, nei quali vive circa il 90% della popolazione italiana, sono riconosciuti al contempo come i maggiori responsabili e vittime del cambiamento climatico. Da un lato, infatti, sono tra le principali fonti di emissioni climalteranti; dall’altro, presentano una elevata vulnerabilità multisettoriale (ad es. turismo, energia, trasporti, beni culturali, zone costiere, biodiversità) agli impatti dei cambiamenti climatici, a causa di eventi estremi (ad es. ondate di calore, inondazioni) e impatti di lungo termine (p.e. trend di aumento della temperatura atmosferica e innalzamento del livello del mare). A causa di questa alta vulnerabilità gli insediamenti urbani potrebbero subire conseguenze di gran lunga più rilevanti se non verranno attuate specifiche azioni di adattamento (EEA, 2012). Infatti, in molti contesti la variazione indotta dai cambiamenti climatici potrebbe agire essenzialmente come amplificatore di criticità pregresse (Castellari et al., 2014): l’incremento generale di temperatura atteso, ad esempio, potrebbe essere esacerbato nei contesti urbani dove geometrie e materiali da costruzione utilizzati favoriscono l’incremento della radiazione netta agente (ad esempio, tramite la diminuzione di albedo) e il ritardo nel rilascio del calore accumulato durante le ore diurne producendo i fenomeni di aumento localizzato di temperatura atmosferica comunemente noti come isole di calore urbane (Oke, 1992). Inoltre, l’incremento atteso (in termini di intensità e frequenza) delle precipitazioni sulla scala temporale sub giornaliera (Fisher e Knutti, 2016) potrebbe comportare maggiori disagi nei contesti urbani nei quali l’elevata percentuale di superficie impermeabilizzata induce spesso tempi di corrivazione anche inferiori all’ora e le reti di drenaggio urbano spesso risultano già attualmente sottodimensionate a causa dei rapidi processi di urbanizzazione degli ultimi decenni (Arnbjerg-Nielsen et al., 2013).

Infine, impatti a scala spaziale maggiore come i fenomeni di dissesto geo-idrologico indotti da precipitazioni intense su brevi intervalli temporali (*debris flow, flash / riverfloods*) potrebbero produrre danni ingenti e vittime soprattutto nei contesti urbani a causa delle maggiori densità abitative e della usuale maggiore esposizione; al contempo, l’attesa riduzione nella disponibilità della risorsa idrica potrebbe porre la città in competizione con gli altri settori come l’agricoltura e l’industria che, per loro natura, necessitano di grandi quantitativi d’acqua (EEA, 2010; Greater London Authority, 2010).

A tal riguardo, un fondamentale strumento di supporto è rappresentato dall’Accordo di Parigi, adottato nel Dicembre 2015 ed entrato in vigore il 4 Novembre 2016 dopo che trenta giorni prima era stata superata la soglia richiesta (almeno 55 nazioni responsabili almeno del 55% delle emissioni globali di gas climalteranti). Infatti, oltre al ben noto e ambizioso obiettivo di limitare il riscaldamento globale entro i 2 °C (possibilmente 1.5 °C), il testo sottolinea il ruolo fondamentale giocato dalle politiche di adattamento nella lotta agli impatti indotti, in tutti i settori, dai cambiamenti climatici.

La sfida rappresentata dallo sviluppo e applicazione di efficaci politiche di adattamento si presenta, all’oggi, particolarmente impegnativa per diverse ragioni, prima tra tutte, la notevole incertezza che mina la stima delle potenziali variazioni correnti e future nelle forzanti meteo, negli impatti indotti e nei costi associati. In tale ottica, lo sviluppo di strumenti di modellistica che permettano di arrivare a valutare qualitativamente gli effetti dei cambiamenti climatici sugli insediamenti urbani risulta ancora oggi una sfida aperta per la comunità scientifica sia perché essa richiede lo sviluppo di modelli climatici e di impatto molto risoluti, che richiedono costi computazionali molto elevati, sia per la necessità di disporre di un’ampia gamma di osservazioni in ambiente urbano che possano aiutare lo sviluppo di strumenti di modellistica ad hoc. A tale scopo la divisione REMHI della Fondazione CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui cambiamenti climatici) che si occupa della regionalizzazione, o downscaling, del cambiamento climatico, insieme alla valutazione degli impatti al suolo del cambiamento climatico in particolare per quanto riguarda gli impatti geologici e idrologici, sta sviluppando, accanto agli strumenti sovra menzionati, anche tecniche speditive, ovvero con un contenuto informativo minore ma con costi decisamente più limitati. Tali tecniche sono essenzialmente legate alla disponibilità di lunghe serie temporali in ambiente urbano, ed essendo, per lo più, tali dati disponibili per la precipitazione e temperatura, esse permettono di fornire solo scenari per queste variabili, sia in termini di valori medi che estremi.

#### **Metodologia**

In termini generali, le catene modellistiche per la stima delle future evoluzioni delle

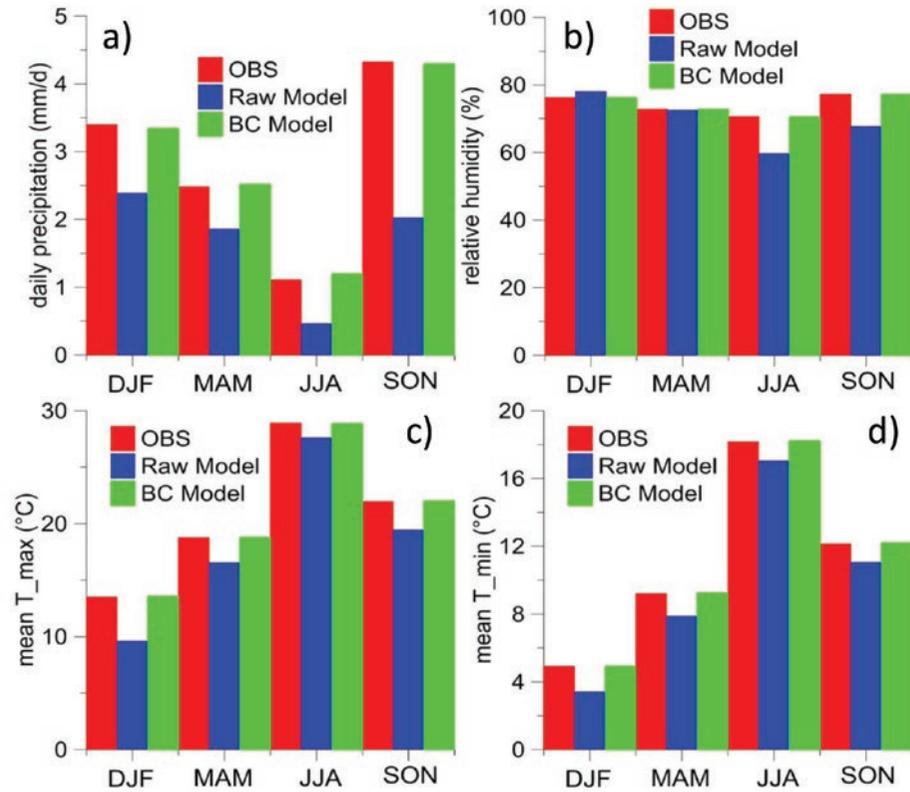
*of impervious surfaces can often induce concentration times also lower than one hour and where, currently, urban drainage networks often are already undersized after the rapid urbanization in past decades (Arnbjerg-Nielsen et al., 2013).*

*Finally, larger scale impacts, such as geo-hydrological hazards induced by heavy rainfall over short time intervals (debris flow, flash / river floods) could produce greater damages and a higher number of casualties, especially in urban areas due to greater population density and exposure. At the same time, the expected reduction in water availability could put urban settlements in competition with other sectors (such as agriculture and industry) that require large amount of water (EEA, 2010; Greater London Authority, 2010) according to their intrinsic features.*

*In this perspective, a key supporting tool is represented by the Paris Agreement, adopted in last December, in force on 4th November 2016. It allowed achieving the required threshold of «at least 55 Parties to the Convention accounting in total for at least an estimated 55% of the total global greenhouse gas emissions have deposited their instruments of ratification, acceptance, approval or accession» (at December 2016, 115 out of 197 parties have completed the process). Beyond the ambitious intention of limiting global warming below 2 °C (possibly 1.5 °C), the Agreement emphasizes the prominent role of adaptation in coping, in all sectors, with the effects of climate changes. The challenge represented by the development and implementation of effective adaptation policies appears particularly difficult for several reasons: in special way, the considerable uncertainty that undermines the estimate of current and future changes in weather forcing, induced impacts and associated costs.*

*In this view, the development of modeling tools allowing the achievement of qualitative assessments of the climate change effects on urban settlements is still an open challenge for scientific community. In fact, climate change and related impacts must be analyzed employing a very high spatial resolution, entailing huge computational costs. Moreover, long observational data series, monitored in the urban settlements, are needed to support the development of ad hoc modeling tools. To this aim, the REMHI division of CMCC Foundation (Euro-Mediterranean Center on Climate Changes) is mainly dealing with the development of downscaling approaches and the evaluation of the impacts on the soil, in particular in terms of geological, hydrological and hydraulic impacts. REMHI is currently involved in the development not only of the over-mentioned approaches, but also of expeditious techniques characterized by a lower amount information content and requiring limited costs. Such techniques need the availability of long data series monitored in urban environments. Since data are mainly available for*

Valori stagionali relativi alla stazione di Capodichino osservati (rosso), restituiti dalla modellazione climatica (blu) e al seguito dell'adozione di approcci di bias correction (verde) per: a) precipitazione giornaliera, b) umidità relativa, c) Tmax e d) Tmin. I valori si riferiscono al periodo di controllo 1971-2000 / *Seasonal values related to the Capodichino station (red), provided by climate models (blu) and using a bias correction approach (green) for : a) daily precipitation, b) relative humidity, c) Tmax, d) Tmin. Values are referred to the control period 1971-2000.*



precipitation and temperature, scenarios are provided only for these two variables, both in terms of average and extreme values.

#### Methodology

Modeling chains for assessing the future evolution of the atmospheric dynamics involve the use of different elements.

(1) Representative Concentration Pathways (RCPs) provide time and space dependent (resolution of about 60 kilometers) trajectories of concentrations of climaterant gases (i.e. GreenHouse Gases - GHG, aerosols and chemically active gases) resulting from human activities and land use changes. In the last years, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) has developed four possible scenarios, allowing the comparison of results between different projections (van Vuuren et al., 2011). More specifically, RCP2.6 scenario entails substantial reductions in emissions within a few years. The RCP4.5 and RCP6.0 are considered intermediate or stabilization scenarios, while RCP8.5 assumes a steady increase in emissions up to 2100. The numerical suffix after RCP indicates the increase in radiative forcing (in  $W/m^2$ ) estimated by 2100 with respect to the pre-industrial era (1765). In 2011, this value was approximately equal to  $2.29 W/m^2$ .

(2) Such concentration estimates are used as forcing for global climate models, which allow the representation of the main atmospheric processes on a global scale. Specifically, the well-known General Circulation Models (GCMs) are able to reproduce atmospheric and ocean dynamics, while the new generation of Earth System Models (ESM) allows the estimation of the processes and feedbacks in cryosphere and biosphere. Several

dinamiche atmosferiche prevedono l'utilizzo di differenti elementi: (1) Representative Concentration Pathways (RCPs) forniscono i potenziali andamenti nel tempo e nello spazio (risoluzione di circa 60 km) delle concentrazioni dei gas climalteranti (gas a effetto serra, aerosol e gas chimicamente attivi) in funzione delle attività umane e delle associate variazioni di uso del suolo. Tra i molti disponibili, l'IPCC ne ha selezionati quattro al fine di poter disporre di scenari standard che permettano la comparazione dei risultati tra proiezioni (van Vuuren et al., 2011). Di questi, lo scenario RCP2.6 prevede riduzioni sostanziali delle emissioni entro pochi anni; gli scenari RCP4.5 e RCP6.0 sono scenari intermedi o di stabilizzazione delle emissioni mentre lo scenario RCP8.5 prevede un incremento costante delle emissioni fino al 2100. Il suffisso numerico rappresenta essenzialmente l'incremento del forcing radiativo stimato al 2100 rispetto all'era preindustriale (1765) in funzione delle concentrazioni e variazioni ipotizzate; al 2011, tale valore è circa pari a  $2.29 W/$

$m^2$ . (2) Le stime così ottenute sono utilizzate come forzanti per i modelli climatici globali che permettono la rappresentazione dei principali processi atmosferici a scala globale. Nello specifico, i ben noti General Circulation Models (GCM) sono in grado di riprodurre movimenti e dinamiche atmosferiche e oceaniche mentre la più nuova generazione di modelli Earth System Models (ESM) permette la stima dei processi e feedback anche di criosfera e biosfera. Numerosi studi (ad es. IPCC, 2013) hanno mostrato una buona capacità che tali modelli offrono nel riprodurre il clima globale e la risposta alla variazione di GHG (Green House Gases) con affidabilità maggiori per alcune variabili (temperatura) e inferiore per altre. D'altronde, nonostante i notevoli sviluppi degli ultimi anni, le risoluzioni orizzontali all'oggi permesse, a causa degli elevati oneri computazionali, si attestano nell'ordine del centinaio di chilometri. A causa di tale vincolo, tali modelli sono quindi inadeguati per stime di tendenze e impatti a scala locale/regionale per le quali assumono importanza cruciale (anche rispetto alla circolazione di larga scala) le caratteristiche geografiche del territorio (distanza dal mare, orografia). (3) Per tali motivi, sono state quindi sviluppate tecniche di regionalizzazione differenti per approccio, oneri computazionali, prerequisiti e limiti (Ekstrom et al., 2015) identificano tre metodi di regionalizzazione a complessità crescente: "change factor", "statistica" e "dinamica". Nel primo caso, la variazione restituita dai modelli globali per la variabile di interesse è direttamente applicata alla serie storica di dati. Per tale motivo, l'approccio consiste in una semplice "perturbazione" del dataset osservato in modo da indurre variazioni in alcune fissate caratteristiche della distribuzione (ad esempio, la magnitudo). I metodi statistici adottano schemi empirici sulla base di relazioni statistiche tra predittori a larga scala e variabili climatiche locali, calibrate e validate su dati osservati e successivamente applicate alle variabili dei GCM; richiedono un limitato onere computazionale e permettono analisi anche alla scala del punto stazione ma necessitano di lunghe serie di dati osservati per la definizione delle relazioni statistiche. Gli approcci dinamici prevedono l'uso di modelli climatici ad area limitata e a maggiore risoluzione (Regional Climate Model - RCM) innestati per l'area di interesse sul modello globale dal quale traggono le condizioni al contorno. Le risoluzioni all'oggi correntemente adottate, nell'ordine dei 10 km, permettono da un lato una migliore risoluzione dell'orografia e dall'altro di risolvere una frazione cospicua dei fenomeni atmosferici locali; D'altra parte, anche col loro utilizzo permangono sovente errori (anche in tal caso maggiori per le precipitazioni che per le temperature) che ne possono parzialmente inficiare la loro adozione per stime quantitative degli effetti locali indotti dai cambiamenti climatici; d'altronde, sotto l'ipotesi che, per variazioni contenute del sistema climatico, tali errori siano indipendenti dal periodo investigato (errori di natura sistematica o invarianza dell'errore) (Maraun et al., 2010; Maurer et al., 2013), essi possono essere rimossi ricorrendo al confronto tra clima di scenario e corrente o, negli studi di maggiore dettaglio, tramite tecniche di correzione statistica

studies (e.g. IPCC, 2013) showed the satisfying skills of such models in reproducing the main features of global climate and the response to the change in GHG, more reliable for some variables (e.g. temperature) and lower for others (e.g. precipitation). Moreover, despite the significant improvements achieved in recent years, horizontal resolutions currently allowed by the high computational costs remain in the order of hundreds of kilometers. Under such constraints, these models are thus inadequate for the evaluation at local / regional scale, where (also with respect to the large-scale circulation) the geography of the area (distance from the sea, topography) assumes a crucial significance. (3) For these reasons, recently, several downscaling techniques have been developed to increase the spatial resolution. They significantly differ one another in terms of computational costs, prerequisites and limitations. Ekstrom et al. (2015) identify three approaches of increasing complexity: change factor (simple scaling), statistical and dynamical approaches.

In the first case, the variation returned by GCMs for the investigated weather variable is directly applied to historical climate data. However, it consists in a mere perturbation of observed datasets, inducing a variation in fixed features of distribution (e.g. magnitude). The statistical approaches adopt frameworks based on empirical statistical relationships between predictors large-scale and predictand local climate variables calibrated and validated on observed data and then applied to GCMs variables. They require limited computational burden, also allowing analysis at station scale, but need long series of observed data for the definition of the statistical relationships. The dynamical approaches involve the use of climate models over limited area and employing a higher resolution (RCMs, Regional Climate Model), nested for the area of interest in the GCM from which they draw the boundary and initial conditions. The currently adopted resolutions, in the order of 10 km allow a better resolution of the orography (increasing resolution adds value) and solve a substantial fraction of the local atmospheric phenomena (model complexity adds value). Nevertheless, errors persist in the representation of climate dynamics with different extent, according to the weather variable (also in this case it results higher for precipitation than for temperature), the investigated area or the time scale of interest. These errors could prevent their adoption for quantitative estimations of local effects induced by climate change. Anyway, under the assumption that, for limited changes in the climate system, such errors are independent of the investigated period (systematic error or invariance) (Maraun et al., 2010; Maurer et al., 2013), they can be removed through the comparison between the values returned by RCMs over future and current periods. Alternatively, more sophisticated approaches, by means of adjustment

*statistical techniques characterized by different complexity (bias correction approaches). In this regard, in recent years, among the different proposed bias correction approaches (Villani et al., 2015), the methods known as quantile mapping have been recognized to outperform the other ones in several geographical contexts and for different atmospheric variables, primarily thanks to their high flexibility in reproducing the pattern observed on the validation periods (Lafon et al., 2013). Nevertheless, the currently adopted horizontal resolutions (about 10 Km) often allow a simplified parametrization of urban settlements, characterized by limited extensions (for example, according to Istat, 33.3% of the population lives in the main urban settlements, but they extend over a surface of about 4.8%). Consequently, the above introduced simulation chains allow performing the assessment of climate scenarios also at local scale only if bias correction techniques can be adopted, through the availability of long and reliable observation datasets (typically precipitation, temperature, humidity). In this way, indeed, besides removing the error of the model, which is assumed as systematic, they can rely on an added information content provided by the observations collected in an urban environment. Obviously, this approach represents an expeditious method for the downscaling of climate change scenario at urban scale. Scientific community is currently developing a more reliable approach, based on an actual downscaling from RCMs, up to scales of the order of 1-3 km resolution. Currently, REMHI division is also deeply involved in simulations at such very high resolutions. More specifically, the simulation performed on the Italian territory through the COSMO-CLM model (Rockel et al., 2008) in the optimized configuration tuned by Bucchignani et al. (2015) at 8 km, is further downscaled up to a resolution of about 2 km. Such spatial scales allow explicitly taking into account the urban dynamics through proper and detailed physical parameterizations. Although such approaches are recognized as more complete, permitting to obtain very high-resolution scenarios for all weather variables of interest, currently they entail costs that are hardly to bear in terms of time and computational burden. This means that they are not currently adoptable in short times and with low costs. Then, as example, in the next section the main results achieved within the Metropolis project, through the use of expeditious methods for the city of Naples will be briefly displayed.*

**Climate change projections for the city of Naples**  
*In the frame of the Metropolis project, CMCC has estimated the future values of daily precipitation, temperature and relative humidity over the territory of Naples under the potential effect of Climate Change using the downscaling approach, including*

di differente complessità (tecniche di bias correction). A tal proposito, negli ultimi anni, tra i differenti approcci di bias correction proposti (Villani et al., 2015), i metodi definiti di quantile mapping hanno dimostrato per diversi contesti geografici e variabili atmosferiche di essere in grado, in virtù della loro elevata flessibilità, di riprodurre in modo più fedele i pattern osservati sui periodi di validazione (Lafon et al., 2013). Sulla base delle risoluzioni orizzontali correntemente adottate (circa 10 km), nelle catene usualmente implementate, gli insediamenti urbani, in virtù della loro limitata estensione, possono essere parametrizzati solo in modo semplificato (all’oggi, secondo l’Istat, gli insediamenti urbani principali ospitano infatti il 33,3% della popolazione su una superficie complessiva del 4,8%). In virtù di quanto detto, le catene di simulazioni presentate permettono di poter eseguire la valutazione degli scenari climatici anche alla scala locale solo qualora, tramite la disponibilità di serie di osservazioni (tipicamente precipitazione, temperatura, umidità) lunghe e di buona qualità, si ricorra all’adozione di tecniche di *bias correction* che, oltre a rimuovere l’errore assunto come sistematico del modello si avvalgano dell’ulteriore contenuto informativo restituito dalle serie di osservazioni raccolte in ambiente urbano. Chiaramente tale approccio rappresenta un metodo speditivo per la localizzazione del cambiamento climatico su scala urbana. Un’altra metodologia, basata su un ulteriore downscaling del modello climatico regionale, fino a scale di risoluzione dell’ordine 1-3 km è attualmente in fase di sviluppo da parte della comunità scientifica. Tale configurazione innovativa è correntemente in studio presso la divisione REMHI. In tal caso, la simulazione condotta sull’Italia tramite il modello COSMO CLM (Rockel et al., 2008) nella configurazione ottimizzata a 8 km da Bucchignani et al. (2015) è ulteriormente localizzata sino a una risoluzione di circa 2 km. Tali scale permettono di portare in conto tramite opportune parametrizzazioni le dinamiche urbane e attualmente sono in fase di sviluppo. Pur essendo quest’ultimo metodo più completo, permettendo di avere scenari ad altissima risoluzione di tutte le variabili di interesse, esso risulta attualmente significativamente oneroso in termini di tempi e costi computazionali. Ciò significa che esso non è attualmente adottabile in tempi brevi e con costi bassi. A titolo di esempio, nel prossimo paragrafo saranno brevemente richiamati i principali risultati prodotti, nell’ambito del progetto Metropolis, tramite l’utilizzo di metodi speditivi sul territorio della città di Napoli.

### Proiezioni di cambiamento climatico sulla città di Napoli

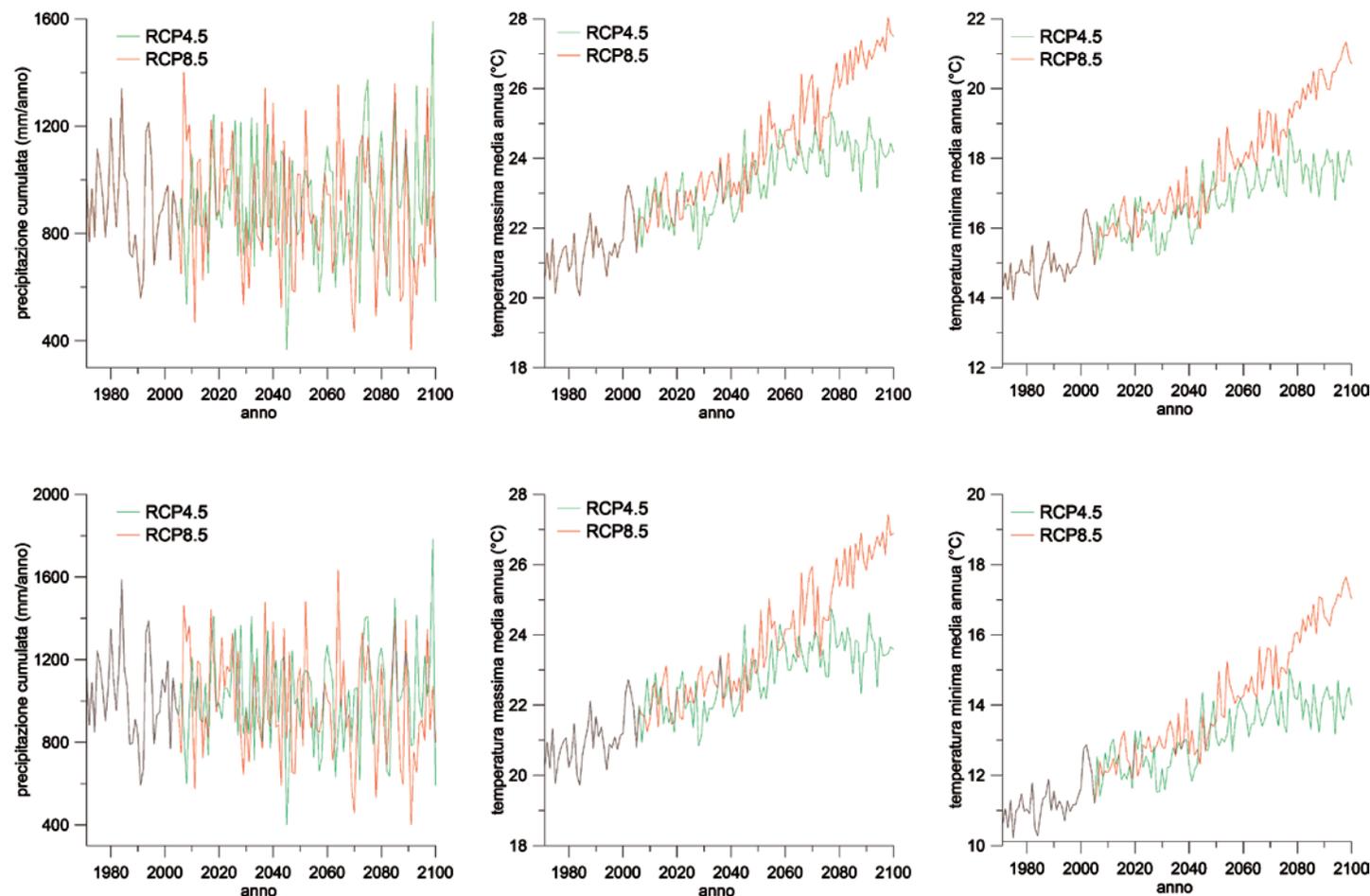
Nell’ambito del progetto Metropolis, il CMCC si è occupato di effettuare la stima dei futuri valori di precipitazione giornaliera, temperatura e umidità relativa sul territorio di Napoli sotto il potenziale effetto dei cambiamenti climatici utilizzando l’approccio di downscaling, completo di *bias correction*, sopra descritto. Nello specifico, quindi, la catena di simulazione utilizzata adotta come GCM il modello CMCC\_CM (Scoccimarro et al., 2011) caratterizzato da una risoluzione

orizzontale sul territorio italiano pari a circa 80 km mentre il modello regionale è COSMO\_CLM (Rockel et al., 2008) con risoluzione orizzontale di circa 8 km nella configurazione ottimizzata da Bucchignani et al. (2015) sull’intero dominio italiano. Le analisi coprono l’intervallo temporale dal 1971 al 2100: per un primo periodo 1971-2005, le concentrazioni dei gas climalteranti sono mutate da dataset osservativi (20C3M) mentre per il restante periodo sono utilizzati gli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5. La validazione sul dominio italiano per il periodo di controllo mostra come le prestazioni di tale simulazione, in termini di valori medi per precipitazioni e temperature, siano del tutto in linea con quelle degli altri modelli allo stato dell’arte mentre l’elevata risoluzione orizzontale permette, in molti casi, una migliore riproduzione dei valori estremi (Zollo et al., 2015).

Inoltre, al fine di poter utilizzare i valori restituiti dalla catena modellistica climatica come input a differenti strumenti per la stima degli impatti e quindi giungere a valutazioni quantitative, si è ricorso all’approccio di *bias correction* di tipo *quantile mapping* nel quale la correzione tra quantili è condotta stimando relazioni empiriche ad hoc in funzione della forma delle distribuzioni delle variabili atmosferiche investigate. A tal fine, si è fatto ricorso alle osservazioni giornaliere disponibili per le stazioni di Napoli Servizio Idrografico (temperatura massima, temperatura minima e precipitazione) e Napoli Capodichino (umidità percentuale, temperatura massima, temperatura minima e precipitazione) sul periodo 1971-2000. Infatti, sulla base delle linee guida WMO (World Meteorological Organization), è assunto che un periodo di tale lunghezza possa permettere di apprezzare le intrinseche variabilità interannuali dei pattern atmosferici riducendo la probabilità che a essi possano sovrapporsi trend di lunga durata come quelli di natura antropindotta.

Alcuni elementi emergono chiaramente dalla prima figura riportata nel presente lavoro dove è palese il miglioramento nella riproduzione dei pattern atmosferici indotto dall’utilizzo delle tecniche di *bias correction*. In tal caso, sia per la precipitazione che per entrambi i valori di temperatura massima e minima, la sottostima fornita dalla catena modellistica climatica è totalmente recuperata. D’altro canto, è interessante notare come il modello restituisca stime di umidità relativa caratterizzata da errore modesto che è comunque del tutto annullato ricorrendo alla successiva correzione. Inoltre, tramite l’analisi dei dati osservati è possibile chiaramente identificare le caratteristiche tipiche del clima mediterraneo: valori elevati di precipitazione cumulata nella stagione autunnale (per la quale si registra il massimo con ca. 400 millimetri /stagione) e invernale (ca. 300 millimetri / stagione) e cumuli ridotti nelle altre stagioni (soprattutto in estate, 90 millimetri / stagione mentre in primavera ca. 250 millimetri). Le temperature mostrano invece il tipico andamento sinusoidale con i massimi valori nella stagione estiva (temperatura massima vicino ai 30 °C) e i minimi in quella invernale (temperatura minima vicino ai 5-6 °C). Considerazioni del tutto similari possono essere ripetersi anche per l’altra

*bias correction, described above. In particular, the simulation chain adopted the CMCC-CM model as GCM, characterized by a horizontal resolution of about 80 km while the regional model was COSMO-CLM (Rockel et al., 2008) with a horizontal resolution of about 8 km in the optimized configuration of Bucchignani et al. (2015) over the Italian domain. The analysis were carried out over the period 1971-2100: for 1971-2005, the greenhouse gases concentrations were provided by observational datasets (20C3M) while for the remaining period they were derived according with both RCP4.5 and RCP8.5 scenarios. Assessment over Italy for the control period shows that the performance of this simulation, both in terms of precipitation and temperature indices, are in good agreement with results of other models, while the high horizontal resolution allows a better representation of extreme values in many cases (Zollo et al., 2015). Furthermore, in order to use the values returned by the simulations for the estimation of the impacts and quantitative assessments, the approach of bias correction based on quantile mapping was used. In particular, the correction between quantile is carried out to estimate empirical ad hoc relationships that are function of the distributions of the investigated atmospheric variables. Therefore, daily observations have been used, available for the stations of Naples Hydrographic Service (maximum temperature, minimum temperature and precipitation) and Naples Capodichino (humidity percentage, maximum temperature, minimum temperature and precipitation) over the period 1971-2000. Indeed, according to the guidelines provided by WMO (World Meteorological Organization), a period of this length allows observing the inherent annual variability of atmospheric patterns, reducing the probability of long-term trends overlay, such as those of human-induced nature. Some elements are evident from the first figure of this work, where it is clearly visible the improvement in the reproduction of the atmospheric pattern induced by the use of bias correction techniques. In this case, both in terms of precipitation and temperature values, the underestimation supplied by the climate modeling sequence is completely recovered. On the other hand, it is interesting to note that the model returns esteems of relative humidity characterized by a modest error, which is still completely removed using the next correction. In addition, the analysis of the observed data allows identifying the typical characteristics of the Mediterranean climate: high values of cumulated precipitation in autumn (this variable has a maximum of about 400 mm / season) and winter season (about 300 mm / season). Lower values of precipitation are recorded in the other seasons (especially in summer, 90 mm / season, and 250 mm / season spring).*



Temperatures instead show the typical sinusoidal pattern, with the maximum values in summer (maximum temperature close to 30 °C) and the minimum in the winter (minimum temperature near 5-6 °C). Similar considerations also apply for the other station considered. Then, future projections are shown in the second graph. The cumulated annual precipitation is characterized by high annual variability for the two stations. Under the RCP4.5 scenario, no significant changes are observed, while, under RCP8.5 scenario, a reduction of the precipitation is estimated for the Capodichino station (with significance level of

stazione considerata. Sono quindi mostrate le proiezioni future nel secondo grafico: per quanto riguarda la precipitazione cumulata annuale, per ambedue le stazioni essa risulta caratterizzata da elevata variabilità interannuale; sotto lo scenario RCP 4.5, non si ravvedono variazioni significative mentre nel caso dello scenario RCP 8.5, per la stazione di Capodichino, è stimata una riduzione del cumulo (con significatività del 5% e del 10% rispettivamente considerando l'output della modellazione climatica sottoposto o meno a *bias correction*). La riduzione attesa, su 100 anni, nei due casi si aggira sul 10% del cumulo annuale.

