

# #05

## Comprendere i cambiamenti climatici. Pianificare per l'adattamento

Understanding climate change. Planning for adaptation

a cura di Andrea Filpa & Simone Ombuen

maggio agosto 2014  
numero cinque  
anno due

**URBANISTICA**   
giornale on-line di  
urbanistica  
ISSN:  
1973-9702

- Lorenzo Barbieri
- Federica Benelli
- Emma Biscossa
- Flavio Borfecchia
- Emanuela Caliaffa
- Flavio Camerata

- Alessio Capriolo
- Sergio Castellari
- Luigi De Cecco
- Francesca Giordano
- Luigi La Porta
- Daniela Luise

- Sandro Martini
- Rosa Anna Mascolo
- Francesco Musco
- Valeria Pellegrini
- Maurizio Pollino
- Vittorio Rosato

## **Direttore responsabile**

Giorgio Piccinato

## **Comitato scientifico**

Thomas Angotti, *City University of New York*  
Orion Nel·lo Colom, *Universitat Autònoma de Barcelona*  
Carlo Donolo, *Università La Sapienza*  
Valter Fabietti, *Università di Chieti-Pescara*  
Max Welch Guerra, *Bauhaus-Universität Weimar*  
Michael Hebbert, *University College London*  
Daniel Modigliani, *Istituto Nazionale di Urbanistica*  
Luiz Cesar de Queiroz Ribeiro, *Universidade Federal do Rio de Janeiro*  
Vieri Quilici, *Università Roma Tre*  
Christian Topalov, *École des hautes études en sciences sociales*  
Rui Manuel Trindade Braz Afonso, *Universidade do Porto*

## **Comitato di redazione**

Viviana Andriola, Lorenzo Barbieri,  
Elisabetta Capelli, Sara Caramaschi,  
Lucia Nucci, Simone Ombuen,  
Anna Laura Palazzo, Francesca Porcari,  
Valentina Signore, Nicola Vazzoler.

<http://www.urbanisticatre.uniroma3.it/dipsu/>

**ISSN 1973-9702**

Progetto grafico / Nicola Vazzoler  
Impaginazione / Lorenzo Barbieri & Sara Caramaschi

*in copertina:*  
Ponte Vittorio Emanuele II sollecitato dal Tevere  
by Maxett



# #05

maggio agosto 2014  
numero cinque  
anno due

may august 2014  
issue five  
year two



in questo numero  
in this issue

Tema/Topic >

**Comprendere i cambiamenti climatici.**

**Pianificare per l'adattamento**

**Understanding climate change.**

**Planning for adaptation**

a cura di Andrea Filpa & Simone Ombuen

Sergio Castellari\_p. **05**

**Percorsi e prospettive della Strategia Nazionale di**

**Adattamento ai cambiamenti climatici**

*Paths and perspectives of the National Climate Change Adaptation Strategy*

Andrea Filpa & Simone Ombuen\_p. **09**

**Cambiamenti climatici e pianificazione.**

**Introduzione dei curatori**

*Climate change and planning. Introduction of the editors*

## **1 - Cambiamenti climatici e adattamento: sguardi d'insieme**

Daniela Luise\_p. **15**

**La sfida del Mayors Adapt:**

**quali risposte si attendono dalle realtà italiane**

*The challenge of Mayors Adapt: the answers expected from the Italian reality*

Francesca Giordano, Alessio Capriolo & Rosa Anna Mascolo\_p. **21**

**Le Linee Guida del Progetto Life ACT - Adapting to Climate  
change in Time per l'adattamento ai cambiamenti climatici a**

**livello locale**

*Guidelines of the Project Life ACT - Adapting to Climate Change in Time for the  
adaptation to climate change at the local level*

Francesco Musco\_p. **27**

**Ricerche e pratiche per l'adattamento climatico:**

**l'esperienza di Venezia**

*Research and practices for climate adaptation: experiences from Venice*

Emma Biscossa\_p. **37**

**Adattamento Climatico in Ambito Urbano.**

**Scenari di sostenibilità idraulica per il bacino sud di Padova**

*Urban Climate Change Adaptation. Hydraulic sustainability scenarios in Padova*

## 2 - L'adattamento climatico a Roma

Andrea Filpa & Simone Ombuen\_p. **47**  
**La carta della vulnerabilità climatica di Roma 1.0**  
The climate vulnerability map of Rome 1.0

Flavio Borfecchia et al.\_p. **59**  
**Telerilevamento satellitare e vulnerabilità climatica di Roma**  
Satellite remote sensing and climate vulnerability of Rome

Vittorio Rosato\_p. **63**  
**Un Sistema di Supporto alle Decisioni per l'analisi del rischio delle Infrastrutture Critiche da eventi naturali: il progetto RoMA**  
A Decision Support System for the analysis of the risk of Critical Infrastructure due to natural events : the RoMA Project

Lorenzo Barbieri\_p. **69**  
**Trasporti, infrastrutture e cambiamenti climatici a Roma**  
Transport, Infrastructure and Climate Change in Rome

Valeria Pellegrini\_p. **75**  
**Adattare i piani ai cambiamenti climatici: le esigenze dei quadri conoscitivi**  
Adapting plans to climate change: the evidence base requirements

Federica Benelli & Flavio Camerata\_p. **85**  
**Il caso di Labaro-Prima Porta: un approfondimento**  
Labaro-Prima Porta: an in-depth case

**Poster >**

Flavio Borfecchia et al.\_p. **96**  
**Assessment della vulnerabilità del tessuto urbano a heat waves ed UHI tramite tecniche di Remote Sensing ed object classification**

**Apparati/Others >**

Profilo autori/**Authors bio**  
p. **101**  
Parole chiave/**Keywords**  
p. **105**



# Percorsi e prospettive della Strategia Nazionale di Adattamento ai cambiamenti climatici

## Paths and perspectives of the National Climate Change Adaptation Strategy

Sergio Castellari

Ad oggi 21 paesi europei (di cui 18 Stati membri dell'UE) hanno adottato una *Strategia Nazionale di Adattamento (SNA)* ai cambiamenti climatici. Il 30 ottobre 2014 la Conferenza Unificata ha dato parere positivo alla *Strategia Nazionale di Adattamento* del nostro Paese concludendo con successo un lavoro di due anni svolto dalla comunità scientifica nazionale e dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM). L'Italia potrà quindi a breve essere il 22esimo paese europeo con una SNA adottata.

Il lavoro di elaborazione della SNA italiana è iniziato nel luglio 2012 quando il MATTM ha affidato al *Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)*, tramite un Accordo Programmatico "*Elementi per l'elaborazione della Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC)*", il coordinamento delle attività tecnico-scientifiche. Tale Accordo è terminato agli inizi di luglio 2014 con la finalizzazione di una serie di documenti di base della SNA italiana.

Questa attività ha richiesto l'istituzione di un *Tavolo Tecnico* e di un *Tavolo Istituzionale*.

Il *Tavolo Tecnico*, coordinato dallo scrivente (CMCC, INGV) ha riunito circa cento esperti nazionali provenienti da Università, Enti di ricerca e Fondazioni, che hanno elaborato in successione:

- un *rapporto tecnico-scientifico* sugli impatti, vulnerabilità e adattamento a livello nazionale;
- un *rapporto tecnico* che comprende un'analisi della Strategia Europea di Adattamento, delle SNA già adottate da altri Paesi e dell'*acquis communautaire* e sua attuazione in Italia;
- un *documento strategico* che propone la *vision* nazionale nel campo dell'adattamento ai cambiamenti climatici e un set di azioni settoriali e intersettoriali di adattamento per il nostro Paese.

Il *Tavolo Istituzionale*, istituito e coordinato dal MATTM, ha coinvolto rappresentanti dei Ministeri e di altre istituzioni rilevanti (e.g. Protezione Civile, ANCI etc.) e ha fornito utili contributi al processo e all'elaborazione dei tre rapporti. Va aggiunto che, fin dall'inizio, i soggetti a vario titolo interessati (*stakeholder*) nelle tematiche dell'adattamento sono stati coinvolti attraverso:

- un sondaggio con un questionario (effettuato in ottobre-novembre 2012);

- una consultazione on-line del documento strategico (dal 30 ottobre al 31 dicembre 2013);
- alcuni incontri *ad hoc* (dicembre 2013).

Il MATTM, sulla base degli esiti partecipativi, ha affinato il documento *tecnico* della SNA nel luglio di quest'anno e lo ha proposto alla Conferenza Unificata Stato-Regioni per l'adozione, avvenuta come si è detto il 30 ottobre di quest'anno.

Adozione che rappresenta un importante passo verso la costruzione di un paese più *resiliente* agli impatti dei cambiamenti climatici, ma che dovrebbe essere seguita a breve da un *Piano Nazionale* e da *Piani Regionali di adattamento ai cambiamenti climatici* di natura operativa, destinati a *dare gambe* alla SNA selezionando gli interventi prioritari ed individuando soggetti responsabili, risorse e tempi.

L'adozione della SNA apre quindi un periodo molto delicato nel quale si verificherà la esistenza o meno di una concreta volontà della politica nell'affrontare le sfide dell'adattamento; l'esperienza europea dimostra come occorrono impegni a tutti i livelli istituzionali – finora le iniziative più significative sono state sviluppate a livello di città; Copenhagen, Stoccolma, Londra, Rotterdam, Stoccarda solo per citarne alcune – e sarà altrettanto indispensabile una attiva partecipazione dei cittadini, degli enti di ricerca e delle Università.

Anche in Italia le esperienze in materia di adattamento sono state finora promosse da enti locali – affiancati da istituti di ricerca e invariabilmente utilizzando fondi comunitari – che hanno in massima privilegiato l'ambiente urbano, ampiamente riconosciuto come tra quelli maggiormente vulnerabili e dunque come una chiave di volta per l'adattamento climatico.

Sono stati portati avanti ad esempio il progetto AMICA (*Adaptation and Mitigation Integrated Climate protection Approach*; Interreg III, 2005-2007) che ha coinvolto la città di Venezia e si è posto come obiettivo quello di esplorare le misure adottabili a livello locale per far fronte ai cambiamenti climatici, nonché il progetto *Urban Heat Island – UHI* (2008-2011) finanziato dalla ESA e finalizzato alla prevenzione e riduzione dei rischi connessi con le ondate di calore.

Il Progetto GRaBS (*Green and Blue Space Adaptation for Urban Areas and Eco Towns*; Interreg IVC, 2007) si è proposto di sensibilizzare le amministrazioni in merito alla opportunità di incrementare le reti naturali o seminaturali all'interno della città (partner italiani sono la provincia di Genova, l'Università di Catania ed Etnambiente) così come il progetto GAIA (*Green Areas Inner-city Agreement*; LIFE, 2011) promosso dal comune di Bologna insieme a Cittalia – Fondazione ANCI Ricerche, Impronta etica, Istituto di Biometeorologia-CNR e Unindustria Bologna.

Tra le esperienze più recenti è stato sviluppato il progetto LIFE ACT (*Adapting to Climate change in Time*) promosso nel 2011 da tre città europee (Ancona, Patrasso e Bullas) con la partecipazione di ISPRA, mentre il Comune di

Bologna ha recentemente avviato (2012) il progetto BLUE AP (LIFE +) finalizzato alla redazione del Piano di Adattamento della città. E' inoltre in fase di avvio il progetto Rome Resilient City, finanziato dalla Fondazione Rockefeller.

Tra le Regioni, quella in fase più avanzata appare la Lombardia, che dovrebbe a breve licenziare il suo Piano di adattamento; un ulteriore impulso ad una azione locale diffusa dovrebbe essere assicurato dal programma Mayors – Adapt, lanciato lo scorso ottobre.

In questo quadro – che molti segnali danno in evoluzione ma che non offre certezze - risulta di grande interesse la scelta del Dipartimento di Architettura della Università degli Studi di Roma Tre - il cui gruppo di ricerca sull'adattamento climatico urbano ha partecipato alla redazione della SNA, agli eventi del dibattito nazionale e ad alcune esperienze locali – di dedicare una monografia della rivista Urbanistica Tre alle problematiche dell'adattamento climatico.

I contributi contenuti nel volume offrono infatti un panorama sullo stato della ricerca che sarà di grande utilità e soprattutto di stimolo per ampliare il numero delle realtà istituzionali e degli istituti di ricerca impegnati in percorsi di adattamento climatico, percorsi che si rivelano di giorno in giorno più urgenti.



## **Upgrading City Resilience**

Tratto da Copenhagen  
Cloudburst Manage-  
ment Plan

# Cambiamenti climatici e pianificazione. Introduzione dei curatori

Climate change and planning. Introduction by the editors

Andrea Filpa & Simone Ombuen

Questo numero monografico dei Quaderni di Urbanistica Tre intende fare il punto sulle iniziative di ricerca, di programmazione, di pianificazione e di coinvolgimento istituzionale che connotano la sfida dell'adattamento climatico in Italia, dando conto di alcuni importanti avanzamenti avvenuti sul piano scientifico-disciplinare, su quello della attivazione nazionale delle strategie suggerite e praticate in sede europea ed infine sulle attività propedeutiche alla formazione di un *piano di adattamento* al GCC per Roma, recentemente inclusa nel novero delle *100 Resilient Cities* dalla Fondazione Rockefeller e, come tale, dotata di supporti finanziari per l'avvio dei suoi percorsi di resilienza.

Siamo coscienti di operare in direzione di una innovazione disciplinare nel governo del territorio che ha echi inediti nella dimensione sociale; il senso di disorientamento e costernazione che invade l'opinione pubblica nel periodo fra fine ottobre e inizio di febbraio, quando più intensi si verificano gli eventi atmosferici estremi, è amplificato dal senso di impotenza rispetto alla frammentazione delle competenze e degli interventi in grado di contenerne gli effetti, distribuite tra enti molto differenziati per missione istituzionale e per scala di governo dei fenomeni. Con risultati – di qui l'allarme – ad oggi molto deludenti.

Nulla come il cambiamento climatico sta mostrando all'opinione pubblica la necessità di *cambiar verso* al modo di governare il Paese, e di accedere a quel governo integrato del territorio che i più accorti urbanisti italiani reclamano ormai da più di quarant'anni.

L'introduzione di obiettivi inerenti l'adattamento climatico e l'azzeramento delle emissioni climalteranti nel governo delle trasformazioni urbane rappresenta di fatto la *componente urbanistica* del transito verso la *green economy*, ovvero verso la principale (se non l'unica) opzione di politica economica ed industriale che l'Europa è in grado di mettere in campo per far fronte all'impressionante crisi ambientale, economica e sociale nella quale siamo immersi.

Resilienza e decarbonizzazione sono obiettivi importanti, perché grazie ai risparmi che consentono di conseguire le azioni che li perseguono sono anche in grado di produrre risorse necessarie alla loro implementazione operativa. Se la crisi sta chiedendo a tutti di aumentare efficacia ed efficienza, di *fare meglio con meno*, la pratica degli obiettivi di resilienza e decarbonizzazione presenta l'indubbio pregio di non *subirla*, bensì di assumerli consapevolmente quali criteri fondativi dell'agire, dando così un nuovo e più maturo e concreto senso a quello *sviluppo sostenibile* apparso per lo più come una costruzione retorica nell'era del mercantilismo trionfante.

Certo, la nuova prospettiva cambia di molto la pianificazione urbanistica. In particolare nella situazione italiana ci sarebbero le condizioni per ritenere – fortunatamente – passati i tempi dell’espansione urbana, nei quali grazie alla produzione di nuovi valori di rendita era possibile costruire un gioco redistributivo per vari soggetti, in genere *forti*.

Gli obiettivi che il cambiamento climatico impone alla fase storica che si va aprendo chiedono una drastica ridefinizione delle priorità dell’interesse pubblico, e ben più forti garanzie giuridiche alla sua azione, come la recente vicenda sull’iter amministrativo delle opere di difesa idraulica di Genova richiama.

La pianificazione che ne emergerà, già si può intuire, sarà molto più incisiva, molto più orientata alla garanzia dell’azione pubblica di quanto non sia stata nell’epoca del lassismo deregolativo (in realtà anch’esso assai poco liberale). La scommessa che ci troveremo a tentare sarà tuttavia anche quella di non ricadere in un altro storico difetto italiano, quello del dirigismo autocratico tanto caro alle robuste componenti conservatrici della nostra società, ma di transitare alle nuove condizioni essendo capaci di riportare l’attenzione di tutti al merito specifico dei problemi da affrontare, e di saper ricavare dalla loro comprensione la nuova configurazione che assumerà quella gerarchia degli interessi pubblici e privati il cui equilibrato temperamento costituisce il cuore stesso dell’attività di governo del territorio.

I contributi che animano questo numero dei Quaderni, provenienti da alcune delle più interessanti esperienze d’avanzamento scientifico-disciplinare oggi presenti in Italia danno conto con fedeltà e concretezza di attività reali oggi in campo per costruire l’insieme di apparati conoscitivi e progettuali necessari alla costruzione della pianificazione climatica.

La prima parte di questo numero dei Quaderni di UrbanisticaTre, nella quale sono stati raccolti vari contributi di livello nazionale, si apre con un testo di introduzione al programma comunitario Mayors Adapt, presentato da Daniela Luise, direttrice del Coordinamento Agende 21 Locali italiane, e una testimonianza su alcuni elementi emersi nello sviluppo del progetto Life ACT, condotto da ISPRA, di cui danno conto Francesca Giordano, Rosa Anna Mascio e Alessio Capriolo. Seguono due testimonianze provenienti dal Veneto, contesto che dimostra sia elevati livelli di vulnerabilità agli effetti del GCC che una buona capacità di elaborazione, in particolare grazie all’Osservatorio nazionale IUAV-Legambiente che Francesco Musco coordina. È di suo pugno il contributo che fa il punto delle attività in corso a Venezia, mentre Emma Biscossa sintetizza alcuni risultati della sua tesi specialistica volta ad incrementare la resilienza climatica del bacino idraulico sud della città di Padova. La seconda parte del numero ospita invece alcuni avanzamenti del lavoro di ricerca in corso nel contesto romano sui temi dell’adattamento al cambiamento climatico e della ricerca di una maggiore resilienza, svolto in particolare nel Dipartimento di Architettura dell’Università di Roma Tre e nell’Unità Tecnica Modellistico Ambientale dell’ENEA, che sui temi di ricerca connessi

al cambiamento climatico ed alla resilienza urbana stanno sviluppando da alcuni anni una intensa attività di collaborazione in convenzione. Tali contributi si pongono quali naturali apporti, sia per gli aspetti conoscitivi e valutativi che per quelli progettuali, alla formazione del programma Rome Resilient City per la cui stesura l'Amministrazione di Roma Capitale ha di recente vinto un bando internazionale lanciato dalla Fondazione Rockefeller.