Gli incrementi di temperatura, invece, si attestano, per entrambe le stazioni, attorno

a 3°C su 100 anni sotto lo scenario di concentrazione RCP 4.5 e arrivano a superare i 5°C per lo scenario più pessimistico (ma si ricordi attualmente considerato business as usual). Poche differenze sono ravvisabili, in tal senso, tra temperatura massima e minima.

### Conclusioni

Nel presente contributo è sinteticamente introdotta la problematica della localizzazione del cambiamento climatico sulla scala urbana. Lo studio di tale scala risulta di grande interesse per la società proprio perché le aree urbane sono la parte del pianeta dove si potrebbero pagare i maggiori costi sociali del riscaldamento globale e per queste ragioni appare sempre più urgente una specifica attenzione nell'ambito di strategie di adattamento (EU, 2009). L'approccio presentato può definirsi speditivo, rispetto ad altri sicuramente più complessi ma anche più onerosi dal punto di vista computazionale che prevedono lo sviluppo di modelli climatici ad altissima risoluzione e che implementano anche specifiche parametrizzazioni per le aree urbane, e di modelli di impatto avanzato.

Tale approccio, pur se speditivo e applicabile solo laddove vi siano lunghe serie di dati osservati nell'area di interesse, è attualmente anche utilizzato per altre attività di ricerca a cui partecipa la medesima divisione di ricerca. In particolare è in fase di svolgimento un progetto di ricerca finalizzato alla creazione di un modello di verifica dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla salute umana con il fine di orientare la pianificazione urbanistica del Comune di Prato.

In tal caso, ci si occupa di fornire supporto tecnico per l'aggiornamento della strumentazione urbanistica comunale finalizzato alla stima e alla mitigazione del rischio nelle aree urbane in conseguenza di alluvioni, frane, ondate di calore e altri fenomeni indotti dai mutamenti del clima e da altri agenti dannosi.

La novità di tale metodologia è nella sua possibilità di essere integrata nella formazione degli strumenti ordinari di pianificazione, in particolare all'interno dei processi di valutazione e redazione di piani alle diverse scale, senza doverne modificare la struttura esistente.

Un'altra applicazione in fase di sviluppo e di potenziale grande utilità, anche in ambiente urbano è la definizione delle variazioni delle curve IDF (Intensità-Durata-Frequenza) potenzialmente indotte dai cambiamenti climatici. Tali curve esprimono la relazione tra le intensità (o altezze) di precipitazione massima e le durate di pioggia attese in una determinata area, per un assegnato valore del periodo di ritorno. Esse rappresentano uno degli strumenti di sintesi correntemente adottato per la progettazione delle opere idrauliche (ad esempio, sistemi di drenaggio) o dei manufatti che possono essere direttamente interessati dai fenomeni di dissesto associati ai fenomeni di precipitazione intensa. Per loro stessa definizione la validità di tali curve è connessa alla stazionarietà delle condizioni sulla base delle quali sono

nella pagina accanto / side page

Per l'intervallo 1971-2100, valori annuali di precipitazione cumulata (sin), temperatura massima media (cen) e temperatura minima media (dx) in alto per la stazione denominata Servizio Idrografico ed in basso per Capodichino; sull'intervallo 1971-2005, i modelli sono forzati tramite dataset osservativi (20C3M) mentre per 2006-2100 sono considerati gli scenari di concentrazione RCP4.5 (verde) e RCP8.5 (rosso) / Annual cumulate precipitation values (left), average maximum temperature (center) and average minimum temperature (right) for the "Servizio Idrografico" station (above) and for Capodichino (below). Models are forced using observational dataset (20C3M) over 1971-2005, while over 2006-2100 concentration scenarios RCP4.5 (green) and RCP8.5 (red) are considered.

5% and 10%, respectively, considering the output of the modeling climatic subjected (or not) to bias correction). The expected reduction, over a 100-years period, in both cases, is about 10% of the annual cumulated precipitation.

Temperature increases lie around 3°C over a 100-years period under RCP4.5 scenario and exceed 5°C for the most pessimistic scenario (but it is currently considered business as usual). Few differences are recorded between maximum and minimum temperature.

### Conclusions

In the present work, the issue of climate change localization at the urban scale is synthetically introduced. The analysis of this specific spatial scale is of great interest for the society, because urban areas are those parts of Earth where the highest social costs of the global warming are expected. Therefore, for these areas a specific attention in the framework of the adaptation strategies appears very urgent (EU, 2009). The approach adopted can be defined expeditious in comparison to others, which are more complex and heavier from a computational point of view.

requiring the development of very high-resolution climate models including specific parameterizations for urban areas and also of advanced impact simulation models. This approach, even if expeditious and usable only if long observation time series are available over the area of interest, is currently adopted for different research activities of the REMHI research division. More specifically, it is currently used in a project aimed to develop a model for the assessment of climate change impact on human health, in order to guide the urban planning of Prato city. In this case, a technical support is provided for the upgrading of the urban planning tools, aimed at estimating and mitigating the risk in the urban areas for floods, landslide, heat waves and other phenomena induced by climate changes and other adverse events. The innovation of this methodology is represented by its capability to be integrated in the development of the ordinary planning tools and, in particular, inside the evaluation and editing processes in the different phases without the need to modify the existing structure. Another application under development and of great potential usefulness, even in an urban environment, is the definition of the variations of the IDF curves (Intensity-Duration-Frequency) potentially caused by climate change. These curves correlate the rainfall intensity and duration in a specific area, for a fixed value of the return period<sup>4</sup>. IDFs represent one of the different synthesis tools currently adopted for the design of hydraulic structures (for example, drainage systems) or of artefacts that can be directly affected by instability phenomena associated to intense precipitation events. According with their definition, the validity of IDF curves is connected to the stationarity of the climate conditions, on which the estimation of return time period is based. Under the hypothesis of climate change then, they may no longer be valid, due to the lack of stationarity conditions, so they require appropriate modifications in order to be used.

1. CIRA (Italian Aerospace Research Centre), via Maiorise, Capua 81043, Italy. CMCC Foundation, REHMI (Regional Models and geo-Hydrological Impacts), via Maiorise, Capua 81043, Italy. E-mail: p.mercogliano@cira.it
2. CMCC Foundation, REHMI (Regional Models and geo-Hydrological Impacts), via Maiorise, Capua 81043, Italy, E-mail: guido.rianna@cmcc.it
3. CMCC Foundation, REHMI (Regional Models and geo-Hydrological Impacts), via Maiorise, Capua 81043, Italy. E-mail: guido.rianna@cmcc.it
4. In statistic science, the return time of an event is the mean time elapsing between the occurrence of two subsequent events of the same entity or above an intensity assigned value.

stimati i tempi di ritorno<sup>4</sup>; sotto l'ipotesi di cambiamento climatico tale strumento quindi non può essere più valido, venendo a mancare la condizione di stazionarietà, ma necessita di opportune modifiche per poter essere utilizzato.

1. CIRA (Italian Aerospace Research Centre), via Maiorise, Capua 81043, Italy. CMCC Foundation, REHMI (Regional Models and geo-Hydrological Impacts), via Maiorise, Capua 81043, Italy. E-mail: p.mercogliano@cira.it.
2. CMCC Foundation, REHMI (Regional Models and geo-Hydrological Impacts), via Maiorise, Capua 81043, Italy, E-mail: guido.rianna@cmcc.it.
3. CMCC Foundation, REHMI (Regional Models and geo-Hydrological Impacts), via Maiorise, Capua 81043, Italy. E-mail: guido.rianna@cmcc.it.
4. In statistica il tempo di ritorno di un evento è il tempo medio che intercorre tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore a un valore di assegnata intensità.

## References

- Arnbjerg-Nielsen K., Willems P., Olsson J., Beecham S. et al. (2013), "Impacts of climate change on rainfall extremes and urban drainage systems: a review", in *Water Sci Technol*, vol. 68, pp. 16-28.
- Bierdel L., P. Friederichs, Bentzien S. (2012), "Spatial kinetic energy spectra in the convection permitting limited area. NWP model COSMODE", in *Meteorologische Zeitschrift*.
- Bucchignani E., Montesarchio M., Zollo A.L., Mercogliano P. (2015), "High-resolution climate simulations with COSMO-CLM over Italy: Performance evaluation and climate projections for the 21st century", in *International Journal of Climatology*.
- Castellari S., Venturini S., Ballarin Denti A., Bigano A., Bindi M., Bosello F., Carrera L., Chiriaco M.V., Danovaro R., Desiato F., Filpa A., Gatto M., Gaudioso D., Giovanardi O., Giupponi C., Gualdi S., Guzzetti F., Lapi M., Luise A., Marino G., Mysiak J., Montanari A., Ricchiuti A., Rudari R., Sabbioni C., Sciortino M., Sinisi L., Valentini R., Viaroli P., Vurro M., Zavatarelli M. (2014), *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia*, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- EC, (2009), *White Paper - Adapting to climate change: Towards a European framework for action*, COM (2009) 147/4, 1 April.
- EEA (2010), *The European environment - state and outlook 2010: thematic assessment - urban environment*.
- EEA (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe*, EEA Report 2/2012.
- EU (2009), *White paper. Adapting to climate change: Towards a European framework for action*, Bruxelles.
- Fischer, E.M., Knutti R. (2016), "Observed heavy precipitation increase confirms theory and early models", in *Nat Clim Chang*, 6(11), pp. 986-991.
- Greater London Authority (2011), *Managing risks and increasing resilience. The Mayor's climate change adaptation strategy*.
- Hirsch R.M., Slack J.R., Smith R.A. (1982), "Techniques of trend analysis for monthly water quality data", in *Water Resources Research*, vol. 18(1), pp. 107-121.
- IPCC (2013), "Summary for Policymakers", *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge (United Kingdom) and New York (NY, USA), [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)], Cambridge University Press, p. 29.
- Kapper K.L. (2009), "Scale sensitive analysis of regional climate models", in *Wissenschaftlicher Bericht*, nr. 29, Wegener Center Verlag Graz.
- Kendall, M.G. (1975), *Rank Correlation Methods*, 4th edition, Charles Griffin, London.
- Lafon, T., Dadson, S., Buys, G. & Prudhomme, C. (2013), "Bias correction of daily precipitation simulated by a regional climate model: a comparison of methods", in *International Journal of Climatology*, vol. 33, pp. 1367-1381.

- Lenderink, G., Meijgaard E.V. (2008), "Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes", in *Nat. Geosci.*, vol. 1, pp. 511-514.
- Mann, H.B. (1945), "Non-parametric tests against trend", *Econometrica*, vol.13, pp.163-171.
- Maraun D., Wetterhall F., Ireson A. M., Chandler R.E., Kendon E. J., Widmann M., Brienen S., Rust H.W., Sauter T., Themeßl M., Venema V.K.C., Chun K.P., Goodess C.M., Jones R.G., Onof C., Vrac M., Thiele-Eich I. (2010), "Precipitation downscaling under climate change: Recent developments to bridge the gap between dynamical models and the end user", *Rev. Geophys.*, vol. 48, RG3003.
- Maurer E.P., Das T., Cayan D.R. (2013) "Errors in climate model daily precipitation and temperature output: time invariance and implications for bias correction", *Hydrological Earth System Science*, vol. 17, pp. 2147-2159.
- Oke T. (1992), *Boundary Layer Climates*, 2nd ed, Routledge, London.
- Pranab K.S. (1968), "Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau", in *Journal of the American Statistical Association*, vol. 63, pp. 1379-1389.
- Rockel B., Will, A. Hense A. (2008), "The regional climate model COSMO-CLM (CCLM)", in *Meteorologische Zeitschrift*.
- Scoccimarro E., Gualdi S., Bellucci A., Sanna A., Fogli P.G., Manzini E., Vichi M., Oddo P., Navarra A. (2011), "Effects of Tropical Cyclones on Ocean Heat Transport in a High Resolution Coupled General Circulation Model", in *Journal of Climate*, vol.24, pp. 4368-4384.
- Skamarock W.C. (2004), "Evaluating mesoscale NWP models using kinetic energy spectra", in *Monthly Weather Review*.
- Theil, H. (1950), "A rank-invariant method of linear and polynomial regression analysis. I, II, III", in *Nederl. Akad. Wetensch.*, Proc., vol. 53, pp. 386-392, 521-525, 1397-1412.
- van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G.C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J.F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S.J., Rose, S.K. (2011), "The representative concentration pathways: an overview", in *Climatic Change*, vol. 109(1-2), pp. 5-31.
- Villani V., Rianna G., Mercogliano P., Zollo A.L. (2015), "Statistical Approaches versus Weather Generator to Downscale RCM Outputs to Slope Scale for Stability Assessment: A Comparison of Performances", in *Electron. J. Geotech. Eng.*, vol. 20, nr. 4, pp. 1495-1515.
- Wilcox, Rand R. (2001), *Theil-Sen estimator, Fundamentals of Modern Statistical Methods: Substantially Improving Power and Accuracy*, Springer-Verlag, pp. 207-210.
- Zollo A.L., Rillo V. Bucchignani E., Montesarchio M., Mercogliano P. (2015), "Extreme temperature and precipitation events over Italy: assessment of high resolution simulations with COSMO-CLM and future scenarios", in *International Journal of Climatology*.

## Transdisciplinarietà nell'adattamento al cambiamento climatico in ambito urbano

Chantal Pacteau<sup>1</sup>

### Transdisciplinarity in urban climate change adaptation

#### Research into environmental sciences and city studies

*The sciences are linked to society by scientific institutions, and researchers have specific responsibilities as a result of their knowledge. The environmental sciences are now mature enough to be to sustainability what physics was to energy management or biology to medicine. These sciences employ complex thinking to understand the real world and potential ways of changing it. The underlying integrated approach is absolutely essential if we are to move from the current "mining" mode of production (exploitation of resources without worrying about their renewal) to a sustainable mode of production, where we seek to "close the life cycle" of resources and services.*

*Research can offer ways of thinking with effective new tools, first of all in order to manage the environment in a context of global changes – of which climate change is one of the amplifiers – and secondly in order to support environmental transition in all its forms, both physical and biological, cognitive, political, economic, social, anthropological, legal and territorial.*

*Although research will never be able to predict the dynamics of the future, it can propose scenarios to help with decision-making by indicating the potentials, limits and risks of each of the strategies under consideration.*

*It can also help to forecast the impact that taking - or indeed not taking – a particular course of action is likely to have on the future of humanity. Current practice in sustainable development is heavily influenced by empiricism – which is not a problem in itself – but would benefit from considering concepts and models elaborated by scientists from all disciplines.*

*Although the environmental crisis requires the implementation of attenuation strategies - in other words strategies which deal with the root cause (reducing greenhouse gases, for instance) - we can see how power struggles between diverging interests and ideologies can hold back international negotiations. This means that we need to come up with other strategies. There is mitigation, but this is only possible in certain cases. There is also - and above all - adaptation, in other words the ability to find suitable kinds of response to new situations*

### La ricerca tra scienze ambientali e studi urbani

Le scienze sono legate alla società attraverso le istituzioni scientifiche e i ricercatori hanno responsabilità specifiche nei confronti della società in rapporto alle conoscenze di cui si fanno portatori. Le scienze ambientali sono ormai abbastanza mature da rappresentare per la sostenibilità ciò che la fisica ha rappresentato per la gestione energetica o la biologia per la medicina. Si tratta di scienze che impiegano un pensiero complesso per comprendere il mondo reale e i potenziali modi per modificarlo.

L'approccio integrato che le caratterizza è assolutamente essenziale se si vuole passare dalla modalità corrente di produzione basata sul "mining" (sfruttamento delle risorse senza preoccuparsi del loro rinnovo) a una modalità sostenibile, che si pone l'obiettivo di "chiudere il ciclo di vita" di risorse e servizi.

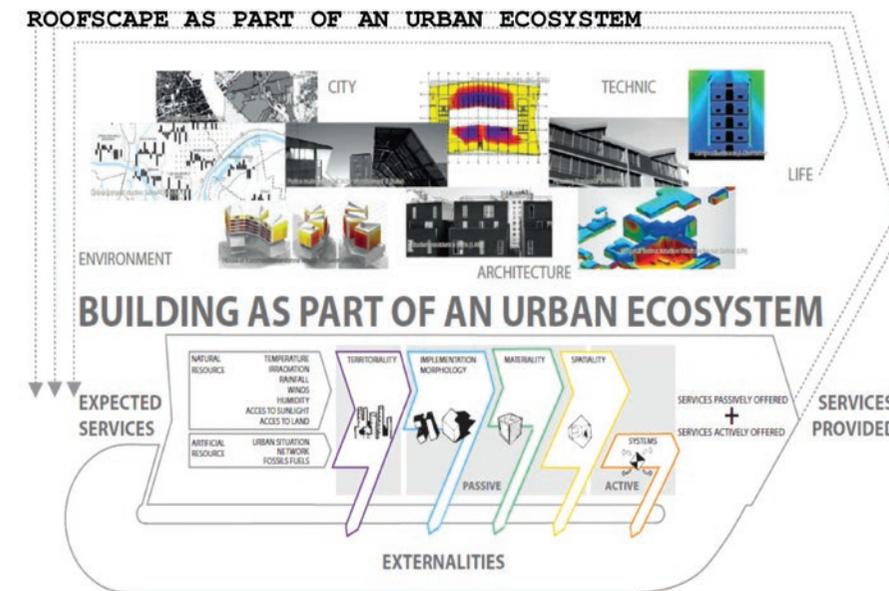
La ricerca è in grado di offrire differenti modi di pensare insieme a nuovi efficaci strumenti, prima di tutto al fine di gestire l'ambiente in un contesto di cambiamenti globali - dei quali il cambiamento climatico rappresenta una fonte di amplificazione - e in secondo luogo per sostenere la transizione ambientale in tutte le sue forme: fisica, biologica, cognitiva, politica, economica, sociale, antropologica, giuridica e territoriale. Anche se la ricerca non sarà mai in grado di prevedere le dinamiche del futuro, essa può offrire scenari in grado di aiutare i processi decisionali segnalando le potenzialità, i limiti e i rischi di ciascuna delle strategie in esame, e può aiutare anche a prevedere l'impatto che l'assunzione - o la non assunzione - di un particolare modo di agire può avere sul futuro dell'umanità. Le attuali pratiche di sviluppo sostenibile sono fortemente influenzate da un approccio empirico, che non rappresenta un problema in sé, ma che trarrebbe beneficio se incorporasse in misura maggiore concetti e modelli elaborati dai ricercatori nelle diverse discipline.

Anche se la crisi ambientale richiede l'attuazione di strategie di mitigazione - in altre parole di strategie che si occupano delle cause alla radice del problema (quali la riduzione dei gas serra) - è evidente come lotte di potere tra interessi e ideologie divergenti possono ritardare o infrangere negoziati internazionali. Questo significa che abbiamo bisogno di elaborare altre strategie. Poiché soluzioni ex post sono attuabili solo in alcuni casi, vi è anche - e soprattutto - la necessità di perseguire politiche di adattamento, cioè capaci di individuare tipologie di risposta adeguate alle nuove condizioni.

I paesi ricchi non sono meno vulnerabili di quelli in via di sviluppo. Le città in questi paesi non sono immuni al cambiamento climatico e ne sono la prova i disastri che le

hanno colpite negli ultimi anni. A questo si aggiunge la mancanza o la incapacità di preparazione. L'entità del caos generato dall'uragano Katrina nell'agosto 2005 che ha portato alla distruzione di New Orleans è l'esempio tipico di una serie inestricabile di accadimenti sia sociali che naturali che comprendono pratiche aberranti di sviluppo urbano, profonde disuguaglianze sociali, incapacità di utilizzare gli strumenti normativi esistenti da anni, così come errori nella catena del sistema di allarme e gestione dell'emergenza.

I rischi non derivano unicamente da eventi estremi le cui conseguenze sono del tutto imprevedibili quando la loro intensità supera i range statisticamente calcolati. Le nostre città sono esposte a condizioni di aggravamento dei rischi, come, ad esempio, il deterioramento della qualità dell'aria e dell'acqua, la siccità o le inondazioni, l'eccessivo sovraccarico della rete delle acque reflue in caso di precipitazioni violente o prolungate, l'impoverimento della qualità ambientale e biotica, i fenomeni di restringimento dei suoli che danneggiano le fondazioni di edifici, le isole di calore e, in generale, una perdita di comfort con l'effetto "pentola a pressione" che colpisce un'edilizia abitativa non progettata per condizioni di calore intenso. L'ondata di calore del 2003 in Francia mostra la misura in cui questi lunghi periodi di temperature calde, accompagnate da un elevato inquinamento atmosferico e una significativa carenza di acqua in una fase iniziale, possono avere effetti fisici



*Rich countries are no less vulnerable than developing ones - their towns and cities are not immune and proof of this can be seen in the disasters which have hit towns and cities in these countries over the last few years. Then there is the lack of or preparation. The scale of the havoc wrought by Hurricane Katrina in August 2005 is a typical example of an inextricable series of both social and natural facts, which led to the flooding of 80% of New Orleans, including absurd development practices, deep social inequalities, a failure to use the established regulatory processes, as well as failures in the alert and emergency system chain when the disaster actually struck.*

*The risks come not only from extreme events the consequences of which are totally unpredictable when their intensity exceeds the statistically calculated ranges. Our towns and cities are exposed to aggravated risks such as the deterioration of air and water quality, drought or flooding, wastewater networks being overloaded for far too long if there is violent or extended rainfall, the weakening of the living environment, soil shrinkage affecting the foundations of buildings, heat islands and, generally speaking, a loss of comfort with the "pressure cooker" effect on housing which was not designed for intense heat. The 2003 heatwave in France shows the extent to which these long periods of hot weather, accompanied by high atmospheric pollution and a significant water shortage at an early stage, can have disastrous effects on the health of vulnerable people, such as the elderly and people suffering from pulmonary disorders (Pacteau, 2012).*

*In order for our towns and cities to remain bearable and viable places in which everyone can live, they must become genuinely sustainable. Making towns and cities sustainable means introducing multi-target, inclusive management techniques, not being tempted by one-off solutions and avoiding deadlock (Grafakos, in press). It also means controlling any undesirable collateral effects produced by the action taken, for instance by introducing ways of combating the increase in rental prices that go hand-in-hand with any new developments that improve amenities. Making towns and cities sustainable also means ensuring that services*

Il ruolo degli edifici come componenti dell'ecosistema urbano. Contributo di Franck Boutté / *Role of buildings as components of urban ecosystem. Franck Boutté Consultants.*

*operate in a stable way, in other words maintaining the ability to deal with contingencies of all kinds. Ultimately, it is a matter of making our towns and cities resilient, in other words capable of withstanding shocks and always moving towards a fresh equilibrium.*

*The reintroduction of the services offered by nature is of particular interest in terms of the potential for innovation and systemic intelligence. For instance, we can plant trees in order to capture carbon, use plants to purify water, create green roofs to insulate buildings and thus limit artificial energy inputs. However, we must not reify either nature herself or her services - nature is neither good nor bad. Just like the engineering which emerged out of the Industrial Revolution, she provides "disservices". Sanitary issues are often mentioned, such as the increase in pollen allergies, the arrival of insects which act as reservoirs for vector-borne diseases and also the high cost of maintenance if it is done properly (Rankovic et al, 2012).*

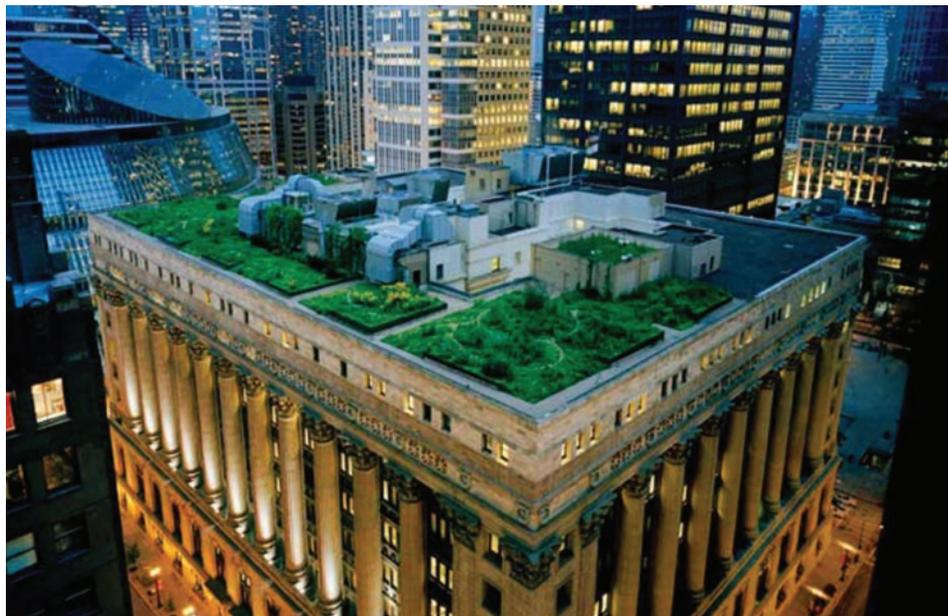
*Nature can also help us to rethink the urban space. There is no single combination of factors which can make a town or city more resilient, as environmental research shows, at levels which might seem "simple", such as those involving the composition of urban soils and type of plants. "No single combination of factors can enhance simultaneously all of the ecosystem functions, highlighting the fact that soil-plant interactions induce trade-offs between ecosystem functions. Substrate type and depth interactions are major driving forces for green-roof multifunctionality" (Duzda, 2017). As Aleksandar Rankovic writes in his PhD thesis (2016), "This is particularly problematic in a context where calls to rely on "green infrastructure" to enhance urban sustainability are increasing, and where fast-paced greening initiatives are becoming more common in many cities worldwide. We need 'to increase our understanding of the long-term dynamics of urban ecosystems and thus also to increase knowledge on these central biogeochemical cycles in cities and infer recommendations for management'."*

*The processes that govern nature are interconnected. They do not fit into the usual categories that describe and define urban space and according to which this space is managed; nor do they fit into any administrative*

**Tetti verdi in contesti urbani densi come strategia di mitigazione microclimatica / Green roofs in dense urban contexts as microclimate mitigation strategy.**  
(Source: "Ignis Mutat Res Workshop on the future of Urban Roofsapes" (Chicago, 2013).

disastrosi su persone vulnerabili, come gli anziani e le persone che soffrono di problemi polmonari (Pacteau, 2012).

Affinché le nostre città possano rimanere luoghi vivibili e vitali, devono diventare realmente "sostenibili". Rendere le città sostenibili significa introdurre metodi di governance multi-obiettivo e inclusivi, non facendosi tentare da soluzioni una tantum ed evitando situazioni di stallo (Grafakos et al., 2017). Significa inoltre controllare eventuali effetti collaterali indesiderati prodotti dall'azione intrapresa, ad esempio, introducendo strumenti per contrastare l'aumento degli affitti che vadano di pari passo con eventuali interventi di riqualificazione urbana ed edilizia tesi a migliorare le condizioni di comfort e i servizi. Rendere una città sostenibile significa anche garantire che i servizi funzionino in modo stabile e siano in grado di conservare la funzionalità in condizioni critiche. In definitiva, si tratta di rendere le nostre città resilienti, ossia in grado di sopportare gli shock e di trasformarsi continuamente per raggiungere nuovi stati di equilibrio. La reintroduzione dei servizi ecosistemici è di particolare interesse in termini di potenziale, di innovazione e intelligenza sistemica. Ad esempio, siamo in grado di piantare alberi al fine di catturare l'anidride carbonica, utilizzare le piante per purificare l'acqua, creare tetti verdi per isolare gli edifici e quindi limitare gli input energetici artificiali. Tuttavia, non si tratta di reificare né la natura stessa né i suoi servizi, dal momento che la natura in sé non è né buona né cattiva. Proprio come l'ingegneria



emersa dalla rivoluzione industriale, anche la natura può generare "disservizi". Tra questi possiamo includere problemi sanitari, come, ad esempio, l'aumento delle allergie da polline, l'introduzione di insetti vettori di malattie infettive, oppure l'alto costo legato alla manutenzione, quando è realizzata correttamente (Rankovic et al., 2012).

La natura può anche aiutarci a ripensare lo spazio urbano. Come dimostra la ricerca ambientale, non esiste un unico insieme di fattori che possono rendere una città più resiliente, anche in ambiti che potrebbero sembrare "semplici", come, ad esempio, quelli che coinvolgono la composizione dei suoli urbani e la scelta dei tipi di piante. «Nessuna singola combinazione di fattori può migliorare contemporaneamente tutte le funzioni ecosistemiche, poiché le interazioni suolo-pianta inducono *trade-offs* tra le funzioni stesse. Il tipo di substrato e le interazioni in profondità sono i principali aspetti che condizionano la multifunzionalità dei tetti verdi» (Duzda, 2017). Come scrive Aleksandar Rankovic nella sua tesi di dottorato (2016), «ciò è particolarmente problematico in un contesto in cui sono in aumento le spinte a fare affidamento su "infrastrutture verdi" per migliorare la sostenibilità urbana, e dove iniziative ecologiche frenetiche stanno diventando sempre più comuni in molte città in tutto il mondo. Abbiamo bisogno di aumentare la nostra comprensione delle dinamiche a lungo termine degli ecosistemi urbani e di conseguenza aumentare la conoscenza sui principali cicli biogeochimici nelle città, in modo da dedurre raccomandazioni per la gestione».

I processi che governano la natura sono interconnessi e occorre non cadere nelle solite categorie in base alle quali gli spazi urbani sono pensati e gestiti, né adattarsi a qualsiasi limite amministrativo. Come condizione essenziale per la sostenibilità, dobbiamo pensare alla riconnessione tra la città e il territorio circostante, basando questo pensiero, in modo significativo, su una visione metropolitana multiscale. Intendo rafforzare quanto detto presentando il progetto "*The urban aerial epidermis*" (Roofscape) come un esempio di ricerca inter e trans-disciplinare sui temi della transizione verso la sostenibilità. Il progetto è stato finanziato come parte del programma di ricerca "*Ignis mutat res. Looking at architecture, the city and landscapes through the lens of energy*" (2011-2015), realizzato dal Ministero della Cultura francese in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e Atelier International Grand Paris<sup>2</sup>. *Roofscape* è stato coordinato da Alena Prochazka, professoressa presso l'Università del Quebec a Montreal.

Attraverso l'introduzione del concetto di "epidermide aerea" dell'ambiente costruito urbano - inteso come l'estensione dei tetti e delle superfici poste al di sopra della quota del terreno - il progetto esamina le condizioni necessarie a un cambiamento nelle modalità di sviluppo urbano, per favorire una cultura energetica ed ecosistemica che potrebbe contribuire a fornire una risposta alla crisi ambientale globale. Tale "epidermide aerea" (che può coprire più del 30% delle superfici orizzontali della città) ha offerto un ulteriore campo di ricerca che interessa tutti i livelli di intervento in ambito urbano.

*limits. As an essential condition for sustainability, we need to think about a city as being reconnected to the area of which it is part, and this thinking must draw, in a meaningful way, on a multi-stage metropolitan vision. I am going to flesh out what I am saying by taking "The urban aerial epidermis" (Roofscape) project as an example of inter and trans-disciplinary research into questions of transition to sustainability. It was funded as part of a French research programme called "Ignis mutat res. Looking at architecture, the city and landscapes through the lens of energy" (2011-2015) run by the French Ministry of Culture, in partnership with the Ministry for the Environment and the Atelier international du Grand Paris.<sup>2</sup> Roofscape was coordinated by Alena Prochazka, a professor at the University of Quebec in Montreal.*

*Through the introduction of the concept of the "aerial epidermis" of the urban built environment – seen as the extent of the roofs and surfaces raised above the ground– the project set out to look into the conditions for change in development methods fostering an energy and ecosystemic culture which might help to provide a response to the global environmental crisis. This area (which can cover more than 30% of a town or city's horizontal surface area) offered us a further field of research on all levels of intervention.*

*Within the urban ecosystem, roofs and, more broadly speaking, the built interfaces (relationship to the ground, relationship to the sky, vertical shells), are not merely built objects which offer protection against contingencies and bad weather, or a support for technical functions; they provide links between the beating heart of the city (the social stratum) and the environments which surround it - the upper and lower environmental strata. The role they play is a strategic one - they are hybrid environmental and social objects within a complex ecosystem.*

*In order to highlight eco-energy transition strategies, we looked at the contexts of three cities, Chicago, Montreal and Paris, and we cross-referenced the approaches taken by various areas of knowledge with regard to questions relating to the pooling of energy and ecosystemic services along with their mutability within urban areas.*

*Two approaches drove the project's dynamic:*

- *the scientific project run by a team of researchers engaged in an integration-based approach belonging to various areas of research: architecture, landscape, urban planning, sociology, philosophy, ecology, civil and environmental engineering*
- *and experimentations, aiming to produce knowledge by means of prototypical projects in order to work together to build gateways between research and spatial design. The goal was to carry out experiments and to formalise development*

strategies based upon innovative ways of thinking that had come up as the project progressed. This empirical work was subject to synthetic integration with the scientific project.

It is these projects which have allowed us to build a comparative analysis of various areas on the roofscape. In addition, within a context of increasing commitment by towns and cities on the question of climate change and biodiversity, we have on several occasions organized meetings with municipal governments – for instance in Paris at the international symposium organised jointly with the Hôtel de Ville de Paris in order to look into the question of Nature, a source of innovation for a sustainable city? A critical assessment of scientific research and municipal policies in Chicago, New York, Montreal and Paris. The project ended with the holding of the Partners' Forum entitled "Transition strategies and policies for the liveable environmental development of urban roofs," held in the City of Montreal on 15th May 2014<sup>4</sup> and organised jointly in partnership by the Roofscape group and the City of Montreal. It brought together almost a hundred interested parties from a variety of backgrounds – researchers, architects and various stakeholders from civil society such as politicians, stakeholders from the voluntary sector, lawmakers, insurers, etc. – around discussion tables and plenary meetings.

We validated a conception of the aerial epidermis as an active multifunctional interface, an urban epidermis and, more broadly speaking, a transformative envelope, which needs to be characterised with regard to the region's own particular context, the specific features and quantification of its potential and its needs (Prochazka, 2015).

Making the most of the new areas on roofs and at roof height got us wondering how, within the current context of an environmental crisis, we might be able to turn them into a way of leveraging collective intelligence; how, with full respect for heritage and the community, can we reconcile these issues relating to property development and protecting the life cycles of these roofs as receptacles for energy sources and active, versatile and pooled interfaces? Under what conditions can we avoid these spaces being reduced to pure speculative objects leading to fresh spirals of gentrification? How can we ensure that they are instead reclaimed for the common good in order to facilitate the adaptation and resilience of the population?

The questions that have just been touched upon require knowledge which is both integrated and predictive, clever environmental practices and development processes which are not yet readily available and which call for a huge growth in fresh knowledge. These questions are a driving force for research and in order to break down borders between so-called fundamental

All'interno dell'ecosistema urbano, i tetti - e, più in generale le interfacce costruite (relazione con il terreno, relazione con il cielo, involucri verticali) - non sono semplicemente oggetti che offrono protezione contro i rischi e le intemperie, o un supporto per le funzioni tecniche. Essi forniscono collegamenti tra il cuore pulsante della città (lo strato sociale) e gli ambienti che lo circondano, ossia gli strati ambientali superiori e inferiori. Il loro ruolo è strategico, trattandosi di oggetti ambientali e sociali ibridi all'interno di un ecosistema complesso.

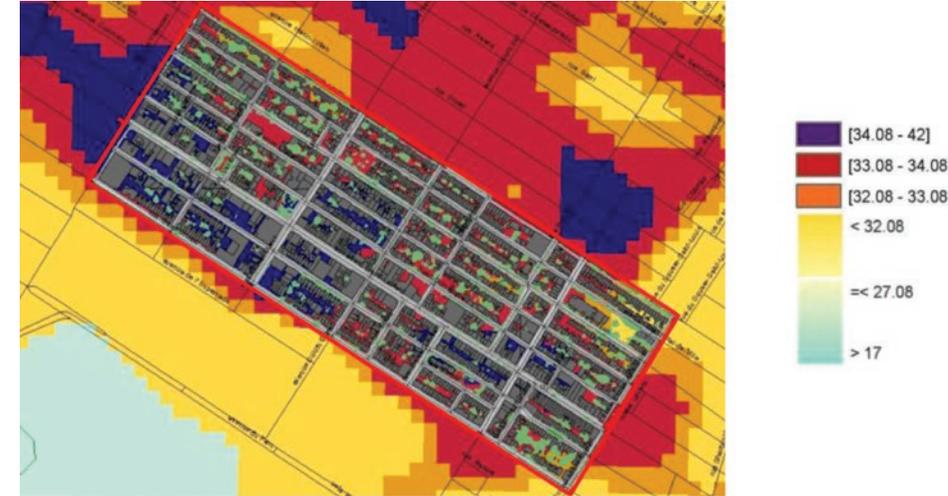
Al fine di evidenziare le strategie di transizione eco-energetiche, abbiamo guardato i contesti di tre città, Chicago, Montreal e Parigi, attuando un confronto tra gli approcci adottati dalle varie aree di conoscenza per quanto riguarda le questioni relative alla condivisione di servizi energetici ed ecosistemici in rapporto alla loro mutevolezza all'interno delle aree urbane.

Due approcci hanno guidato le dinamiche del progetto:

- il progetto scientifico, gestito da un team di ricercatori impegnati in un approccio basato sull'integrazione di diverse aree di ricerca: architettura, paesaggio, urbanistica, sociologia, filosofia, ecologia, ingegneria civile e ambientale;
- le sperimentazioni, con l'obiettivo di produrre conoscenza attraverso progetti prototipali al fine di lavorare insieme per costruire porte di comunicazione tra ricerca e progetto. L'obiettivo era di condurre esperimenti e formalizzare strategie di sviluppo basate su modi innovativi di pensare emersi nel corso dell'avanzamento del progetto. Tale lavoro empirico è stato oggetto di integrazione con il progetto scientifico in fase di sintesi.

I progetti hanno permesso di costruire un'analisi comparativa dei *roofscapes* in diversi contesti. Inoltre, in un contesto di crescente impegno da parte di paesi e città sui temi del cambiamento climatico e della biodiversità, sono stati organizzati in diverse occasioni incontri con i governi municipali, ad esempio a Parigi nell'ambito del Simposio Internazionale organizzato con l'Hôtel de Ville de Paris sul tema "Nature, a source of innovation for a sustainable city? A critical assessment of scientific research and municipal policies in Chicago, New York, Montreal and Paris".

Il progetto si è concluso con l'organizzazione del Forum dal titolo "Transition strategies and policies for the liveable environmental development of urban roofs", tenutosi a Montreal il 15 maggio 2014<sup>5</sup> e organizzato in collaborazione con il gruppo Roofscape e la Città di Montreal. Il Forum ha riunito circa un centinaio di soggetti con background differenti – ricercatori, architetti e vari portatori di interessi della società civile, quali politici, organizzazioni di volontariato, legislatori, assicuratori, ecc. – attraverso tavoli di discussione e riunioni plenarie. È stato possibile validare il concetto di "epidermide aerea" come interfaccia multifunzionale attiva, epidermide urbana e, più in generale, involucro in trasformazione, che deve essere caratterizzato in rapporto al contesto regionale, alle caratteristiche specifiche e alla quantificazione del suo potenziale e delle sue esigenze (Prochazka, 2015).



Il lavoro svolto sui *Roofscapes* ha condotto inoltre a una riflessione sul come, nel contesto di una crisi ambientale, sia possibile trasformare i tetti urbani in un tema attraverso cui sfruttare l'intelligenza collettiva. Come, nel pieno rispetto del patrimonio costruito e della comunità, possiamo conciliare le questioni relative alla valorizzazione immobiliare e alla protezione dei cicli di vita dei tetti come catalizzatori di fonti energetiche e di interfacce attive, polivalenti e condivise? A quali condizioni possiamo evitare che tali spazi siano ridotti a meri oggetti di speculazione portatori di nuove spirali di *gentrification*? Come possiamo garantire che siano invece recuperati per il bene comune, al fine di facilitare l'adattamento e la resilienza della popolazione? La risposta a tali domande richiede una conoscenza che sia al contempo integrata e predittiva, pratiche ambientali intelligenti e processi di sviluppo che non sono ancora facilmente disponibili e che richiedono una enorme crescita verso una nuova forma di conoscenza. Si tratta di domande che rappresentano una forza trainante per la ricerca e per abbattere le frontiere tra la cosiddetta ricerca di base o teorica e la cosiddetta ricerca applicata. Esse richiedono di pensare alle specificità locali - dal momento che non esistono soluzioni uniformi per tutti i tipi di città, per tutti i quartieri, ecc... - e alle diverse scale territoriali e temporali del tessuto urbano. Si tratta di un cantiere aperto, oggetto anche del lavoro svolto all'interno del Urban Climate Change Research Network, declinato nei diversi livelli regionali (vedi box).

I temi trattati possono testimoniare gli attuali percorsi verso lo sviluppo di un pensiero su temi ambiziosi da attuare a livello metropolitano (Pacteau, 2016) - che vanno ben oltre il semplice "dipingere di verde" lo spazio urbano - di cui convivenza e giustizia sociale sono i capisaldi.

Isola di calore nel quartiere residenziale di Ville-Marie, centro di Montréal Progetto "Urban Roofscapes in regard to Energy and Ecosystemic services: Anticipating Architectural / Urban heat island in the residential district of Ville-Marie, centre of Montreal. Urban Forms and Strategies: «Learning from» Chicago, Montreal, Paris.

or theoretical research and so-called applied research. They require us to think about singularity - there are no uniform solutions for all types of city, for all neighbourhoods, etc. They also need us to think at various territorial and temporal scales of the urban fabric. This project is the subject of the work carried out within the Urban Climate Change Research Network (box).

I hope that what I have discussed here testify to the current movement towards implementing shared thinking about ambitious metropolitan issues (Pacteau, 2016) which goes well beyond simply painting the urban space green. Living together and social justice are its cornerstones.

## UCCRN e UCCRN European Hub (BOX)

*The global Urban Climate Change Research Network (UCCRN)<sup>4</sup>, based at Columbia University's Earth Institute, brings together figures from the world of the environmental and human and social sciences (with specialists in areas ranging from climate and health to sociology and economics, also including biodiversity, hydrology and politics) and the various sectors of society (local authorities, urban planners and other urban professionals, non-governmental organisations, grass-roots networks, etc.) Its goal is to institutionalise an ongoing process of updating what we know about climate change in relation to urban issues and towns and cities' experience with adaptation and attenuation. For scientists, it is all about sharing scientific knowledge with stakeholders from the urban world, working together to construct experenments in order to explore solutions and to support the towns and cities in their initiatives to deal with climate change. It is also about fostering the rapid dissemination of best practices to decision-makers and other urban stakeholders. These goals are achieved through initiatives relating to the monitoring and assessment of urban climate policies and the publication of reports on what towns and cities are doing to combat climate change (ARC3 series). An ongoing real-time exchange of knowledge for and with towns and cities thus takes place firstly between peers and secondly between scientists and stakeholders. The summary of the ARC3-2 (Rosenzweig et al., 2015) report for City Leaders was presented at Paris City Hall at the Climate Summit for Local Leaders on 4th December 2015. The final report, published by Cambridge University Press, was launched at Habitat III in October 2016 and is due out in early 2017. By building on its potential and skills, the global network has decided to switch from focussing on the drawing up of global reports/assessments to initiatives relating to the ongoing monitoring and assessment of knowledge on urban "climate" questions and the solutions employed. With this in mind, proactive regional platforms have been set up, each with its own director, programme coordinators and scientists, one of whose major tasks is to strengthen collaborative transdisciplinary projects.*

*The headquarters of the regional networks<sup>5</sup> are as follows:*

- *in Africa: Durban (South Africa)*
- *in North America: Philadelphia (USA)*
- *in South America: Rio de Janeiro (Brazil)*
- *in Asia: Shanghai (China)*
- *in Australia: Canberra, Melbourne and Sydney*
- *in Europe: Paris (France)*

## UCCRN e UCCRN European Hub (BOX)

La rete globale Urban Climate Change Research Network (UCCRN)<sup>4</sup>, con sede presso l'Earth Institute della Columbia University, riunisce personalità del mondo delle scienze ambientali, umane e sociali (con specialisti in settori che vanno dal clima e la salute alla sociologia e all'economia, includendo la progettazione e la pianificazione urbana, la biodiversità e l'idrologia, la politica e la governance) e i vari settori della società (autorità locali, urbanisti e altri professionisti urbani, organizzazioni non governative, reti di cittadini, ecc.). Il suo obiettivo è di istituzionalizzare un processo continuo di aggiornamento delle conoscenze sul cambiamento climatico in relazione alle questioni urbane e delle esperienze delle città sui temi dell'adattamento e della mitigazione.

Per i ricercatori, il principale obiettivo riguarda la condivisione delle conoscenze scientifiche con i diversi stakeholder in ambito urbano, lavorando insieme per sviluppare sperimentazioni al fine di esplorare le possibili soluzioni, per sostenere le città nelle iniziative messe in campo per affrontare i cambiamenti climatici, per favorire la rapida diffusione di best practices verso decisori e stakeholder. Questi obiettivi sono raggiunti attraverso iniziative che riguardano il monitoraggio e la valutazione delle politiche climatiche urbane, e la pubblicazione di report sulle strategie in atto nelle città per combattere il cambiamento climatico (collana “ARC3”). Uno scambio continuo in tempo reale di conoscenze per e con le città avviene dunque in primo luogo tra pari e in secondo luogo tra scienziati e stakeholder. La sintesi del rapporto ARC3-2 (Rosenzweig et al., 2015) “Summary for City Leaders” è stato presentato al Municipio di Parigi nel corso del Climate Summit for Local Leaders del 4 dicembre 2015, durante la COP21. Il rapporto finale è stato presentato nel corso della Conferenza UN-Habitat III a Quito nel mese di ottobre 2016 e sarà pubblicato nel 2017 dalla Cambridge University Press.

La crescita del network in termini di potenzialità e di competenze ha spinto l'UCCRN ad ampliare il proprio campo di attività, aggiungendo alla stesura dei report globali numerose iniziative relative al monitoraggio continuo e alla valutazione delle conoscenze sulle problematiche climatiche alla scala urbana e le soluzioni impiegate alla scala locale. A tal fine, sono stati costituite piattaforme regionali proattive, ciascuna organizzata con un proprio direttore, coordinatori di programma e ricercatori, che hanno tra i compiti principali quello di rafforzare progetti collaborativi transdisciplinari.

La sede delle reti regionali<sup>5</sup> sono così articolate:

- Africa: Durban (Sud Africa).
- Nord America: Philadelphia (USA).
- Sud America: Rio de Janeiro (Brasile).
- Asia: Shanghai (Cina).
- Australia: Canberra, Melbourne e Sydney.
- Europa: Parigi (Francia).

Per quanto riguarda la rete europea, l'ambizione è di stabilire consorzi a lungo termine che uniscano accademici, autorità locali, professionisti, organizzazioni non governative, decisori,

ecc. nelle città europee, al fine di sviluppare e diffondere soluzioni, come, ad esempio, le *nature-based solutions*, allo scopo di supportare le città nei processi di adattamento ai cambiamenti climatici e nella transizione ambientale. Gli obiettivi della rete sono di lavorare a livello locale, nazionale, europeo e internazionale in maniera multi e trans-multidisciplinare, con un alto grado di innovazione fornito da uno stretto legame tra la ricerca accademica e l'azione sul territorio.

Le attività in corso di realizzazione della rete possono essere così riassunte:

- iniziative che riguardano la diffusione delle informazioni e la divulgazione delle esperienze acquisite in varie città europee e a livello internazionale, come ad esempio la traduzione in diverse lingue europee di documenti di sintesi destinati ai decisori, a partire dalla seconda edizione dell'Assessment Report on Climate Change and Cities (ARC3-2);
- l'istituzione di meccanismi volti a sviluppare un dialogo continuo tra i ricercatori e gli stakeholders, inclusi i decisori a livello delle singole città, insieme con le agenzie locali specializzate sui temi ambientali ed economici, in modo che la ricerca possa fornire un contributo attivo alle specifiche strategie di adattamento ai cambiamenti climatici e di transizione ambientale della società;
- l'istituzione di corsi permanenti di formazione di base e avanzata sui temi di interesse quali le *nature-based solutions*.



*The ambition of the European network is to establish long-term consortiums combining academics, local authorities, practitioners, NGOs, decision-makers, etc. in European towns and cities in order to develop and disseminate solutions, such as nature-based solutions, with the aim of enabling the towns and cities to adapt to climate change and also for the purposes of their environmental transition. The network's goals are to work at local, national, European and international level in a multi and trans-multidisciplinary way, with a high degree of innovation provided by a close link between academic research and action on the ground. The network is in the process of organising the following:*

- *initiatives involving the dissemination of information and the disclosure of experience acquired both in various European town and cities and internationally, such as summaries for decision-makers in a number of European languages starting with the second edition of the Assessment Report on Climate Change and Cities (ARC3-2), or any other means of communication which might seem relevant;*
- *the establishing of mechanisms to foster an ongoing dialogue between scientists and stakeholders, including those at town and city level, along with their agencies which specialise in the environment and the economic fabric in order to allow the research to make an active contribution to the specific implementation adaptation to climate change and society's environmental transition;*
- *the setting up of both initial and ongoing high-level training courses on nature-based solutions.*

UCCRN hub regionali / *UCCRN Regional Hubs*.

1. Senior Research Scientist, French National Research Center (CNRS); Co-Director, European Hub of the Urban Climate Change Research Network (UCCRN)
2. <https://www.ateliergrandparis.fr>
3. [www.gisclimat.fr/en/forum-les-toits-urbains-strat%C3%A9gies-et-politiques-de-transition-pour-un-am%C3%A9nagement-%C3%A9cologique-et.html.tmp](http://www.gisclimat.fr/en/forum-les-toits-urbains-strat%C3%A9gies-et-politiques-de-transition-pour-un-am%C3%A9nagement-%C3%A9cologique-et.html.tmp)
4. [uccrn.org](http://uccrn.org)
5. <http://www.gisclimat.fr/en/forum-les-toits-urbains-strat%C3%A9gies-et-politiques-de-transition-pour-un-am%C3%A9nagement-%C3%A9cologique-et.html.tmp>

1. Senior Research Scientist, Centro Nazionale della Ricerca Scientifica Francese (CNRS); Co-Direttore European Hub Urban Climate Change Research Network (UCCRN).
2. <https://www.ateliergrandparis.fr>
3. [www.gisclimat.fr/en/forum-les-toits-urbains-strat%C3%A9gies-et-politiques-de-transition-pour-un-am%C3%A9nagement-%C3%A9cologique-et.html.tmp](http://www.gisclimat.fr/en/forum-les-toits-urbains-strat%C3%A9gies-et-politiques-de-transition-pour-un-am%C3%A9nagement-%C3%A9cologique-et.html.tmp)
4. <http://uccrn.org/arc3-2/>
5. <http://www.gisclimat.fr/en/forum-les-toits-urbains-strat%C3%A9gies-et-politiques-de-transition-pour-un-am%C3%A9nagement-%C3%A9cologique-et.html.tmp>

## References

- DuszaY. (2017), *Green roofs and ecosystem services: enhancing multifunctionality through soil-plant interactions and plant diversity*. Thèse de doctorat de l'université Pierre et Marie Curie, Paris VI.
- Grafakos S., Pacteau C., Delgado M. (2017), *Integration of climate adaptation and mitigation: Towards transformative climate compatible urban development pathways*, Second UCCRN Assessment Report on Climate Change and Cities (ARC3-2), Cambridge University Press.
- Pacteau C. (2011), "Urban vulnerabilities: climate change", in *L'Architecture d'aujourd'hui. Special issue: Sustainable Prospects*.
- Pacteau C. (2016), *Towards transformative and climate-compatible urban development pathways, UGEC Viewpoints*. Available at <https://ugecviewpoints.wordpress.com/2016/07/12/towards-transformative-and-climate-compatible-urban-development-pathways/#more-3720>.
- Prochazka A., Breux S. S., Griffith C., Boyer-Mercier P. (ed.) (2015), *Toit urbain : les défis énergétiques et écosystémiques d'un nouveau territoire*, Presses universitaires de Laval.
- Rankovic A. (2016), *Living the street life: Long-term carbon and nitrogen dynamics in Parisian soil-tree systems*, Thèse de doctorat de l'université Pierre et Marie Curie, Paris VI.
- Rankovic A., Pacteau C., Abbadie L. (2012), "Ecosystem services and cross-scale urban adaptation to climate change: An articulation essay", in *Vertigo*, Special Issue 12, available at: <http://vertigo.revues.org/11851> (in French).
- Rosenzweig C., Solecki W., Romero-Lankao P., Mehrotra S., Dhakal S., Bowman T., Ali Ibrahim S. (2015), *ARC3.2 Summary for City Leaders. Urban Climate Change Research Network*, Columbia University, New York.

a pagina seguente / on side page

Il progetto dei Roofscapes nei contesti storici, Parigi / *Roofscapes design in historical context, Paris.*

(Source: Excerpt from «Plus petit Grand Paris»: *Les toits dorés*, MVRDV+ACS+AAF.)



## Climate Resilient Planning and Urban Design: sintesi dei risultati del report UCCRN-ARC3-2<sup>1</sup>

Jeffrey Raven<sup>2</sup>

### Climate Resilient Urban Planning and Design: UCCRN-ARC3-2 findings<sup>1</sup>

#### Introduction

The Urban Climate Change Research Network (UCCRN) was established in 2007 during the C40-Large Cities Climate Summit. It is based at the Earth Institute in Columbia University. The UCCRN plays a key role in supporting a burgeoning 'network of networks' related to climate change and cities, through its own research, workshops, and networking. Key stakeholders with strong synergistic activities with ARC3 include: cities, city networks including general city groups, nation states, and international development agencies. UCCRN also supports other groups including NGOs, non-profits, private companies such as private-sector city planning and engineering firms, and other stakeholders concerned with the long-term development of cities (uccrn.org). As part of its activities it has undertaken an Assessment of Climate Change in Cities (ARC3) that mirrors the well-known IPCC assessment reports. The first ARC report (ARC3-1) was published in 2011 and focuses on how to use climate science and socio-economic research to map a city's vulnerability to climate hazards, and how cities can enhance their adaptive and mitigative capacity to deal with climate change over different timescales. The second ARC Summary Report (ARC3-2) was presented at the 21st UNFCCC Conference of the Parties (COP21) in Paris, and the contents of the final report presented at the 2016 UN Habitat III Conference in Quito. The report contains a chapter on Urban Planning and Design, which attempts to bring together literature and strategies on how urban decision-making can enhance or moderate urban climate effects. 60% of the world's projected urbanized area by 2030 remains to be built, with some 90% of this in the developing world. It is these urban areas that will have the greatest potential to moderate future climate change, and so it is critical that their optimal planning commence now, in advance of their construction. This paper extracts some of the key ideas the Urban Planning and Design chapter in ARC3-2 that contribute to developing a blueprint for sustainable-resilient infrastructure.

#### Introduzione

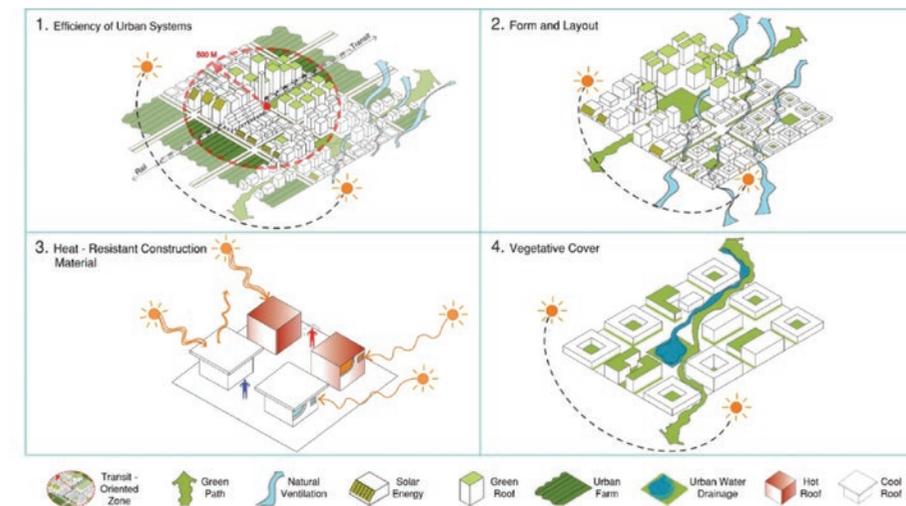
L'Urban Climate Change Research Network (UCCRN) è stato istituito nel 2007 presso l'Earth Institute della Columbia University (New York), nel corso del C40-Large Cities Climate Summit. L'UCCRN svolge un ruolo chiave nel sostenere un "network di network" in rapida crescita correlato al tema dei cambiamenti climatici in ambito urbano, attraverso attività di ricerca, di laboratorio e di networking. I principali stakeholders coinvolti includono autorità urbane locali e reti di città, stati nazionali e agenzie di sviluppo internazionali. L'UCCRN supporta inoltre organizzazioni non governative e no-profit, soggetti privati impegnati nell'ambito della pianificazione urbanistica, dei servizi di architettura e ingegneria, dello sviluppo urbano a lungo termine. Nell'ambito delle sue attività, l'UCCRN ha avviato studi e ricerche che riflettono gli esiti dei report sviluppati dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) delle Nazioni Unite, declinandone le implicazioni alla scala locale.

Il primo "Assessment Report of Climate Change in Cities" (ARC3-1), pubblicato nel 2011, si concentra sul contributo delle scienze del clima e degli studi socio-economici per la mappatura della vulnerabilità delle città ai rischi climatici, individuando strategie per migliorare la capacità di adattamento e di mitigazione dei sistemi urbani per affrontare il cambiamento climatico su diverse scale temporali.

Il secondo Rapporto di Sintesi (ARC3-2) è stato presentato alla XXI Conferenza delle Parti UNFCCC (COP21) a Parigi, e il contenuto della Report finale discusso con un panel di esperti internazionali durante la Conferenza UN Habitat III a Quito nel 2016. Nell'ambito dei numerosi contributi multidisciplinari, il capitolo del report dedicato al tema "Pianificazione e progettazione urbana" analizza, a partire dallo studio della letteratura scientifica e delle sperimentazioni progettuali realizzate, in che modo i processi decisionali possono migliorare o aggravare le condizioni microclimatiche urbane.

Le proiezioni sulla crescita urbana al 2030, individuano come il 60% delle aree urbanizzate nel mondo è ancora da costruire, con circa il 90% concentrato nei paesi in via di sviluppo.

Sono queste le aree urbane che avranno il maggiore potenziale per moderare i cambiamenti climatici in futuro, nelle quali è necessario dunque avviare ora, in anticipo sulla loro costruzione, processi ottimizzati di pianificazione. Il presente contributo sintetizza alcune delle idee chiave sviluppate nel Report per contribuire allo sviluppo di un progetto di infrastrutture urbane sostenibili e resilienti.