Gli stimoli offerti dal complesso dei contributi sono da un lato rappresentativi di tematiche che per lungo tempo occuperanno le agende urbane consapevoli, ma che dall'altro non possono non richiamare limiti e condizionamenti ben noti a chi conosce la realtà italiana.

Spesso è stata dichiarata – anche retoricamente – la natura rifondativa della *questione ambientale* nelle pratiche di governo del territorio. La sfida dell'adattamento climatico, la cui misura ci è data dalla impressionante riscossa della natura nel rivendicare il suo essenziale ruolo di determinante primo delle condizioni di vita sulla Terra, dimostra senza appello la fatuità della difesa dei compromessi di breve termine, delle preoccupazioni elettorali, degli interessi particolari, della negazione delle evidenze scientifiche.



# **Cambiamenti climatici e adattamento: sguardi d'insieme**

Climate change and adaptation:  
an overview





**Bentheimplein  
come bacino di  
raccolta delle  
acque piovane**

DE URBANISTEN  
RCI, 2013

# La sfida del Mayors Adapt: quali risposte si attendono dalle realtà italiane

The challenge of Mayors Adapt: the answers expected from the Italian reality

@ Daniela Luise |

# Città |  
# Mayors Adapt |  
# Cambiamenti climatici |

# Cities |  
# Mayors Adapt |  
# Climate change |

*On 16<sup>th</sup> April 2013, the European Commission adopted the EU Strategy for Adaptation to Climate Change, which aims to enhance the level of preparedness and ability to respond to the impacts of climate change. Member States will have to adopt the National Strategy by identifying priorities for action at both national and local level by supporting the city on the way to their plan adaptation. Waiting for the National Strategy cities must act as the main drivers of climate change; and they are doing making plans and projects, adhering to the Mayors Adapt and combining their experiences in the national network "Cities and climate" to promote cultural change needed to manage areas that are the most vulnerable environments to the effects of climate change.*

Mayors Adapt è l'iniziativa della DG ClimateAction della Commissione Europea inserito nel contesto della Strategia di Adattamento UE adottata il 16 aprile 2013 ([http://bit.ly/EU\\_adapt\\_docs](http://bit.ly/EU_adapt_docs)) con l'obiettivo di rafforzare il livello di preparazione e la capacità di resilienza agli impatti climatici a livello europeo, nazionale e locale.

Lanciata nel marzo 2014 e collegata all'iniziativa del Patto dei Sindaci intende coinvolgere i comuni sul tema dell'adattamento al cambiamento climatico e aiutarli ad intraprendere delle azioni. Le autorità locali sono viste come attori chiave per le misure di adattamento, poiché sono nella posizione ideale

per agire come fattori chiave quali: la pianificazione del territorio, la sanità pubblica, la protezione civile, la gestione del rischio, l'energia, l'approvvigionamento idrico e l'ambiente. I governi locali possono svolgere un ruolo fondamentale attraverso la definizione delle risposte al cambiamento climatico calibrate rispetto al contesto locale.

Mayors Adapt, seguendo il modello del Patto dei Sindaci (adesione volontaria, coinvolgimento politico, sottoscrizione di impegni da attuare e monitorare), si pone come obiettivo di stimolare le autorità locali ad agire per favorire la resilienza delle città e nel contempo di sostenerle nello sviluppo di misure di adattamento coerenti ed integrate con le azioni di mitigazione.

La piattaforma Mayors Adapt fornisce alle Pubbliche Amministrazioni gli strumenti necessari per implementare misure di adattamento adeguate. Gli strumenti approntati hanno obiettivi diversi:

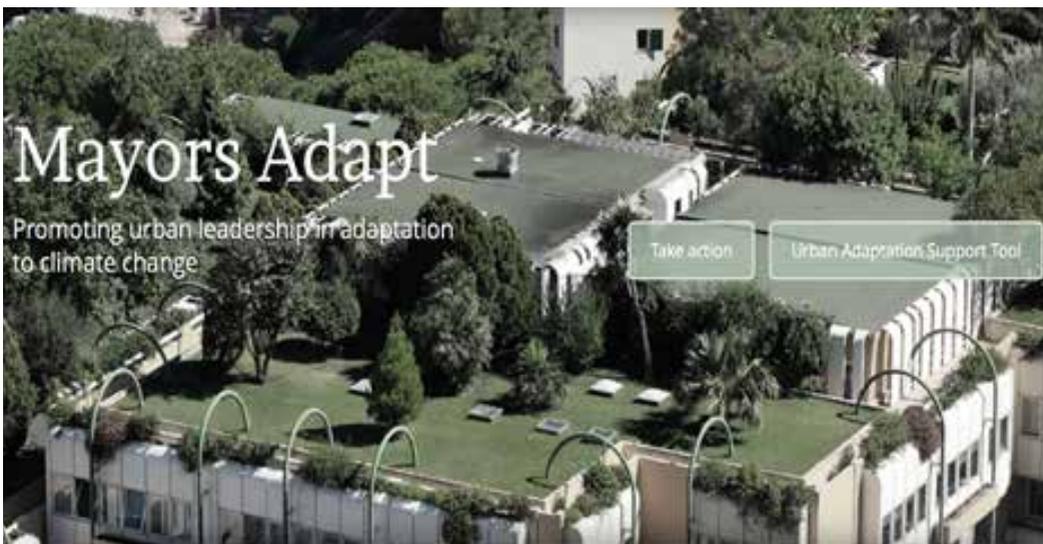
- informare attraverso specifici eventi che accrescono la consapevolezza dei policy maker e di altri gruppi di soggetti sul tema dell'adattamento;
- coinvolgere le città in modo tale che siano in grado di cogliere le opportunità legate alla realizzazione del piano di adattamento;
- supportare le città nell'intero processo di redazione, approvazione ed attuazione della strategia e piani di adattamento locali, attraverso un *help desk* dedicato;
- facilitare l'apprendimento grazie alla possibilità di accedere ad una banca dati di buone pratiche di città che hanno esperienze in corso di realizzazione, incoraggiando la partecipazione a reti attive tra le città;
- accrescere la visibilità delle città firmatarie, che avranno la possibilità di condividere le proprie azioni ed il proprio impegno rispetto al tema del cambiamento climatico.

I firmatari del Mayors Adapt si impegnano a contribuire all'obiettivo globale della strategia di adattamento dell'Unione Europea e a presentare:

1. una strategia di adattamento locale o documenti di adattamento rilevanti entro i due anni successivi alla firma formale del Commitment, comprensivi della valutazione dei rischi e delle vulnerabilità del territorio;
  2. la stesura di un report ogni due anni che certifichi lo stato di avanzamento.
- I firmatari saranno anche invitati a riferire sulle loro migliori buone pratiche di adattamento. I risultati saranno utilizzati per alimentare i profili pubblici della città e saranno visibili sul sito web dell'iniziativa; ciò faciliterà il networking con altre città per lavorare sugli stessi temi e fasi.

Per partecipare le autorità locali devono approvare l'adesione all'iniziativa con deliberazione di Consiglio Comunale e successivamente il Sindaco potrà firmare l'impegno formale utilizzando il testo del documento disponibile sul sito: <http://mayors-adapt.eu/>.

Il 16 ottobre 2014 a Bruxelles si è svolta la prima cerimonia ufficiale nella quale i Sindaci dei 100 e più Comuni che hanno aderito all'iniziativa si sono incontrati alla presenza del Commissario Europeo per il cambiamento climatico Connie Hedegaard, per condividere le proprie esperienze.



Il Commissario ha dichiarato *“quando in marzo abbiamo lanciato Mayors Adapt, il nostro obiettivo era costruire una rete di almeno 50 città entro la fine dell’anno. E invece ne abbiamo già 100, e molte altre sono in lista di attesa per essere coinvolte. Le nostre città stanno costruendo la propria resilienza ai cambiamenti climatici: è una ottima notizia per i cittadini e le aziende. E’ più conveniente essere ben preparati piuttosto che riparare a cose avvenute.”* Tra le città entrate a far parte del network ci sono città quali Barcellona, Copenhagen, Francoforte, Madrid, Lisbona e Monaco di Baviera. Per quanto riguarda l’Italia i Comuni aderenti sono oltre 20 tra i quali Bologna, Ancona, Treviso, Napoli e Palermo, oltre a numerosi centri di piccole e medie dimensioni.

**Fig.1** Homepage dell’iniziativa Mayors Adapt.

La Strategia Nazionale italiana di adattamento al cambiamento climatico è in fase di redazione nella versione definitiva; nel 2013 la proposta di Strategia Nazionale è stata presentata dall’allora Ministro Orlando, che ha raccolto attraverso una consultazione pubblica i punti di vista degli *stakeholders*.

Le città italiane che negli ultimi anni si sono concentrate sulla sfida lanciata dal Patto dei Sindaci hanno prodotto Piani d’Azione per l’Energia Sostenibile (PAES) incentrati quasi esclusivamente su azioni di mitigazione e riduzione della CO<sub>2</sub>, senza prendere in esame la resilienza e l’adattamento ai cambiamenti climatici. In seguito alla esperienza acquisita con il percorso di approvazione e gestione del PAES le città hanno maturato conoscenze e modalità operative e si sono rese conto che la gestione del territorio e la lotta ai cambiamenti climatici non può fermarsi ai soli interventi di mitigazione, ma deve integrarsi con politiche più ampie di adattamento.

Pur in assenza di politiche a livello nazionale alcune amministrazioni locali stanno sperimentando come rendere i propri territori più resilienti attraverso

le opportunità offerte da alcuni progetti europei che mettono a disposizione strumenti finanziari e danno l'occasione per collaborazioni con istituti di ricerca, società private, ONG sia italiane che straniere. Le esperienze riguardano il tema degli impatti, della vulnerabilità e dell'adattamento ai cambiamenti climatici.

COMUNI	PROGETTI
Ancona	ACT – Adapting to climate change
Bologna	GAIA – Green Areas Inner city Agreement BLUE AP – Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City
Firenze, Bari	RACES – Raising awareness on climate and energy saving
Venezia	AMICA - Adattamento e migrazione: un approccio integrato di politica del clima
Modena, Padova	UHI – Urban Heat Island
Reggio Emilia, Padova	LAKS – Local Accountability for Kyoto Goals
Comuni e Province	CRES - Climaresilient

**Tab.1\_ Copertina Cambiamenti climatici e sviluppo sostenibile: il ruolo degli enti locali e regionali – PONGAS.**

Si tratta di progetti che partendo dalle esperienze delle diverse città si sono approcciati in modo diverso alla tematica dei cambiamenti climatici. Alcuni, come RACES e CRES, hanno agito sulla sensibilizzazione e formazione dei soggetti da coinvolgere (personale degli enti locali, stakeholders, politici); altri agendo su temi specifici come le isole di calore (UHI); altri infine, come ACT e AMICA, hanno affrontato il tema in modo più sistematico e hanno realizzato metodologie, linee guida, strategie e piani.

Il progetto LAKS coniuga la metodologia operativa del PAES con le esigenze conoscitive del territorio per l'individuazione di misure di adattamento. Il progetto BLUE AP, in fase di realizzazione (si concluderà nel 2015), vede la città di Bologna, prima città italiana a sottoscrivere il Mayors Adapt, impegnata nello sviluppo di un Piano di Adattamento non integrato con il PAES, che dia indicazioni su come integrare l'adattamento climatico negli altri strumenti di pianificazione di cui il comune è dotato.

Molte altre sono le città ed i territori impegnati nella realizzazione di progetti che hanno permesso la predisposizione di piani di adattamento territoriali ognuno elaborando metodologie e linee guida.

In altri casi i progetti affrontano solo alcuni dei temi legati ai cambiamenti climatici, come ad esempio i territori impegnati nello sviluppo di *Contratti di Fiume o di Paesaggio*.

La mancanza di coordinamento nazionale a sostegno delle politiche urbane, ma anche di coordinamento tra le politiche di mitigazione ed adattamento, producono incertezza e disorientamento negli enti locali che sono comunque chiamati ad intervenire anche in una situazione di crisi economica e mancanza di finanziamenti specifici: concreti obiettivi di adattamento richiedono investimenti strategici e programmazione.

Le città necessitano di un cambiamento culturale nella gestione dei sistemi urbani. C'è bisogno di un approccio nuovo che metta la protezione del clima al centro dell'agire quotidiano partendo dalle vulnerabilità del territorio che minacciano sempre più le persone e gli insediamenti urbani. Occorre determinare un insieme di politiche integrate che partendo dall'applicazione congiunta di politiche di mitigazione e di adattamento, con un approccio di valenza strategica, sia in grado di far interagire ed impegnare i diversi livelli di gestione del territorio, di intervento e soprattutto i diversi soggetti coinvolti. Le esperienze realizzate da alcune città hanno la necessità di essere conosciute e sistematizzate, e messe in rete. Il confronto e lo scambio di esperienze che sono stati fondamentali nella prima fase di adesione al Patto dei Sindaci e di redazione dei PAES può essere replicato, trovando fin da subito una nuova impostazione basata sulla sinergia di professioni e ruoli, e che permetta di realizzare dei piani d'azione a tutela del territorio e dei suoi abitanti.

L'iniziativa europea Mayors Adapt ha lo scopo di creare una rete europea di città con lo scopo di alimentare lo scambio di informazioni, definire strategie e soluzioni tra i territori che presentano le stesse caratteristiche. In Italia alcune delle città ed esperti si sono uniti in un network "*le città e il clima*" che si è posta lo scopo di informare, formare, promuovere progetti e raccogliere le esperienze italiane su:

1. opportunità economiche da utilizzare;
2. metodologie disponibili per l'elaborazione di strategie e piani di adattamento;
3. strumenti di supporto per la pianificazione e l'attuazione di misure di adattamento messi a disposizione dalla Commissione UE o sperimentati a livello italiano;
4. inserimento dell'adattamento ai cambiamenti climatici negli strumenti di pianificazione territoriale.

Il network nasce dall'incontro di alcune città pioniere che lavorano in rete con il Coordinamento delle Agende 21 Locali Italiane ([www.a21italy.it](http://www.a21italy.it)); esse hanno iniziato un percorso sulla resilienza e progetti sui cambiamenti climatici cercando sostegno teorico ed economico in Europa. Ne fanno parte i comuni di Bologna, Ancona, Padova, Alba ed alcuni esperti: Kyotoclub, Indica Srl, Ambiente Italia, IUAV, Eurocube Srl, Assaica.



## **Piani di Adattamento**

*Planning for adaptation to  
climate change. Guidelines  
for municipalities.*

# Le Linee Guida del Progetto Life ACT per l'adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale

Guidelines of the Project Life ACT for the adaptation to climate change at the local level

@ Francesca Giordano |  
Alessio Capriolo |  
Rosa Anna Mascolo |

# Linee guida |  
# Enti locali |  
# Piani di adattamento |  
# Guidelines |  
# Local authorities |  
# Adaptation plans |

*Based on the experience acquired within the LIFE-ACT – Adapting to Climate change in Time project, which allowed the cities of Bullas (Spain), Patras (Greece) and Ancona (Italy) to prepare their own Local climate Adaptation Plans (LAPs), ISPRA arranged some guidelines aiming to define basic theoretic concepts on key questions related to urban adaptation as well as provide a practical and operational support to those local administration interested in starting initiatives on this theme. Nine chapters respectively illustrate 9 phases of a path that should guide potential users in preparing a LAP, by showing practical examples and successful cases, and highlighting potential barriers to adaptation. Furthermore, guiding questions and check lists provide support to the reader in implementing the suggested actions.*

Pur in assenza di specifiche politiche di livello nazionale, ed in attesa che venga adottata una Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici per il nostro paese, in Italia alcune amministrazioni locali stanno muovendo i primi passi al fine di rendere i propri territori meno vulnerabili ai cambiamenti del clima, attraverso iniziative supportate, perlopiù, da finanziamenti europei (i.e. fondi Interreg, Life).

Il progetto europeo LIFE ACT – *Adapting to Climate change in Time* – conclusosi nel luglio 2013, ha rappresentato una delle prime esperienze realizzate in questo ambito<sup>1</sup>, consentendo alle tre municipalità di Bullas (Spagna),

<sup>1</sup> Informazioni sul Progetto LIFE ACT sono disponibili sul sito: <http://bit.ly/1DPLrBT>.

Patrasso (Grecia) ed Ancona (Italia) di predisporre il proprio Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici a livello Locale (PAL).

Scopo del progetto, che è stato realizzato con il supporto tecnico dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ed in collaborazione con il Forum delle Città dell'Adriatico e dello Ionio (FAIC), è stato infatti quello di sviluppare, attraverso un percorso metodologico integrato, partecipato e condiviso dagli attori locali del territorio, Piani di Adattamento ai cambiamenti climatici finalizzati a limitare gli effetti ambientali, sociali ed economici dei cambiamenti climatici ed accrescere la resilienza al cambiamento delle tre municipalità.

Pur avendo peculiarità territoriali e socio-economiche proprie, le tre amministrazioni locali si sono confrontate su problematiche tipiche del bacino del Mediterraneo – una delle regioni più vulnerabili agli effetti dei cambiamenti climatici in Europa – proponendosi così come aree pilota su cui testare metodologie e percorsi comuni di adattamento ai cambiamenti climatici. Erosione delle coste, rischio idrogeologico, perdita della biodiversità nonché impatti socio-economici su salute, turismo, agricoltura, infrastrutture e beni culturali, sono stati i temi principali affrontati durante i tre anni e mezzo di attività. L'esperienza maturata nel corso del progetto ha consentito così ad ISPRA di predisporre delle Linee Guida per i Piani di Adattamento a livello Locale<sup>2</sup>, con l'obiettivo di definire concetti teorici di base su questioni chiave relative all'adattamento urbano e fornire, altresì, un supporto pratico ed operativo alle amministrazioni locali interessate ad avviare iniziative su questo tema. In figura 1 è illustrato il percorso metodologico adottato per la realizzazione delle Linee Guida: nell'ambito di un approfondito stato dell'arte<sup>3</sup>, corredato da un'analisi delle buone pratiche e delle barriere riscontrate, sono stati analizzati più di 50 documenti nazionali ed internazionali che hanno consentito l'identificazione di una *Road Map* per la predisposizione di PAL.