#### Il cambiamento climatico nella pianificazione e progettazione urbana

La pianificazione e la progettazione urbana hanno un ruolo fondamentale da svolgere nella risposta globale ai cambiamenti climatici. Le azioni che contemporaneamente riducono le emissioni di gas a effetto serra e incrementano la resilienza ai rischi climatici dovrebbero avere la priorità a tutte le scale: regionale, metropolitana, urbana, del distretto/quartiere, dell'isolato e dell'edificio. Le soluzioni progettuali devono essere realizzate in rapporto alle condizioni locali in termini di capacità di risposta e appropriatezza.

Pianificatori e progettisti possono basarsi su alcune strategie chiave che orientano le decisioni sulla forma e la funzione urbana in risposta al cambiamento climatico:

- il miglioramento dell'efficienza dei sistemi urbani consente di ridurre del calore di scarto e delle emissioni di gas serra di componenti infrastrutturali quali edifici civili, industriali e sistemi di trasporto;
- la modifica della forma e del layout di edifici e quartieri può migliorare le condizioni di raffrescamento e ventilazione naturale, riducendo il consumo di energia e consentendo di far fronte a temperature più elevate durante le ondate di calore e a *runoff* più intensi durante eventi di precipitazione estremi;
- la selezione di materiali da costruzione a elevata inerzia termica e rivestimenti riflettenti consente di migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio e il benessere termo-igrometrico indoor, gestendo in maniera controllata lo scambio di calore attraverso l'involucro;
- l'incremento della copertura vegetale nelle città determina una riduzione delle temperature e delle condizioni di *runoff* negli spazi aperti, dell'energia richiesta per il raffrescamento degli edifici, assorbendo contemporaneamente CO<sub>2</sub>.

Strategie di pianificazione e progettazione utilizzate per facilitare l'integrazione di adattamento e mitigazione nelle città:

(1) riduzione del calore di scarto e delle emissioni di gas serra attraverso efficienza energetica e mobilità sostenibile; (2) modifica della forma e del layout di edifici e quartieri; (3) rivestimenti resistenti al calore e superfici riflettenti; (4) incremento della copertura vegetativa / *Planning and design strategies 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) heat-resistant construction materials and reflective surface coatings; (4) increasing vegetative cover.*

(Source: Jeffrey Raven, Graduate Program in Urban & Regional Design, New York Institute of Technology, 2016).

“Dita verdi e blu” a Thanh Hoa City, Vietnam, in programma per il 2020: corridoi verdi contigui alle reti di canali allineati con le brezze prevalenti estive, integrati con bacini di ritenzione progettati come attrezzature pubbliche / “*Green and blue fingers*” in Thanh Hoa City, Vietnam planned for 2020: contiguous green corridors and canal circulation networks aligned with prevailing summer breezes, punctuated by stormwater retention bodies as urban design amenities.  
(Source: Jeffrey Raven-Louis Berger Group, 2008).



#### **Embedding Climate Change in Urban Planning and Design**

*Urban planning and urban design have a critical role to play in the global response to climate change. Actions that simultaneously reduce greenhouse gas emissions and build resilience to climate risks should be prioritized at all urban scales: metropolitan region, city, district / neighborhood, block, and building. This needs to be done in ways that are responsive to and appropriate for local conditions.*

*Urban planners and designers have a portfolio of climate change strategies that guide decisions on urban form and function:*

- *urban waste heat and greenhouse gas emissions from infrastructure - including buildings, transportation and industry - can be reduced through improvements in the efficiency of urban systems;*
- *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;*
- *selecting low heat capacity construction materials and reflective coatings can improve building performance by managing heat exchange at the surface;*
- *increasing the vegetative cover in a city can simultaneously lower outdoor temperatures, building cooling demand, runoff, and pollution, while sequestering carbon.*

#### **Key Messages**

*Climate change mitigation and adaptation strategies*

#### **Messaggi chiave**

Le strategie di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici dovrebbero costituire un elemento centrale nella pianificazione e progettazione urbana, a partire dal riconoscimento delle specificità delle condizioni locali. Le decisioni sulla forma urbana hanno conseguenze a lungo termine (> 50 anni) e influenzano la capacità di una città di ridurre le emissioni di gas serra e rispondere ai rischi climatici. Investire in strategie di mitigazione che producono al contempo vantaggi adattativi dovrebbe essere la priorità. Le città densamente occupate sono più efficienti nell'utilizzo dell'energia, generando di conseguenza meno calore di scarto.

Dalla scala dell'edificio e del quartiere alla dimensione comunale e regionale, una discontinuità della gestione dei processi decisionali alle diverse scale mette in discussione la possibilità di uno sviluppo della forma urbana secondo un approccio olistico. Occorre dare maggiore considerazione alle implicazioni che le decisioni a livello regionale possono avere alla scala di quartiere o dei singoli edifici e viceversa, ma pochi strumenti sono stati sviluppati per valutare le condizioni ambientali urbane alla scala dell'edificio e del quartiere. Vi è un crescente consenso intorno alla capacità offerte dall'integrazione tra pianificazione e progettazione urbana, scienze del clima e scelte politiche, per realizzare condizioni di benessere microclimatico all'interno di tessuti urbani compatti, in cui si privilegia la pedonalità. La ricerca climatologica in ambito urbano produce risultati sofisticati ma di tipo teorico, che resistono alla potenzialmente facile integrazione con i risultati empirici e *design-oriented* sviluppati nel campo della progettazione urbana. La pianificazione e la progettazione urbana dovrebbero definire strategie *climate responsive* a lungo raggio, che superino le barriere legate alle scale fisiche, giurisdizionali, nonché alle tempistiche legate alle scadenze elettorali. Si tratta di attività orientate a

offrire una migliore qualità della vita per i cittadini in rapporto alle prestazioni chiave del sistema urbano, garantendo al contempo benefici in termini di adattamento ai cambiamenti climatici.

#### **Approccio integrato alla mitigazione e all'adattamento per città sostenibili e resilienti**

La pianificazione e la progettazione urbana possono caratterizzarsi come piattaforme critiche per lo sviluppo di risposte alle sfide imposte dal cambiamento climatico con azioni integrate di mitigazione e adattamento. Si tratta infatti di discipline che oggi hanno la possibilità di espandere rispetto al passato il grado di influenza e le competenze di professionisti e policymaker, integrando scienze del clima, sistemi naturali e forma urbana – in particolare forme urbane compatte – per configurare comunità dinamiche, attrattive e in salute. Tradizionalmente, l'urbanistica e la progettazione urbana si sono concentrati su modelli di insediamento, ottimizzazione dell'uso del suolo, massimizzazione della prossimità, coinvolgimento della comunità, identità locale (*placemaking*), qualità della vita e vitalità urbana. Oggi il campo di attenzione è sempre più in espansione per includere principi quali la resilienza, il comfort, l'efficienza delle risorse e il supporto biotico. L'applicazione di tali principi alle politiche urbane contribuisce a individuare e rafforzare misure prescrittive e standard prestazionali, ampliando il range di indicatori di performance urbana.

Se le città future devono essere sostenibili e resilienti, occorre sviluppare le capacità fisiche e istituzionali per rispondere ai continui cambiamenti e alle incertezze previsionali. Ciò richiede strategie incentrate su impegni a lungo termine che coinvolgono più cicli elettorali e i diversi livelli giurisdizionali che caratterizzano la gestione delle aree metropolitane. Il riconoscimento della crescente vulnerabilità delle popolazioni urbane alle minacce per la salute legate al clima richiede l'ampliamento delle attività di gestione da parte delle amministrazioni comunali. Un mezzo per farlo è dare priorità agli investimenti in strategie di mitigazione che producono al contempo vantaggi adattativi. Allo stato attuale, viene perseguito più comunemente un approccio non integrato alla mitigazione e all'adattamento, con la maggior parte dei fondi destinati ad attività di mitigazione orientati verso progetti legati alla transizione energetica, che non producono benefici secondari per le popolazioni locali in termini di gestione del calore urbano, maggiore protezione contro inondazioni o allagamenti, riduzione dei danni alla proprietà privata e alle infrastrutture pubbliche. Ad esempio, le strategie di mitigazione che prevedono la sostituzione di un combustibile con elevate emissioni di CO<sub>2</sub> come il carbone con fonti a minore impatto, come il gas naturale, sono un mezzo efficace per ridurre le emissioni di gas serra, ma forniscono ancora pochi benefici legati all'adattamento climatico. Città lungimiranti iniziano a sfruttare il potenziale derivante da strategie integrate, includendo soluzioni per infrastrutture verdi, ventilazione urbana e orientamento solare, per realizzare un ambiente costruito “a prova di futuro”, in risposta ai cambiamenti in atto. Tali strategie passive di progettazione urbana legano insieme resilienza a lungo termine e sostenibilità, mettendo al sicuro le città da decisioni future che potrebbero minarne la capacità di adattamento.

*should constitute a core element in urban planning and design taking into account local conditions. Decisions on urban form have long-term (>50 years) consequences and affect a city's capacity to reduce greenhouse gas emissions and to respond to climate hazards. Investing in mitigation strategies that yield concurrent adaptive benefits should be prioritized. Densely occupied cities are more efficient in their use of energy (and generate less waste heat as a consequence).*

*From parcel and neighborhood scale to municipal and regional scale, a discontinuity of policy between scales challenges the public's understanding of holistic urban form. Consideration needs to be given to how regional decisions may affect neighborhoods or individual parcels and vice versa, and few tools have been developed to assess conditions in the urban environment at city block or neighborhood scale.*

*There is a growing consensus around integrating urban planning and design, climate science, and policy to bring about desirable micro-climates within compact, pedestrian-friendly built environments.*

*Urban climatology research produces sophisticated but theoretical results that resist easy integration with empirical, design-oriented findings of urban design. Urban planning and design should incorporate long-range strategies for climate change that reach across physical scales, jurisdictions, and electoral timeframes. These activities need to deliver a higher quality of life for urban citizens as the key performance outcome, as well as climate change benefits.*

#### **Integrated mitigation and adaptation Framework for Sustainable and Resilient Cities**

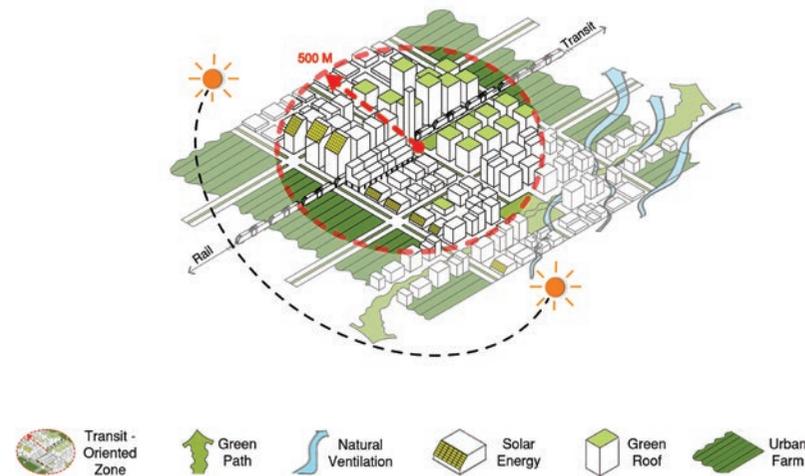
*Urban planning and urban design can be critical platforms for integrated mitigation and adaptation responses to the challenges of climate change. They have the opportunity to expand on the traditional influence and capabilities of practitioners and policymakers and integrate climate science, natural systems, and urban form - particularly compact urban form - to configure dynamic, desirable, and healthy communities.*

*Traditionally, urban planning and design have focused on settlement patterns, optimized land use, maximized proximity, community engagement, placemaking, quality of life, and urban vitality. Their focus is increasingly expanding to include principles such as resilience, comfort, resource efficiency, and biotic support. Applying these principles to urban policy helps to identify and strengthen prescriptive measures and performance standards and broaden urban performance indicators.*

*If future cities are to be sustainable and resilient, they must develop the physical and institutional capacities to respond to constant change and uncertainty. This will require strategies for long-term commitments across*

(Source: Jeffrey Raven, Graduate Program in Urban & Regional Design, New York Institute of Technology, 2016).

## 1. Efficiency of Urban Systems



multiple electoral cycles and often among many political jurisdictions that constitute functional metropolitan areas.

Recognition of the growing vulnerability of urban populations to climate-related health threats requires the climate management activities of municipal governments be broadened. One means of doing so is to prioritize investments in mitigation strategies that yield concurrent adaptive benefits over those that do not. At present, non-integrated mitigation and adaptation is most commonly pursued, with the majority of mitigation funds directed to energy projects that produce no secondary benefits for local populations in the form of heat management and enhanced flood protection, or reduced damage to private property and public infrastructure. For example, mitigation strategies involving the substitution of a lower carbon-intensive fuel, such as natural gas, for a higher carbon-intensive fuel, such as coal, are an effective means of lowering CO<sub>2</sub> emissions, yet provide few benefits related to climate adaptation.

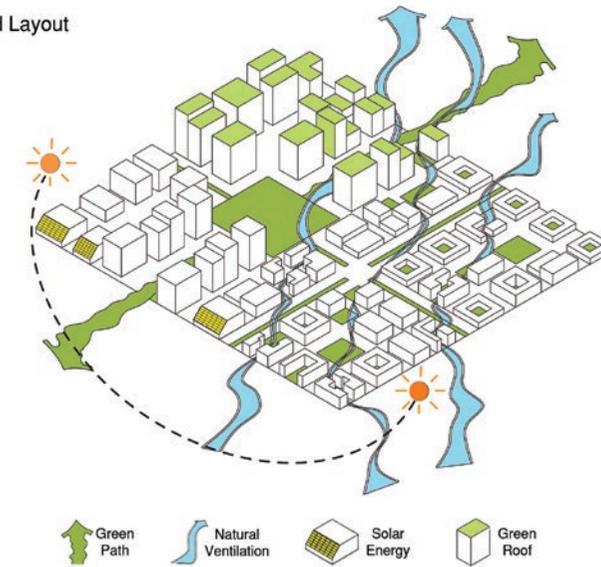
Forward-thinking cities are beginning to exploit the positive potential of both natural systems - including green infrastructure, urban ventilation and solar orientation - to "future-proof" the built environment in response to changing conditions. These passive urban design strategies "lock in" long-term resilience and sustainability, protecting the city from future decisions that could undermine its adaptability. They also remove

Si tratta di soluzioni che consentono anche di limitare il rischio di affidarsi a tecnologie "rigide" che possono richiedere elevati costi di manutenzione o diventare obsolete in breve tempo. Le strategie di pianificazione e progettazione basate sulla forma urbana, legate al contesto specifico, sono al contrario maggiormente efficaci in rapporto ad aspetti chiave quali i costi nel ciclo di vita, il tempo di ritorno degli investimenti e la vivibilità. L'approccio integrato alla mitigazione e all'adattamento in ambito urbano può assumere diverse forme in rapporto alle scale spaziali, ai sistemi urbani e alle reti fisiche oggetto di intervento. Inoltre, molte delle strategie urbane orientate alla progettazione sostenibile convergono verso questo obiettivo. Il miglioramento dei sistemi di trasporto pubblico, ad esempio, ha l'effetto di ridurre le emissioni di carbonio e di calore di scarto, che contribuiscono all'effetto isola di calore urbana. Gli investimenti in corridoi pedonali e ciclabili, in particolare quando integrati con la realizzazione di parchi e altre forme di spazi verdi urbani, sono in grado di ridurre le emissioni di gas serra, migliorare l'assorbimento di CO<sub>2</sub> e soprattutto raffrescare la città attraverso il potenziamento delle condizioni di evapotraspirazione e ombreggiatura. Strategie di pianificazione e progettazione sostenibile alle diverse scale possono contribuire agli obiettivi di gestione del microclima urbano sotto l'ombrello dell'approccio integrato agli obiettivi di mitigazione e adattamento.

### Considerazioni sui cambiamenti climatici in ambito urbano

Le aree urbane occupano una piccola percentuale (forse meno del 3%) della superficie del pianeta, ma rappresentano le aree più fortemente caratterizzate dalle modificazioni

## 2. Form and Layout



antropiche. Le alterazioni del paesaggio che accompagnano i processi di urbanizzazione modificano il clima a diversi livelli, dalla micro-scala (ad esempio, la singola strada) alla città, fino alla scala regionale e globale.

I cambiamenti più profondi si verificano nello strato d'aria al di sotto della quota di copertura degli edifici. Qui l'accesso alla luce solare è limitato, il vento è rallentato e deviato, continui scambi di energia avvengono tra edifici e spazi urbani. L'eterogeneità spaziale del paesaggio urbano crea una miriade di micro-climi associati ai singoli edifici e alla loro reciproca posizione, alla presenza di strade e parchi, ecc... Si tratta anche dello strato a più intensa occupazione umana, in cui si fa fronte alle esigenze di riscaldamento e raffrescamento degli edifici, si concentrano le emissioni di calore di scarto e l'inquinamento da traffico e in cui gli abitanti sono esposti a grandi variazioni climatiche indoor e outdoor.

L'entità delle variazioni del microclima urbano è legata sia alla forma che alle funzioni presenti. La forma si riferisce ad aspetti di carattere fisico delle città, nonché alle estensioni delle parti pavimentate e alla densità di edifici. Le funzioni descrivono le modalità di utilizzazione degli spazi urbani, incluso l'energia utilizzata negli edifici, i sistemi di trasporto e le aree industriali. Le strategie integrate di mitigazione e adattamento si concentrano sulla gestione combinata della forma e della funzione urbana al fine di moderare le variazioni climatiche alla scala cittadina, regionale e globale. Il carattere fisico delle città può essere descritto in rapporto alla forma da tre aspetti principali: copertura del suolo, materiali impiegati e morfologia urbana. Dall'altro lato,

(Source: Jeffrey Raven, Graduate Program in Urban & Regional Design, New York Institute of Technology, 2016).

the risk of relying on bolted-on, applied technologies that may require expensive maintenance or become obsolete in a short time. These form-based, contextually-specific urban planning and urban design strategies are the ultimate guarantors of successful life-cycle costs, payback, and liveability.

Integrated mitigation and adaptation in cities can assume many forms across spatial scales, urban systems, and physical networks; in fact, a wide range of strategies adopted in service of urban sustainability already advance this objective. Enhanced urban transit, for example, has the effect of reducing both carbon emissions from single occupant vehicle use and waste heat emissions, which contribute to the urban heat island effect. Investments in pedestrian and cycling corridors, particularly when integrated with parks and other green space planning in cities, can reduce carbon emissions, enhance carbon sequestration, and, perhaps most effectively, cool cities through evapotranspiration and shading. Sustainability strategies across urban systems can contribute to climate management goals under the umbrella of integrated mitigation and adaptation.

### Urban Climate Change Considerations

Urban areas occupy a small percentage (perhaps less than 3%) of the planet's land area, but this area is intensively modified. The landscape changes that accompany urbanization modify climate across a

spectrum of scales, from the micro-scale (e.g. street) and city-scale, to regional and global scales.

The most profound changes occur in the layer of air below roof height. Here access to sunlight is restricted, wind is slowed and diverted, and energy exchanges between buildings are the norm. The spatial heterogeneity of the urban landscape creates a myriad of micro-climates associated with individual buildings and their relative disposition, streets and parks, etc. This is also the layer of intense human occupation, where building heating and cooling demand is met, emissions of waste heat and pollution from traffic are concentrated, and humans are exposed to a great variety of indoor and outdoor urban climates.

The magnitude of the urban climate effect is linked to both the form and function of cities. The former refers to aspects of the physical character of cities, including the extent of paving and the density of buildings. The latter describes the nature of urban occupancy including the energy used in buildings, transport, and industry. Integrated mitigation and adaptation strategies focus on managing urban form and function together to moderate climate changes at urban, regional, and global scales. The physical character of cities can be described by three aspects of form: land cover, urban materials, and morphology. On the other hand, the flow of materials through a city describes its metabolism, the character of which is regulated by its functions.

#### **Urban Functions and Efficiency of Urban Systems: Density, Energy, and Emissions**

Since the middle of the 20th century, built environments the world over have tended to increase outward from central cities consuming great swaths of previously undeveloped land while reinvestment in central cities falters. The infrastructure network needed to maintain this sprawling development pattern, particularly roads, has resulted in development that is land and infrastructure inefficient. It has also led to increased reliance on motor vehicles to get from one place to another. This reliance on motor vehicles has consequently led to a significant increase in Vehicle Miles (or kilometers) Traveled (VMT), a concomitant increase in greenhouse gas emissions, and an amplification of the urban heat island effect through increased imperviousness, reduced green cover, and enhanced waste heat emissions. By developing in a denser, more compact form that mixes land use and supports mass transit use, cities may begin to reverse these trends.

#### **Morphology: Climate-resilient urban form and layout**

Urban morphology is defined as the three-dimensional form and layout of the built environment and settlement pattern. From regional, urban and district scales to

ADAPTIVE DESIGN TOPICS RELATED TO URBAN FORM AND FUNCTION	
Design topic	Climate adaptation implications
<b>Surface cover (Form)</b>	The replacement of natural land cover by impermeable materials limits the infiltration of precipitation into the substrate, increases runoff, and decreases evapotranspiration.
<b>Construction materials and surface coating (Form)</b>	Common urban materials, such as concrete, have high conductivity and heat capacity values that can store heat efficiently. Also many urban materials are dark colored and reflect poorly (e.g. asphalt).
<b>Morphology (Form)</b>	The configuration and orientation of the built environment, from regional settlement patterns to buildings, create a corrugated surface that slows and redirects near surface airflow and traps radiation.
<b>Urban activities (Function)</b>	Cities concentrate material, water, and energy use that must be acquired from a much larger area. Some is used to build the city (changing its form) but most is employed to sustain its economy and society. Once used, the wastes and emissions are deposited into the wider environment, degrading soil, water and air quality, and increasing heat impacts over a wide area.

il flusso dei materiali attraverso la città ne descrive il metabolismo, il cui carattere è disciplinato dalle funzioni urbane.

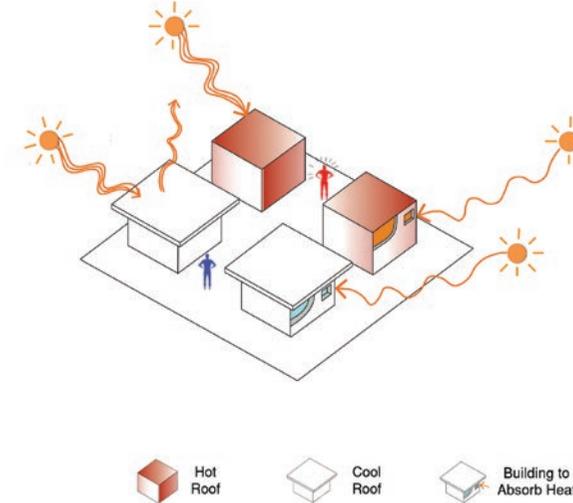
#### **Funzioni ed efficienza dei sistemi urbani: densità, energia ed emissioni**

Dalla metà del XX secolo, in tutto il mondo l'ambiente costruito ha avuto la tendenza a espandersi verso l'esterno dalla città, consumando grandi distese di terreno precedentemente non urbanizzate, mentre il reinvestimento di risorse nelle città consolidate si è ridotto progressivamente. La rete infrastrutturale necessaria a sostenere un simile modello di sviluppo tentacolare, in particolare per quanto riguarda le strade, ha portato a inefficienze sia dal punto di vista dell'uso del suolo che dal punto di vista infrastrutturale stesso. La tendenza verso lo sprawl urbano ha portato a un aumento della dipendenza da veicoli a motore per andare da un luogo all'altro, determinando un aumento significativo delle emissioni di gas a effetto serra, un'amplificazione dell'effetto isola di calore per l'aumento dell'impermeabilità dei suoli, una riduzione della copertura vegetale e maggiori emissioni di calore di scarto. Declinando le funzioni urbane in rapporto alla densità, all'uso misto del suolo e alla presenza di trasporto pubblico, le città possono iniziare a invertire queste tendenze.

#### **Morfologia: forma e layout resilienti**

La morfologia urbana è definita come la forma e il layout tridimensionale dell'ambiente costruito e del modello di insediamento. Dalla scala regionale, urbana e di distretto, fino al livello di dettaglio della rete stradale e di percorsi a scala di quartiere che promuovono la pedonalità e la coesione sociale, le strategie di pianificazione e progettazione resiliente

### 3. Heat - Resistant Construction Material



ai cambiamenti climatici prevedono una configurazione della morfologia urbana in rapporto a fattori quali orientamento solare, ventilazione urbana, presenza di vegetazione. È possibile definire infinite combinazioni di tali aspetti in rapporto ai diversi contesti climatici, alle specifiche variabili climatiche considerate, alle geometrie urbane e agli obiettivi di progetto. Un punto di partenza per ogni azione progettuale è quello di valutare le caratteristiche macro e micro-climatiche del sito, al fine di individuare le opportune strategie di progettazione bioclimatica. In risposta a condizioni di surriscaldamento climatico, sistemi urbani compatti offrono alternative interessanti alle dinamiche di sprawl suburbano, contribuendo a sviluppare microclimi confortevoli e sani, nonché servizi ecosistemici a supporto delle diverse attività.

#### **Materiali urbani: superfici riflettenti**

L'incremento della riflettività superficiale o albedo dei materiali impiegati rappresenta una consolidata strategia di gestione del calore in ambito urbano. A causa dell'impiego di materiali dalle tinte scure per pavimentazioni o coperture distribuiti in maniera diffusa nelle città, spesso le aree urbane assorbono una maggiore quantità di energia solare rispetto alle zone rurali che le circondano, caratterizzate da una più alta riflettività della superficie che contribuisce a ridurre l'albedo. L'impermeabilizzazione dei suoli non consente di compensare il maggiore assorbimento di energia solare attraverso un aumento dell'evapotraspirazione, e di conseguenza una percentuale maggiore dell'energia assorbita viene restituita all'atmosfera come calore sensibile e radiazione a onde lunghe, alzando così le temperature.

Riflettività delle Superfici / *Surface Reflectivity.*

(Source: Jeffrey Raven, Graduate Program in Urban & Regional Design, New York Institute of Technology, 2016).

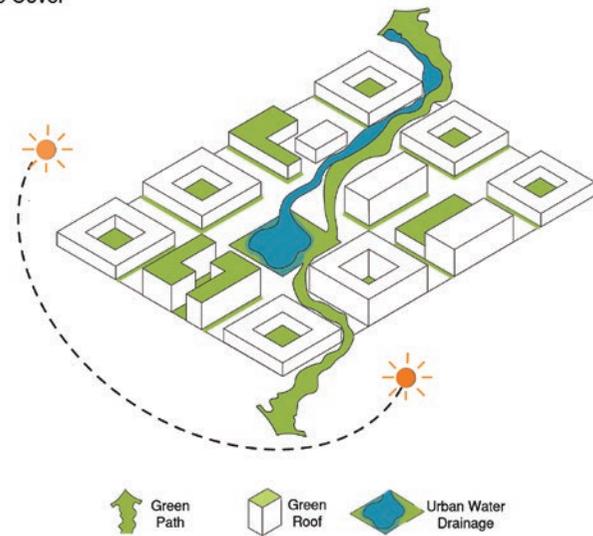
*finer-grain street grids that promote walkability and social cohesion, climate-resilient planning and design strategies include configuration of urban morphology influenced by solar design, urban ventilation, and enhanced vegetation. There are almost infinite combinations of different climate contexts, urban geometries, climate variables, and design objectives. A starting point in any project is to assess the micro- and macro-climatic characteristics of the site, an exercise that will indicate appropriate bioclimatic design strategies. As the climate heats up, compact communities offer attractive alternatives to suburban sprawl by featuring comfortable, healthy micro-climates with comparable natural amenities.*

#### **Urban Materials: Surface Reflectivity and Heat-Resistant Construction Material**

*Increasing the surface reflectivity or 'albedo' of urban materials is a well-established urban heat management strategy. Due to the darkly-hued paving and roofing materials distributed throughout cities, a larger quantity of solar energy is often absorbed in cities than in adjacent rural areas with higher surface reflectivity, contributing to a lower albedo. Unable to compensate for an enhanced absorption of solar energy through an increase in evapotranspiration, a larger percentage of this absorbed energy is returned to the atmosphere as sensible heat and longwave radiation, raising temperatures.*

Copertura vegetativa / *Surface Cover*.  
(Source: Jeffrey Raven, *Graduate Program in Urban & Regional Design*, New York Institute of Technology, 2016).

#### 4. Vegetative Cover



Recognition of the potential to measurably cool cities through the application of highly reflective coatings to roofing surfaces and streets has led to the development of new product lines known as “cool” roofing and paving materials. For roofing surfaces concealed from ground view, such as atop a flat industrial building, very high-albedo, cool material coatings can be applied to reflect away a substantial percentage of incoming solar radiation. Industry analyses of these materials have found that the surface temperature of roofing materials can be reduced by as much as 50°F during periods of intense solar gain.

#### Surface Cover and Vegetation: Green and Blue Infrastructure

The interaction of green and blue components in the urban environment links together integrated mitigation and adaptation strategies at different scales - from buildings and open spaces design to landscape design and metropolitan region planning - and can yield many co-benefits. A comprehensive climate-based design supports developing and maintaining a network of green and blue infrastructure integrated with the built environment to conserve ecosystem functions and provide associated benefits to human population). Urban planning and design strategies focusing on green infrastructure and sustainable water management help restore interactions between built and ecological environments. This is necessary to improve the

#### Copertura vegetale: infrastrutture verdi e blu

L'interazione delle componenti verdi e blu in ambito urbano determina una strategia integrata di mitigazione e adattamento alle diverse scale, dalla progettazione del sistema edifici-spazi aperti a quella del paesaggio, fino alla pianificazione metropolitana e regionale, in grado di introdurre numerosi *co-benefits*. Una progettazione clima-resiliente supporta lo sviluppo e il mantenimento di una rete di infrastrutture verdi e blu integrate nell'ambiente costruito per conservare le funzioni ecosistemiche e fornire i benefici associati alla popolazione quali una maggiore dotazione di spazi pubblici e percorsi separati dal traffico veicolare. Le strategie di pianificazione e progettazione urbana incentrate su infrastrutture verdi e soluzioni per la gestione sostenibile delle risorse idriche contribuiscono a ripristinare le interazioni tra ambiente costruito e naturale, in modo da migliorare la resilienza dei sistemi urbani a eventi estremi, ridurre la vulnerabilità dei sistemi socio-economici e preservare la biodiversità.

#### Raccomandazioni per la gestione dei processi di progettazione

Un approccio di pianificazione e progettazione urbana resiliente è strutturato essenzialmente in quattro fasi: mappatura e analisi climatica, valutazione delle qualità caratterizzanti lo spazio pubblico, definizione dell'intervento di pianificazione / progettazione, valutazione post intervento.

- *Mappatura e analisi climatica*. Nel considerare i fattori climatici nella pianificazione e progettazione urbana, il primo passo è quello di comprendere le condizioni

climatiche su larga scala e i diversi microclimi che caratterizzano il centro urbano, incluse le loro reciproche interazioni. Le principali considerazioni includono: occorrenza e frequenza degli scambi di masse d'aria a livello regionale (condizioni di ventilazione); occorrenza stagionale degli effetti termici e sulla qualità dell'aria del microclima urbano (zone di stress termico, livelli di insolazione, condizioni di ombreggiamento); rappresentazione e valutazione delle aree di impatto e di stress climatici attesi a scala regionale; ottimizzazione energetica del sito sulla base dell'analisi microclimatica urbana in rapporto ai carichi termici, alle masse d'aria fredda e alla densità edilizia. Le mappe di analisi climatica forniscono un primo passo fondamentale per identificare le aree urbane soggette ai maggiori impatti associati all'aumento delle temperature, delle precipitazioni e ai fenomeni meteorologici estremi. Una mappa di analisi climatica può essere sviluppata per step successivi, in base ai dati spaziali di riferimento. La risoluzione spaziale è sviluppata su misura in base al livello di pianificazione e alla scala di progettazione. Mappe di analisi climatica comunemente impiegate comprendono l'individuazione di hotspot di calore urbano e di zone di inondazione.

- *La valutazione dello spazio pubblico*. La comprensione del clima urbano è una componente essenziale per la progettazione di spazi pubblici. Mappe climatiche a scala urbana sono sempre più utilizzate nel processo di pianificazione per nuovi insediamenti e riqualificazioni urbane, in particolare per la progettazione degli spazi aperti. Gli utenti finali dovrebbero essere coinvolti in tutte le fasi attraverso l'utilizzo di sistemi GIS interattivi e/o interviste che aiutino i cittadini a contribuire alla definizione di potenziali modifiche di uso del suolo nell'ambito di processi partecipati. Ciò consente di arricchire la valutazione degli spazi pubblici dal punto di vista climatico includendo descrizioni e specifiche quantitative spaziali e temporali.
- *Definizione dell'intervento di pianificazione / progettazione*. Gli interventi di pianificazione e progettazione clima-resilienti, tesi a migliorare le condizioni termiche e di qualità dell'aria negli spazi urbani, richiedono di essere sviluppati in base a specifici principi progettuali, quali: riduzione delle isole di calore urbane nella pianificazione degli spazi aperti; ottimizzazione della ventilazione urbana tramite ricambi di aria e corridoi di ventilazione; prevenzione della stagnazione dell'aria in condizioni di inversione termica, eliminando barriere contro il ricambio d'aria; mantenimento e rafforzamento di zone in grado di innescare condizioni passive di raffrescamento, per migliorare le condizioni microclimatiche e la qualità dell'aria nei mesi caldi.
- *Valutazione post-intervento*. Ogni azione di pianificazione e progettazione urbana dovrebbe essere accompagnata da studi e misurazioni sul campo per valutare le prestazioni microclimatiche degli interventi. Immagini termiche a infrarossi e/o indagini sulla popolazione contribuiscono a valutare la variazione della temperatura

resilience of urban systems reduce the vulnerability of socio-economic systems and preserve biodiversity.

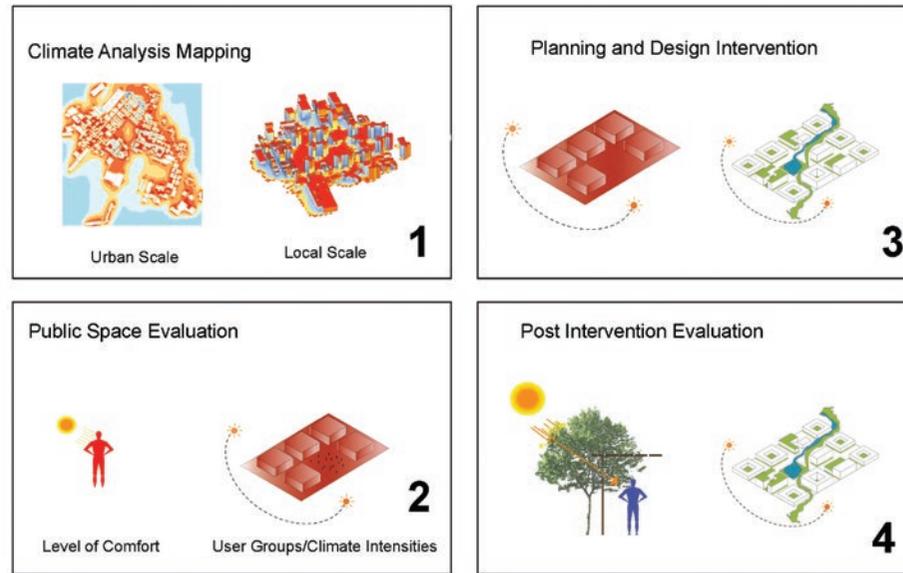
#### Policy Recommendations

A planning and design approach to urban climate intervention should follow a four-phase: Climate analysis mapping, public space evaluation, planning and design intervention, and post intervention evaluation approach.

- *Climate Analysis Mapping*. Considering climate in urban planning and design, the first step is to understand large-scale climatic conditions in Individual inner city local climates including their reciprocal interactions (Figure 7). Considerations include: regional occurrence and frequency of air masses exchange (ventilation) and their frequencies; seasonal occurrence of the thermal and air quality effects of urban climate (stress areas, insolation rates, shading conditions); regional presentation and evaluation of the impact area and stress areas; energy optimization of location based on the urban climate analysis with regard to areas with heat load and cold air areas, building density. Climate analysis maps provide a critical first step in identifying urban zones subject to the greatest impacts associated with rising temperatures, increasing precipitation, and extreme weather events. A climate analysis map may be developed in consecutive steps on the basis of spatial reference data. The spatial resolution is tailored to the planning level. Commonly employed climate analysis maps include urban heat hotspot and flood zone maps routinely employed in urban planning applications.
- *Public Space Evaluation*. Urban climate is an essential part of urban planning evaluation. Urban climate maps are increasingly used in the planning process for urban development as well as for open space design. The public should be involved at all stages through the use of interactive geographical information systems and/or surveys which helps citizens to foresee potential land use changes. This enables climatic evaluation through spatial and temporal quantitative descriptions and specifications. At the regional level, areas worth protecting their climatic functions or where there are areas of heat load, fresh air supply and ventilation pathways, are identified as key targets for planning measures.
- *Planning and Design Intervention*. The task of planning and designing interventions relevant to urban climatology is to improve air quality and thermal conditions: reduction of urban heat islands (heat islands being an indication of thermal comfort/discomfort) by open space planning; optimization of urban ventilation via

Processo di pianificazione e progettazione per l'adattamento climatico / *Urban Climate Planning and Design Process*.

(Source: Jeffrey Raven, *Graduate Program in Urban & Regional Design, New York Institute of Technology, 2016*).



air exchange and wind corridors; prevention of stagnating air in stationary temperature inversion conditions by eliminating barriers against air exchange; maintenance and promotion of fresh air or cool air generation areas to further air exchange and to improve air quality.

Post-Intervention Evaluation. Field measurement studies should be conducted to assess the microclimatic performance of the urban design and planning intervention. Infrared thermal imaging, and/or population surveys can be undertaken to assess the variation of temperature compared to conditions prior to intervention. Climate-resilient strategies can have the effect of prolonging moderate temperatures with associated benefits to public health and energy savings.

#### Conclusions

Cities shaped by integrated mitigation and adaptation principles can reduce energy consumption in the built environment strengthen community adaptability to climate change, and enhance the quality of the public realm. Through energy-efficient planning and urban design, compact morphology can work synergistically with high-performance construction and landscape configuration to create interconnected, protective, and attractive microclimates. The long-term benefits are also significant, ranging from economic savings and risk reduction through reduced energy consumption to

rispetto alle condizioni precedenti all'intervento. I parametri strategici in rapporto alla resilienza ai cambiamenti climatici riguardano il prolungamento stagionale di condizioni moderate di temperatura, i vantaggi in termini di risparmio energetico e i benefici per la salute pubblica.

#### Conclusioni

Progettare le città in base a un approccio integrato alla mitigazione e all'adattamento consente di ridurre il consumo di energia dell'ambiente costruito, rafforzare la capacità di adattamento delle comunità ai cambiamenti climatici e migliorare la qualità dello spazio pubblico. Attraverso strategie di pianificazione e progettazione orientate all'efficienza energetica, nonché attuando sinergie con soluzioni tecniche e costruttive ad alte prestazioni e con specifiche configurazioni del paesaggio metropolitano e regionale, una morfologia urbana compatta contribuisce alla realizzazione di microclimi con caratteristiche di interconnessione, protezione e attrattività. I benefici a lungo termine sono significativi, e vanno dal risparmio economico alla riduzione del rischio, attraverso il contenimento dei consumi energetici e il miglioramento della capacità delle comunità di prosperare nonostante gli impatti legati al cambiamento climatico. Un simile approccio rafforza inoltre la resilienza sociale, migliorando la capacità di una comunità di far fronte alle avversità, adattarsi alle sfide del futuro e trasformarsi in previsione di future crisi, con benefici particolarmente positivi per le fasce sociali più deboli.

1. Il contributo è un estratto del lavoro sviluppato dal gruppo di ricerca "Urban planning and design" dell'Urban Climate Change Research Network (UCCRN) nell'ambito del Second Assessment Report on Climate Change and Cities (ARC3-2). Coordinating Lead Author: Jeffrey Raven (New York); Lead Authors: Brian Stone (Atlanta), Gerald Mills (Dublin), Joel Towers (New York), Lutz Katschnner (Kassel), Pascaline Gaborit (Brussels), Mattia Leone (Naples), Matei Georgescu (Tempe), Maryam Hariri (New York); Contributing Authors: James Lee (Boston), Jeffrey LeJava (White Plains), Ayyoob Sharifi (Tsukuba), Cristina Visconti (Naples), Andrew Rudd (New York). Il documento finale è pubblicato nel 2017 da Cambridge University Press (New York).
2. FAIA, LEED AP BD+C; New York Institute of Technology, Professore Associato e Direttore Graduate Program in Urban and Regional Design, School of Architecture and Design; RAVEN A + U Architettura + Urban Design LLC; Co-presidente, Planning and Urban Design Committee, AIA New York Chapter.

#### References

- Akbari H., Matthews D.H., Seto D. (2012), "The long-term effect of increasing the albedo of urban areas", in *Environmental Research Letters*, 7(2).
- Alexandri E., Jones P. (2008), "Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates", in *Building and Environment*, 43(4), pp. 480-493.
- Ali-Toudert F., Mayer H. (2005), "Effects of Street Design on Outdoor Thermal Comfort", *Meteorological Institute, University of Freiburg*, Werderring, 10, Freiburg.
- 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*, Available at: C40.org.
- Erell E., Pearlmuter D., Williamson T. (2012), *Urban microclimate: designing the spaces between buildings*, Routledge.
- Gill S.E., Handley J.F., Ennos A.R., Pauleit S. (2007), "Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure", in *Built Environment*, Vol. 33, n. 1 (Climate Change and Cities).
- La Roche P., Berardi U. (2014), "Comfort and energy savings with active green roofs", in *Energy and Buildings*, 82, pp. 492-504.
- Mehrotra S., Lefevre B., Zimmerman R., Geroek H., Jacob K., Srinivasan S. (2011), *Climate change and urban transportation systems. Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*, Rosenzweig C., Solecki W. D., Hammer S. A., Mehrotra S. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 145-177.
- Mills G. (2005), *Urban Form, Function and Climate*, Dept. of Geography, University of California Davis, epa.gov/heatisland/resources/pdf/GMills4.pdf
- Otto-Zimmermann K. (ed.) (2011), *Cities and Adaptation to Climate Change: Local Sustainability*, vol. 1. Springer.
- Rosenzweig C., Solecki W., Pope G., Chopping M., Goldberg R., Polissar A. (2004), *Urban Heat Island and Climate Change: An Assessment of Interacting and Possible Adaptations in the Camden, New Jersey Region*, New Jersey Department of Environmental Protection.
- Stone B. Jr., Vargo J., Liu P., Habeeb D., DeLucia A., Trail M., Hu Y., Russell A. (2014), *Avoided heat-related mortality through climate adaptation strategies in three US cities*, Plos One, 9.
- Tromeur E., Menard R., Bailly J.-B., Soulié C. (2012), "Urban vulnerability and resilience within the context of climate change", in *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(5), pp. 1811-1821.
- U.S. EPA (2008), *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*.
- Voskamp I.M., van de Ven F. H. M. (2014), "Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events", in *Building and Environment*.
- Yuan C., Ng E. (2012), "Building Porosity for better urban ventilation - a computational parametric study", in *Building and Environment*, 50, pp. 176-189.
- Zhao P.J., Chapman R., Randal E., Howden-Chapman P. (2013), "Understanding Resilient Urban Futures: A Systemic Modelling Approach", in *Sustainability*, 5(7), pp. 3202-3223.

the improved ability of communities to thrive despite climate-related impacts. And a community's capacity to cope with adversity, adapt to future challenges and transform in anticipation of future crises yields wider social resilience with particularly positive benefits for poor and marginalized populations.

1. This is a draft excerpt based on the work in progress of the Second Assessment Report on Climate Change and Cities (ARC3-2) of the Urban Climate Change Research Network (UCCRN), "Urban Planning and Design" working group. Coordinating Lead Author: Jeffrey Raven (New York); Lead Authors: Brian Stone (Atlanta), Gerald Mills (Dublin), Joel Towers (New York), Lutz Katschnner (Kassel), Pascaline Gaborit (Brussels), Mattia Leone (Naples), Matei Georgescu (Tempe), Maryam Hariri (New York); Contributing Authors: James Lee (Boston), Jeffrey LeJava (White Plains), Ayyoob Sharifi (Tsukuba), Cristina Visconti (Naples), Andrew Rudd (New York). The final and complete document will be published in 2017 by Cambridge University Press (New York, ISBN: 9781316603338).
2. FAIA, LEED AP BD+C; New York Institute of Technology, Associate professor and Director Graduate Program in Urban and Regional Design, School of Architecture and Design; RAVEN A+U; AIA New York Chapter, Co-Chair, Planning and Urban Design Committee.

## Riduzione del rischio e design eco-orientato per il waterfront di N.Y.C.: il progetto Living Breakwaters

Marina Rigillo, Ada Tolla

### *Risk reduction anc eco-oriented design for the N.Y.C. waterfront: the project Living Breakwaters*

#### **US strategies for risk reduction**

*In the global debate on climate change, the US experience offers a relevant reference to consider a design-based approach to urban vulnerability and resilience. In order to efficiently respond to the threats of the current changing climate, FEMA (the Federal Emergency Management Agency) developed a preventive plan to improve resistance and adaptability to natural disasters. Such plan implied a top-down transfer of responsibilities to the local administrations and even to the population at risk, in line with the hierarchy of the American federal system<sup>1</sup>. This approach allowed to quickly experiment on the territory, testing and adjusting the efficiency of the actions (political, as well as actual interventions) in real time. Once the target was reached, the experience was shared as 'best practice' - a reference for areas and instances with analog site conditions. For climate change disasters, the adaptive short-to-medium term strategies of risk reduction are focused on cities, given their recent and ongoing population increase. FEMA prioritizes the proactive safety of the urban fabric and infrastructure as an opportunity to engage in sustainable development. Projects need to perform not only for their risk-reduction properties, but also for their inherent urban quality and for their added value as broader cultural agents.*

*New York constitutes a remarkable example on this trajectory. While FEMA promptly developed the new flood maps for the larger city area, in 2010 MoMA announced “Rising Curennts. Projects for New York’s Waterfront”. The exhibit, curated by Barry Bergdoll, invited five interdisciplinary teams (including architects) to propose ecologically sound responses to coastline, storm-surge and flooding vulnerability for the larger urban area. The resulting five projects for the five selected coastal areas envisioned new ways of protection, proposing new ecologies and highlighting a wider opportunity of transformation. The exhibit becomes a cultural milestone where architecture and urban development attempt to respond to local and global issues of climate change - a cultural and technical starting point that guided and substantiated public and private response to hurricane Sandy toward new ecological objectives.*

#### **Strategie US per la riduzione del rischio**

Nel panorama globale della sfida ai cambiamenti climatici, l’esperienza americana rappresenta un riferimento paradigmatico per comprendere le opportunità di un approccio “design based” ai temi della vulnerabilità urbana e della resilienza. L’urgenza di definire strategie efficaci per rispondere alle minacce derivanti dal *climate change* hanno orientato l’Agenzia Federale per la Protezione Civile (Federal Emergency Management Agency - FEMA) verso la messa a punto di un programma di prevenzione strutturato sull’obiettivo di migliorare la capacità di resistenza e adattamento ai disastri. In entrambi i casi, la filiera operativa prevede il trasferimento di competenze e risorse secondo un processo top-down che viene direzionato verso tutti i differenti soggetti che hanno l’obbligo di agire in caso di pericolo, compresa la popolazione<sup>1</sup>. Questo tipo di approccio è coerente con la natura giuridica del sistema americano, che prevede l’intervento delle Agenzie Federali solo nel caso in cui le amministrazioni locali e governative non abbiano piena capacità di agire e rappresenta una propensione tipica per il pragmatismo, che è componente essenziale della cultura anglosassone. Questo tipo di approccio ha anche il vantaggio di avviare un lavoro sperimentale sul territorio attraverso cui monitorare rapidamente l’efficacia delle azioni (politiche, misure, interventi), introducendo in tempo reale i correttivi necessari per raggiungere gli obiettivi fissati e quindi procedere alla disseminazione dell’esperienza, valutata quale best practice di riferimento per tutte le aree/casi caratterizzati da condizioni di analogia.

Nell’ambito dei disastri derivanti dal cambiamento climatico, un elemento essenziale della scelta metodologica è la presa d’atto della ineluttabilità del fenomeno - specialmente in una prospettiva di breve/medio periodo - così che la strategia per la riduzione del rischio si indirizzi verso interventi di tipo adattivo e la messa a punto di misure di mitigazione volte a garantire la fattibilità degli interventi stessi. L’interesse verte soprattutto sulle città, che negli ultimi decenni hanno visto un incremento sempre maggiore della popolazione. L’aumento della densità abitativa, insieme al valore intrinseco dell’ambiente costruito, ha spinto l’Agenzia Federale a dare priorità alle azioni tese alla messa in sicurezza dell’ambiente urbano, lavorando secondo un approccio pro-attivo alla gestione del rischio che vede l’intervento in area urbana come un volano per veicolare modelli di sviluppo sostenibile. L’interesse va in particolare alla capacità di generare progetti multi-obiettivo affinché l’investimento si qualifichi non solo per l’azione di servizio connessa alla riduzione del rischio, ma anche per

i valori propri del progetto urbano. In questo senso, la città di New York definisce un esempio molto interessante per quanto concerne la gestione culturale, oltre che operativa, riduzione della vulnerabilità. Accanto all’attività istituzionale del FEMA - che ha prodotto in tempi brevissimi le mappe di rischio per tutta l’area di New York - si registra un’intensa azione culturale che ha consentito di utilizzare la condizione di emergenza come opportunità per realizzare nuove, importanti infrastrutture per la città. A partire, infatti, dalla mostra presentata nel 2010 al MoMA dal titolo “Rising Currents. Projects for New York’s Waterfront”, il tema della vulnerabilità urbana rispetto ai fenomeni di *storm surge* e *flooding*, entra stabilmente nel dibattito sulla qualità della forma urbana e determina una nuova consapevolezza sulla necessità di sviluppare condizioni al contesto affinché la riduzione del rischio sia effettivamente un obiettivo condiviso e perseguibile. La mostra, curata da Barry Bergdoll, punta l’attenzione sul livello di rischio potenziale a cui è sottoposta la costa di New York, invitando cinque gruppi di esperti, architetti inclusi, a esprimere soluzioni eco-compatibili per la messa in sicurezza della città. Organizzata sui cinque ambiti territoriali costieri, uno per ognuno dei gruppi di progetto invitati, l’esposizione declina la domanda di resilienza urbana attraverso i canoni della creatività e del sapere condiviso, che diventano nuovi, decisivi strumenti per ampliare la richiesta di salvaguardia verso orizzonti di opportunità e trasformazione. La mostra diventa così il termine *a quo* da cui cominciare a sviluppare un’esperienza di progetto urbano che fa dell’architettura una delle possibili strategie nel contrasto al *climate change* e un riferimento per agire in una logica locale/globale. Un riferimento teorico e tecnico che ha guidato soggetti pubblici e privati nell’organizzazione delle misure per ricostruire le aree danneggiate dall’uragano Sandy e per sostanziare di nuovi valori condivisi il processo di riqualificazione urbana.

#### **Architettura e Resilienza nel contrasto al *climate change***

In questa accezione, l’architettura è intesa secondo una prospettiva differente. Anche se non agisce direttamente sui fenomeni del *climate change*, essa diventa parte di un processo creativo multidisciplinare attraverso cui dare risposta alla richiesta di riduzione della vulnerabilità urbana e, al tempo stesso, generare forme eco-compatibili attraverso cui ripensare quelle parti di città maggiormente esposte al rischio. Dopo l’uragano Sandy del 2012, la municipalità di New York ha intrapreso un percorso molto innovativo per utilizzare in modo virtuoso i fondi per la ricostruzione stanziati dall’amministrazione Obama. L’idea che guida l’iniziativa è considerare il disastro come un’opportunità per intervenire sulle aree danneggiate attraverso un progetto complessivo di recupero: un programma che vede insieme la volontà di restituire agli abitanti i beni distrutti dalla tempesta e, al tempo stesso, di realizzare, in quelle stesse aree, infrastrutture “soft” per migliorare la resilienza urbana. È evidente la relazione culturale con l’esperienza del MoMA, ma altrettanto importante è la capacità operativa

#### **Architecture and Resilience in the fight against climate change**

*In this new perspective, architecture is an active component of the multidisciplinary planning to reduce urban vulnerability and to creatively and ecologically re-think areas at high risk. In 2012, after hurricane Sandy extensive damage to New York, the municipality engaged in an extremely innovative process to take advantage of the funds allocated to the damaged area by the Obama administration. The disaster was considered an opportunity to intervene with a broad action plan that aimed at the reconstruction as well as the provision of a 'soft' ecological infrastructure for urban resiliency. This was consistent with the MoMA experience as well as with the plans developed by the Bloomberg administration shortly before. In 2011, the New York City Planning Department (NYDCP) “Vision 2020: New York Comprehensive Waterfront Plan” proposed eight objectives to improve the coastal areas through a variety of interventions and investments aimed at the design of new public spaces, ecological enhancement and climate change resiliency. The original plan was expanded with two additions in 2013, in directly response to hurricane Sandy: “Designing for Flood Risk”, by NYDCP, a design guide providing building regulations for at-risk areas<sup>2</sup>; and the “Urban Waterfront Adaptive Strategies”, an additional resource to help guide planners and communities to evaluate and improve potential coastal protection strategies.*

*This cultural and legal milieu is also the base for the “Far Roc Competition”, an open two-phased design competition launched in 2013 by the city administration together with private sponsors to explore innovative strategies for the planning, design and construction of a resilient development. The area is an 80-acre site located in a FEMA ‘Special Flood Hazard Area Zone A’ section of the Rockaways. The competition is the first attempt to respond to the damage of the 2012 hurricane through a comprehensive design where architecture is the main agent to propose ecologically and technically innovative solutions entrenched in a multidisciplinary understanding of the site. ‘Dune Co-Habitat’ is the proposal signed by architects LOT-EK and SCAPE - the architecture and landscape studio lead by Kate Orff - and by a team of engineers and experts. The project envisions a complex urban ecosystem that combines the protection of the coast with the design of public and semi-public spaces. The new masterplan, with a pattern perpendicular to the waterfront, is organized around the creation of artificial dunes that alternate with the built areas, providing them with floodable zones as well as with a new set of urban infrastructure, including parking and green recreational areas. The upcycle of the shipping container, repurposed as a modular element to configure residential units and public spaces alike, complements the masterplan*

*responding to the fabric of the traditional local typology while providing a resilient construction that takes advantage of the integrity of the container itself - entirely built out of Corten steel. The success of the experience brings the SCAPE + LOT-EK team to be selected for a second competition, launched by the Hurricane Sandy Task Force and named, intentionally, 'Rebuild by Design'. Also a two-phased design competition intended to promote innovation in the product - new resilient urban areas - as well as in the process - testing the employment of public funds toward proposals that are new, economically achievable and shared socially<sup>3</sup>. The competition requests design solutions to implement a regenerative process that spans from the scale of the landscape and its infrastructures to the scale of the building. Furthermore, project methodologies need to be replicable in the US. The competition, launched in 2014, establishes a totally new precedent binding together architecture and resiliency. The target is the production of a reference model to prepare American cities at large - and their communities - to the challenges of contemporary life. Architecture, and the urban upgrade connected to it, is the essential component to the adaptive design of the contemporary city. Interacting and interconnecting different disciplines, architecture needs to respond to new requirements for living - in terms of space, sustainability and financial and social feasibility<sup>4</sup>. The competition is very unique in its development. The ten teams were selected on the basis of the multidisciplinary composition of the team and the relevant qualifications of each member. During the competition first phase, architects, engineers and scientists of the ten teams worked in parallel to identify vulnerabilities in the areas of interest and to develop resilient solutions, compatible with the specific contexts. Findings were shared throughout this phase, encouraging a cross-contamination among the groups' research and assumptions. The proposals, presented as detailed studies, were then evaluated by a jury that selected seven projects for phase two, generating a sort of masterplan of the interventions shared with the affected local communities. The actual RBD schedule is based on the completion of schematic design and environmental review approvals in 2016-17, and construction in 2019. The interventions are prototypical, culturally and operationally, and meant to be replicable in different contexts.*

### **“Living Breakwaters”**

*The Living Breakwaters is among the projects that received full financing at the end of almost one year of work. Developed by a complex multidisciplinary team lead by SCAPE<sup>5</sup>, the design follows a science-driven methodology that connects new infrastructure for risk-reduction with ecological intervention to*

svilupata dall’amministrazione Bloomberg prima e durante l’emergenza. Già nel 2011 infatti, il NY City Planning Department (NYCPD) aveva messo a punto un nuovo piano per lo sviluppo delle aree costiere della città “Vision 2020: New York Comprehensive Waterfront Plan”, organizzato su otto obiettivi programmatici tesi, complessivamente, a rilanciare le aree attraverso un mix di interventi che vedevano insieme investimenti per nuovi spazi pubblici lungo la costa, per il recupero naturalistico e l’aumento di resilienza al *climate change*. Il piano è stato integrato, nel 2013, con due ulteriori documenti direttamente correlati al disastro Sandy: il volume “Designing for flood risk”, a cura sempre del NYCPD, finalizzato a identificare principi adattivi su cui improntare regolamenti edilizi e prassi costruttive nelle aree maggiormente esposte al rischio inondazione<sup>2</sup> e lo studio “Urban Waterfront Adaptive Strategies”, un ulteriore apporto, in termini culturali e operativi, volto a definire nuove strategie di progettazione, utili per migliorare il grado di resilienza delle comunità insediate nelle aree costiere.

Quest’articolato insieme di strumenti descrive la base teorico-metodologica a partire dalla quale si sviluppa l’azione dell’amministrazione municipale che lancia, nell’aprile 2013, (in partnership con sponsor privati e la comunità di Queens), il concorso di idee “Far Roc Competition. For a Resilient Rockaway”. Si tratta di un concorso aperto, organizzato in due fasi, che ha l’obiettivo di identificare proposte operative per avviare la ricostruzione in chiave sostenibile e resiliente di un’area di circa 32 ettari, situata nella penisola di Rockaway, una zona classificata dal FEMA come “Special Flood Hazard Area Zone A”. Si tratta della prima importante operazione per la ri-progettazione di una parte della costa, pesantemente danneggiata dall’uragano del 2012, che viene a essere ripensata secondo un processo inclusivo, in cui l’architettura è elemento determinante per selezionare soluzioni ecologiche, tecnicamente innovative e improntate da una conoscenza multidisciplinare del contesto.

Tra i finalisti della seconda fase del concorso, è presente il gruppo a cui partecipa LOT-EK e SCAPE, lo studio dell’architetto Kate Orff, (capogruppo) che insime a un team di esperti interdisciplinari, firma il progetto intitolato “Dune Co-Habitat”. Il progetto integra le strategie per la protezione della costa con la realizzazione di un sistema di spazi pubblici e semi-pubblici organizzati per comporre un ecosistema urbano, resistente e resiliente alle inondazioni. L’idea che sostiene il progetto prefigura un pattern insediativo ortogonale alla linea di costa, supportato dalla creazione di rilievi artificiali (“dune” impossibili, in natura), funzionali a provvedere di aree inondabili il nuovo habitat urbano, ma progettate anche per dotare l’abitato di un nuovo sistema di infrastrutture, parcheggi e aree verdi.

L’utilizzo di container dismessi, riprogettati come elemento modulare attraverso cui riconfigurare sia le abitazioni che gli spazi pubblici, risponde alla tipologia tradizionale del quartiere con un sistema costruttivo resiliente che sfrutta l’integrità e la resistenza del container stesso, interamente costruito in acciaio Corten.

Il successo dell’esperienza porta il team SCAPE con LOT-EK a essere tra i gruppi di progettisti selezionati per partecipare a un secondo concorso, questa volta promosso dalla Hurricane Sandy Task Force, e denominato “Rebuild by design”. Anche in questo caso si tratta di un concorso in due fasi finalizzato a promuovere innovazione di prodotto - nuovi ambienti urbani resilienti - e di processo, sperimentando una modalità innovativa nell’utilizzo di fondi pubblici per sviluppare soluzioni nuove, economicamente praticabili e socialmente condivise<sup>3</sup>. Molto importante è anche il focus sulla tipologia di progetti attesi, riferendo il bando a interventi multi-scalari, coerenti con il contesto locale, finanziariamente sostenibili. La richiesta verte, in particolare, su soluzioni progettuali idonee a supportare processi rigenerativi che spaziano dalla scala dell’infrastruttura paesaggistica, a quella dell’edificio, implementando metodologie replicabili nell’ambito degli Stati Uniti.