Contemporaneamente, sono stati elaborati scenari climatici al 2050-2100 per le principali variabili climatiche<sup>4</sup>, cui è seguita la valutazione degli impatti previsti sui settori naturali ed i sistemi socio-economici considerati<sup>5</sup>. Sulla base degli elementi acquisiti, sono stati realizzati i Piani di Adattamento delle città di Ancona, Bullas e Patrasso. Attraverso un'attenta valutazione, sia delle esperienze di successo che degli aspetti critici affrontati, effettuata anche in collaborazione con gli amministratori locali coinvolti nel progetto, sono stati raccolti così ulteriori elementi utili per la realizzazione di Linee Guida in grado di tenere conto, quanto più possibile, di un contesto istituzionale, tecnico-scientifico e sociale presumibilmente simile a quello di tante realtà locali in cui oggi si sviluppano iniziative di adattamento.

La Figura 2 illustra la struttura delle Linee Guida delineate attraverso l'approccio metodologico descritto.

Nove capitoli illustrano rispettivamente le nove fasi di un percorso che, proponendo esempi pratici e casi di successo, ed evidenziando potenziali barriere rispetto all'adattamento, dovrebbe poter guidare l'utente a predisporre un PAL. Inoltre, domande guida e *check lists* forniscono un supporto al lettore nell'implementazione delle azioni suggerite.

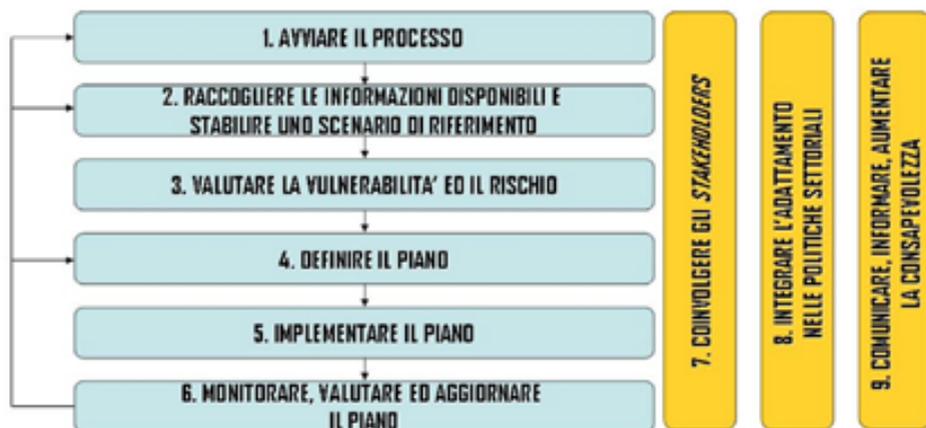
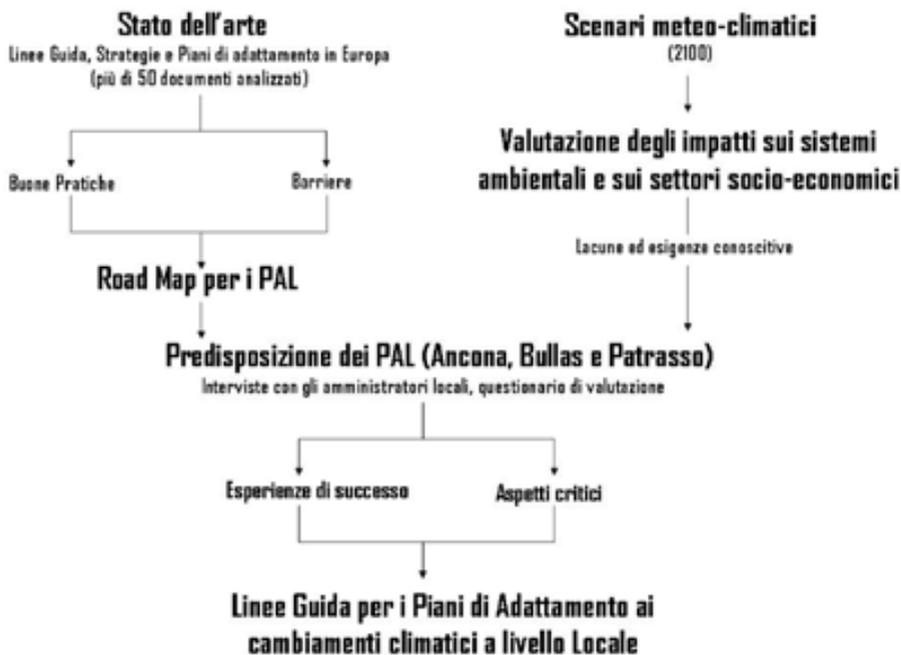
**2\_** Le Linee Guida del Progetto LIFE ACT sono state elaborate in lingua inglese ed hanno come titolo: "Planning for adaptation to climate change – Guidelines for Municipalities". Il documento è disponibile sul sito:

<http://bit.ly/1wPMD3o>.

**3\_** State of the art review on adaptation è disponibile sul sito: <http://bit.ly/1DPLrBT>.

**4\_** Climate trends and projections è disponibile sul sito: <http://bit.ly/1DPLrBT>.

**5\_** Climate change impact assessment and local vulnerability è disponibile sul sito: <http://bit.ly/1DPLrBT>.





**Fig.3\_** Copertina di *Planning for adaptation to climate change. Guidelines for municipalities.*

< nell'altra pagina: **Fig.1\_** Percorso metodologico implementato per la predisposizione delle Linee Guida per i Piani di Adattamento ai cambiamenti climatici a livello Locale (PAL).

**Fig. 2\_** Struttura delle Linee Guida per i Piani di Adattamento ai cambiamenti climatici a livello Locale (PAL).

Il vero successo di una strategia o di un piano di adattamento dipende fortemente dalla buona impostazione della fase di **avvio del processo (1)**, ovvero di tutti gli elementi organizzativi, tecnici e finanziari indispensabili, e dall'individuazione delle strutture e dei soggetti da coinvolgere o eventualmente costituire ad hoc.

**Raccogliere le informazioni disponibili e stabilire uno scenario di riferimento (2)** sono due azioni fondamentali sulla base delle quali saranno definite le priorità di azione e monitorato il progresso verso l'adattamento. Durante questa fase si suggerisce di stabilire un contesto di riferimento sull'adattamento, tramite la raccolta di opportuni dati ed informazioni (i.e. su clima, impatti, vulnerabilità, rischi ed opportunità, azioni esistenti), sviluppare scenari futuri ed identificare le eventuali lacune conoscitive. Le informazioni raccolte serviranno come punto di riferimento per la definizione delle priorità, nonché per la fase di monitoraggio e valutazione dei risultati conseguiti con l'adozione del piano.

Un aspetto chiave per la definizione degli obiettivi delle politiche di adattamento, e della loro formulazione e valutazione, è rappresentato dalla conoscenza relativa al modo in cui i sistemi umani e naturali possono essere affetti dai cambiamenti climatici.

**Valutare vulnerabilità e rischio (3)** associati al cambiamento climatico è pertanto essenziale al fine di migliorare la comprensione dei fenomeni, promuovere la sensibilizzazione della comunità e fornire gli elementi chiave per l'individuazione di obiettivi e target. Sulla base di tali informazioni la comunità sarà, quindi, in grado di definire ciò che vuole raggiungere ed in quale modo, ed avviare così la **definizione del Piano (4)**: in questa fase avverrà la



**Fig.4\_** Struttura delle linee guida per i piani locali di adattamento (LAPs); tratto da *Planning for adaptation to climate change. Guidelines for municipalities.*

definizione delle vere e proprie misure di adattamento, che sarà effettuata con ogni probabilità sulla base di opportuni criteri prescelti.

Sarà successivamente compito dell'**implementazione del Piano (5)** quello di convertire in azione concreta ciò che è stato oggetto di pianificazione, elencando gli obiettivi operativi, assegnando le responsabilità ed impostando le scadenze per il completamento.

Al fine di verificare l'efficacia delle misure adottate ed individuare la necessità di eventuali adeguamenti è indispensabile effettuare una revisione periodica. Una buona pianificazione, in combinazione con un efficace **monitoraggio, valutazione ed aggiornamento del piano (6)**, può svolgere un ruolo importante nel migliorare, iterativamente, l'efficacia complessiva del processo.

L'aggiornamento del piano diventa un elemento essenziale per stare al passo con i livelli di comprensione delle dinamiche climatiche in continua evoluzione e con gli sviluppi scientifici e tecnologici.

Alcune attività specifiche dovranno essere implementate durante l'intero processo di adattamento: il coinvolgimento dei portatori di interesse; l'integrazione dell'adattamento nelle politiche settoriali; la comunicazione, l'informazione e la sensibilizzazione.

L'adattamento richiede soluzioni innovative per unire gli sforzi, gli impegni e la conoscenza dei diversi gruppi e individui che possono contribuire - ciascuno a suo modo - al raggiungimento di un obiettivo comune: lo sviluppo di comunità resilienti.

**Coinvolgere i portatori di interesse - o stakeholders (7)** - è pertanto indispensabile durante tutto il processo di adattamento, così come **integrare l'adattamento ai cambiamenti climatici (8)** nei processi già avviati di *policy-making, budgeting*, attuazione e monitoraggio sia a livello nazionale che locale, oltre che di settore.

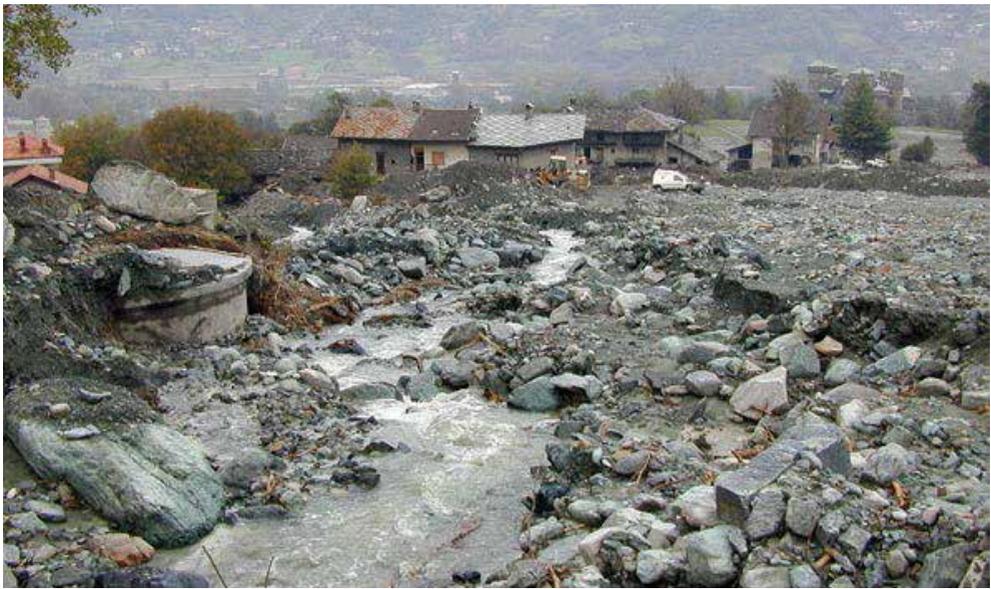


Fig.5 Rischi e vulnerabilità associati al cambiamento climatico. Tratto da *Planning for adaptation to climate change. Guidelines for municipalities.*

Attività chiare ed efficaci finalizzate alla **comunicazione, all'informazione ed all'aumento della consapevolezza (9)** saranno inoltre il miglior mezzo per superare barriere e impedimenti di ogni genere nel processo di adattamento.

Il progetto ACT ha messo in evidenza come siano indispensabili un'informazione scientifica qualificata e competenze tecniche adeguate affinché il processo di predisposizione di un Piano di Adattamento a livello di amministrazione locale possa poggiare su solide basi conoscitive e quindi essere ben calibrato rispetto alle effettive esigenze territoriali, sia per quanto riguarda gli scenari meteo-climatici futuri che per quanto riguarda le valutazioni d'impatto.

La lezione che se ne trae è che, affinché questo tipo di processi possa essere avviato più facilmente, è necessaria una chiara definizione del quadro politico-istituzionale e normativo sia a livello europeo che nazionale, in base al quale le iniziative a livello locale possano essere coerentemente inquadrare nel perimetro più ampio di indirizzi e valutazioni nazionali, a loro volta allineati ed integrati a quelli europei.

Con il recente lancio dell'iniziativa europea Mayors Adapt, che vuole proporre il modello del Patto dei Sindaci, fino ad oggi indirizzato solo alla riduzione delle emissioni di gas serra (mitigazione), anche per l'adattamento, e la futura adozione di una Strategia per l'Italia, i segnali che ci si stia muovendo in questa direzione sono ormai tangibili.

L'auspicio è che le comunità locali riescano a cogliere questa sfida e siano in grado di trasformare in tempi brevi la logica dell'emergenza in una vera e propria cultura della prevenzione ormai necessaria di fronte al moltiplicarsi di eventi estremi di natura climatica che mettono sempre più a dura prova le nostre città.

# Ricerche e pratiche per l'adattamento climatico: l'esperienza di Venezia

## Research and practices for climate adaptation: experiences from Venice

@ Francesco Musco |

# Adattamento |  
# Ricerca |  
# IUAV Venezia |

# Adaptation |  
# Research |  
# IUAV Venice |

*It is universally acknowledged that climate change requires a substantial modification, both in spatial and territorial planning, in terms of reducing climate affecting emissions (mitigation) and increasing the resilience of the urban systems, due to the progressive variability of extreme climate events (adaptation).*

*From 2007 Iuav University of Venice started specific researches and teaching activities, in order to investigate the relationship between climate change and planning systems. Together they created a systematic survey of "climate proofing" initiatives, used by cities and local governments at European and International level, with the collection of data in a web portal: [www.iuav.it/climatechange](http://www.iuav.it/climatechange).*

*Recently, specific research projects, supported by the European Territorial Cooperation, have analyzed how to counteract rising temperatures of "urban heat islands" (UHI) in some EU cities, such as Padua in the Italian context. These analyses show the relationships between mitigation and adaptation, and how the specific experimentations of the metropolitan area of Venice, could be included in the portfolio of specific adaption actions within the existing SEAPs (Sustainable Energy Action Plans), promoted with the Covenant of Mayors EU initiative.*

*On 16<sup>th</sup> April 2013, the European Commission adopted the EU Strategy for Adaptation to Climate Change, which aims to enhance the level of preparedness and ability to respond to the impacts of climate change. Member States will have to adopt the National Strategy by identifying priorities for action at both national and local level by supporting the city on the way to their plan adaptation. Waiting for the National Strategy cities must act as the main drivers of climate change; and they are doing making plans and projects, adhering to the Mayors Adapt and combining their experiences in the national network "Cities and climate" to promote cultural change needed to manage areas that are the most vulnerable environments to the effects of climate change.*

### Introduzione

Risulta sempre più evidente come i cambiamenti climatici richiedano una sostanziale modifica degli approcci alla pianificazione della città e del territorio, sia in termini di riduzione della produzione di emissioni clima-alteranti (mitigazione) che nel rendere i sistemi urbani più resilienti alla progressiva variabilità del clima (adattamento).

Relegare come si è fatto nell'ultimo decennio le politiche per lo sviluppo sostenibile e più di recente quelle finalizzate alla "protezione del clima", al campo di azione delle sole politiche ambientali, ha portato a livello locale risultati

spesso contraddittori tra loro e soprattutto ha limitato l'azione innovativa delle politiche *climate proof* ai soli strumenti di natura volontaria, in molti casi promossi nel quadro di iniziative e progetti a finanziamento comunitario (in particolare progetti Life e della Cooperazione Territoriale nella programmazione 2007-2013) (Musco, 2014a).

Per rendere la pianificazione territoriale utile al perseguimento di obiettivi di mitigazione ed adattamento risulta quanto mai necessaria una revisione dei saperi che ne stanno alla base, oltre ad una sostanziale innovazione nei sistemi di pianificazione a tutte le scale (Biesbroek et. al., 2009), con particolare attenzione all'integrazione tra la pianificazione di settore e i recenti strumenti di natura volontaria promossi dalla Commissione Europea (*Covenant of Mayors e Mayors Adapt*).

Da alcuni anni è in corso – da parte di diverse università e centri di ricerca nazionali ed internazionali, oltre che di reti di città – una riflessione sul ruolo della pianificazione territoriale, urbanistica ed ambientale per contrastare gli impatti locali dei cambiamenti climatici. I primi risultati incoraggiano un impegno a 'fare' rete da parte delle università e dei centri di ricerca che operano nell'ambito della pianificazione territoriale ed urbanistica, in primo luogo con l'obiettivo di favorire un rinnovo degli strumenti e degli apparati normativi a supporto della pianificazione a tutte le scale.

### **La ricerca per una pianificazione territoriale *climate-proof*: primi esiti**

Partendo dal presupposto che gli strumenti dell'urbanistica e della pianificazione risultino del tutto inadeguate ad affrontare un'interazione operativa con la gestione degli impatti complessivi sui sistemi urbani e territoriali dovuti alle variabilità del clima, a partire dal 2007 l'Università Iuav di Venezia<sup>1</sup> ha iniziato a sviluppare una serie di ricerche, attività didattiche ed iniziative sul tema dei cambiamenti climatici poste in relazione alla pianificazione territoriale ed urbanistica, senza tralasciare le opportune tecniche progettuali. In Europa, lo stato dell'arte di quella che potrebbe essere denominata *climate proof planning* appare ancora disomogeneo. Affidandosi a prime letture delle politiche locali europee di mitigazione ed adattamento al cambiamento climatico emerge una prospettiva non uniforme, guidata da sistemi istituzionali e caratterizzazioni culturali-territoriali molto differenziate (Musco, 2008; Wilson and Piper, 2010; Musco e Patassini, 2012). Nel tentativo di comprendere le ragioni ed i processi che nella formazione dei piani hanno guidato le diverse autorità locali a compiere determinate scelte piuttosto di altre, sono stati identificati dei primi fattori che possono aver giocato un ruolo diversificante e/o uniformante. I vari contesti sono normalmente caratterizzati dall'esistenza o meno di un sistema di indirizzo nazionale (piani e strategie nazionali, siano essi orientati alla mitigazione o adattamento), dall'esistenza di fenomeni o spinte locali di particolare forza e dalla presenza di politiche e reti già in atto da tempo orientate ai temi della sostenibilità. In questo senso è evidente che opportune pre-condizioni locali diventano la chiave di volta del successo (e della durata) delle singole iniziative.