Il concorso, promosso nel 2014, stabilisce un precedente totalmente inedito nel legare insieme architettura e domanda di resilienza: obiettivo indiretto dell’esperienza è quello di produrre un modello di riferimento per preparare le città americane - con le comunità che le abitano - alle sfide dell’epoca contemporanea, utilizzando l’architettura, e tutto l’upgrade urbano a essa connesso, come elemento essenziale per rilanciare una progettazione adattiva della città contemporanea. L’architettura diventa, pertanto, lo strumento concettuale che sovrintende la messa a sistema di saperi differenti, destinati a rispondere alla richiesta di nuovi requisiti dell’abitare, inerenti sia alla qualità spaziale delle soluzioni proposte, sia alla sostenibilità ambientale delle stesse, sia, infine, alla fattibilità economica e sociale<sup>4</sup>.

Molto particolare è anche la modalità concorsuale. I dieci gruppi di progettisti selezionati sono stati scelti in base alla composizione interdisciplinare del gruppo e alla qualità dei curricula inviati. Durante la prima fase della competizione, architetti, ingegneri, scienziati dei diversi gruppi hanno lavorato in parallelo per identificare le condizioni di vulnerabilità delle aree oggetto di interesse e sviluppare soluzioni resilienti, compatibili con le condizioni complessive del contesto. Condizioni e soluzioni sono state condivise apertamente durante questa fase, permettendo una sorta di contaminazione tra gruppi. Le proposte, realizzate in forma di studio specialistico, sono state quindi valutate dalla Giuria che ha selezionato sette progetti attraverso cui dare vita alla seconda fase del concorso, ossia la redazione di una sorta di masterplan degli interventi, preliminarmente discussi e condivisi con le comunità dei residenti.

L’obiettivo è stato quello di arrivare alla definizione schematica dell’intero progetto per la fine del 2016, con l’approvazione della *environmental review* (autorizzazione ambientale), e alla realizzazione degli interventi per la fine del 2019. Il valore metodologico sotteso al bando di concorso è un fattore determinante di tutta l’esperienza progettuale, tesa com’è a stabilire un prototipo culturale e operativo, rapidamente replicabile in contesti differenti.

*support and regenerate marine habitat and social resilience for the local communities. Some of the more conceptual methodologies explored during the Far Roc Competition are now executed in a real intervention on an actual site, the southern coast of Staten Island. Landscaping and architectural solutions are the result of the multidisciplinary studies and findings, and of the tight interaction with the local community. Through a participatory process, the community has been engaged in walks along the site and in specific workshops, to receive direct feedback on specific design aspects (such as the program required within the Water Hub, an educational and cultural community center). The proposal is centered on a layered response to risk that begins with the Living Breakwaters, a system of breakwaters designed and positioned to protect the coastline and to incentivize water activities<sup>6</sup>. The breakwaters are conceived to moderate risk through reduction of wave impact and size, to support local ecology through the development of marine habitat, and to promote social recreation through fishing and kayaking. Wave reduction is achieved through the breakwater design, their varying shape, material layers and distances. The breakwaters' geometry is carefully articulated through their dimensional aspects (width, length, distance from the coastline, space between one breakwater and the next), through their orientation and through the material layering of the underwater blocks. These variables respond to protection, coastal erosion and ecological regeneration. The living breakwaters' structure is composed of stone blocks as well as organic concrete blocks, 'eco-crete', a material developed to incentivize fish habitat, oyster growth and marine flora. Oysters, mussels, clams and fish on the breakwaters are essential to develop a multifunctional infrastructure - a more complex reef, with an ecology that regenerates marine habitat and filters water in polluted areas, and a place to encourage recreation and education. The project outlines five areas of intervention: Zone 1 - Conference House Park West, an area with lesser damage and buildings at safer distance from the coast, where the focus is mainly on reallocation of existing program and minimum protection and new intervention. Zone 2 - Conference Park House East, an area quite damaged by hurricane Sandy due to previous coastal erosion; here the breakwaters are positioned to reduce vulnerability. Zone 3 - Neighborhood South, a residential area that was heavily damaged; in addition to the breakwaters, an artificial dune will be built to protect the residencies. Zone 4 - Neighborhood North, where LOT-EK is working on the architecture through the design of the Water Hub, a social, educational and recreational space for the community.*

Zone 5 – Mount Loretto, an area where the coastal line will be preserved to prevent interference with navigation and to avoid capturing sediments.

The Water Hub is located at the transition between residences and water. The building grants a new opportunity to the local Staten Island communities affected by hurricane Sandy: a facility to facilitate to continue enjoying the water, but also to understand and monitor its risk. The building will be erected prior to the larger breakwater and dune infrastructure as the landmark of the new relation between the site, the water and the community. Its program – coordinated with New York Parks and the Harbor School – will include multifunctional and flexible spaces for educational purposes, community gatherings and services, together with kayak storage and launch. The building is located outside of the hazard area and is lifted to protect its main enclosed spaces. It is built entirely out of shipping containers, taking advantage of their solid Corten steel

### Living Breakwaters

Tra gli interventi finanziati al termine di un percorso progettuale durato quasi un anno, c'è la proposta realizzata da SCAPE<sup>5</sup> e LOT-EK, dal titolo *Living Breakwaters*. Il progetto, sviluppato da un complesso gruppo multidisciplinare, sperimenta una metodologia *science-driven* che mette in contatto infrastrutture per la riduzione del rischio con la creazione di sistemi socio-ecologici finalizzati al recupero degli habitat marini e dello stile di vita tradizionale della comunità insediata. Si sperimenta, in particolare, il trasferimento delle ipotesi teorico-metodologiche proposte per Far Roc Competition in un intervento concreto, localizzato sulla costa sud di Staten Island, da realizzare attraverso un insieme di soluzioni *site-based* (architettoniche e di paesaggio), derivanti dagli studi di esperti interdisciplinari e dalla collaborazione con la comunità locale. Il progetto è, infatti, frutto di un processo relazionale, condotto secondo modelli partecipativi, che vede insieme prassi consolidate e relazioni informali: le passeggiate, svolte insieme agli abitanti, si sono rivelate momenti

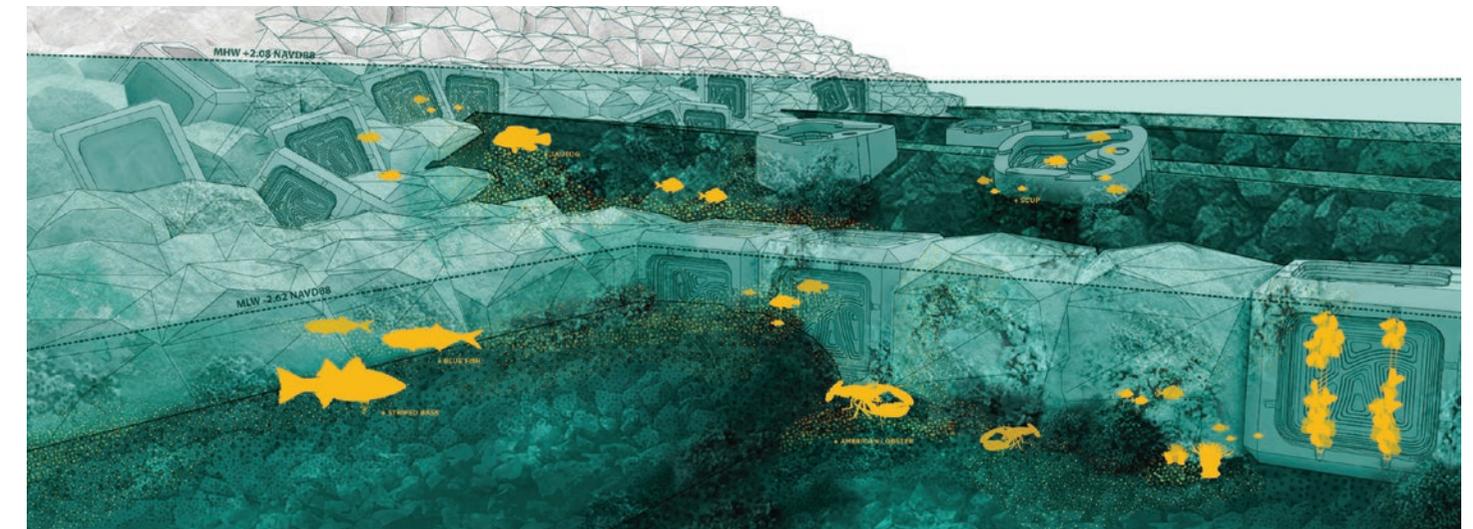


insostituibili per la conoscenza esperienziale, profonda del sito; mentre i workshop e gli incontri hanno offerto diretto riscontro sulle strategie per la riduzione del rischio, la struttura di un nuovo hub (con le funzioni e le attività richieste all'interno di un centro comunitario) e la storia del luogo. Idea centrale della proposta è la costruzione di un sistema per la difesa della linea di costa basato su una serie di barriere sommerse - Living Breakwaters - configurato come sequenza di scogliere adatte a molteplici usi<sup>6</sup>. Le barriere sono progettate allo scopo di ridurre l'impatto e la magnitudo delle onde, riducendo il rischio e generando al contempo habitat marino di pesci e crostacei e luoghi di ricreazione per le persone. L'obiettivo è quello di favorire la dissipazione dell'energia delle onde attraverso l'articolazione di un sistema di sbarramenti posti a distanza variabile e anche differenti per profondità e consistenza spaziale. Le scogliere hanno, infatti, una geometria particolare, progettata con attenzione agli aspetti dimensionali (larghezza, lunghezza, distanza dalla costa, ampiezza degli spazi tra una scogliera e un'altra), all'orientamento e alla qualità materica dei blocchi sommersi, variabili queste da cui dipende l'efficacia e l'efficienza del sistema in termini di riduzione dell'erosione costiera, di rigenerazione eco-sistemica, con particolare riferimento per le zone che hanno subito modifiche e contaminazioni, con la conseguente perdita dell'habitat naturale.

nella pagina accanto / side page

Living Breakwaters, Staten Island + Raritan Bay / *Living Breakwaters, Staten Island + Raritan Bay.*

Sottostrato pesante Living Breakwaters Habitat / *Hard Substrate Living Breakwaters Habitat.*



Elemento essenziale del progetto è la consistenza materica della barriera, realizzate sia da blocchi di pietre che da blocchi di cemento organico (*eco-crete*), brevettato da una società israeliana, che prevedono l'utilizzo del fattore di forma sia per veicolare (e accelerare) la creazione di nuovi habitat - con lo sviluppo di aree idonee per la coltivazione delle ostriche e zone di nursery per i pesci - sia per favorire lo sviluppo di vegetazione marina, sia per la coltivazione degli embrioni di ostriche (*spat*), colmando i blocchi di cemento con i gusci d'ostrica. La scelta di fauna e flora marina (crostacei, ostriche, vongole e cozze) da innestare sulle scogliere è dettata dall'esigenza di ripristinare gli habitat marini essenziali alla sopravvivenza della barriera costiera, ma anche dalla volontà di creare un'infrastruttura multifunzionale di cui fosse possibile la fruibilità sociale per attività ricreative e di educazione ambientale, nonché per garantire funzioni ecologiche primarie come il filtraggio delle acque.

I materiali e gli elementi delle barriere / *Breakwaters materials and elements.*

Dagli studi effettuati, dai sondaggi in situ, dalla condivisione con la comunità locale, il team di progetto ha individuato cinque zone di intervento:



**RIP RAP STONE #1**  
Stone used at the base of the reef ridge; approximate average diameter of 2.5 ft



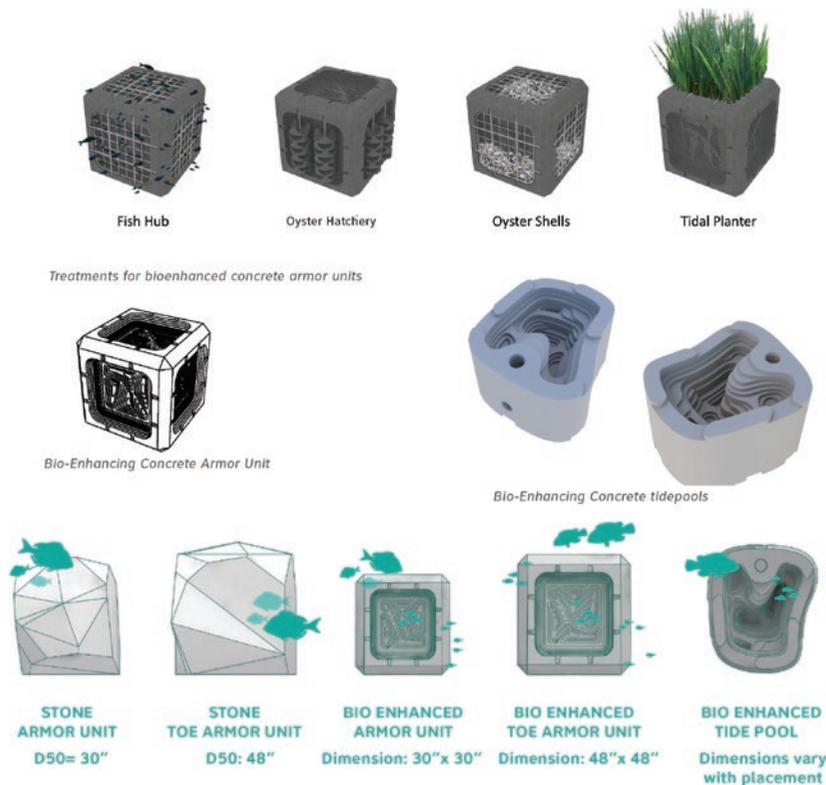
**RIP RAP STONE #2**  
Stone used at the top of the reef ridges; approximate average diameter ranging from 1.25 ft to 3 ft



**BIO ENHANCING CONCRETE UNITS AND TIDE POOL UNITS**



**GEOTEXTILE**



Zona 1 - Conference House Park West, un'area che ha subito danni di minore entità, con un edificato distante dalla costa e nel quale si è previsto di ri-allocare le funzioni originarie le condizioni esistenti riducendo al minimo gli interventi aggiuntivi.  
Zona 2 - Conference House Park East, è un'area che ha subito parecchi danni a seguito dell'uragano Sandy a causa della forte erosione costiera; per quest'area si prevede che

*Living Breakwaters, aree di progetto / Living Breakwaters, design zones.*

construction as an exterior shield to protect the building interior and its activities. The project is currently under development with expected approvals and construction within the year.

1. The program "Taking Shelter from the Storm" offers a valid example. Communities living in areas that are vulnerable to hurricanes or tornadoes can build save/protected spaces within their homes or businesses. Similarly, the production of the "US Climate Resilience Toolkit" proposes a more holistic approach to the subject of resiliency where the technical expert works in tandem with the public (the latter operating as the executive manager of the plan/project). The community is therefore considered as an active and involved entity in the project and the process, rather than just the receiving agent of a top-down solution.
2. The document is tightly interconnected to FEMA's risk maps as well as to the insurance plan (National Flood Insurance Program) also developed by FEMA to reduce financial vulnerability of home owners of properties located along the coastline.
3. Within the National Disaster Resilience Competition, in 2014 President Obama allocated one billion-dollars toward thirteen US areas selected to promote resilient design. Rockefeller Foundation, USAID and the Swedish International Development Agency later intervened to support the process started through the "Rebuild by Design" competition as a format and a strategy to be repeated in cities worldwide.
4. For more information on the Rebuild by Design competition, please log in to its website: <http://www.rebuildbydesign.org/our-work/sandy-projects>
5. The team is composed by: SCAPE (prime), Parsons Brinckerhoff, Stevens Institute Of Technology, Ocean And Coastal Consultants, Searc Consulting, The New York Harbor School, LOT-EK, MTWTF, Paul Greenberg.
6. The concept is based on a layered strategy that, unlike the New Orleans levees or the Dutch dams, constitutes a dynamic barrier capable of gradually absorbing the wave impact.

il posizionamento delle scogliere possa agire da riduttore della vulnerabilità.

Zona 3 - Neighborhood South, dove le residenze hanno subito danni ingenti per cui si prevede la costruzione di dune artificiali a protezione delle abitazioni.

Zona 4 - Neighborhood North in cui il gruppo di LOT-EK lavora maggiormente sull'architettura e sulla comunità attraverso la costruzione del WaterHub.

Zona 5 - Mount Loretto, è un'area in cui sarà preservata la linea di costa limitando l'interferenza con la navigazione in modo da evitare di catturare troppi sedimenti. Il WaterHub si colloca nell'area di transizione tra ambiente costruito e ambiente marino. Il progetto è stato concepito come un'occasione per le comunità colpite di Staten Island: un nuovo elemento del paesaggio costiero pensato per aiutare la comunità sia a godere della risorsa acqua, sia a comprendere e monitorare il rischio. Considerando i tempi necessari alla costruzione dell'infrastruttura sommersa, la presenza di un oggetto architettonico si spiega anche con la necessità di realizzare un landmark dell'intervento, avviando una nuova relazione tra il luogo, come modificato dal progetto, e le persone del posto. Il programma funzionale, concordato con il New York Parks (che sarà uno degli utenti principale) e con la Harbor School (che lo utilizzerà come laboratorio all'aperto) prevede una serie di spazi multifunzionali e flessibili, adatti per attività educative, ma anche per lo svolgimento di eventi, un centro sociale e una serie di ambienti quali laboratori e servizi. L'edificio si trova all'interno della zona protetta ed è rialzato rispetto al livello del suolo. Progettato già nella prima fase del concorso, è stato configurato per essere maggiormente resistente rispetto alle costruzioni tradizionali statunitensi, una struttura solida rappresentata attraverso l'uso di *shipping container*, scatole di ferro, evocative della resistenza dell'involucro per la protezione dell'edificio e di tutte le attività che avvengono al suo interno. Allo stato attuale il progetto è in fase di valutazione e prossimo a essere indirizzato verso l'appalto e la messa in cantiere.

1. Il programma "Taking shelter from the storm", ad esempio, prevede il trasferimento di competenze e abilità alla popolazione affinché tutti coloro che vivono in abitazioni potenzialmente vulnerabili ai fenomeni di uragano e tornado, abbiano modo e capacità per costruire spazi salvavita all'interno della propria casa e / o azienda. Analogamente, la produzione del "US Climate Resilience Toolkit" descrive un approccio olistico al tema della resilienza, in cui il ruolo dello specialista tecnico è sempre affiancato a quello del soggetto pubblico (che agisce in genere come manager esecutivo del piano/ programma / progetto) e della popolazione, considerata non solo come soggetto destinatario degli interventi, ma anche come soggetto attivo da coinvolgere, istruire, addestrare.
2. Il documento è fortemente interrelato alle mappe del rischio realizzate dal FEMA e al programma assicurativo (il National Flood Insurance Program) varato sempre dal FEMA per ridurre l'esposizione economica dei proprietari delle case localizzate lungo la costa.
3. Parte del finanziamento proviene, infatti, dai fondi stanziati, nel 2014, dal Presidente Obama nell'ambito del National Disaster Resilience Competition, attraverso cui sono stati destinati 1 bilione di dollari per 13 aree scelte tra città e Stati del Paese, allo scopo di finanziare progetti resilienti. Successivamente, con l'intervento della Rockefeller Foundation, di USAID e della Swedish International Development Agency il processo inaugurato con il concorso Rebuild by design è diventato un format che sostiene città e comunità in tutto il mondo.

4. Maggiori informazioni sull'esperienza di Rebuild by design sono reperibili sul sito del concorso: <http://www.rebuildbydesign.org/our-work/sandy-projects>.
5. Il team di progetto è composto da: Scape, capogruppo, Parsons Brinckerhoff; Stevens Institute Of Technology; Ocean And Coastal Consultants; Searc Consulting; The New York Harbor School; LOT-EK MTWTF; Paul Greenberg.
6. L'idea è di lavorare secondo un sistema di strati, che a differenza delle dighe olandesi o di New Orleans, definiscono una barriera dinamica in grado di assorbire l'impatto dell'onda secondo un processo progressivo che dall'acqua più profonda, giunge fino alla costa, che si comporta come una superficie assorbente.

Il Water Hub / *Water Hub*.



## Il potenziale dei sistemi rurali periurbani per la resilienza metropolitana. Ricerche e sperimentazioni nel contesto milanese

Elena Mussinelli, Davide Cerati

### *The potential of rural suburban systems for metropolitan resilience. Research and experimentation in milan's context*

#### **Suburban rural ambits**

*The debate on the redevelopment of suburban metropolitan ambits has been established in the cultural and scientific panorama of recent years, so much so that we can recognise that the “concept of suburbanity tends to increasingly become a stable and permanent condition of a territory, and no longer a phase of passage and transformation of rural and agricultural areas in urbanised areas” (Pascucci, 2007, p. 4).*

*Large parts of the metropolitan territory are today connoted by the relatively stable co-presence of urban and rural characters, such as the high density of settlements and the marginalisation of agriculture where the country has been subject to “structural degradation due to the fragmentation of the agricultural eco-fabric and insularisation of its fragments in the infrastructural networks and built-up areas” (Socco et al 2006, p. 8), even in the presence of important productive realities. In the fringes of the metropolitan sprawl, the characters of the urban and rural become almost indistinguishable, replaced by the ambiguous and complex signs of the suburban rural landscape. A condition that becomes clear within distributive and polycentric, non-transitory aspects (or rather, those that are not necessarily destined for definitive construction), and which has led to the formulation of the concepts of the urban-rural agricultural eco-system (Council for Agricultural Science and Technology, 2002) and of urban bio-region (Magnaghi and Fanfani, 2010), to take into account of a potential positive of re-evaluation within the interior of regional and sovra-local ecological networks.*

*In recent years, we have been able to witness important effects of ecological environmental degradation in these territories. Both for the high consumption of natural and agricultural greenbelts due to locational dynamics on a metropolitan scale for the realisation of new infrastructures linked to mobility, logistics and large scale distribution. As well as for the accentuation of the crisis in the primary sector, mainly animated by small entrepreneurial realities that are often unable to deal with the reduction in community aid and the competitive transformation of the global market*

#### **Gli ambiti rurali periurbani**

Il dibattito sulla riqualificazione degli ambiti metropolitani periurbani si è andato consolidando nel panorama culturale e scientifico degli ultimi anni, tanto da potersi riconoscere che il «concetto di periurbanità tende a divenire sempre più una condizione stabile e permanente di un territorio, e non più una fase di passaggio e trasformazione delle aree rurali e agricole in aree urbanizzate» (Pascucci, 2007, p. 4). Ampie parti del territorio metropolitano sono oggi connotate dalla copresenza relativamente stabile di caratteri urbani e rurali, quali l’alta densità insediativa e la marginalizzazione dell’agricoltura, laddove la campagna ha subito «un degrado strutturale, dovuto alla frammentazione dell’agroecotessuto e alla insularizzazione dei suoi frammenti nelle maglie delle reti infrastrutturali e del costruito» (Socco et al.2006, p. 8), pur in presenza di realtà produttive anche rilevanti.

Nelle frange dello sprawl metropolitano i caratteri dell’urbano e del rurale diventano pressoché indistinguibili, sostituiti dai segni ambigui e complessi del paesaggio rurale periurbano. Una condizione che si esplicita entro assetti diffusivi e policentrici non transitori (vale a dire non necessariamente destinati a una definitiva edificazione), e che ha portato alla formulazione dei concetti di agro-ecosistema urbano-rurale (Council for Agricultural Science and Technology, 2002) e di bioregione urbana (Magnaghi e Fanfani, 2010), a render conto di un potenziale positivo di ri-valorizzazione all’interno di reti ecologiche regionali e sovralocali.

In questi territori negli ultimi decenni si sono palesati rilevanti effetti di degrado ecologico ambientale. Sia per gli alti consumi di suolo naturale e agricolo dovuti a dinamiche localizzative di scala metropolitana per la realizzazione di nuove infrastrutture connesse alla mobilità, alla logistica e alla grande distribuzione. Sia per l’accentuarsi della crisi nel settore primario, animato soprattutto da realtà imprenditoriali di piccola dimensione spesso non in grado di far fronte alla riduzione degli aiuti comunitari e alla trasformazione competitiva del mercato globale attraverso la messa in atto di strategie di innovazione e diversificazione nella produzione, nell’approvvigionamento e nella distribuzione dei beni.

I livelli di investimento nell’agricoltura, in Europa e in particolar modo in Italia, sono ormai ai minimi storici, come evidenziano i trend degli ultimi trent’anni relativi ai principali indicatori del mondo agricolo, quali la superficie agricola utilizzata, il numero di aziende e il numero di giornate lavorative degli addetti del settore.

Più in generale la crisi economica ha contribuito a peggiorare le condizioni della

produzione agricola, con il crollo dei consumi interni di beni primari, l’importazione di materie prime (latte, cereali, ecc.), la tendenza trentennale alla sola coltivazione cerealicola per l’ambito nutrizionale zootecnico, la riduzione del prezzo del latte indotta da un mercato oligopolista e la scarsa efficacia delle *policy* di *greening* connesse al pagamento di incentivi sulla produzione di energia da fonti rinnovabili<sup>1</sup>.

In questo quadro le aree rurali periurbane costituiscono di fatto il contesto più fragile, in quanto il valore della loro produttività agricola risulta sempre inferiore al potenziale di valorizzazione attraverso processi di urbanizzazione o industrializzazione. Tra gli effetti negativi della periurbanizzazione va poi rilevata la perdita di paesaggi spesso connotati da elevati valori storico-ambientali, in assenza di interventi di recupero e valorizzazione sia del patrimonio culturale e identitario materiale (ambiente naturale e paesaggio rurale storico), che di quello immateriale connesso alle tradizioni locali, con effetti di notevole disgregazione delle strutture sociali tipiche delle comunità rurali.

Il decadimento dei valori produttivi agricoli e la scarsa considerazione dei valori ambientali, in un quadro di tendenziale omologazione tra aree urbanizzate di frangia e

Tipo dato		numero di aziende				
Anno	1982	1990	2000	2010	variaz 1982-2010	
<b>Territorio</b>						
Italia		3133118	2848136	2396274	1620884	-48%
Nord-ovest		444349	361576	220145	145243	-67%
Lombardia		148068	119598	70993	54333	-63%
Milano		7249	4914	3379	2358	-67%
Tipo dato		superficie agricola utilizzata - ettari				
Anno	1982	1990	2000	2010	variaz 1982-2010	
<b>Territorio</b>						
Italia		15832612,8	15025954,2	13181859,1	12856047,8	-19%
Nord-ovest		2594575,72	2409917,81	2243192,81	2096984,82	-19%
Lombardia		1161652,29	1103147,21	1039536,72	986825,52	-15%
Milano		77780,77	74213,57	70758,54	64862,07	-17%
Tipo dato		numero di aziende				
Caratteristica della azienda		azienda con allevamenti				
Anno	1982	1990	2000	2010	variaz 1982-2010	
<b>Territorio</b>						
Italia		854137	604106	370356	217449	-75%
Nord-ovest		158713	101692	59558	45823	-71%
Lombardia		67651	46284	28201	22064	-67%
Milano		3048	1952	1211	964	-68%
Tipo dato		numero di giornate di lavoro				
Anno	1982	1990	2000	2010	variaz 1982-2010	
<b>Territorio</b>						
Italia		601084480	453542997	327265421	250806040	-58%
Nord-ovest		108313295	82746715	54963315	43466346	-60%
Lombardia		41816862	32299152	22573774	19261486	-54%
Milano		2384797	1547244	1246719	1086797	-54%

*through the activation of strategies for the innovation and diversification in production, provisioning and distribution of property.*

*The levels of investment in agriculture in Europe and especially in Italy are by now at an historical low, as shown by the trends of the last thirty years relating to the main indicators of the agricultural world, such as agricultural surface used, the number of companies and working days of employees in the sector. More generally, the economic crisis has contributed to the worsening agricultural production conditions, with the collapse of internal consumption of primary goods, the importation of raw materials (milk, cereals, etc.), the thirty-year trend of exclusive cultivation of cereals for the zootechnical nutritional ambit, the reduction of the price of milk induced by an oligopolistic market and the scarce effectiveness of the greening policies linked to incentives for energy production from renewable sources<sup>1</sup>.*

*Within this overview, suburban rural areas in fact represent the most fragile context, in that the value of their agricultural productivity is increasingly inferior to the potential of valorisation through processes of urbanisation or industrialisation.*

*Among the negative effects of suburbanisation we should highlight the loss of landscapes that are often connoted by very high historical-environmental values, in the absence of activities to redevelopment and valorise both the cultural and material identity heritage (natural environmental and historical rural landscapes) as well as the immaterial one linked to local traditions, with effects of noteworthy disintegration of social structures typical of rural communities.*

*The decline in agricultural productive values and scarce consideration of environmental values in an overview of prospective standardisation between urbanised fringe areas and interstitial agricultural areas have ended with the legitimisation of the persistence of the levels of consumption of resources (water, ground, bio-diversity, etc.) and harmful emissions (water and atmospheric pollution, sound pollution, waste, etc.) typical to urbanised territories. Not taking into account, on the other hand, the strategic potential of these contexts in the perspective of a complex and broader policy of regeneration of metropolitan territories with the interpretation of environmental and social resilience.*

Indicatori Superficie Agricola Utile (S.AU.)

Source: rielaborazione serie storiche ISTAT, Censimento agricoltura 2010 / *Indicators Net Agricultural Area (Source: Time series reworking ISTAT, 2010 Agriculture Census).*

### Scenarios and policies of research and experimentation

*The European agenda for rural development has defined for a long time the guidelines for the sustainability of development, with the social, political and administrative recognition of these ambits and their role as mediator in the relationships between cities and countryside, and with actions and projects aimed at favouring the development of suburban agriculture*<sup>2</sup>. The Cork declaration of 1996, updated in 2016, moreover

*highlighted how European policies and lines of funding passed through sectorial activities of aid in a territorial vision of development in which agriculture and agricultural workers become the actors of new multi-sectorial design, characterised by the integration between economic-productive values, environmental and landscape peculiarities and the cultural and social identity of territories.*

*Even the European Strategy 2020 for Biodiversity approved on 21st June 2011 of the European Council of Environmental Ministries of the 27 EU countries confirms the fundamental role of agriculture and rural development. “The development of green infrastructure in agricultural areas is linked both to the directives of the new Community Agricultural Policy (CAP) – which looks to valorise the multi-functionality of it – and the growing need to protect eco-systemic services provided by agricultural areas to defend the territory, hydro-geological instability and biodiversity”*<sup>3</sup>.