Nonostante l'eterogeneità dei risultati, non va sottaciuto che le realtà urbane che stanno introducendo la questione dei cambiamenti climatici nelle proprie politiche urbane sono numerose, da New York, Chicago, Toronto,

**1** Prima presso il Dipartimento di Pianificazione, poi il Dipartimento Unico della Ricerca e dal 2012 il Dipartimento di Progettazione e Pianificazione in Ambienti Complessi (DPPAC). Hanno fatto parte del gruppo di lavoro nei vari progetti: Domenico Patassini (P.O.), Matelda Reho (P.O.), Elena Gissi (RTD), Laura Fregolent (P.A.), Federica Appiotti (Post-doc), Filippo Magni (dottorando), Denis Maragno (dottorando), Davide Ferro (assegnista), Irene Bianchi (assegnista), Giulia Lucertini (Post-doc), Davide Martinucci (esperto). Il gruppo di ricerca è contattabile a: [climatechange@iuav.it](mailto:climatechange@iuav.it)



Stoccarda, Vienna, Londra fino a città medie italiane come Padova e Bologna. In molti casi hanno redatto strumenti di pianificazione di natura volontaria fino ad ora poco diffusi (Piani clima, piani di adattamento, Piani per l'energia sostenibile ecc.), in cui vengono proposti e strutturati complessi programmi di adattamento, integrati ad azioni di mitigazione secondo quella che si sta definendo come una complessiva politica di protezione del clima che parte dalle città.

Suolo, aria e acqua, ambiente urbano e ambiente naturale sono matrici e ambiti che subiscono analoghe sollecitazioni per il cambiamento climatico e con specifici effetti nelle aree urbane. In via prioritaria le azioni in materia urbanistica finalizzate all'adattamento e con significativi coerenti esiti anche per la mitigazione, dovrebbero puntare:

- alla limitazione dell'espansione urbana, riducendo la dispersione insediativa (*sprawl*);
- al riuso delle aree produttive dismesse e bonificate (*brownfield and derelict areas remediation*);
- alla rigenerazione integrata del patrimonio edilizio esistente, ove non interferisca con la sicurezza dell'insediamento, aumentandone in primo luogo l'albedo e la capacità drenante;
- all'integrazione in tutti gli strumenti urbanistici di indicazioni per la redazione di progetti esecutivi a scala urbana che garantiscano obiettivi di abbattimento delle emissioni (almeno in linea con quelli imposti dal Patto dei Sindaci) e di redazione di prontuari di soluzioni coordinate di adattamento (sia interventi *hard* che *soft*, ma coordinati nel loro insieme).

In Italia, e nel Veneto in particolare, le esperienze sono ancora limitate e preliminare risulta la loro traduzione in norme, processi e strumenti adeguati.

**Fig.1** Contributo dell'Osservatorio Meteorologico di Milano Duomo. Tratto da <http://bit.ly/1B5PU4U>.



**Fig.2** Acqua alta a Venezia. Tratto da *Planning for adaptation to climate change. Guidelines for municipalities.*

Una conferma viene dalla Legge urbanistica regionale del Veneto n. 11/2004 che nel suo testo principale e negli atti di indirizzo non fa alcun cenno al problema. Ciò contribuisce ad aumentare il ritardo nella formazione e nella predisposizione di strumenti urbanistici e di pianificazione adeguati. Il progetto di ricerca si pone due obiettivi principali. Il primo riguarda l'orientamento della pianificazione urbana, territoriale e ambientale all'adattamento delle comunità locali ai cambiamenti climatici in corso; il secondo, la definizione di linee guida per le politiche di protezione del clima e di adattamento con riferimento alla città.

L'adattamento evidenzia effetti inevitabili in termini di variazioni di temperatura, precipitazioni, desertificazione, salinizzazione dei suoli, variazioni del medio-mare e dei gradienti di biodiversità.

Ne scaturisce la necessità di tecniche progettuali, norme e politiche calibrate su scenari possibili. Il contenimento cerca di frenare con le risorse disponibili processi che influiscono negativamente nel complessivo bilancio fra popolazione e risorse. I campi su cui si sono concentrate le attività di ricerca riguardano (si veda *tab. 1* per una sintesi complessiva):

- a) la diagnostica spaziale finalizzata al riconoscimento delle criticità degli impatti del *climate change* in contesti territoriali diversi (montagna, territori fragili, ambienti costieri, etc.) con lo sviluppo di opportuni modelli interpretativi e indicatori statistici e l'uso di nuove tecnologie interpretative (voli Lidar);
- b) la definizione di schemi di piani innovativi per l'adattamento a partire dai Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) per la scala vasta;
- c) costruzione di strategie compatibili con gli scenari a livello micro (uso del suolo, micro clima, ecc.), di spazi aperti, nella gestione delle relazioni urbano-rurali, delle reti infrastrutturali con particolare riferimento al tema della isole di calore urbano (UHI) e ai fattori scatenanti;

- d) integrazione nei processi di edificazione (regolamenti edilizi) e pianificazione (programmazione di livello regionale) identificando nuovi strumenti, proponendo le necessarie revisioni e simulando processi di negoziazione e di decisione;
- e) monitoraggio e valutazione dell'efficacia delle politiche e degli strumenti;
- f) integrazione dei temi della gestione degli eventi ed impatti estremi sia nella pianificazione ordinaria che in quella di settore di ultima generazione (piani di gestione integrata costiera, piani ambientali di aree protette, piani per lo spazio marittimo, etc.).

Si tratta di campi di ricerca che possono generare inedite spinte nella direzione dell'aggiornamento delle strategie di adattamento, mitigazione e contenimento, con interessanti esperienze di "transizione" verso una nuova pianificazione territoriale ed ambientale a tutte le scale che meritano una attenta riflessione. La ricerca, orientata al supporto di una pianificazione *climate proof*, intende lavorare sulle strategie e sulle politiche *bottom-up* e *top-down* attuate a partire da recenti esperienze europee a diversi livelli di governo, orientate alla definizione di modelli insediativi e di *governance* a basso impatto per i sistemi urbani e territoriali al fine di garantire la loro resilienza. La dotazione di aggiornati strumenti di pianificazione urbanistica, per ripristinare regole, obiettivi e strumenti operativi in uno scenario di cambiamento climatico è un elemento fondamentale per i *policy maker* e le amministrazioni locali.

I ricercatori dell'Università Iuav di Venezia sono impegnati in questi ultimi anni nella sperimentazione di soluzioni che possano essere di aiuto agli enti locali per la definizione dei protocolli di mitigazione e adattamento. Anche in questo caso le sperimentazioni sono state sviluppate in collaborazione con le istituzioni pubbliche e private in Italia ma anche all'estero.

Sul fronte delle politiche di **mitigazione**, i ricercatori Iuav sono stati impegnati nella costruzione di scenari di consumo energetico al 2020 per il settore residenziale della Regione Veneto (su finanziamento Fondo Sociale Europeo). Il lavoro ha prodotto un'ampia serie di risultati tra i quali spicca l'analisi dettagliata del patrimonio abitativo regionale dai punti di vista: *morfologico*, *temporale* e *del fabbisogno energetico* oltre ad una prima bozza di scenario tendenziale al 2020. Al contempo diverse ricerche hanno riguardato l'attuazione del programma del Patto dei Sindaci a livello nazionale ed internazionale con l'affiancamento di alcune comunità locali (amministrazioni provinciali di Venezia e Rovigo in particolare) per la definizione di modalità di lavoro, linee guida specifiche per i territori, formazione ed aggiornamento del personale dei comuni coinvolti.

Sul fronte dell'**adattamento** l'impegno è stato orientato a numerose applicazioni per la mitigazione del fenomeno dell'acqua di scorrimento urbano in caso di eventi atmosferici estremi e la previsione delle isole di calore urbano. Nel primo caso le sperimentazioni cui hanno preso parte ricercatori Iuav hanno riguardato modelli di utilizzo degli spazi urbani esistenti orientati in primo luogo alla laminazione delle acque meteoriche e con effetti combinati su effetto isola di calore e qualità dello spazio urbano in collaborazione con la Drexel University di Philadelphia.

Nel secondo caso sono state in particolare sviluppate iniziative di ricerca applicata sul tema del contenimento della dispersione di calore a scala urbana. Per il monitoraggio dei fenomeni vengono realizzati modelli digitale ad altissima risoluzione prodotto dall'integrazione di dati cartografici (scansione laser scanner di ispirazione Lidar da piattaforma aerea) combinati con rilievi laser acquisiti a terra. Quest'ultima ricerca è stata oggetto del progetto di cooperazione territoriale Europea Central Europe *"Development and application of mitigation and adaptation strategies and measures for counteracting the global Urban Heat Islands"*, concluso a fine 2014.

I risultati del progetto hanno permesso di modificare l'apparato normativo (variante dell'aprile 2013) del PTRC (Piano Territoriale Regionale di Coordinamento del Veneto), integrando e delineando di fatto il ruolo della pianificazione di area vasta per l'adattamento.

Sul fronte dei progetti che "integrano" mitigazione ed adattamento va sicuramente menzionata la sperimentazione in corso con la Provincia di Venezia all'interno del progetto di cooperazione territoriale Seap-Alps.

L'idea della sperimentazione, che si concluderà nel 2015, parte dalla considerazione che con le opportune integrazioni i Paes dei Comuni possano essere uno strumento funzionale all'adattamento, da cui partire per la redazione di uno schema di piano per l'adattamento o piano clima comprensivo di un portfolio di azioni di mitigazione ed adattamento per l'area vasta, in questo caso la futura Città Metropolitana di Venezia. In questo modo da un lato potrebbero essere soddisfatti gli obiettivi delle direttive sull'energia e del programma 20-20-20, dall'altro si risponderebbe sia alla strategia europea che a quella italiana sull'adattamento (Musco, 2014b).

Progetto/Iniziativa	Finanziatore, capofila e periodo	Ricerca	Didattica
Corso in <b>Città e Cambiamenti Climatici: misure, politiche e strumenti</b>	Università Iuav di Venezia Corso di Laurea Magistrale in pianificazione e politiche per la città, il territorio e l'ambiente & Master europeo in "Planning and policies for city, environment and landscape" (2010-2013)		corso introduttivo di 4 ECTS sui temi della pianificazione territoriale orientata alla calmierazione degli impatti del climate change
Corso in <b>Progettazione del Territorio per i Cambiamenti Climatici</b>	Università Iuav di Venezia Corso di Laurea Magistrale in pianificazione e politiche per la città, il territorio e l'ambiente & Master europeo in "Planning and policies for city, environment and landscape" Corso di Laurea Magistrale in Architettura ed Innovazione (2014- in corso)		corso introduttivo alla progettazione del territorio per l'adattamento caso studio: l'area metropolitana di Venezia

Progetto/Iniziativa	Finanziatore, capofila e periodo	Ricerca	Didattica
<b>Osservatorio Nazionale Città-Clima</b>	Legambiente Onlus	Osservatorio su buone pratiche di adattamento delle città italiane. <a href="http://www.iuav.it/climate-change">www.iuav.it/climate-change</a>	
<b>SEAP Alps</b>	Cooperazione Territoriale Europea Programma Spazio Alpino – Provincia di Venezia (2012-2015) Provincia di Torino	Completamento dei PAES (Piani d’Azione per l’Energia Sostenibile) dei comuni della Provincia di Venezia ed integrazione dei piani con la componente di adattamento	
<b>A D R I - P L A N</b> Adriatic Ionian Maritime Spatial Planning	European Commission DG Mare CNR Ismar (2013-2015)	Sperimentazione per la definizione del Piano dello Spazio Marino del Mediterraneo in accordo alla direttiva con attenzione agli impatti costieri delle variazioni climatiche	
<b>Energy efficiency, mitigation and urban form in European Mediterranean Cities Built Environment:</b> energy efficiency and urban complexity	Università Iuav di Venezia Universitat Autònoma de Barcelona Call di Dipartimento DPPAC (2013-2015)	Il progetto mira a valutare l’efficienza energetica dei modelli insediativi della città mediterranea	
<b>UHI –</b> Development and application of mitigation and adaptation strategies and measures for counteracting the global Urban Heat Islands	Cooperazione Territoriale Europea – Programma Central Europe ARPA Emilia Romagna (2012-2014)	Sperimentazione per la mitigazione del fenomeno delle Isole di Calore Estivo e risparmio energetico nelle aree urbane; Sperimentazione in 8 aree pilota: Padova, Modena, Vienna, Stuttgart, Varsavia, Lubiana, Budapest e Praga	

Progetto/Iniziativa	Finanziatore, capofila e periodo	Ricerca	Didattica
<b>TERRE</b> Territory, Energy & Employment	Cooperazione Territoriale Europea – Programma South East Europe (2012-2014)	Definizione di piani cantierabili di investimento per lo sviluppo economico locale nell'ambito delle energie rinnovabili in contesti economici a basso sviluppo industriale	
<b>Infrastrutture verdi per la mitigazione dell'effetto isola di calore:</b> prodotti, tecnologie e innovazioni per le aree urbane	P.O.R. VENETO F.S.E. 2007-2013 Asse Capitale Umano Sviluppo del potenziale umano nella ricerca e nell'innovazione (2013- 2014)	Sperimentazione di nuovi materiali per gli spazi pubblici e l'edilizia, nuove tecniche di progettazione del verde a scopo mitigativo	
<b>I Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) e i Piani Clima:</b> nuovi strumenti per la pianificazione ambientale locale	P.O.R. VENETO F.S.E. 2007-2013 INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO Asse Capitale Umano Sviluppo del potenziale umano nella ricerca e nell'innovazione (2012 - 2013)	Definizione di linee guida per la redazione dei PAES Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile nel contesto veneto	
<b>Obiettivi per un Piano Clima Regionale Veneto</b>	Fondo Sociale Europeo P.O.R. Veneto 2007-2013 Investiamo per il Vostro Futuro, Area dello Sviluppo del Potenziale Umano (2011-2012)	Analisi integrata di scenari di miglioramento dell'efficienza energetica del settore civile e commerciale della Regione Veneto. Il progetto è finalizzato alla definizione degli studi preliminari per un Piano Clima della Regione Veneto, con particolare attenzione al tema della mitigazione (efficienza energetica) e dell'adattamento a scala urbana.	
<b>Innovative Policies for cities regeneration:</b> Competition and Sustainability	IP Intensive Program Erasmus (2012-2014)		Sperimentazione didattica nell'ambito della rigenerazione urbana sostenibile a Venezia, Ferrara, Barcellona, Amburgo

Progetto/Iniziativa	Finanziatore, capofila e periodo	Ricerca	Didattica
<b>CABEE</b> Capitalizing Alpine Building Evaluation Experiences	Cooperazione Territoriale Europea Programma Spazio Alpino – Regione Veneto (2012-2015)	Definizione di linee guida per le Regioni dello spazio alpino, per l'efficienza energetica a scala di urbana al fine di uniformare le varie certificazioni in uso in Europa	
<b>Decarbonizing Planning</b> – l'attuazione della convenzione delle Alpi per la Protezione del Clima	Fondazione per l'Università e l'Alta Cultura in Provincia di Belluno (2013)		corso intensivo sui temi dell'abbattimento delle emissioni clima-alteranti nello spazio alpino nell'ambito della Presidenza Italiana della Convenzione delle Alpi
<b>Planning and Climate Change</b>	IP Intensive Program Erasmus (2010-2012)		Sperimentazione didattica a Barcellona, Girona, Lisbona ed Alghero sugli impatti in aree ambientalmente fragili del cambiamenti climatici

**Tab.1\_** *Principali progetti di ricerca e didattici legati ai temi dei cambiamenti climatici (2007-2014) promossi dall'Università Iuav di Venezia.*

La pianificazione a tutte le scale ha finora considerato solo parzialmente (o lasciato ad azioni e/o progetti di natura volontari) il rapporto tra clima e pianificazione territoriale. La crescente attenzione nei confronti di questi processi non ha però ancora portato a risposte politiche adeguate. Risulta più che mai evidente che la “protezione del clima” presenti situazioni piuttosto disomogenee con casi in cui sono stati introdotti piani e strategie sull'adattamento e invece realtà dove i rischi e gli impatti vengono ancora sottovalutati nonostante la rilevanza dei fenomeni in corso.

Nella gran parte dei contesti urbani italiani gli impatti del clima che cambia sono ancora relegati ai compiti della sola protezione civile. Le ragioni principali si possono ricondurre ad una mancanza di consapevolezza pubblica e condivisa sulla variabilità del clima e sulle sue ripercussioni territoriali, ad una lenta risposta ai disastri climatici a causa della mancanza di capacità e di risorse e ad una mancanza di politiche pubbliche e di regolamenti in materia di pianificazione urbanistica e ambientale pensati per gestire il cambiamento climatico (Musco e Magni, 2014).

## bibliografia

- Biesbroek, G.R. , Swart, R.J. , Knaap, W.G.M. van der (2009), "The mitigation–adaptation dichotomy and the role of spatial planning", in *Habitat International* 33 - p. 230 – 237
- Musco F. (2008), "Cambiamenti Climatici, Politiche di Adattamento e Mitigazione: una Prospettiva Urbana" in *Archivio Studi Urbani e Regionali*, Milano N.93
- Musco F., Patassini, D. (2012a). "Mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici: valutazioni di efficacia di piani epolitiche in Usa, in Europa e in Italia", in Pierobon A. (a cura di), *Nuovo manuale di diritto e gestione dell'ambiente*, Maggioli Editore, Rimini
- Musco F. (2012b), "Energia e piani clima: nuovi strumenti per la pianificazione locale", in Verones S., Zanon B. (2012), *Pianificazione Urbanistica. Verso un'integrazione delle politiche urbane*, Franco Angeli, Milano
- Musco F. (2014a), "Decarbonizing and climate proof planning: dalla pianificazione territoriale a bassa emissione all'adattamento", in Musco F., Zanchini E. (a cura di) *Il clima cambia le città. Strategie di adattamento e mitigazione nella pianificazione urbanistica*, FrancoAngeli, Milano
- Musco F. (2014b), "Verso un "Piano clima" dell'Area Metropolitana di Venezia", in Benatelli N. (a cura di), *Agenda Metropolitana Ambiente*, Provincia di Venezia, Venezia
- Musco F., Magni F. (2014), "Governance locale per la mitigazione al cambiamento climatico: il Patto dei Sindaci", in Musco F., Zanchini E. (a cura di), *Il clima cambia le città. Strategie di adattamento e mitigazione nella pianificazione urbanistica*, FrancoAngeli, Milano
- Wilson E., Piper J. (2010), *Spatial Planning and Climate Change*, Routledge, London.

# Adattamento Climatico in Ambito Urbano. Scenari di sostenibilità idraulica per il bacino sud di Padova

Urban Climate Change Adaptation.  
Hydraulic sustainability scenarios in Padova

@ Emma Biscossa |

# Adattamento climatico urbano |

# Allagamento |

# Sostenibilità |

# Urban climate adaptation |

# Flooding |

# Sustainability |

*This master's dissertation focused on problems related to heavy rains in urban contexts, starting from studying interventions currently being realised in Northern Europe.*

*The result, developed in the case study of the Bacino Sud of Padua's local authority, is that a network of small, local interventions for rainwater storage and seepage, which have low cost and low urban impact, allows to obtain results whose effectiveness is comparable to that of great grey interventions. Moreover, the network of diffused interventions is more resilient with respect to larger interventions, entails some social awareness of the responsibilities involved, and can act as a masterplan for public space regeneration.*

Il mio interesse per gli effetti e le ripercussioni dovuti al cambiamento climatico in ambito urbano deriva dalla frequentazione dell'ultimo anno della laurea specialistica in Progettazione Urbana presso l'Ateneo di Roma Tre, nonché dalla partecipazione ad un ciclo di conferenze sugli ecoquartieri realizzati in Europa, tenutosi a Padova nei primi mesi del 2014 [1], associato a un viaggio a Copenhagen e Malmö.

Il lavoro di tesi ha assunto come area di studio una parte dell'insediamento padovano individuato grazie ai dati forniti da ACEGAS-APS, la società che gestisce il sistema fognario comunale, che ha mappato le denunce di allaga-



**Fig.1\_** Elaborato grafico dell'autrice.

mento pervenute a seguito delle inondazioni più significative e recenti precedenti l'inizio della tesi, ovvero quelle del Settembre 2009 e del Maggio 2010. Si tratta del bacino Padova Sud, un'area delimitata dalle mura cinquecentesche a nord nord-ovest e da due canali, il Canale Scaricatore a sud ed il canale San Gregorio ad est, costruiti entrambi tra la fine del 1800 e i primi del 1900. Questa netta separazione dai terreni adiacenti ha alterato il naturale deflusso delle acque: l'area di studio, che segue una pendenza naturale da nord-ovest a sud-est, si è trovata chiusa lungo tutto il proprio perimetro, comportandosi come un bacino di accumulo indipendente.

A partire dal 1500, con la costruzione della nuova cinta muraria, la Serenissima ordinò anche la realizzazione del *guasto*, ovvero l'abbattimento di qualsiasi costruzione si trovasse per un miglio intorno alle mura, spazio dedicato ad orti e colture per il fabbisogno della città.

L'area di progetto ha mantenuto una connotazione rurale fino alla realizzazione del canale Scaricatore prima e San Gregorio poi, che ne ha determinato l'edificazione inizialmente lungo le principali vie di comunicazione, e successivamente secondo una logica di riempimento ed ulteriore espansione, soprattutto nel ventennio compreso tra la metà degli anni '50 e la metà degli anni '70. La forte urbanizzazione avvenuta nel '900, limitando significativamente l'estensione delle aree permeabili, ha ridotto la capacità del terreno di assorbire l'acqua meteorica.

Al problema di allagamenti derivati da eventi meteorologici estremi si è finora cercato di dare una risposta di tipo ingegneristico, ovvero attraverso opere *grey* che interessano ampie porzioni di territorio e che necessitano di manutenzioni costose.



**Fig.2** Tåsinge Square, Copenhagen. Tratto da Copenhagen Climate Resilient Neighbourhood.

Interventi peraltro non sufficienti in quanto il bacino è tuttora soggetto ad allagamenti che colpiscono sia parte dell'abitato – e possono quindi essere mappati attraverso le denunce – sia parte del territorio che è tuttora ineditificato.

La tesi ha esplorato percorsi differenti dal passato, ovvero – anche sulla base di esperienze in corso a Copenhagen [2]- proponendo e misurando l'efficacia di interventi di stoccaggio locale delle precipitazioni, bacini di detenzione e deimpermeabilizzazione del suolo.

Pur scontando limiti fisiologici – sarebbe stato necessario l'apporto di saperi intersettoriali difficilmente attingibili in una esperienza di tesi – il lavoro compiuto ha dimostrato, quantificando per quanto possibile l'efficacia delle misure di adattamento proposte, come un insieme di piccoli interventi locali di costo contenuto ed a basso impatto urbanistico permetta di ottenere risultati la cui efficacia è comparabile a quella delle opere *grey* tradizionali, con gli ulteriori vantaggi di presentarsi più resiliente rispetto agli interventi esclusivamente tecnologici e di attivare forme di responsabilizzazione sociale.

### **Il percorso di tesi**

La tesi si è sviluppata in tre tappe, la prima dedicata alla conoscenza delle caratteristiche dei luoghi e all'esame degli effetti di alcuni eventi significativi di pioggia, la seconda ad una modellazione matematica descrittiva dei flussi idrici e la terza alla proposizione ed alla valutazione di interventi concorrenti alla sostenibilità idraulica del bacino oggetto di studio.

Attualmente l'impermeabilizzazione del suolo corrisponde circa al 50% del totale, ma è stato di recente approvato un piano preliminare per nuove edificazioni - via Colleoni - e da tempo si discute sui progetti proposti per la rea-

lizzazione di ulteriore cubatura nell'area verde compresa tra via Canestrini e via Forcellini, vicino al parco Iris [3], interventi che andrebbero ad aumentare ulteriormente le superfici impermeabilizzate e conseguentemente il volume d'acqua da smaltire in carico alla rete fognaria esistente.

L'area di studio Padova Sud determina un unico bacino idrografico, in cui la progettazione della rete fognaria non è però stata oggetto di un intervento unitario. Solo in una piccola porzione è stata realizzata la rete separata, mentre quasi ovunque è stato realizzato un sistema fognario misto, anche sfruttando alcuni scoli di bonifica esistenti.

Recenti studi della società ACEGAS-APS prevedono il mantenimento di queste tipologie, il cui recapito finale è il depuratore di Ca' Nordio. La struttura del bacino complessivo può essere suddivisa in sottobacini, ciascuno dei quali fa riferimento ad una condotta principale di smaltimento a cui si connette la rete minore. I sottobacini sono tra loro comunicanti in una struttura ad albero, scolando gli uni negli altri in direzione sud. Alcuni punti di congiunzione tra più sottobacini creano dei colli di bottiglia, causando un blocco nello scolo delle acque, soprattutto nel caso in cui si siano state potenziate le dimensioni delle condotte a monte ma non di quelle a valle.

Questi rallentamenti hanno come effetto la saturazione delle condutture e l'allagamento di alcune parti del bacino, in particolar modo delle zone nord lungo via Forcellini ed alcune laterali, dell'area dello IOV, di quelle comprese tra il canale S. Gregorio e via Boccaccio, e di via Canestrini, e delle zone sud lungo via Crescini, via Tre Garofani e via Comino, con lame d'acqua che hanno raggiunto anche altezze fino a 50 cm.

Gli eventi di pioggia eccezionali esaminati si sono verificati nel territorio padovano rispettivamente il 16 settembre 2009 ed il 12 Maggio 2010.

Entrambi i casi sono stati ripresi dalla stampa locale: sia per i disagi causati nell'immediato, relativamente alla circolazione ed allo smaltimento delle acque, sia per le denunce private a seguito di danni.

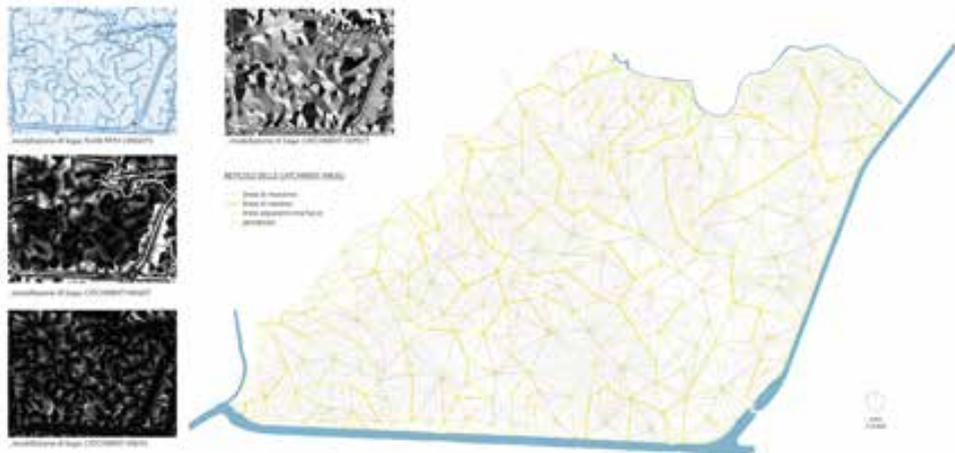
Per comprendere le caratteristiche dei due eventi sono stati redatti diversi studi, risultati indispensabili nel lavoro della tesi per comprendere la natura delle problematiche idrauliche dell'area di studio.

Lo studio regionale "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento" [4] è stato di grande interesse perché ha permesso di utilizzare per la tesi dati quantitativi certi.

Lo studio regionale suddivide il territorio in zone omogenee nel comportamento delle precipitazioni - rappresentato dalle curve di possibilità pluviometrica - ed è alla base degli studi successivi di dettaglio sul comune di Padova.

La relazione restituisce i valori attesi di precipitazione in funzione di due parametri: il tempo di ritorno TR e la durata delle piogge.

Per tempo di ritorno TR si intende l'intervallo di tempo in numero di anni in cui un dato valore di grandezza idrologica viene mediamente uguagliato o superato una sola volta. Permette in sintesi di valutare dopo quanto tempo ci si può statisticamente aspettare che una pioggia di una determinata intensità si ripresenti.



**Fig.3\_** Elaborato grafico dell'autrice

Questa prima relazione, pur essendo precedente agli eventi considerati nella tesi (si è detto del 2009 e del 2010), assume grande importanza perché definisce l'ambito e i parametri con i quali si sviluppano le indagini successive, commissionate invece a seguito degli allagamenti di Padova.

Esse [5] cercano di ricollegare i singoli eventi piovosi che hanno causato allagamenti a specifici tempi di ritorno, per valutare ogni quanto è statisticamente probabile che si ripresentino, causando quindi la stessa mole di danni. In particolare la relazione della società ACEGAS-APS mette in evidenza come le portate in uscita dall'area di studio siano insufficienti a permettere lo smaltimento di piogge intense. Per risolvere le problematiche idrauliche vengono proposte sia opere di risanamento della rete esistente sia la costruzione di un' ulteriore idrovora che scarichi nel canale San Gregorio.

### **Le proposte progettuali per l'adattamento**

Per proporre delle soluzioni adeguate al sito, dopo aver studiato il tipo di rete presente e il suo dimensionamento rispetto ai tempi di ritorno TR, è stato costruito un modello dell'area utilizzando il plug-in SAGA (System for Automated Geo-Scientific Analysis) del programma Qgis, per capire a livello superficiale in che modo si muovono e si accumulano le acque piovane. Il risultato della simulazione ha indicato come il bacino non presenti una pendenza omogenea tale da determinare lo scolo delle acqua nella medesima direzione, ma anzi si divide in una serie di sottobacini (catchment areas) con differenze di quote molto ridotte, che frammentano il terreno e creano degli accumuli d'acqua distribuiti in punti molteplici e diversi.

La risposta da dare non poteva quindi essere unica: era invece necessaria una frammentazione degli interventi, distribuiti nel territorio.

Una scelta importante, perché la trattenuta locale delle piogge implica la ri-

duzione dell'acqua immessa nell'intera rete fognaria.

Da questo punto di vista è importante l'idea di un sistema di interventi che si realizzino anche in zone in cui non si sono verificati i danni maggiori, ma che possano alleggerire di una parte di portata che potrebbe quindi essere convogliata dai punti più critici direttamente in fognatura.

La tesi ha proposto tre tipologie di intervento:

- deimpermeabilizzazioni;
- vasche di accumulo temporanee e sagomatura della sezione stradale per permettere la canalizzazione superficiale delle acque;
- microstoccaggio ed infiltrazione attraverso l'utilizzo di SUDS.

Parte delle proposte di progetto nascono da alcune domande: se gli edifici pubblici si dotassero di cisterne o vasche di ritenzione, quanta acqua sarebbero in grado di trattenere localmente? Se i privati investissero in serbatoi esterni per la pioggia, quanta acqua potrebbero stoccare?

Si tratterebbe di interventi puntuali nel bacino, che prevedono una forte coscienza collettiva del problema ed una responsabilità diffusa rispetto alla gestione delle acque meteoriche: la trattenuta di volumi d'acqua da parte di privati che non hanno problemi di allagamento ha una ricaduta a scala di bacino, permettendo alla rete fognaria di diminuire la quantità d'acqua in carico, e potendo quindi riceverne in quantità maggiori da altri parti. Gli edifici pubblici potrebbero fungere da volano nell'iniziativa, adottando per primi sistemi di trattenuta. L'amministrazione potrebbe, attraverso incontri di quartiere e opuscoli informativi, sensibilizzare i residenti rispetto alle possibilità di installare dei serbatoi: l'acqua trattenuta può essere riutilizzata localmente diventando una preziosa risorsa privata, e allo stesso tempo influire in maniera significativa sulla capacità drenante dell'area. Si tratta di costruire una rete di micro-interventi, che potrebbero essere favoriti attraverso degli incentivi per l'acquisto di serbatoi o attraverso uno sconto sulle imposte sulla rete fognaria.

Si è proceduto quindi al calcolo dell'area impermeabilizzata dagli edifici residenziali, differenziandoli tipologicamente, e per valutare in che misura influissero le differenti tipologie nello stoccaggio delle acque piovane nei lotti si è assunto che venissero trattenuti il corrispondente dei 50 mm caduti sulla superficie di copertura.

Per gli edifici pubblici il valore assunto è superiore, assumendo che l'amministrazione potesse farsi carico di una quota più significativa di stoccaggio: per questo si è ipotizzata una trattenuta pari a 100 mm per metro quadrato. Il volume totale di piogge meteoriche che può essere stoccato nell'area di studio attraverso questi interventi è risultato di circa 53.000 metri cubi.

Una parte significativa delle proposte progettuali è la realizzazione di un sistema di vasche di detenzione, affiancato da una rete di canalizzazione.

Attraverso la modellazione delle sezioni stradali, la rete viaria - sfruttando la pendenza attuale - può essere convertita anche in una infrastruttura che raccolga e canalizzi le acque meteoriche verso le vasche di detenzione. In questo modo verrebbero raccolte sia le acque di runoff della superficie stradale stessa, rinviandone lo smaltimento nella rete fognaria, sia le acque di *runoff* dei lotti che si affacciano e scaricano su di essa. Questo aumenterebbe l'efficacia



La valutazione dell'efficacia delle proposte di adattamento avanzate nella tesi ha fornito i seguenti risultati complessivi.

Sulla base degli studi consultati, l'evento estremo con TR 50 anni, corrispondente alla pioggia del 2009, produce allagamenti per 148.000 m<sup>3</sup> circa, quello con TR 20 anni allagamenti per 108.000 m<sup>3</sup> circa, quello con TR 10 anni 80'000 m<sup>3</sup> circa, ed infine quello con TR 5 anni 52.000 m<sup>3</sup> circa.

Se venissero implementate solo le misure pubbliche, il volume totale stoccatto raggiungerebbe il valore massimo di circa 75.000 m<sup>3</sup>, permettendo di superare le piogge con TR 5 anni, avvicinandosi alla messa in sicurezza rispetto alle piogge con TR 10 anni.

Se a essi venissero aggiunti gli interventi a opera di privati, si raggiungerebbe il valore massimo totale di 122.000 m<sup>3</sup>, che garantirebbero la sicurezza dell'intero bacino anche da fenomeni con TR 20 anni, senza però raggiungere il valore corrispondente ai volumi di piogge con TR 50 anni.