*Increased multi-functionality and strengthening of eco-systemic services and green infrastructure are an incentive for projects and activities aimed at increasing the resilience of metropolitan areas. The concept of multi-functionality, which is inherent to resilience, well interprets the need to improve a territory's environmental effectiveness, meanwhile increasing the level of awareness of the local social system. The putting into effect of resilience strategies is, in this sense, a particularly functional tool for the redevelopment of suburban rural territories in which the critical points grow in the environmental, cultural, social and economic aspects.*

*The more we can balance and integrate the ecological-environmental, landscape-consumer, economic-productive and socio-inclusive/cohesive values, the higher the possibility of obtaining truly sustainable growth and development.*

### Scenarios for Lombardy and the Metropolitan City of Milan

*The context of the Lombardy Region - and in particular that of the Milan Metropolitan area*<sup>4</sup> - represents a particularly interesting ambit of research and experimentation, with some critical states and points of potential that over the last few years have led to significant plans and experimentation.

aree agricole interstiziali, hanno finito col legittimare il permanere di livelli di consumo delle risorse (acqua, suolo, biodiversità, ecc.) e di emissioni nocive (inquinamento idrico e atmosferico, rumore, rifiuti, ecc.) tipici dei territori urbanizzati. Non cogliendo, viceversa, il potenziale strategico di questi contesti nella prospettiva di una complessiva e più ampia policy di rigenerazione dei territori metropolitani in chiave di resilienza ambientale e sociale.

### Scenari e policies di ricerca e sperimentazione

L’agenda europea per lo sviluppo rurale ha definito da tempo i principi guida per la sostenibilità dello sviluppo, con il riconoscimento sociale, politico e amministrativo di questi ambiti e del loro ruolo di mediazione delle relazioni tra città e campagna, e con azioni e progetti atti a favorire lo sviluppo dell’agricoltura periurbana<sup>2</sup>.

La dichiarazione di Cork del 1996, aggiornata nel 2016, ha inoltre evidenziato come le policies e le linee di finanziamento europee siano passate da interventi settoriali di sostegno a una visione territoriale di sviluppo nella quale l’agricoltura e i suoi addetti diventano attori di nuove progettualità multisettoriali, caratterizzate dall’integrazione tra valori economico-produttivi, peculiarità ambientali e paesaggistiche e identità culturali e sociali dei territori.

Anche la Strategia Europea 2020 per la biodiversità approvata il 21 giugno 2011 dal Consiglio Europeo dei Ministri dell’Ambiente dei 27 paesi UE conferma il ruolo fondamentale dell’agricoltura e dello sviluppo rurale: “Lo sviluppo delle infrastrutture verdi nelle aree agricole è connesso sia con gli indirizzi della nuova Politica Agricola Comunitaria (PAC) - che punta a valorizzarne la multifunzionalità - sia con la crescente necessità di tutela dei servizi ecosistemici forniti dalle aree agricole a difesa del territorio, dal dissesto idrogeologico e della biodiversità”<sup>3</sup>.

Incremento della multifunzionalità e potenziamento dei servizi eco-sistemici e delle infrastrutture verdi rappresentano le leve per progetti e azioni finalizzati ad aumentare la resilienza delle aree metropolitane. Il concetto di multifunzionalità, intrinseco alla resilienza, bene interpreta l’esigenza di migliorare l’efficienza ambientale di un territorio, innalzando al contempo il grado di consapevolezza del sistema sociale locale. L’attuazione di strategie di resilienza costituisce in questo senso uno strumento particolarmente funzionale alla riqualificazione dei territori rurali periurbani, nei quali le criticità assumono sempre valenze al tempo stesso ambientali, culturali, sociali ed economiche.

Tanto più si riuscirà a bilanciare e integrare i valori ecologico-ambientali, paesaggistico-fruttivi, economico-produttivi e socio-inclusivi/coesivi, tanto più alta sarà la possibilità di ottenere una crescita e uno sviluppo realmente sostenibili.

### Scenari per la Regione Lombardia e la Città Metropolitana di Milano

Il contesto regionale lombardo - e in particolare quello dell’area metropolitana

	Anni '50	1989	1996	1998	2006	2008	2013
<b>Piemonte</b>	2,2-3,9	4,4-6,3	4,7-6,7	4,8-6,8	5,0-7,0	5,1-7,1	5,9-8,2
<b>Valle d'Aosta</b>	1,1-2,3	1,7-3,0	1,8-3,1	1,8-3,1	2,0-3,4	2,0-3,4	2,2-3,7
<b>Lombardia</b>	3,9-5,8	6,8-9,0	7,5-9,9	7,7-10,1	8,5-11,0	8,8-11,3	9,6-12,2
<b>Trentino-Alto Adige</b>	0,9-2,0	1,5-2,7	1,6-2,8	1,6-2,9	1,8-3,1	1,8-3,1	1,8-3,2
<b>Veneto</b>	3,0-4,8	5,0-7,1	6,2-8,3	6,5-8,7	7,7-10,1	8,3-10,8	8,6-11,1
<b>Friuli-Venezia Giulia</b>	2,2-3,8	4,4-6,3	5,0-7,0	5,1-7,1	5,5-7,5	5,6-7,7	5,8-7,9
<b>Liguria</b>	2,0-3,5	4,2-6,1	5,0-7,0	5,2-7,2	5,6-7,7	5,6-7,7	5,9-8,0
<b>Emilia Romagna</b>	1,8-3,0	5,7-7,7	6,4-8,4	6,6-8,7	6,7-8,8	6,8-8,8	6,9-8,9
<b>Toscana</b>	1,6-3,0	3,7-5,5	4,5-6,4	4,5-6,5	5,1-7,2	5,2-7,2	5,3-7,4
<b>Umbria</b>	1,1-2,3	2,6-4,2	3,1-4,8	3,2-4,9	4,2-6,2	4,2-6,2	4,3-6,3
<b>Marche</b>	1,9-3,5	3,9-5,8	4,6-6,6	4,8-6,8	5,1-7,3	5,3-7,4	5,7-7,9
<b>Lazio</b>	1,3-2,4	4,5-6,3	5,5-7,4	5,9-7,9	6,1-8,0	6,1-8,1	6,4-8,4
<b>Abruzzo</b>	1,0-2,2	2,7-4,3	3,2-4,9	3,3-5,0	3,6-5,5	4,0-5,8	4,2-6,1
<b>Molise</b>	1,3-2,7	2,2-3,7	2,4-4,0	2,5-4,1	2,7-4,3	2,8-4,5	3,0-4,7
<b>Campania</b>	3,5-5,4	6,0-8,2	6,5-8,7	6,6-8,8	7,2-9,5	7,5-9,8	7,8-10,2
<b>Puglia</b>	2,6-4,3	5,3-7,2	6,0-8,0	6,3-8,4	7,1-9,3	7,3-9,6	7,4-9,7
<b>Basilicata</b>	1,5-3,0	2,2-3,7	2,6-4,1	2,7-4,3	3,3-5,1	3,4-5,2	3,6-5,3
<b>Calabria</b>	1,6-3,1	3,1-4,8	3,4-5,2	3,4-5,2	3,9-5,7	4,3-6,1	4,5-6,4
<b>Sicilia</b>	1,4-2,8	4,5-6,5	4,9-6,9	5,0-7,0	5,5-7,7	5,5-7,7	5,8-7,9
<b>Sardegna</b>	1,1-2,3	2,0-3,3	2,3-3,7	2,4-3,8	3,2-4,8	3,3-5,0	3,4-5,0

milanese<sup>4</sup> - rappresenta un ambito di ricerca e sperimentazione particolarmente interessante, con la presenza di criticità e potenzialità che negli ultimi anni hanno dato luogo a significative progettualità e sperimentazioni.

Sul fronte delle criticità i nodi problematici concernono in particolare:

- il permanere di elevati valori nel consumo di suolo, a ulteriore erosione delle aree rurali;
- l’invecchiamento e gli impatti di un sistema infrastrutturale già in origine carente delle necessarie mitigazioni ambientali;
- la crisi del sistema idrico, che si palesa ricorrentemente in occasione di eventi atmosferici acuti anche di non straordinaria entità;
- il tardivo avvio di politiche sostenibili nei settori del trasporto pubblico metropolitano e dei consumi energetici, con conseguenze rilevanti in termini di congestione e inquinamento atmosferico (sforamento dei valori delle polveri sottili e produzione di gas serra ben oltre i limiti consentiti dalla legge).

A ciò si aggiunge il fatto che, negli ultimi decenni, è stato realizzato un significativo numero di nuovi insediamenti a carattere commerciale e logistico, con logiche localizzative connesse alla valorizzazione di rendite posizionali fondate

Consumi di suolo a livello regionale /  
*Regional consumption of soil.*

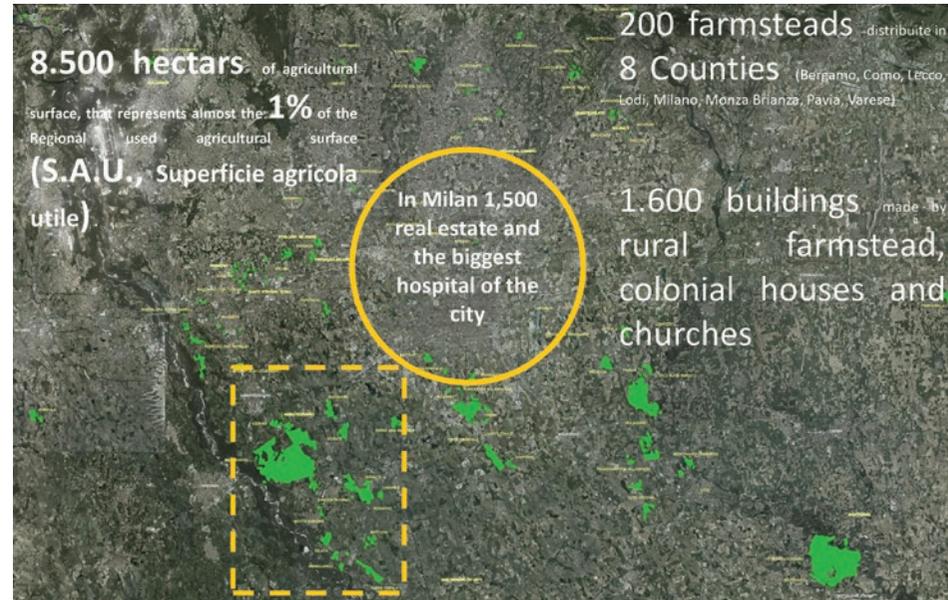
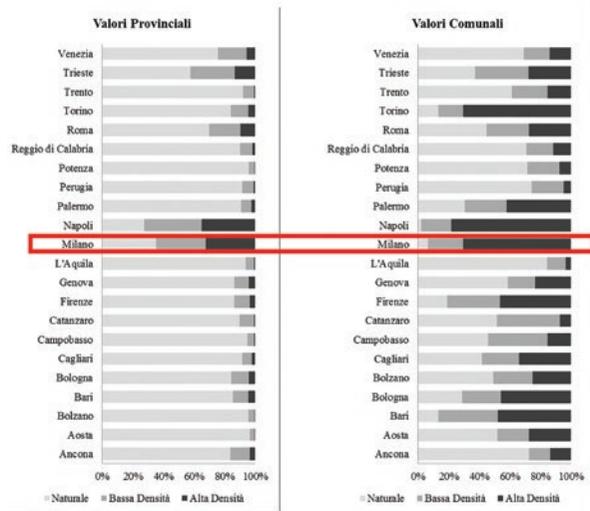
*Regarding the critical states, the main problems concern in particular:*

- *the persisting high loss of greenbelts, further eroding rural areas;*
- *the ageing and impact of an infrastructural system which lacked the necessary environmental mitigations from the very beginning;*
- *the water system crisis that recurrently rears its head during non-extraordinary acute atmospheric events;*
- *the late initiation of sustainable policies in the sectors of metropolitan public transport and energy consumption, with important consequences in terms of congestion and atmospheric pollution (values of dust and production of greenhouse gases that greatly exceed the limits set by law).*

*This, together with the fact that over the past few decades a significant number of new commercial and logistic settlements has been built in places linked to the valorisation of positional annuity based on infrastructural accessibility in an absence of directives and incentives to redevelop degraded ambits (such as quarries and tips) or marginal ambits (such as agricultural waste areas) with the preparation of suitable re-naturalisation or valorisation activities within a productive viewpoint.*

*Over recent years however, we have recorded the experimentation of governance models aimed at inter-sectoriality and to activate activities for the enhancement and fruition of suburban metropolitan territories, even based on the optimisation and control of processes to environmentally evaluate plans and programmes to fund the policies*<sup>5</sup>.

*Among the documents that led to this innovative experimentation in the contents and structure we should note the Outline Agreement for Territorial Development (AOST) of 2014, which involved three council offices of the Lombardy Region, the Metropolitan City, Consorzio Est Ticino Villoresi and four agricultural districts (DAM-Distretto Agricolo Milanese, DAVO-Distretto Agricolo Valle Olona, DINAMO-Distretto Agricolo delle Tre Acque, and the Distretto Riso e Rane)<sup>6</sup>. The Agreement defined seven macro-actions of interest for suburban rural territories (M1. Strengthening and improvement of the irrigation system; M2. Redevelopment and valorisation of the environmental landscape; M3. Land improvement; M4.*



in alto / up

Livelli di urbanizzazione e ambiente naturale (2012) / *Levels of urbanization and natural environment (2012)*  
(Source: ISPRA Report, 2015).

a destra / right

Il patrimonio della Fondazione Sviluppo Ca' Granda / *Fondazione Sviluppo Ca' Granda real estate*  
(Source: reworking Fondazione data).

sull'accessibilità infrastrutturale, in assenza di orientamenti e incentivi nella direzione del recupero delle aree dismesse. E pochissime sono state le azioni di riqualificazione di ambiti degradati (quali cave e discariche) o marginali (quali aree agricole di risulta) con l'approntamento di adeguati interventi di rinaturalizzazione o valorizzazione in chiave produttiva.

Negli ultimi anni si registra però la sperimentazione di modelli di governance orientati all'intersettorialità e finalizzati a dare attuazione ad azioni per la valorizzazione e fruizione dei territori periurbani metropolitani, anche sulla base dell'ottimizzazione e della verifica dei processi di valutazione ambientale di piani e programmi di finanziamento delle policies<sup>5</sup>.

Tra i documenti che hanno avviato questa sperimentazione innovativa nei contenuti e nella struttura va registrato l'Accordo Quadro di Sviluppo Territoriale (AQST) del 2014, che coinvolge tre assessorati di Regione Lombardia, la Città Metropolitana, l'Ente Villoresi e quattro distretti agricoli (DAM-Distretto Agricolo Milanese, DAVO-Distretto Agricolo Valle Olona, DINAMO-Distretto Agricolo delle Tre Acque, e il Distretto Riso e Rane)<sup>6</sup>. L'Accordo ha definito sette macroazioni di interesse per i territori rurali periurbani (M1. Potenziamento e miglioramento del sistema irriguo; M2. Riqualificazione e valorizzazione paesaggistico ambientale; M3. Miglioramento fondiario; M4. Innovazione di prodotto, di processo e di filiera; M5. Multifunzionalità; M6. Valorizzazione e promozione del territorio e della cultura

rurale; M7. Consolidamento della strategia di sviluppo dell'AOST), promuovendo la trasversalità delle competenze amministrative e incentivando sia la realizzazione di opere pubbliche da parte di Enti Pubblici Consortili, sia la costituzione di partnership istituzionali con attori privati ottimizzatori e valorizzatori nella gestione del territorio nel quale le opere ricadono. Si guarda così a regie capaci di esprimere, sin dalla fase programmatica, buone pratiche cooperative tra Enti che pianificano<sup>7</sup>, gestori che realizzano e mantengono e privati che valorizzano.

Particolarmente rilevante per il territorio rurale periurbano è poi il Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 di Regione Lombardia, che ha individuato obiettivi di innovazione delle imprese agroforestali, di tutela dell'ambiente e di adattamento/mitigazione ai/dei cambiamenti climatici<sup>8</sup>. Ciò anche a supporto dei processi in atto per la realizzazione della Rete Ecologica Regionale (RER) approvata sin dal 2009, infrastruttura prioritaria del Piano Territoriale Regionale e strumento orientativo per la pianificazione regionale e locale<sup>9</sup>.

Come evidenziato anche nel "Piano strategico triennale della città metropolitana milanese"<sup>10</sup> e nel Documento d'indirizzo strategico pubblicato dal Comune di Milano nel maggio 2016<sup>11</sup>, si va quindi attenuando la componente prescrittiva della pianificazione a favore di politiche integrate e abilitanti, attraverso processi aperti, inclusivi e generativi. Entrambi i documenti sottolineano come gli interventi debbano sperimentare policies multisettoriali e interdisciplinari (valori ambientali, economici, culturali e sociali), con l'obiettivo di integrare la produzione agricola con altre forme di sviluppo di beni e servizi volte alla valorizzazione fruitiva, a sostegno del modello distrettuale turistico agroalimentare.

### Ricerche e sperimentazioni in corso

In questo contesto è significativo, per caratteri qualitativi e rilevanza dimensionale, il piano strategico F.I.L.A.R.E.T.E.A.M.<sup>12</sup> elaborato nel 2015 dal Politecnico di Milano in collaborazione con la Fondazione IRCCS Ca' Granda e la Fondazione Sviluppo Ca' Granda, in qualità rispettivamente di proprietaria e di gestore dei beni rurali dell'Ospedale Maggiore di Milano.

Le proprietà dell'Ospedale, frutto di oltre cinque secoli di donazioni<sup>13</sup>, sono costituite da 85 milioni di mq (pari allo 0,8 % dell'intera superficie agraria lombarda), per un totale di circa 200 poderi agricoli concentrati per circa il 60% nell'area metropolitana, oltre a 2.000 unità immobiliari (per il 75% a Milano). La vastità e l'importanza storica di tale patrimonio consentono di sperimentare, a una scala significativa e verificabile grazie all'esistenza di un unico proprietario, le politiche regionali per lo sviluppo integrato del territorio, in coerenza con le priorità europee per una crescita intelligente, sostenibile e solidale, e all'interno dell'orizzonte culturale definito dalle raccomandazioni Unesco 2011 per il governo del "paesaggio urbano storico"<sup>14</sup>.

L'elaborazione del piano F.I.L.A.R.E.T.E.A.M. ha consentito di raccordare le linee guida

*Innovation of product, process and the supply chain; M5. Multi-functionality; M6. Valorisation and promotion of the territory and rural culture; M7. Strengthening of the AOST development strategy), promoting the transversality of the administrative jurisdiction and stimulating both the realisation of public works by Associative Public Organisations, as well as the constitution of institutional partnerships with private players who optimise and valorise the management of the territory in which the works are undertaken. Thus we look at organisations able to express from the planning phase good cooperative practices between Organisations that plan<sup>7</sup>, directors who work in realisation and maintenance, and private individuals who valorise.*

*Of particular importance for the suburban rural territory is the Programme of Rural Development 2014-2020 of the Lombardy Region which identified objectives of innovation of agro-forestal businesses, protection of the environment and adaption/mitigation of climate change<sup>8</sup>. This also supporting the processes currently underway for the realisation of the Regional Ecological Network (RER) approved in 2009, primary infrastructure of the Regional Territorial Plan and directive tool for regional and local planning<sup>9</sup>.*

*As also highlighted in the "Three-year strategic plan of the Milanese metropolitan city"<sup>10</sup> and in the Strategic Directives Document published by the Council of Milan in May 2016<sup>11</sup>, we are moving towards the weakening of the prescriptive component of planning in favour of integrated and activating policies through open, inclusive and generative processes. Both documents highlight how interventions must experiment with multi-sectorial and interdisciplinary policies (environmental, economic, cultural and social values), with the objective to integrate agricultural production with other forms of goods and services development aimed at a beneficial valorisation to support the agro-food tourist district model.*

### Current research and experimentation

*Within this context, for qualitative characters and dimensional importance, the F.I.L.A.R.E.T.E.A.M.<sup>12</sup> strategic plan drawn up in 2015 by the Politecnico di Milano in collaboration with the Fondazione IRCCS Ca' Granda and the Fondazione Sviluppo Ca' Granda – in their respective roles of owner and manager of Milan's Ospedale Maggiore's rural property – is very important. The Hospital's properties, the result of more than five centuries of donations<sup>13</sup>, are made up of 85 million square metres (equal to 0.8% of the entire agricultural surface area of Lombardy), for a total of approximately 200 agricultural farmsteads concentrated over approximately 60% of the metropolitan area, more than 2,000 pieces of real estate (75% in Milan). The vastness and historical importance of this heritage allows the*

experimentation – on a significant and verifiable scale thanks to the existence of a single proprietor – of the regional policies for the integrated development of the territory, in coherence with the European priorities for intelligent, sustainable and united growth and within the cultural horizon defined by UNESCO recommendations 2011 for the government of the “historical urban landscape”<sup>14</sup>.

The elaboration of the F.I.L.A.R.E.T.E.A.M. plan allowed the connection of guidelines for valorisation approved by the Administration Council of the Ca’ Granda Development<sup>15</sup>, the regional objectives contained in DGR nr. X/1042 of 5/12/2013<sup>16</sup> and those of the “European Strategy 2020” of the European Union, in order to find correspondence between the policies within the Fondazione and those of a metropolitan scale. Four macro-ambits have thus been identified within which we to graft specific activities of research, in-depth study and pre-feasibility studies as well as activities directed to the acquisition of resources and funding through the participation in regional and community competitions:

- the creation of new agro-productive models;
- the activation of a food quality brand through sustainable process of short supply chains;
- the valorisation of heritage for tourist and cultural use;
- the experimentation of housing and social work models in the agricultural ambit.

The Fondazione Sviluppo Ca’ Granda’s objective is to carry out the role of activator of scenarios of planning on a metropolitan scale, acting in particular on the areas localised in the southern area of the Milan metropolitan city, the Abbatense<sup>17</sup>. A context that is strategic both for its agricultural productive dimension as for the quality of its landscape and environmental components, and representative of the great historical and cultural link with the city of Milan, which was taken on as a privileged ambit for the starting of research and experimental projects as part of the Agreement between the Politecnico and the Fondazione.

#### The Abbatense territory: the potential of agriculturally active landscapes

The analysis of the territory, of its infrastructural connections, productive and commercial activities currently underway and planned, of the historical agricultural system and the important environmental pre-existing structures<sup>18</sup> supplied the fundamental cognitive outline to give form to a Smart Specialization

Attività svolte nei Progetti Pilota / Activities done in the Pilot Projects.

per la valorizzazione approvate dal Consiglio di Amministrazione della Sviluppo Ca’ Granda<sup>15</sup>, gli obiettivi regionali contenuti nella DGR n. X/1042 del 5/12/2013<sup>16</sup> e quelli della “Strategia Europa 2020” dell’Unione Europea, al fine di trovare corrispondenza tra le policies interne alla Fondazione e quelle di scala metropolitana.

Sono stati così individuati quattro macroambiti di azione, all’interno dei quali innestare sia specifiche attività di ricerca, approfondimenti e studi di prefattibilità, che azioni orientate alla acquisizione di risorse e finanziamenti attraverso la partecipazione a bandi competitivi regionali e comunitari:

- la creazione di nuovi modelli agro-produttivi;
- l’attivazione di un marchio di qualità alimentare attraverso processi sostenibili di filiera corta;
- la valorizzazione patrimonio per la fruizione turistica e culturale;
- la sperimentazione di modelli di housing e lavoro sociale in ambito agricolo.

Obiettivo della Fondazione Sviluppo Ca’ Granda è svolgere il ruolo di attivatore di scenari di progettualità di scala metropolitana, agendo in particolare sulle aree e i manufatti localizzati nel quadrante sud della città metropolitana milanese, l’Abbatense<sup>17</sup>. Un contesto strategico sia per la sua dimensione produttiva agricola

Tabella riassuntiva delle attività svolte nelle linee di Azione ABE.1 - ABE.2 - CCP.1 - CCP.2														
Luoghi	Rif. Progetto Pilota			Legenda attività										
				PrF Produzione frutta	TrF Trasformaio ne frutta	SrF stoccaggio frutta	R P ristorazione partecipata	PrB Produzione biomassa	PrEN produzione energia	PrTr S produzione saliceto e trasformazio ne gunchi	TraMP trasporto merci e persone	NA Nuovi approdi	PrEN produzione energia elettrica	Ril riqualificazio ne conche
Bugo	ABE.1	ABE.2		PrF	TrF	SrF	RP	PrB						
Monte Oliveto	ABE.1	ABE.2		PrF				PrB	PrEN	PrTr S				
Cerina di Sopra	ABE.1	ABE.2		PrF				PrB						
Cerina di Mezzo	ABE.1	ABE.2		PrF				PrB						
Cerina di Sotto	ABE.1			PrF										
Minore di Sotto	ABE.1			PrF										
Minore di Sopra		ABE.2						PrB						
Maggiore Chiesa A	ABE.1			PrF										
Coronate	ABE.1			PrF										
Caselle con Biglia		ABE.2						PrB						
Cascina del Perdono		ABE.2	CCP.2					PrB						
Case in Fallaveccia	ABE.1				TrF									
Fornace	ABE.1		CCP.1			SrF								
Boschi in economia		ABE.2						PrB		PrTr S				
Zone Umide		ABE.2						PrB						
Canale Bereguardo			CCP.1	CCP.2										
Asta del canale										TraMP				
Conche e Salti										TraMP	NA	PrEN	RIC	

Tabella riassuntiva delle quantità riferite ai Progetti Pilota nelle linee di Azione ABE.1 - ABE.2 - CCP.1 - CCP.2											
Posizione linee di azione	Ettari nuovi impianti biomassa	Ettari biomassa esistente	Biomassa prodotta per ettaro	Ton Biomassa prodotte	Potenziale CO2 Assorbita Biomassa	Ettari Nuove Impianti Frutteti	Numero Piante da frutto per ettaro	Numero Piante da frutto totali	Potenziale Produzione Frutticola x pianta	Potenziale Produzione Frutticola	Potenziale CO2 Assorbita Frutteti
	Ha	Ha	Ton/Ha	Ton.	2.500 Kg/HA-anno (a 5 anni dall'impianto)	Ha			kg/Pianta-anno(media tra differenti speci)	Kg/anno	3Kg/anno-pianta (a 5 anni dall'impianto)
Bugo	2		40	80	5000	14	400	5600	25	140000	16800
Monte Oliveto	15		40	600	37500	8	400	3200	25	80000	9600
Cerina di Sopra	7		40	280	17500	4,7	400	1880	25	47000	5640
Cerina di Mezzo	15		40	600	37500	3,8	400	1520	25	38000	4560
Cerina di Sotto	7,5		40	300	18750	6	400	2400	25	60000	7200
Minore di Sotto						3	400	1200	25	30000	3600
Minore di Sopra	4,5		40	180	11250			0			
Maggiore Chiesa A					0	1,1	400	440	25	11000	1320
Coronate					0	5,5	400	2200	25	55000	6600
Caselle con Biglia	6,5		40	260	16250						
Cascina del Perdono	7,5		40	300	18750						
Case in Fallaveccia											
Fornace											
Boschi in economia		220	Da PAF	1300	Non contribuiscono in quanto già esistenti						
Zone Umide		18	8	144							
Canale Bereguardo											
Asta del canale											
Lanche e Salti											
<b>TOTALI</b>	<b>65</b>	<b>238</b>	<b></b>	<b>4044</b>	<b>162500</b>	<b>46,1</b>	<b></b>	<b>18440</b>	<b></b>	<b>461000</b>	<b>55320</b>

che per la qualità delle sue componenti paesistico-ambientali, e rappresentativo del fortissimo legame storico e culturale con la città di Milano, che è stato assunto quale ambito privilegiato per l’avvio di ricerche e progetti sperimentali nell’ambito della Convenzione tra Politecnico e Fondazione.

#### Il territorio abbatense: il potenziale dei paesaggi agro-attivi

L’analisi del territorio, delle sue connessioni infrastrutturali, delle attività produttive e commerciali in essere e in progetto, del sistema agricolo storico e delle importanti preesistenze ambientali<sup>18</sup> hanno fornito il quadro conoscitivo di base per dar forma a una Smart Specialization Strategy<sup>19</sup> denominata “Agro-Active Landscape”: una strategia di eco-innovazione che opera attraverso l’attivazione di nuove filiere a basso impatto ambientale e alta capacità adattiva nella produzione agroenergetica. Tale strategia individua due linee di azione: Agricoltura-boschi-energia (ABE) e Canali-conessioni-produzione (CCP).

La prima linea riguarda l’implementazione del patrimonio arboreo boschivo e fruttifero lungo l’asse del canale Bereguardo e in prossimità delle aree boschive poste a ridosso

Quantità preliminari relative ai Progetti Pilota / Preliminary amounts relating to the Pilot Projects.

Strategy<sup>19</sup> known as the “Agro-Active Landscape”: a strategy of eco-innovation that works through the activation of new supply chains of low environmental impact and high adaptive ability in agro-energy production.

This strategy identifies two lines of action: Agriculture-woods-energy (ABE) and Channels-connections-production (CCP).

The first line regards the implementation of the woodland and orchard heritage along the axis of the Bereguardo canal and near the woodland found along the Ticino River, increasing the already-rich woodland of the territory in order to produce environmental results both in terms of CO<sub>2</sub> capture to compensate for greenhouse gas emissions from the urban heritage of the Foundation, as well as in terms of absorption of nitrates present in the agricultural subsoil, experimenting eco-environmental balances between the city and the suburban rural area.

The formation of new woodland areas favours the constitution of a forestry agro-energy supply chain within the natural ambit of the Ticino valley which would support in energy and environmental terms the agricultural activities linked to the production, transformation and logistics of agro-food dairy products, zootechnical products, fruit and vegetables. By strengthening the ecological networks, such a line of action would also have an impact on cultural and social benefits, making them usable for tourism and teaching, contributing to the reconstruction of the historical urban landscape.

The second line focuses on the functional, technological and environmental redevelopment of the Bereguardo canal and the related hydraulic manufacture, with the aim of allowing its navigability in a productive (transport of local products), use and tourism key.

The interventions aim to optimise the stock collection and distribution of agro-food products, in particular by reusing old farmhouses found along the canal, within a logic of production, transformation, logistics and distribution at “0 km and 0 energy consumption”. Under the environmental profile, the sluices of the Bereguardo canal will be redeveloped as water expansion tanks and renaturation including the ecological resewing of the environmental corridors found throughout the territory, in fact configuring a real project of hydraulic mitigation in the suburban ambit aimed at absorbing excess water during extraordinary events.



Starting from these two lines of action, four pilot projects have been created.