## bibliografia

[1] AA.VV. "Ecoquartieri – Ecodistricts", 2014, Marsilio

[2] Tredje Natur, progetto di adattamento per il Saint Kjeld's Quarter a Copenhagen

[3] <http://bit.ly/1tZLjiV>; <http://bit.ly/1lkJ1h7>; <http://bit.ly/1tZLAT2>;

<http://bit.ly/14LLjHM>

[4] Analisi Regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento, presidenza del consiglio dei ministri (settembre 2007)

[5] Valutazione dei tempi di ritorno delle precipitazioni del 13-17 settembre 2009 nella pianura veneta, Protezione Civile, ARPAV e Regione Veneto (Ottobre 2009)

Analisi dell'evento di pioggia del 12-05-2010, ACEGAS-APS (Maggio 2010)

Eventi meteorologici estremi - Dati e valutazioni sulla radicalizzazione del clima in Veneto, Consiglio Regionale del Veneto (2012)

[6] Constructing landscape materials, techniques, structural components, di Astrid Zimmermann, Birkhauser (2008)

# **L'adattamento climatico a Roma**

Climate change adaptation in Rome





**Il Tevere da  
Ponte Vittorio  
Emanuele II**

Lorenzo Barbieri,  
2 Febbraio 2014

# La carta della vulnerabilità climatica di Roma 1.0

@ Andrea Filpa |  
Simone Ombuen |

#Adattamento climatico urbano |  
#Analisi di vulnerabilità climatica |  
# Resilienza urbana |

# Urban climate adaptation |  
# Climate vulnerability analysis |  
# Urban resilience |

## The Climate Vulnerability Map of Rome 1.0

*During the last three years, the research "Politiche e strategie urbane per l'adattamento climatico", promoted by the Dipartimento di Architettura of Roma Tre University explored various fields, ranging from the study of current experiences of European cities to the in-depth analysis of the knowledge base necessary for the preparation of Adaptation Plans, from the use of satellite data to the participation to institutional initiatives, conferences and processes, first and foremost the National Adaptation Strategy, recently approved by the Conferenza Unificata.*

*Alongside such activities an underlying theme was developed, somehow translating on an operational side the other research threads, represented by the preparation of an essential tool for adaptation policies and strategies, the Climate Vulnerability Map.*

*The selected case study was Rome's local authority, and the path was brought forward by applying a well-established methodology (derived by similar European experiences) on the one hand, and by ensuring its easy replicability in other urban context on the other, thus using information and data reasonably available in the whole country.*

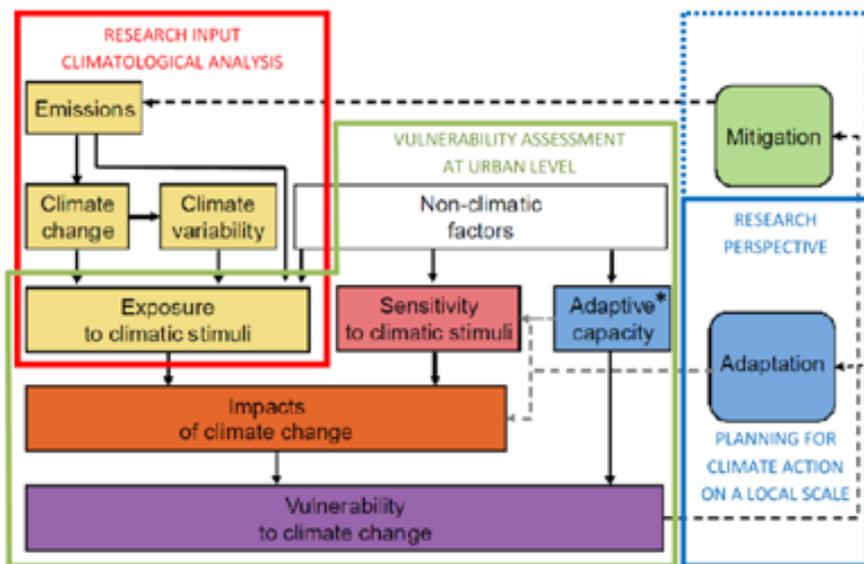
*This article describes the paths and results of what the research group named the Climate Vulnerability Map 1.0 (CVMR 1.0), underlining its perfectibility. Other, more specific elements of the preparation process will be described by other authors in this issue, notably regarding the use of satellite data (Borfecchia et al.), the possible extension of vulnerability studies to the public transport theme (Barbieri) and an in-depth vulnerability study of the Labaro-Prima Porta neighbourhood (Benelli & Camerata).<sup>1</sup>*

### La metodologia di elaborazione della CVCR 1.0. e le articolazioni spaziali utilizzate

Dopo aver esaminato alcune metodologie di ricerca sperimentate in Europa per comprendere la vulnerabilità climatica degli insediamenti urbani, si è scelto di adottare una versione - semplificata e adattata alla scala urbana (Fig.1) - del percorso utilizzato nella ricerca *Climate Change and territorial effect on regions and local economies* promossa nell'ambito dell'*ESPON 2013 Programme*<sup>2</sup>, che ha mappato la vulnerabilità climatica dell'Europa per ambiti territoriali di livello NUTS 3, per l'Italia corrispondenti alle Province, e

<sup>1</sup> Il presente contributo è frutto della rielaborazione e del parziale aggiornamento di un testo contenuto nel X Rapporto ISPRA sulla qualità dell'ambiente urbano (2014).

<sup>2</sup> I materiali della ricerca citata sono disponibili in download sul sito <http://bit.ly/iqiNoBb>



**Fig.1** Collocazione della ricerca DipArch-ENEA rispetto alla ricerca Espon Climate

**3** La CUS utilizzata è quella prodotta nel 2003 dalla Regione Lazio, è approfondita al IV livello per le sole aree artificiali e possiede risoluzione spaziale 1:25.000. Carte della copertura del suolo con livello di dettaglio analogo, sebbene siano state predisposte da numerose regioni e province (es. DUSAF della Regione Lombardia) non sono uniformemente disponibili sul territorio nazionale. È comunque possibile riprodurre il metodo proposto utilizzando le cartografie Corine Land Cover (CLC) rielaborate da ISPRA per tutta l'Italia, aggiornate al 2006, approfondite al III livello per le aree artificiali ed al IV per quelle naturali, con risoluzione spaziale 1:100.000 (<http://bit.ly/1y4rsih>). Le informazioni inerenti la densità dei tessuti residenziali non disponibili al III livello CLC posso essere integrate utilizzando

che è stata ritenuta la più adeguata per almeno tre ragioni: la sua chiarezza di impostazione (requisito fondamentale per il coinvolgimento di amministratori e cittadini), la completezza dei temi considerati, la sua aderenza alle logiche di riferimento che accomunano una parte consistente delle esperienze in materia.

I tempi e le risorse disponibili hanno consentito al gruppo di ricerca DipArch-ENEA di raccogliere soltanto una parte dei dati e delle informazioni utilizzate da ESPON, ma si è curato di riprodurle - in vista di futuri affinamenti e integrazioni - i principali passaggi analitici ed interpretativi: *Esposizione, Sensibilità, Impatti, Resilienza, Vulnerabilità*.

Per poter apprezzare la variabilità spaziale della vulnerabilità climatica dell'insediamento romano sono state adottate *Unità di Analisi* (UdA) rappresentative delle articolazioni territoriali minime cui sono state riferite le informazioni territoriali e statistiche. Al fine di assicurare la replicabilità in altri contesti nazionali dell'esperienza condotta su Roma, le UdA sono state individuate utilizzando fonti e data base cartografici generalmente disponibili sul territorio italiano, ed in particolare:

- la *Carta Tecnica Regionale* (CTR) in scala 1: 5000;
- la *Carta di Uso del Suolo* (CUS) con approfondimento corrispondente al IV livello di *Corine Land Cover*<sup>3</sup>;
- le sezioni di censimento ISTAT e i relativi dati statistici riguardanti popolazione ed abitazioni<sup>4</sup>;
- la banca dati stradale MultiNet - TeleAtlas<sup>5</sup>.

Le UdA hanno dimensioni variabili, approssimativamente corrispondenti al quartiere o parte di esso, e identificano porzioni di città sostanzialmente omogenee in termini di funzioni, morfologia urbana, tipologia edilizia; si

tratta dunque di ripartizioni che potranno essere utilizzate, in prospettiva, come ambiti omogenei per l'implementazione di politiche ed azioni di adattamento climatico.

Sono state individuate circa 1900 UdA, di superficie variabile tra 0,5 ha e 266 ha; per il momento le UdA riguardano soltanto gli insediamenti residenziali, commerciali e produttivi della città, ma in fasi successive della ricerca verranno considerati altri aspetti rilevanti quali le infrastrutture, i grandi servizi urbani e le aree non edificate (aree agricole, aree protette, parchi urbani, etc.).

## Exposure Analysis

**Exposure:** The nature and degree to which a system is exposed to significant climatic variations (IPCC, 2007<sup>6</sup>).

L'analisi di esposizione ha considerato i due mutamenti climatici ritenuti più rilevanti nel contesto esaminato: l'incremento delle temperature estive e l'aumento di intensità delle precipitazioni; si è valutata di conseguenza l'esposizione del sistema urbano romano all'accentuazione dei picchi di calore e dei rischi di allagamento ed esondazione causati da piogge estreme<sup>7</sup>.

### L'esposizione della Provincia di Roma secondo la ricerca Espon Climate

Il *downscaling* dei modelli climatici si presenta come una operazione molto complessa; nell'ambito della ricerca ESPON, utilizzando il CCLM climate model e basandosi sui dati dello scenario A1B IPCC, è stato elaborato un primo passaggio di scala estrapolando proiezioni fino al livello provinciale. Per la Provincia di Roma le proiezioni indicano, con orizzonte 2100, un incremento delle temperature medie annuali compreso tra 3.6 e 4.0 °C, un incremento della numerosità dei *summer days* compreso tra 20 e 30 giorni/anno, un incremento significativo delle siccità estive (decremento delle precipitazioni superiore o uguale al 40%), una stabilità dei giorni con copertura nevosa, una variazione assente o marginale delle inondazioni fluviali e costiere. Si tratta di indicazioni importanti, in quanto collocano la Provincia di Roma tra le aree europee a maggiore rischio climatico, ma sono state utilizzate solo in parte nella ricerca in quanto formulate alla scala dell'intero territorio provinciale e dunque non riferibili alla singola UdA.

Le previsioni inerenti questi fenomeni sono forniti da modelli climatici corrispondenti a determinati scenari emissivi, ad esempio il *CCLM climate model* e lo scenario IPCC A1B, adottati nell'ambito della citata ricerca ESPON; tuttavia la risoluzione spaziale di questi modelli li rende poco utili alla scala locale, a meno di non produrne un significativo *downscaling*, non disponibile allo stato attuale delle conoscenze. Per la valutazione della esposizione sono state utilizzate di conseguenza delle *proxy* fornite da eventi rilevati e da mappature del rischio.

Per quanto riguarda la *Esposizione ai picchi di calore* è noto che le città di grande dimensione come Roma sono soggette al fenomeno della *Urban Heat Island (UHI)* e che un medesimo *picco di calore* induce temperature

dati da altra fonte (es. dati censuari).

4\_ Per le prime elaborazioni sono stati necessariamente utilizzati i dati del censimento 2001; il database sarà aggiornato con i risultati del censimento 2011, non appena i dati definitivi saranno resi disponibili.

5\_ Il grafo stradale originale è stato semplificato, escludendo le strade di livello gerarchico inferiore.

6\_ Le definizioni sono tratte dal glossario contenuto in appendice alla Sintesi del IV Rapporto IPCC (Annex II - Synthesis of the fourth Assessment Report - AR4\_SYR\_Appendix).

7\_ Non si è ritenuto utile considerare anche i fenomeni di innalzamento del livello del mare in quanto le stime più attendibili riferiscono per questa porzione di costa tirrenica una variazione di circa 25 cm entro il 2100; si aggiunga che i modelli digitali del suolo attualmente disponibili hanno risoluzione verticale di 1 mt, e pertanto non avrebbero comunque potuto identificare con chiarezza le aree potenzialmente interessate.

più elevate in determinate parti dell'insediamento (in genere le parti centrali) e temperature meno elevate in altre parti (in genere quelle periferiche). Per comprendere questa distribuzione ineguale delle temperature di picco – rappresentativa di una *exposure* termica differenziata tra le parti della città – si è utilizzato il rilevamento termico satellitare relativo al più recente *picco di calore* (registrato nel luglio 2003) considerandolo come *proxy* dell'esposizione rispetto all'aumento delle temperature estive.

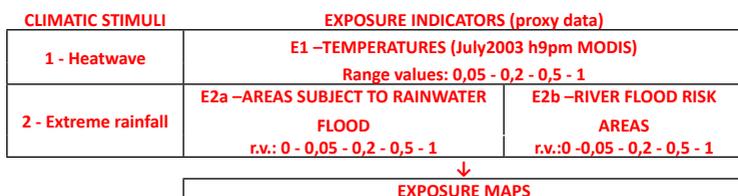
In merito alla *Esposizione a piogge di intensità straordinaria* si è considerato come l'incremento di intensità delle piogge determini un duplice rischio: l'erosione dei corpi idrici superficiali, generata dalle precipitazioni che si verificano a livello di bacino idrografico, e l'insieme di allagamenti e smottamenti generati dalle precipitazioni che si verificano in area urbana, generalmente per il sovraccarico della rete fognante o per l'accentuarsi di dissesti preesistenti.

Per comprendere quali ambiti urbani fossero maggiormente soggetti a tali rischi si è ricorsi alle mappe del rischio idraulico elaborate dall'Autorità di Bacino<sup>8</sup> ed alla distribuzione degli allagamenti rilevati dalla Protezione Civile<sup>9</sup>. Le corrispondenti banche dati geografiche sono state adottate, come *proxy* dell'esposizione all'incremento di intensità delle precipitazioni.

I dati di temperatura e di rischio idraulico assunti come indicatori di esposizione sono stati calcolati per ciascuna UdA, poi classificati e rappresentati in tre *Exposure Maps (EMs)*:

- E1 – Exposure to heat wave
- E2a – Exposure to extreme rainfall/areas subject to rainwater flood
- E2b – Exposure to extreme rainfall/ river flood risk areas

Successivamente, sulla base delle classi individuate, alle UdA sono stati attribuiti valori numerici variabili tra 0 e 1, da utilizzarsi poi per il calcolo degli indici di impatto e vulnerabilità (tab.1).



**Tab.1\_ Schema della Exposure Analysis.**

### Sensitivity Analysis

**Sensitivity:** Sensitivity is the degree to which a system is affected, either adversely or beneficially, by *climate variability* or *climate change*. (IPCC, 2007)

**8\_ Cartografia del rischio idraulico relativa al reticolo principale, secondario e minore tratta dal "Piano Stralcio dell'area romana da Castel Giubileo alla foce (PS5)" dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere.**

**9\_ Mappatura degli allagamenti tratta dal "Piano Generale di emergenza di Protezione Civile" di Roma Capitale (<http://bit.ly/1Bb1f3T>)**

Le cartografie redatte nell'ambito della *Sensitivity Analysis* restituiscono il grado di *sensibilità* di ciascuna UdA ai mutamenti climatici, grado di sensibilità che varia in funzione di specifiche caratteristiche della UdA stessa.

Basandosi sulla ampia letteratura disponibile, sono stati selezionati tre fattori di sensibilità significativi rispetto ai fenomeni climatici considerati, il primo legato a caratteristiche insediative (quindi *funzioni, continuità e densità dell'edificato*) e gli altri ad aspetti demografici (in particolare *densità di popolazione e incidenza della popolazione anziana*).

È stata effettuata una classificazione attraverso dati quantitativi e sono state quindi redatte tre *Sensitivity Factor Maps (SFM)*:

- SF1 - Land Use
- SF2 - Population density
- SF3 - Elderly population

Successivamente, sulla base delle classi individuate, alle UdA sono stati attribuiti, per ciascun fattore, valori numerici anche in questo caso variabili tra 0 e 1 ed espressivi del relativo contributo alla sensibilità complessiva.

Sommando tali valori è stato infine calcolato per ciascuna UdA un indice sintetico di sensibilità, poi utilizzato per il calcolo degli indici di impatto. Tale indice, definito *Sensibilità aggregata* ( $S_{agg}$ ), è stato rappresentato attraverso una ulteriore mappa, la *ASM - Aggregate sensitivity map* (tab. 2).

SENSITIVITY FACTORS	AGGREGATE SENSITIVITY INDEX
SF1: LAND USE r.v.:0,2 - 0,4 - 0,6 - 0,8 - 1	$S_{agg} = SF1 + SF2 + SF3$
SF2: POPULATION DENSITY r.v.:0,05 - 0,15 - 0,3 - 1	
SF3: % ELDERLY PEOPLE r.v.:0,25 - 0,5 - 0,75 - 1	
↓	↓
SENSITIVITY FACTORS MAPS	AGGREGATE SENSITIVITY MAP

**Tab.2\_ Schema della Sensitivity Analysis.**

## Impact Analysis

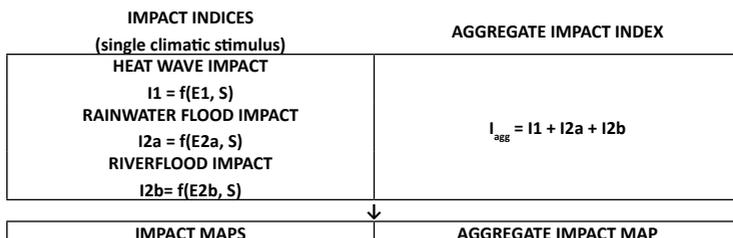
**(Climate) Impacts:** Consequences of climate change on natural and human systems. Depending on the consideration of adaptation, one can distinguish between potential and residual impacts, respectively all impacts that may occur given a projected change in climate, without considering adaptation and those that would occur after adaptation (IPCC, 2007).

L'analisi degli impatti ha messo in relazione gli elementi raccolti in materia di *esposizione* e di *sensibilità* con il fine di evidenziare, per ciascuna UdA, la gravità dei probabili effetti dei mutamenti climatici.

I livelli di impatto sono stati calcolati con riferimento a ciascun fenomeno considerato, come funzione dell'indicatore di esposizione e dell'indice di sensibilità aggregata. Sono state quindi prodotte tre *Impact Maps (IMs)*:

- I1 - Heat wave impact
- I2 - Rainwater flood impact
- I2b - Riverflood impact

Nonostante sia improbabile che picchi di calore e piogge straordinarie si verificino contemporaneamente, al fine di evidenziare le aree soggette a più tipologie di impatto, è stata ricavata anche un Indice di impatto aggregato ( $I_{agg}$ ) ed una Aggregate Impact Map (AIM), ottenuta sommando per ciascuna UdA i valori di impatto corrispondenti a ciascun fenomeno.



**Tab.3\_** Schema della Impact Analysis.

### Adaptive capacity / Resilience Analysis

**Adaptive capacity:** the whole of capabilities, resources and institutions of a country or region to implement effective adaptation measures.

**Resilience:** the ability of a social or ecological system to absorb disturbances while retaining the same basic structure and ways of functioning, the capacity for self-organisation, and the capacity to adapt to stress and change (IPCC, 2007).

Nella esperienza di ricerca condotta si è ritenuto preferibile utilizzare la nozione di *resilience* piuttosto che quella di *adaptive capacity*, a sottolineare come le informazioni utilizzate in questo passaggio siano riferibili alla struttura fisica del sistema insediativo e non (anche) a risorse immateriali difficilmente valutabili a scala infra-urbana<sup>10</sup>; scelta che si è ritenuta coerente con la collocazione della ricerca stessa nella sfera della pianificazione territoriale.

Sono stati considerati tre fattori di resilienza, direttamente legati alla permanenza di caratteri di naturalità residua rinvenibile nelle diverse parti di città, ovvero:

- la presenza di vegetazione in ciascuna UdA, stimata utilizzando un indice di vegetazione (*Normalized difference vegetation index –NDVI*) derivato da immagini satellitari;



- la prossimità alla *green infrastructure* intesa come inviluppo di aree verdi urbane ed aree boscate;
- la percentuale di suolo permeabile, calcolata come inverso dell'indice di *soil sealing* calcolato a livello europeo dall'EEA.

Calcolati valori caratteristici per ogni UdA ed effettuata la classificazione dei dati, sono state realizzate 3 *Resilience Factor Maps (RFMs)*:

- RF1 – NDVI
- RF2 – Proximity to green infrastructure
- RF3 – Permeable soil

Successivamente, sulla base delle classi individuate, alle UdA sono stati attribuiti, per ciascun fattore, valori numerici variabili tra 1 e 0,9 da utilizzare come *riduttori* dei tre impatti precedentemente calcolati e dell'impatto complessivo.