AWE/Agriculture-woods-energy Line:

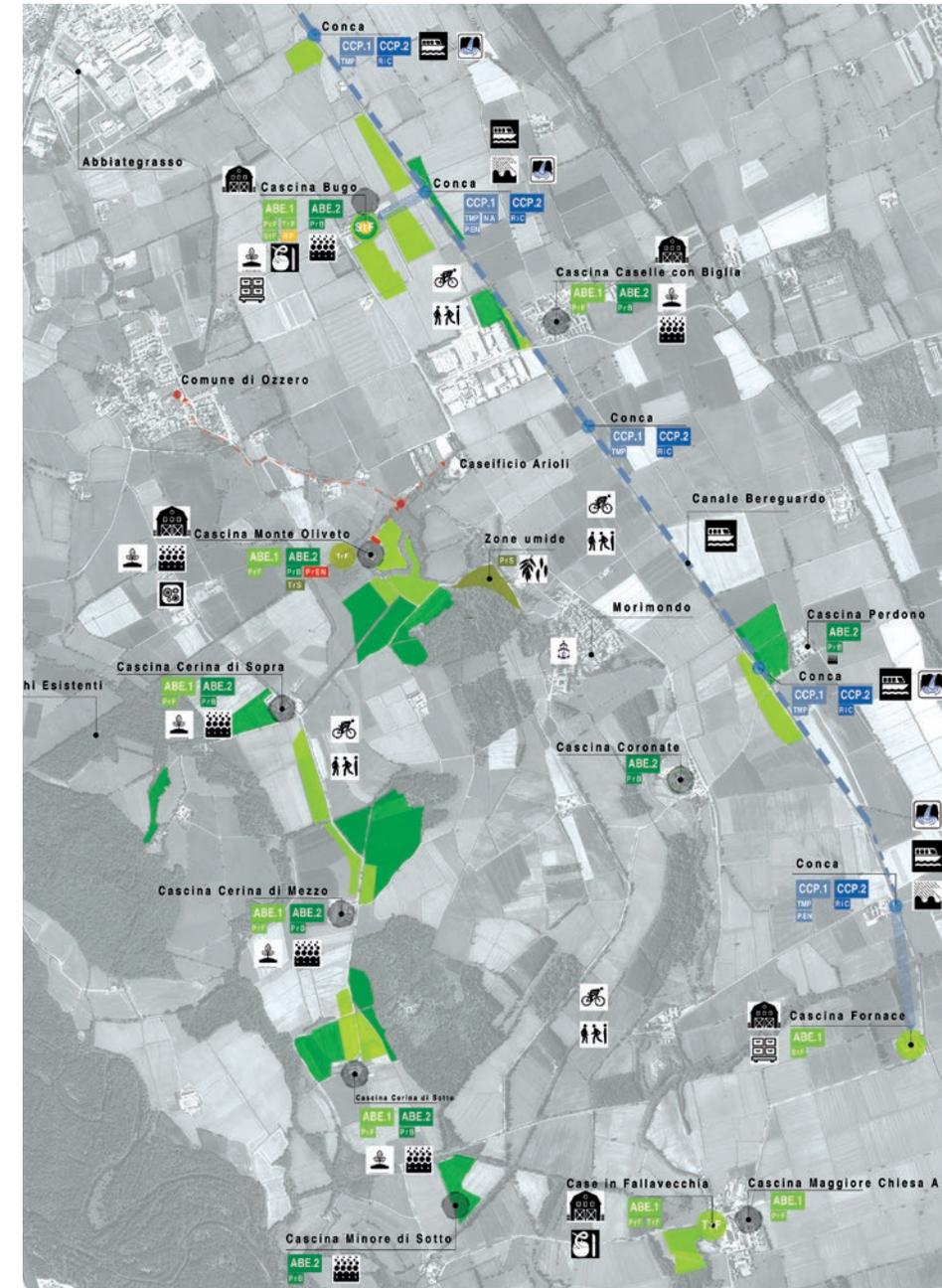
- AWE.1 – planting of new orchards for more diverse production, to absorb the CO<sub>2</sub> produced by the Ospedale Maggiore and for the experimental measurement of nitrate absorption in the subsoil. The planning experimentation involves a dozen or so farmsteads of 46 hectares overall distributed along the Bereguardo canal, in the Ticino valley and some abandoned properties located in Fallavecchia, a district of the Council of Morimondo, reconverted for the transformation of fruit and vegetable products. The Fornace farmstead, along the Bereguardo canal, has been assigned as the main hub for the storage and transport of products to the city of Milan via the canal (CCP.1), while the Bugo farmstead has been set up as a hub for food policies experimentation for the nutritional quality of fruit and vegetable products destined for use in catering.
- AWE.2 – the realisation of new biomass forest cultivations and the redevelopment of a marshland into a willow grove, aimed at supplying an associate electricity and thermal energy production system. The project includes the

del fiume Ticino, incrementando la già ricca dotazione boschiva del territorio, al fine di produrre risultati ambientali sia in termini di cattura di CO<sub>2</sub> a compensazione delle emissioni di gas serra del patrimonio urbano della Fondazione, sia in termini di assorbimento dei nitrati presenti nel sottosuolo agricolo, sperimentando bilanci eco-ambientali tra città e area rurale peri-urbana.

La formazione di nuove aree boschive favorisce la costituzione di una filiera agro-energetica forestale nell'ambiente naturale della valle del Ticino che supporti in termini energetici e ambientali le attività agricole legate alla produzione, trasformazione e logistica dei prodotti agro-alimentari lattiero-caseari, zootecnici, fruttiferi e orticoli. Tale linea di azione, consolidando le reti ecologiche, impatta anche sotto il profilo dei benefici culturali e sociali, rendendole fruibili in chiave turistica e didattica, e contribuendo alla ricostruzione del paesaggio urbano storico.

La seconda linea si focalizza sulla riqualificazione funzionale, tecnologica e ambientale del canale Bereguardo e dei manufatti idraulici connessi, con l'obiettivo di permetterne la navigabilità in chiave produttiva (trasporto prodotti locali), fruitiva e turistica.

Gli interventi prevedono l'ottimizzazione del sistema di raccolta stoccaggio e distribuzione dei prodotti agroalimentari, in particolare riutilizzando le cascine storiche presenti lungo il canale, in una logica di produzione, trasformazione, logistica e distribuzione a "km ed energia zero". Sotto il profilo ambientale sono previste la



expansion of the forest area by around 70 hectares in five farmsteads found in the Ticino valley, in the Council of Morimondo, and the planting of woodland near the locks of the Bereguardo canal (CCP.2). The biomass produced, together with that deriving from the pruning of the orchards (AWE.1), will supply a new electricity and thermal energy production system near the Monte Oliveto farmstead. This system – with around 500 KW electrical and 2500KW thermal capacity – will have two roles: one to distribute electricity from renewable sources at reduced costs to the very farmsteads that produce biomasses and the other to supply thermal energy deriving from the cogeneration process both to the Arioli dairy farm along state road 494 which already today collects and transforms part of the milk production of the territory, but also – potentially – to the residential areas of the Council of Ozzero through a district heating line. The willow grove that is expected to be planted next to Morimondo aims to guarantee and preserve the stability of uncultivated but water-rich lands (springs), to enlarge the tourism offer (also through the creation of a new nature trail) and to supply raw materials (canes left over from pruning) to create new employment opportunities linked to the local tradition (production of willow cane objects for the organic market).

CCP/Canals-connections-production line:

- CCP.1 –hydraulic redevelopment of six sluices of the Bereguardo canal to make it navigable again, both to transport locally-produced goods to the city of Milan as well as for tourism and education. The works will affect the hydraulic products that make up the six locks bulkheads, docks, etc.) and aim to both allow the transport of fruit and vegetable goods stored in the Fornace farmstead (AWE.1) as well as to support tourism mobility linked to the San Cristoforo port of call in Milan (new metropolitan market of the "0Km" and a new tourist port) with an approximately 18 kilometre trip along the Bereguardo canal and the Naviglio Grande. The re-infrastructure system in blue and green of the canal furthermore includes the production of hydroelectricity, inserting state of the art micro turbines in the water drop that are able to recharge electricity-powered transport

craft as well as refrigerating groups supporting the storage and transformation of products in the Fornace and Bugo farmsteads.

CCP.2 – environmental redevelopment of the six sluices and agricultural land nearby to link the flora-fauna systems of the territory found between the agricultural plains of the Parco Agricolo Sud Milano and the Ticino Valley, act as water expansion tanks during acute atmospheric phenomena and experiment with techniques to strengthen the banks of the Bereguardo canal aimed at cutting maintenance costs. The expansion of the canal's six sluices to effectively manage the flow of transport of goods and people (CCP.1) will permit the formation of expansion tanks used to regulate water flow. The neighbouring areas are subject to works regarding arboreal strengthening (banks of the oxbow lake), the planting of new orchards of native species of local tradition, and biomass cultivations with prestigious essences (AWE.1 and AWE.2), works grafted onto the ecological corridors defined by the current PTCP in force, guaranteeing an increase in biodiversity. The creation of these productive “eco-resilient islands” directly maintained and managed by agricultural workers themselves moreover permits lower costs for the Consorzio Est Ticino Villoresi.

The tables summarise the data linked to the pre-feasibility of the AWE.1 AWE.2 CCP.1 and CCP.2 lines of action.

Both lines of action, and consequently the four pilot projects (Fig. 8-9), include active involvement by agricultural workers and other local stakeholders who - as already highlighted by the European Strategy for Biodiversity in 2011<sup>20</sup> - are required to carry out an essential role in defining and starting up works and good practices, focussing not only on the production of quality goods, but also on the allocation of eco-systemic and multifunctional services for the territory<sup>21</sup>.

1. Legislative Decree 28/2011 defines the guidelines for the next laws that will regulate biogas installations and includes a reward for virtuous installations that use organic refuse and sub-products, while prohibiting the use of raw food materials such as cereals.
2. Cf. European Economic and Social Committee CESE, Initiative Advice 1209/2004 of 2004 and European Economic and Social Committee CESE, Suburban Agriculture Charter of 2007.
3. In: Ministry of the Environment (2014). *La natura dell'Italia*, chap. IV, pg.3. From as early as the first half of the last decade, the OCSE had highlighted that “[...] As well as the production of food and

riqualificazione delle conche del canale Bereguardo come casse di espansione idraulica e la loro rinaturazione, con un ruolo di ricucitura ecologica dei corridoi ambientali presenti sul territorio, configurando di fatto un vero e proprio progetto di mitigazione idraulica in ambito peri-urbano finalizzato ad assorbire l'eccesso idrico in occasione di eventi straordinari.

A partire da queste due linee di azione sono stati declinati quattro progetti pilota.

Linea ABE/Agricoltura-boschi-energia:

- ABE.1 - realizzazione di nuovi impianti a frutteto per la diversificazione della produzione, per l'assorbimento della CO<sub>2</sub> prodotta dall'Ospedale Maggiore e per la misurazione sperimentale dell'assorbimento dei nitrati nel sottosuolo. La sperimentazione coinvolge una decina di poderi per complessivi 46 ettari distribuiti lungo il canale Bereguardo, nella valle del Ticino e alcuni immobili in disuso localizzati a Fallavecchia, frazione del Comune di Morimondo, riconvertiti ad attività di trasformazione dei prodotti ortofrutticoli. A Cascina Fornace, lungo il canale Bereguardo, viene assegnato il ruolo di polo per lo stoccaggio e il trasporto dei prodotti verso la città di Milano attraverso il canale (CCP.1), mentre cascina Bugo è pensata come polo di sperimentazione delle *food policies* per la qualità nutrizionale dei prodotti ortofrutticoli destinati alla ristorazione.
- ABE.2 - realizzazione di nuove coltivazioni forestali a biomassa e riqualificazione di un'area umida attraverso l'impianto di un saliceto, finalizzate ad alimentare un impianto consortile di produzione di energia elettrica e termica. Il progetto prevede l'ampliamento delle superfici forestali di circa 70 ettari in cinque poderi localizzati nella valle del Ticino, nel territorio comunale di Morimondo, e la realizzazione di boschi-filtro posti a margine delle conche del canale Bereguardo (CCP.2). La biomassa prodotta, insieme a quella derivante dalle potature dei frutteti (ABE.1) servirà ad alimentare un nuovo impianto di produzione di energia elettrica e termica, localizzato in prossimità della Cascina Monte Oliveto. Tale impianto, di potenza pari a circa 500 KW elettrici e 2500 KW termici, dovrà svolgere un duplice ruolo: distribuire energia elettrica da fonte rinnovabile a prezzo ridotto agli stessi poderi che coltivano biomasse e fornire energia termica derivante dal processo di cogenerazione sia al Caseificio Arioli lungo la strada statale 494 che già oggi raccoglie e trasforma parte della produzione lattiera del territorio che, potenzialmente, alle zone residenziali del Comune di Ozzero attraverso una linea di teleriscaldamento. L'impianto arboreo a saliceto previsto in adiacenza all'abitato di Morimondo mira a garantire e preservare la stabilità dei terreni incolti ma ricchi di acque risorgive (fontanili), ad arricchire l'offerta turistica (anche con la creazione di un nuovo percorso naturalistico) e a fornire materia prima (giunchi derivanti dalle potature) per innescare nuove opportunità lavorative legate alla tradizione storica locale (produzione di oggettistica in giunco di salice per il mercato della produzione Bio).

Linea CCP/Canali-conessioni-produzione:

- CCP.1 - riqualificazione idraulica di sei conche del naviglio Bereguardo per riattivare la navigabilità, sia per il trasporto verso la città di Milano delle merci prodotte localmente, sia a fini turistici e didattici. L'intervento interessa i manufatti idraulici che compongono le sei conche (paratie, approdi, ecc.) ed è finalizzato sia a permettere il trasporto dei beni ortofrutticoli stoccati nella Cascina Fornace (ABE.1) sia a supportare la mobilità turistica in connessione allo scalo milanese di San Cristoforo (nuovo mercato metropolitano del “Km0” e nuovo porto turistico), con un percorso di circa 18 km lungo il canale Bereguardo e il Naviglio Grande. Il sistema di re-infrastrutturazione in chiave verde e blu del canale prevede inoltre la produzione di energia idroelettrica, inserendo nei salti idrici microturbine di ultima generazione, in grado di ricaricare sia le imbarcazioni per il trasporto operanti con motori elettrici sia i gruppi frigoriferi a supporto dello stoccaggio e della trasformazione dei prodotti nelle cascine Fornace e Bugo.
- CCP.2 - riqualificazione ambientale delle sei conche e dei territori agricoli adiacenti per connettere i sistemi floro-faunistici del territorio posto tra la pianura agricola del Parco Agricolo Sud Milano e la Valle del Ticino, fungere da casse di espansione idrica durante i fenomeni atmosferici acuti e sperimentare tecniche di consolidamento delle sponde del canale Bereguardo atte a calmierare i costi di manutenzione. L'ampliamento delle sei conche del canale per una efficace gestione dei flussi di trasporto delle merci e delle persone (CCP.1) consente la formazione di casse di espansione utili per la regolazione dei flussi idrici. Le aree adiacenti sono oggetto di interventi relativi al consolidamento arboreo (sponde delle lanche), alla realizzazione di nuovi impianti a frutteto con specie autoctone della tradizione storica locale, e a coltivazioni a biomassa realizzate con essenze pregiate (ABE.1 e ABE.2), interventi che si innestano sui corridoi ecologici definiti dal PTCP vigente, garantendo l'aumento della biodiversità. La creazione di queste “isole eco-resilienti” a carattere produttivo direttamente mantenute e gestite dagli agricoltori consente inoltre di contenere i costi in carico al Consorzio Est Ticino Villoresi.

Le tabelle riassumono i dati progettuali legati alla prefattibilità delle linee d'azione ABE.1 ABE.2 CCP.1 e CCP.2.

Entrambe le linee di azione, e di conseguenza anche i quattro progetti pilota, prevedono un attivo coinvolgimento degli agricoltori e degli altri stakeholder locali, che - come del resto già evidenziava la Strategia europea per la biodiversità del 2011<sup>20</sup>, sono chiamati a svolgere un ruolo essenziale nella definizione e attuazione di interventi e buone pratiche, con attenzione non solo alla produzione di beni di qualità, ma anche alla erogazione di servizi ecosistemici e multifunzionali per il territorio<sup>21</sup>.

*fibres (healthy and high quality) agriculture may modify the landscape, contribute to the sustainable management of resources, the conservation of biodiversity, maintain the economic and social vitality of rural areas” (quot. in: INEA, edited by HENKE R., Verso il riconoscimento di un'agricoltura multifunzionale, Teorie, politiche, strumenti, Edizioni Scientifiche Italiane, 2004).*

4. *The metropolitan city of Milan, established with Law 56/2014, unites 134 councils on a territory of more than 1,500 square kilometres, for a population of more than three million.*
5. *Environmental Report POR FESR 2014-2020.*
6. *D.G.R. X/2622 of 07/11/2014, which defines the contents of the Outline Agreement of Territorial Development (AQST).*
7. *The levels regarding regional, metropolitan and local planning.*
8. *These objectives, which correspond to specific monitoring indicators, concern: the strengthening of income of agricultural companies and the competitiveness of agriculture in all its forms, also promoting innovative technologies for agricultural companies and for the sustainable management of forests; the promotion of agro-food supply chains that include the transformation and commercialisation of products, the wellbeing of animals and risk management in the agricultural sector; the preservation, recovery and valorisation of ecosystems linked to agriculture and forestry; the encouragement to efficiently use resources and passing to an economy with low carbon emissions which is resilient to climate in the agro-food and forestry sector; social inclusion, reduction of poverty and economic development in rural areas (PSR, 5 December 2014, pp. 199 and subsequent).*
9. *“The Lombard RER is based on the concept of poly-functionality, thus representing the main regional tool for the protection of biodiversity and at the same time for the supply of eco-systemic services (only example on the national level) in full coherence with the objectives expressed by the European Strategy for Biodiversity”. The RER was approved with DGR nr. 8/10962 dated 30th December 2009.*
10. *Città metropolitana di Milano (2016), Milano Metropoli Reale, Milano Metropoli Possibile.*
11. *Comune di Milano (2016), Paesaggi Futuri.*
12. *FI.L.A.R.E.T.E.A.M. For Innovation of Landscape and Agriculture: Renewable Energy, Territorial*

*Economy and Amelioration Management. The plan was the first act of a collaboration that then led to a Convention with the Fondazione Sviluppo Ca' Granda (13.05.2015, director Elena Mussinelli, ABC Department) and aimed at defining strategies, actions and projects for the restoration of the cultural heritage of the Fondazione and the promotion and beneficial valorisation of the relative landscape and territorial context.*

- The outstanding heritage of the Ospedale Maggiore, including the rural property found in the fertile territory between Ticino and Adda, the pre-Alps and the Po comes from donations which started in the XIV century. The hospital received from its rural property not only monies from rent, but also, until the XVIII century, produce from the land necessary to feed its patients and for pharmaceutical preparations. The hospital's lands also included an important water system, including a number of springs, mainly coming from state canals and, in some cases, exclusively owned by the hospital.*
- Recommandation concernant le paysage urbain historique, y compris un glossaire de définitions, 10/11/2011, summarised during the 36th session (Paris, 25th October -10th November 2011) of the UNESCO General Conference to update the previous "Recommandation" of Nairobi of 26th November 1976.*
- Schema del progetto di valorizzazione del patrimonio rurale della fondazione IRCCS Ca'Granda Ospedale Maggiore Policlinico, document edited by Marco Giachetti (president of the Fondazione IRCCS Ca'Granda) and Achille Lanzarini (General Director of the Fondazione Sviluppo Ca' Granda).*
- Strategia regionale per l'accesso ai programmi a gestione diretta dell'UE per il periodo 2014-2020: priorità programmatiche, definizione delle proposte progettuali e disciplina per l'accesso al fondo di cui all'art. 27, c. 10 della L.r. 35/97.*
- The heritage in question interests the territory of the Councils of Abbiategrasso, Besate, Casarile, Casorate Primo, Morimondo, Ozzero, Rosate, Vernate, for a total surface area of 2,500 hectares of cultivated land distributed over 39 rented farmsteads and represents 10% of the U.A.S.A. (Useful Agricultural Surface Area) of the metropolitan city. Moreover, there are 223 hectares of woodland in the territory.*
- The grey infrastructure between Milan and Abbiategrasso and Pavia, the blue regarding the Naviglio Grande and Naviglio Bereguardo systems were studied as strategic points. From*

- Il D.Lgs 28/2011 definisce le linee guida per le prossime leggi che dovranno regolamentare gli impianti di biogas e prevede un premio agli impianti virtuosi che utilizzeranno rifiuti organici e sottoprodotti, mentre si vieta l'utilizzo di materie prime alimentari quali i cereali.
- Cfr. Comitato Economico e Sociale Europeo CESE, Parere d'iniziativa 1209/2004 del 2004 e Comitato Economico e Sociale Europeo CESE, Carta dell'agricoltura periurbana del 2007.
- In: Ministero dell'Ambiente (2014), *La natura dell'Italia*, cap. IV, p.3. Già nella prima metà dello scorso decennio l'OCSE aveva evidenziato che "[...] Oltre alla produzione di alimenti e fibre (sani e di qualità) l'agricoltura può modificare il paesaggio, contribuire alla gestione sostenibile delle risorse, alla preservazione della biodiversità, a mantenere la vitalità economica e sociale delle aree rurali" (cit. in: INEA, a cura di HENKE R., Verso il riconoscimento di un'agricoltura multifunzionale, Teorie, politiche strumenti, Edizioni Scientifiche Italiane, 2004).
- La città metropolitana di Milano, istituita con Legge 56/2014, aggrega 134 comuni su un territorio di oltre 1.500 kmq, per una popolazione di oltre tre milioni di abitanti.
- Rapporto Ambientale POR FESR 2014-2020.
- D.G.R. X/2622 del 07/11/2014, che definisce i contenuti dell'Accordo Quadro Sviluppo Territoriale (AQST).
- I livelli riguardano la pianificazione regionale, metropolitana e locale.
- Tali obiettivi, cui corrispondono specifici indicatori di monitoraggio, concernono: il potenziamento della redditività delle aziende agricole e della competitività dell'agricoltura in tutte le sue forme, anche promuovendo tecnologie innovative per le aziende agricole e per la gestione sostenibile delle foreste; la promozione di filiere agroalimentari che includano la trasformazione e commercializzazione dei prodotti, il benessere degli animali e la gestione dei rischi nel settore agricolo; la preservazione, il ripristino e la valorizzazione degli ecosistemi connessi all'agricoltura e alla silvicoltura; l'incentivazione di un uso efficiente delle risorse e il passaggio a un'economia a basse emissioni di carbonio e resiliente al clima nel settore agroalimentare e forestale; l'inclusione sociale, la riduzione della povertà e lo sviluppo economico nelle zone rurali (PSR, 5 dicembre 2014, pp. 199 e segg.).
- "La RER lombarda si basa sul concetto di polifunzionalità, con ciò rappresentando il prioritario strumento regionale per la difesa della biodiversità e al contempo per la fornitura di servizi eco sistemici (unico esempio a livello nazionale) in piena coerenza con gli obiettivi espressi dalla Strategia europea per la biodiversità". La RER è stata approvata con DGR n. 8/10962 del 30 dicembre 2009.
- Città metropolitana di Milano (2016), Milano Metropoli Reale, Milano Metropoli Possibile
- Comune di Milano (2016), Paesaggi Futuri.
- F.I.L.A.R.E.T.E.A.M. For Innovation of Landscape and Agriculture: Renewable Energy, Territorial Economy and Amelioration Management. Il piano è stato il primo atto di una collaborazione che ha poi dato luogo a una Convenzione con la Fondazione Sviluppo Cà Granda (13.05.2015, responsabile Elena Mussinelli, Dipartimento ABC) e finalizzata alla definizione di strategie, azioni e progetto per il recupero del patrimonio culturale della Fondazione e per la promozione e la valorizzazione fruitiva del relativo contesto paesaggistico e territoriale.
- Il cospicuo patrimonio dell'Ospedale Maggiore, tra cui i beni rurali compresi nel fertile territorio fra il Ticino e l'Adda, le Prealpi e il Po - deriva da donazioni iniziate nel XIV secolo. Dai possedimenti rurali derivavano per l'ospedale non solo le entrate d'affitto in denaro, ma anche, fino al XVIII secolo, i prodotti della terra necessari al sostentamento dei ricoverati e alle preparazioni farmaceutiche. La proprietà delle terre dell'ospedale comprendeva anche un importante sistema delle acque, di cui alcune sorgive, per la maggior parte derivate da canali demaniali e, in taluni casi, di proprietà esclusiva dell'ospedale.
- Recommandation concernant le paysage urbain historique, y compris un glossaire de définitions, 10/11/2011, assunta in occasione della 36ma sessione (Parigi, 25 ottobre-10 novembre 2011) della Conferenza Generale Unesco, ad aggiornamento della precedente "Recommandation" di Nairobi del 26 novembre 1976.
- Schema del progetto di valorizzazione del patrimonio rurale della fondazione IRCCS Ca'Granda Ospedale Maggiore Policlinico, documento a cura di Marco Giachetti (presidente della Fondazione IRCCS Ca'Granda) e Achille Lanzarini (Direttore generale della Fondazione Sviluppo Ca' Granda).
- Strategia regionale per l'accesso ai programmi a gestione diretta dell'UE per il periodo 2014-2020: priorità programmatiche, definizione delle proposte progettuali e disciplina per l'accesso al fondo di cui all'art. 27, c. 10 della L.r. 35/97.
- Il patrimonio in esame interessa il territorio dei Comuni di Abbiategrasso, Besate, Casarile, Casorate Primo,

Morimondo, Ozzero, Rosate, Vernate, per una superficie di 2.500 ettari di coltivazioni distribuita su 39 poderi in affitto, e rappresenta il 10% della S.A.U. (Superficie Agricola Utile) della città metropolitana. Inoltre sul territorio sono presenti 223 ha di superficie a bosco.

- Sono state prese in esame come strategiche le infrastrutture grigie tra Milano, Abbiategrasso e Pavia, quelle blu riguardanti il sistema del Naviglio Grande e Naviglio Bereguardo. Dal punto di vista delle infrastrutture verdi la mancanza di elementi territoriali di connessione ecologica (parchi, aree verdi, etc.) tra Milano e il territorio (eccetto l'individuazione dei corridoi ecologici) è stata compensata dalla presenza di elementi ambientali di pregio quali fontanili, prati stabili e marcite, boschi e foreste, filari di siepi. Anche le infrastrutture per il commercio, il turismo e il tempo libero hanno permesso di meglio comprendere lo scenario territoriale di riferimento. E stata inoltre rilevata la presenza di diversi agriturismo, di due centri ippici dislocati principalmente nell'ex paleo alveo del fiume Ticino, di tre punti vendita di prodotti agricoli locali e di due poderi legati alla produzione, trasformazione e vendita di prodotti fruttiferi e orticoli.
- Commissione Europea, Smart Specialization Platform, <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/>
- UE (2011), Strategia dell'UE per la biodiversità fino al 2020 Rif. Obiettivo 2, azione 6: definire priorità volte a ripristinare gli ecosistemi e promuovere l'uso delle infrastrutture verdi, Obiettivo 3, azione 8: incrementare i pagamenti diretti per i beni pubblici ambientali nella politica agricola comune dell'UE.
- Come individuati nel 2005 dal MEA-Millennium Ecosystem Assessment, in termini di "supporto" (formazione del suolo, fotosintesi clorofilliana, riciclo dei nutrienti, di "approvvigionamento" (cibo, acqua, legno, fibre), di "regolazione (clima, assetto idrogeologico, qualità delle acque), di "cultura".

**References**

Council for Agricultural Science and Technology (2002), *Urban and Agricultural Communities: Opportunities for Common Ground*, Task Force Report n. 138, Ames, Iowa.

Di Giulio R., Zaffagnini T., Brunoro S., Longo D., Piaia E. (2013), "Sustainable strategies for regeneration of rural, building heritage", in *WIT Transactions on State of the Art in Science and Engineering*, vol. 68, pp. 115-125, WIT Press.

Domon G. (2011), "Landscape as resource. Consequences, challenges and opportunities for rural development", in *Landscape and Urban Planning*, n. 100, pp. 338-340.

Galli M., Lardonn S., Marraccini E., Bonari E. (ed.) (2010), *Agricultural management in peri-urban areas*, Felici editore, Ghezzano (PI).

Goodman D. (2004), "Rural Europe Redux? Reflections on Alternative Agro-Food Networks and Paradigm Change", in *Sociologia Ruralis*, vol. 44, nr. 1, January 2004, pp. 1-15.

ISPRA (2015), *Il consumo di suolo in Italia*, ISPRA, Rapporti 218/2015.

Lange A. (2013), "Spatial differentiation of farm diversification: How rural attractiveness and vicinity to cities determine farm households' response to the CAP", in *Land Use Policy*, n. 31, pp. 136-144.

Magnaghi A., Fanfani D. (2010), *Patto città campagna: un progetto di bioregione urbana per la Toscana centrale*, Alinea, Firenze.

Mautone M., Ronza M. (2016), *Patrimonio culturale e paesaggio: Un approccio di filiera per la progettualità territoriale*, Gangemi, Roma.

MIPAAF (2014), *La strategia per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale*.

Mussinelli E. (ed.) (2015), *Design, technologies and innovation in cultural heritage enhancement*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.

Natural England (ed.) (2009), *Green Infrastructure Guidance*, UK.

Pascucci S. (2007), *Agricoltura periurbana e strategie di sviluppo rurale*, Centro per la formazione in economia e politica dello sviluppo rurale dipartimento di economia e politica agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II.

*Politica Agricola Comunitaria-PAC 2014-20* e Regolamenti: *Rural Development: Regulation 1305/2013; "Horizontal" issues such as funding and controls: Regulation 1306/2013; Direct payments for farmers: Regulation 1307/2013; Market measures: Regulation 1308/2013.*

Socco C., Cavaliere A., Guarini S. M., Montrucchio M. (2005), *La natura nella città. Il sistema del verde urbano e periurbano*, FrancoAngeli, Milano.

United Nation (2015), *17 goals for sustainable development.*

*the viewpoint of green infrastructure, the lack of territorial elements of ecological connection (parks, green areas, etc.) between Milan and the territory (except the identification of ecological corridors) was compensated by the presence of prestigious environmental elements such as springs, stable fields and water meadows, woods and forests, hedgerows. Even the infrastructure for commerce, tourism and free time has allowed better understanding of the territorial scenario in question. Moreover, different types of agritourism have been found in the area, two equestrian centres mainly found in the former riverbed of the Ticino river, of three sales points selling local agricultural products and two farmsteads linked to the production, transformation and sales of fruit and vegetable products.*

- European Commission, Smart Specialization Platform.*
- Ref. Action 6, Green infrastructure.*
- As identified in 2005 by the MEA-Millennium Ecosystem Assessment, in terms of "support" (formation of the land, chlorophyll photosynthesis, recycling of nutrients, "provision" (food, water, wood, fibre), of "regulation" (climate, hydro-geological aspect, water quality), of "culture".*