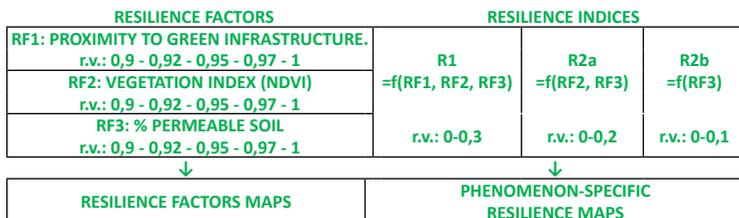
Poiché – come si deriva dalla letteratura - non tutti i fattori di resilienza considerati influiscono allo stesso modo su ciascun impatto, sono stati elaborati indici di resilienza fenomeno-specifici ( Fig. 5) da utilizzare successivamente per il calcolo delle vulnerabilità:

- R1 – Resilience specific to the summer night temperatures phenomenon, composto da tutti e tre i fattori di resilienza;
- R2a – Resilience specific to the rainwaterflooding phenomenon, composto dal primo e dal terzo fattore di resilienza;
- R2b – Resilience specific to the riverflooding phenomenon, composto dall'ultimo fattore di resilienza.

**Fig.2** NDVI calcolato da immagine satellitare del 27 luglio 2013.

**Fig.3** Infrastrutture verdi.  
**Fig.4** Mappa del soil sealing con risoluzione a 30 metri.

**10** Nella ricerca ESPON, le dimensioni della capacità adattiva valutate riguardano: economic resources, knowledge and awareness, infrastructure, institutions, technology.



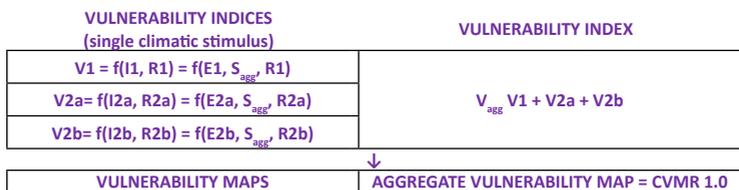
**Tab.4\_** Schema della analisi di resilienza.

### Vulnerability Analysis

**Vulnerability:** The degree to which a system is susceptible to, or unable to cope with, adverse effects of climate change, including climate variability and extremes. Vulnerability is a function of the character, magnitude, and rate of climate variation to which a system is exposed, its sensitivity, and its adaptive capacity. (IPCC, 2007)

La *Vulnerability Analysis* costituisce l'ultimo passaggio di questa fase della ricerca. Per ogni UdA sono stati calcolati 3 indici di vulnerabilità parziale, riferiti singolarmente ai 3 fenomeni climatici considerati ed un indice di vulnerabilità aggregata. Gli indici di vulnerabilità parziale sono stati ottenuti moltiplicando gli indici di impatto - a loro volta dipendenti da 3 indicatori di esposizione e dall'indice di sensibilità aggregata - e i rispettivi indici di resilienza fenomeno-specifica. L'indice di vulnerabilità aggregata è stato ottenuto dalla somma degli indici di vulnerabilità parziale.

Sono state di conseguenza prodotte tre *Vulnerability Maps (VMs)* ed una mappa di vulnerabilità aggregata che rappresenta la *Climate Vulnerability Map of Rome 1.0 (CVMR 1.0)*.



**Tab.5\_** Schema della analisi di vulnerabilità.

### La geografia della vulnerabilità dell'insediamento romano

Attraverso il percorso descritto nei precedenti paragrafi (sintetizzato nella fig. 5) la ricerca DipArch/ENEA è pervenuta alla redazione di una cartografia espressiva dei differenti livelli di vulnerabilità climatica dell'insediamento residenziale romano (fig. 6).

Nei limiti delle indicazioni fornite dai tematismi utilizzati - e quindi rima-

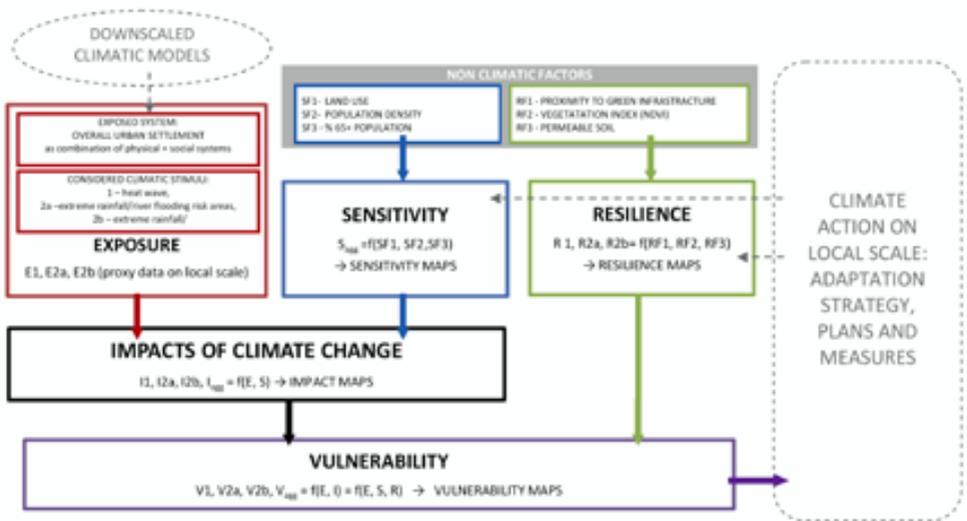


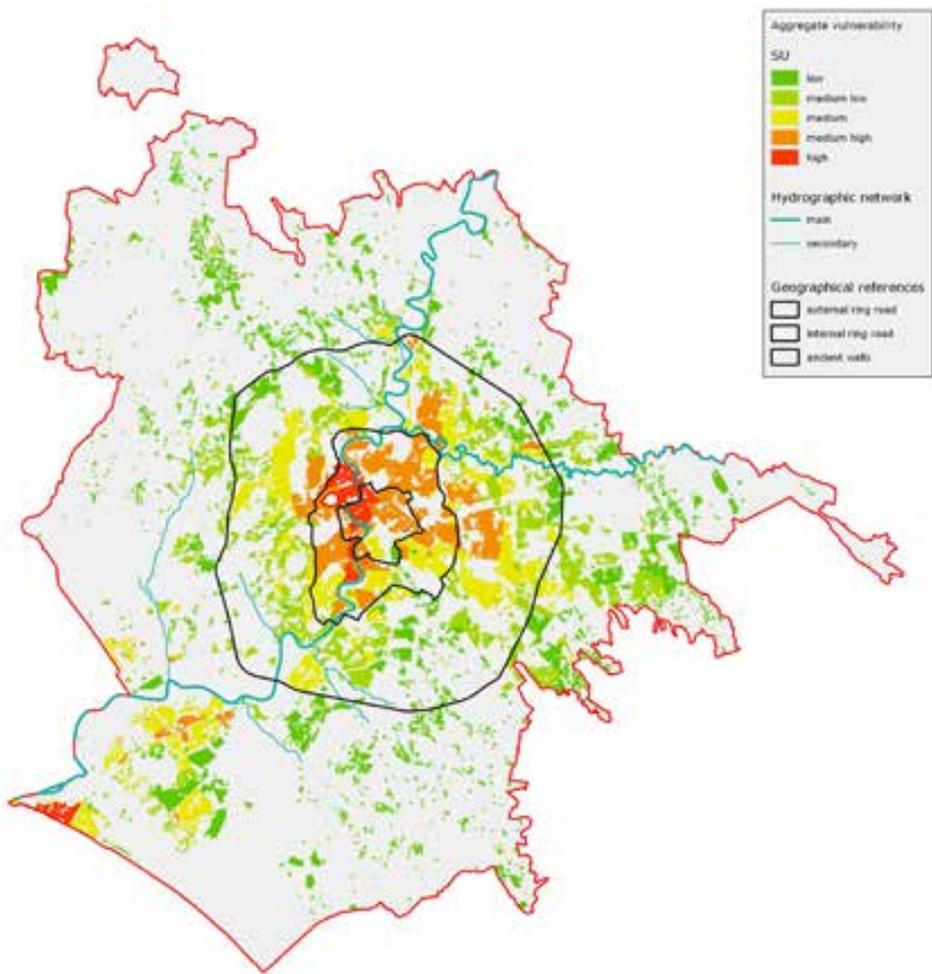
Fig.5\_ Il percorso di redazione della CVCR 1.0.

nendo aperta la possibilità che informazioni più complete e dettagliate possano modificarne la geografia - la CVCR 1.0 mostra una situazione spazialmente molto articolata.

Per facilitarne la lettura sono stati graficizzati sulla mappa tre riferimenti geografici, ovvero tre circonferenze concentriche; la più interna ripercorre il perimetro delle mura storiche della città, la seconda il sistema delle attuali tangenziali (che racchiudono approssimativamente il perimetro della città degli anni '50) e la più esterna il tracciato del GRA (Grande Raccordo anulare).

Gli insediamenti collocati all'esterno del GRA appartengono in prevalenza alle classi di vulnerabilità meno elevate, presentando in genere densità abitative ed edilizie basse, un edificato caratterizzato da elevata frammentazione (e quindi meno soggetto al fenomeno della UHI), una incidenza modesta della popolazione anziana. L'area sud-ovest (Ostia, Acilia, Casal Palocco) presenta tuttavia caratteristiche molto differenti - ovvero di elevata vulnerabilità - essendo soggetta sia a rischi di esondazione sia a rischi di allagamento dovuti all'aver occupato con insediamenti urbani territori un tempo paludosi la cui struttura di bonifica idraulica risulta oggi insufficiente (e la cronaca dei più recenti eventi estremi conferma ampiamente la vulnerabilità di questo settore urbano).

La corona ricompresa tra il GRA e il sistema delle tangenziali presenta vulnerabilità attestate sulle classi medie, ma con significative differenze tra i quadranti nord-orientali, dove la presenza del Fiume Aniene comporta aree significative soggette a rischio idraulico (e quindi vulnerabilità medio/alta) e quelli sud-occidentali, che registrano vulnerabilità medio/basse.



**Fig.6\_** La carta della Vulnerabilità Climatica di Roma 1.0.

La corona ricompresa tra il sistema delle tangenziali e le mura storiche fa registrare vulnerabilità climatiche piuttosto variabili; mentre la porzione meridionale presenta una vulnerabilità media – l’incidenza del fenomeno dell’isola di calore è attenuata da una minore densità insediativa e da un’ampia dotazione di aree verdi - il resto della corona mostra vulnerabilità da medio/alte ad alte, anche dovute al rischio idraulico.

La parte centrale dell’insediamento romano risulta quella connotata da maggiore vulnerabilità climatica, soprattutto nella parte nord-orientale; valori meno elevati si riscontrano di converso nelle porzioni nord-occidentali e meridionali. Le indicazioni della CVCR 1.0 sono complessivamente coerenti con quelle rilevate da analisi di vulnerabilità redatte in altre città europee; il

nucleo centrale delle città è infatti quello dove maggiori sono gli impatti dei picchi di calore, dove elevate sono le densità insediative, mediamente minori le dotazioni di verde e mediamente maggiore la presenza di popolazione anziana. Ma nel caso specifico di Roma questo dato generale è ulteriormente accentuato dalla presenza del rischio idraulico.

Come si evince dalla Fig. 8, tuttavia, la interpretazione per fasce concentriche non illustra compiutamente la complessità della vulnerabilità climatica di Roma.

Per quanto concerne le aree con vulnerabilità meno accentuata, infatti, è possibile rilevare la presenza di due *cunei* in corrispondenza del Parco archeologico dell'Appia Antica (a sud-est) e del Parco archeologico di Veio (a nord), permanenze storiche che assumono oggi un inedito valore aggiunto di carattere climatico per gli insediamenti circostanti.

Un cuneo di significato inverso è rilevabile invece ad est, ed in particolare nelle aree ricomprese tra le vie Tiburtina e Casilina, nel quale i livelli di vulnerabilità risultano medio-alti ben oltre il tracciato delle tangenziali a causa di un mix tra forte densità abitativa, alta percentuale di suolo impermeabilizzato, alta incidenza dell'isola di calore e presenza di rischi idraulici.

## bibliografia

- J. Handley, J. Carter, 2006, Adaptation strategy for climate change in the urban environment. Report to the National Steering Group.
- ICLEI, Center for science in the Earth System, King County, 2007. Preparing for climate change, a guidebook for local, regional and state governments.
- EEA, 2007. Climate change: the cost of inaction and the cost of adaptation. EEA Technical report n. 13/2007.
- ISPRA, 2009. Adattamento ai cambiamenti climatici: strategie e piani in Europa.
- Coordinamento Agende 21 Locali Italiane, LG Action, 2010. Le azioni di coordinamento e supporto delle Regioni Italiane agli Enti Locali per l'energia sostenibile e la protezione del clima.
- Kazmierczak, A., Carter, J., 2010. Adaptation to climate change using green and blue infrastructures.
- Department for Communities and Local Government UK, 2010. Departmental Adaptation Plan.
- ETC/ACC, 2010. Vulnerabilities, Vulnerability Assessments by Indicators and Adaptation Options for Climate Change Impacts.
- EEA, 2010. The European environment – state and outlook 2010: thematic assessment – urban environment.
- OECD, 2010. Cities and Climate Change, OECD Publishing.
- ICLEI, 2010. Changing climate, Changing communities, Guide and Workbook for municipal climate adaptation.
- GRaBS, 2011. Climate Change Adaptation Action Plan Guidance.
- Johnson, K., Breil M., 2012. Conceptualizing Urban Adaptation to Climate Change. FEEM.
- UK Climate Change Risk Assessment, 2012. Government Report.
- EEA, 2012a. Urban adaptation to climate change in Europe. EEA Report 2/2012.
- EEA, 2012b. Climate Change, impacts and vulnerability in Europe.
- EEA and EC, 2012. Climate-adapt (<http://climate-adapt.eea.europa.eu/>)
- ISPRA, 2012. VIII Rapporto sulla Qualità dell'ambiente urbano.

# Telerilevamento satellitare e vulnerabilità climatica di Roma

## Satellite remote sensing and climate vulnerability of Rome

@ F. Borfecchia | E. Caiaffa | M. Pollino | S. Martini | L. La Porta | S. Ombuen | L. Barbieri | F. Benelli | F. Camerata | V. Pellegrini | A. Filpa |

# Telerilevamento satellitare | # HW ed UHI |

# Cambiamenti climatici |

# Satellite Remote Sensing |

# HeatWave&UrbanHeatIsland |

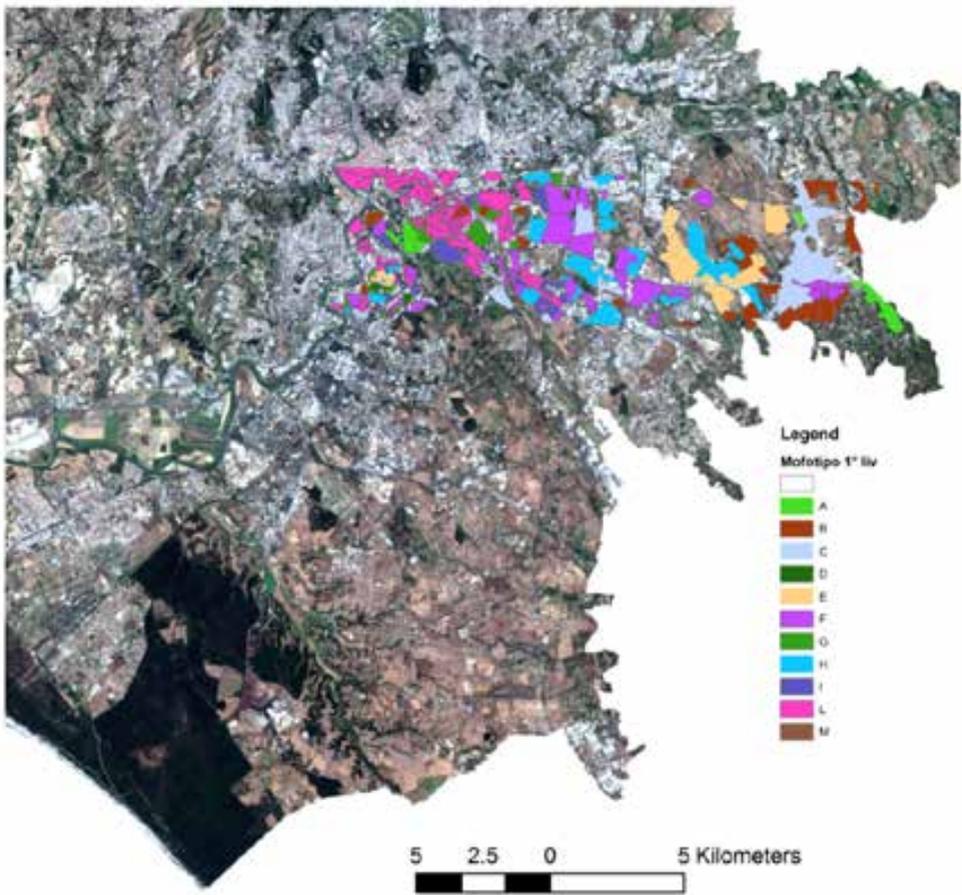
# Climate Change |

*Due to the soil sealing and urban infrastructures concentration, densely built-up areas of the towns with a low percentage of green vegetation, are more vulnerable to heat waves (HW) which are increasing in terms of frequency and intensity due to ongoing climate change (CC). Their negative effects may combine with those of the UHI (Urban Heat Island), local phenomenon that frequently determines air temperatures in the core of the city higher than those in the surrounding rural areas, with significant impact on the quality of urban environment and energy consumption. In this context, this work aimed at designing and developing methods based on satellite remote sensing (EO) at medium-high resolution and GIS (Geographical Information Systems) techniques for the extensive characterization of the urban fabric response to these climatic aspects related to the temperature within the general framework of the support to the local and national activities and policies of sustainability and adaptation to CC.*

### Metodologia e risultati

I fenomeni di ondate di calore (HW) si stima abbiano determinato in tempi recenti un numero crescente di vittime, specialmente tra gli anziani e tra coloro affetti da patologie specifiche, in varie aree del mondo ed anche nei paesi dell'Europa che si affacciano sul bacino del Mediterraneo.

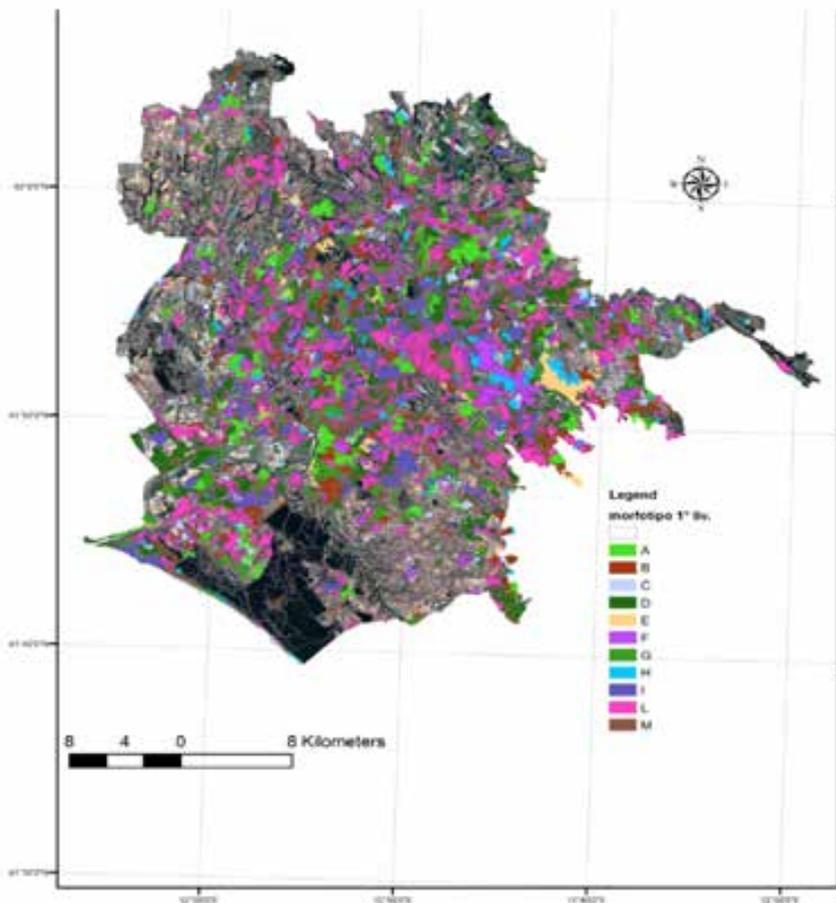
Qui nell'estate 2003, più calda di quelli degli ultimi 500 anni, per vari giorni le temperature medie giornaliere sono risultate più alte di vari gradi rispetto a quelle relative alle annualità precedenti (situazione di HW), con temperature dei mesi di luglio ed agosto superiori alla media sino a 10° e massimi sulla



**Fig.1** Distribuzione delle 11 classi di vulnerabilità del tessuto urbano del transetto in base alle caratteristiche tipologiche e di compattezza in sovrapposizione a combinazione "true color" dell'immagine multispettrale del territorio Comunale di Roma ripresa dal satellite Landsat 8 il 27-07-2013.

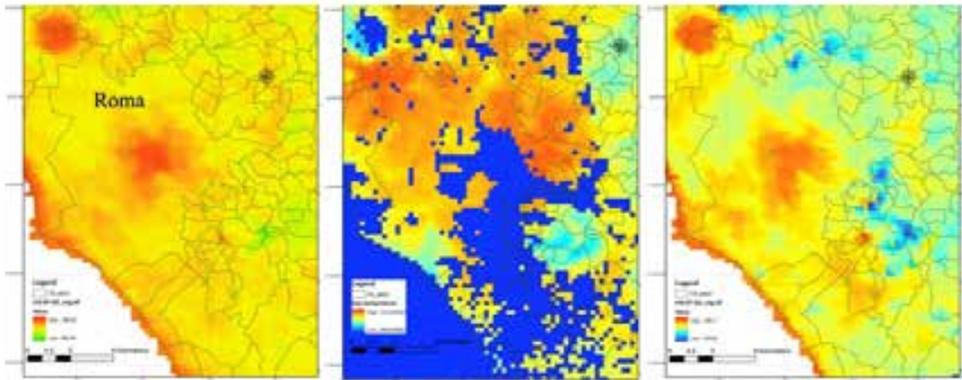
Francia e nelle aree del centro-nord dell'Italia.

In questo contesto al fine di prevenire e limitare queste possibili conseguenze negative degli eventi estremi connessi ai CC che rischiano di accentuare ulteriormente situazioni talora già critiche per altri fattori, sono in corso varie attività di analisi e ricerche per supportare interventi e politiche riguardanti la mitigazione e l'adattamento in ambito urbano, anche nella prospettiva dei programmi comunitari delle Smart Cities. In questo quadro si colloca quest'attività di ricerca mirante alla messa a punto di metodologie per la caratterizzazione morfotipologica degli insediamenti urbani relativa agli aspetti climatici connessi alla temperatura ed all'idrologia (HW, UHI, allagamenti,...). Il focus in particolare riguarda gli aspetti tipologici, geometrici e strutturali del tessuto urbano sui quali possono intervenire efficacemente le varie politiche decisionali e di pianificazione nell'ambito di strategie locali e nazionali di mitigazione ed adattamento ai CC.



Questo lavoro è basato sull'utilizzo delle correnti tecniche di telerilevamento aerospaziale a medio-alta risoluzione che includono l'utilizzo dei dati rilevati nell'intervallo spettrale dal visibile, infrarosso vicino-medio e termico dai sensori OLI e MODIS rispettivamente a bordo dei satelliti Landsat 8 e TERRA/AQUA della Nasa, in orbite polari. L'area di test selezionata è quella del comune di Roma che per ampiezza e presenza di diverse tipologie edilizie rappresentative della realtà italiana ben si presta per lo sviluppo di una metodologia adeguata ad essere applicata poi a livello generale. Si è operato inizialmente tramite metodologie di fotointerpretazione della cartografia a scala di dettaglio (C.T.R. 1:5000) su di un'area di riferimento costituita da un transetto di circa 7x22 km., esteso dal centro alla periferia e comprendente gran parte delle classi edilizie urbane d'interesse. Su tale area si è proceduto tramite fotointerpretazione alla caratterizzazione delle poligonali urbanisticamente omogenee, preventivamente individuate

*Fig.2 Classificazione derivata dai dati multispettrali Landsat 8 OLI dei morfotipi di tessuto urbano di Roma corrispondenti alle classi di tipologia e compattezza ottenute dalla fotointerpretazione nell'area di test del transetto.*



**Fig.3\_** LST (Land Surface Temperature) Rilevata dal sensore MODIS nei giorni 12-7-2003 alle 21.30 (sinistra) e 09.30 (centro), e 16-7-2003 alle 21.30 (destra) sul comune di Roma in situazione di UHI notturna.

sulla base della rete viaria, con l'assegnazione di attributi quantitativi legati sia alla tipologia/densità edilizia sia alla presenza di vegetazione/superfici permeabili che determinano la "risposta" alle ondate di calore in termini di distribuzione di temperature. La fase successiva ha riguardato l'implementazione e test della procedura semiautomatica basata sui dati di telerilevamento satellitare elaborati tramite tecniche di classificazione e di "data mining" per migliorare l'analisi ed estenderla all'intero territorio comunale utilizzando i risultati parziali ottenuti per l'area del transetto. Utilizzando l'intero data set multispettrale Landsat 8 OLI preventivamente corretto per le distorsioni geometriche è stato utilizzato lo schema di classificazione "supervised" individuando le classi di riferimento sulle aree del transetto con le quali è stata "addestrata" una procedura integrata basata su tecniche di data mining ed object classification impiegata poi su tutta l'area comunale per l'individuazione delle classi di vulnerabilità di tutto il tessuto urbano di Roma. Per la calibrazione su base fisica del modello sono stati impiegati poi i rilievi di temperatura a terra relativi a una situazione di UHI notturna tipica di Roma effettuati dal sensore MODIS durante il periodo di HW del 2003.

## bibliografia

Borfecchia F., Caiaffa E., Pollino M., De Cecco L., Martini S., La Porta L., Ombuen S., Barbieri L., Benelli F., Camerata F., Pellegrini V., Filpa A. Assessment della vulnerabilità del tessuto urbano a heat waves ed UHI tramite tecniche di Remote Sensing ed object classification. Atti 18a Conferenza Nazionale ASITA, 14 - 16 Ottobre 2014, pp. 187, 194.

# Un sistema di supporto alle decisioni per l'analisi del rischio delle infrastrutture critiche da eventi naturali: il progetto ROmA

@ Vittorio Rosato |

# Infrastrutture |  
# Decision Support System |  
# Analisi del rischio |

## A Decision Support System for the analysis of the risk of Critical Infrastructure by natural events: the RoMA project

# Infrastructure |  
# Decision Support System |  
# Risk analysis |

*The system of the Critical Infrastructures (CI) is a major asset for the economic and the social development of a country. CI include all the technological infrastructure (power grids, telecommunications, road and railways, networks for the transport of energy and water) that enable the delivery of vital services to citizens; their protection against the dangers of various kinds (natural disasters, attacks) represents a commitment that the public authorities and private operators can not escape.*

*A new Decision Support System (DSS) is going to be designed, realized, validated and tested in the frame of several "interconnected" projects, funded by EU and the Italian Ministry of Education and Research (MIUR). The proposed DSS will predict Crisis Scenarios of systems of CI occurring due to natural hazards, enabling operators and Public Authorities a more efficient set up of mitigation and healing strategies, thus increasing preparedness and enhancing the resilience of metropolitan areas.*

Il problema della Protezione delle Infrastrutture Critiche (CIP, *Critical Infrastructures Protection*) è reso complesso da (almeno) due ordini di motivi:

1. La forte dipendenza (e, spesso, inter-dipendenza) delle Infrastrutture tra loro. E' facile constatare come ciascuna Infrastruttura dipenda dai servizi erogati da un'altra (a questo proposito si pensi alla dipendenza di quasi tutte le Infrastrutture dal sistema di trasmissione e distribuzione elettrico); tali dipendenze sono spesso "esplicite" ma, a volte, meno visibili perché "indirette" (si pensi, ad esempio, al blocco del traffico autostradale inducibile da un *fault* sulla rete elettrica, allorché varchi di

accesso e erogazione dei carburanti dalle pompe di distribuzione vengono impediti proprio dalla mancanza di energia elettrica). La interdipendenza è, invece, il risultato di *loop* di dipendenze (la rete elettrica viene telecontrollata attraverso l'utilizzo della rete di comunicazione; quest'ultima verrebbe perturbata, in caso di black-out elettrico, rendendo quindi difficile il ripristino del servizio elettrico). I fenomeni di dipendenza sono, inoltre, all'origine dei cosiddetti "effetti a cascata" che propagano perturbazioni tra le varie infrastrutture, amplificandone ed accentuandone impatti e conseguenze.

2. La compresenza di numerosi operatori, in regime di competizione industriale, che detengono parti più o meno rilevanti delle singole Infrastruttura (si pensi alla rete di telecomunicazione) "implica" una protezione ed una manutenzione frammentata degli *asset* che quindi, lungi dall'essere una protezione derivante da un'analisi "globale" (come quanto al punto (1) tenderebbe a far ritenere essenziale), è svolta in maniera parcellizzata anche relativamente alla singola Infrastruttura.

In questo contesto, complesso e frammentario, si situa la pressione costante indotta sulle Infrastrutture e i Servizi dalla crescita delle città, dal progressivo aumento di popolazione urbana, dal progressivo aumento della densità di Servizi attesi dai cittadini. Questa induce, in ambito urbano, un aumento della densità di Infrastrutture Critiche la cui risultante prossimità geografica (linee elettriche e di telecomunicazione insistono spesso sugli stessi condotti) sommata alla dipendenza funzionale descritta, rendono tali sistemi particolarmente esposti a rischi congiunti, con il risultante aumento della probabilità di "effetti a cascata" e quindi di Scenari di Crisi potenzialmente ampi e complessi da gestire.

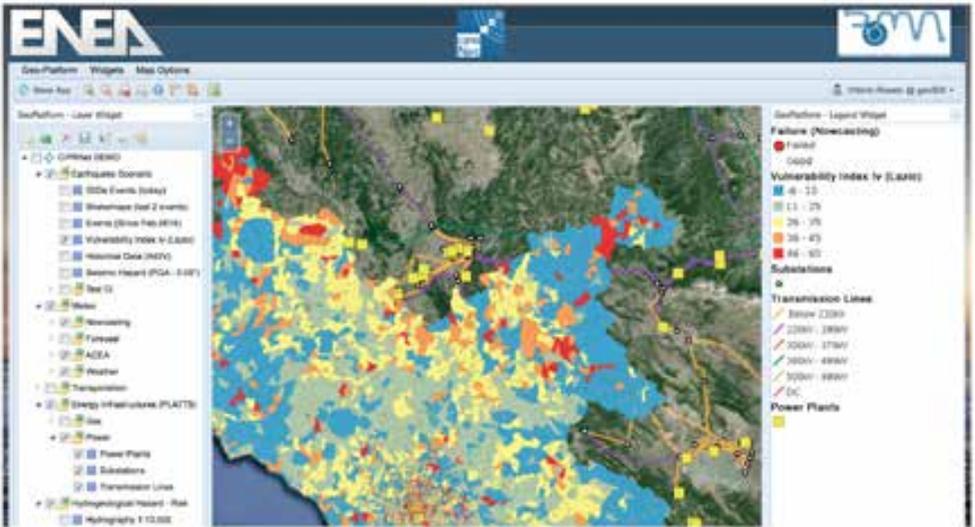
Risposte "tecnologiche" a queste problematiche possono essere offerte dallo sviluppo di nuovi strumenti per aumentare la resilienza<sup>1</sup> dei sistemi. Tra le più efficaci, riteniamo vi siano quelle che tendono all'aumento della *preparedness*, vale a dire la capacità di prevedere l'insieme degli impatti che un certo evento naturale possa originare in un sistema complesso di CI. Tale capacità predittiva vale sia per la previsione dell'evento stesso ma anche, e forse in misura preponderante, per la possibilità di collegare, alle previste manifestazioni degli eventi naturali, la complessa serie di danni derivanti, gli impatti di tali danni sui servizi erogati e le conseguenze che tali perdite (o riduzioni) di servizio possono avere sui vari settori della vita sociale.

A questa specifica finalità è dedicato lo sviluppo delle tecnologie previste in una serie di progetti in corso di realizzazione, sia in ambito europeo che nazionale. Il progetto CIPRNet<sup>2</sup> (FP7) intende progettare e realizzare alcuni strumenti tecnologici che andranno a dotare una serie di Centri di Competenza per l'Analisi del Rischio delle Infrastrutture Critiche, che creeranno una costellazione di Centri federati in Europa, inglobati in una nuova organizzazione denominata EISAC (*European Infrastructures Simulation and Analysis Centre*). Questi Centri, in analogia al NISAC<sup>3</sup> americano, consentiranno una costante (in termini di operatività h24) analisi della situazione di rischio delle CI, prevedendo l'occorrenza di Scenari di Crisi la cui ampiezza (in termini di

<sup>1</sup> La resilienza è la capacità dei sistemi di ripristinare le loro funzionalità (in maniera efficiente e senza eccessive degradazioni) a valle di una perturbazione.

<sup>2</sup> <http://www.ciprnet.eu>

<sup>3</sup> <http://1.usa.gov/14q2JJ3>



risorse perturbate e di conseguenze ai settori sociali) possa essere predetta con un anticipo temporale che vari dalle poche ore a qualche giorno. Tale sistema, inoltre, consentirà di fornire indicazioni, all'autorità pubblica (Protezione Civile, Enti Locali) ed agli Operatori interessati, di possibili strategie ed azioni per ridurre gli impatti e per ripristinare efficacemente i livelli di servizio.

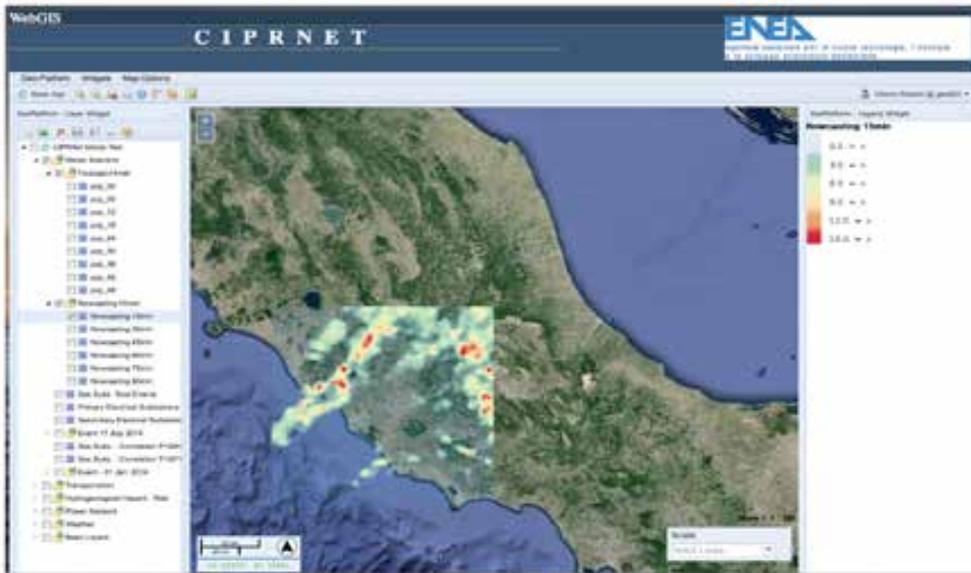
I modelli alla base di tali Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS *Decision Support Systems*) si basano sull'assemblaggio di gran quantità di dati geo-referenziati (informazioni territoriali, dati socio-economici, posizionamento degli elementi di rilievo delle varie Infrastrutture), sull'acquisizione di dati di *nowcasting* e previsioni meteo sul breve-medio termine, informazioni sull'assetto idrogeologico, dati sull'occorrenza di terremoti e segnalazioni di altri importanti eventi naturali (fulminazioni etc.).

ENEA sta assemblando un sistema di tale complessità nel quadro del progetto RoMA (*Resilience enhancement of Metropolitan Areas*) (Bando MIUR "Smart Cities and Communities and Social Innovation"). Tale sistema, acquisendo tecnologie sviluppate nel progetto CIPRNet, consentirà la messa a punto in Italia di un Centro EISAC nazionale per testare le tecnologie dei vari strumenti realizzati, tra i quali il DSS effettuandone la validazione ed il test su macro-scenari (i.e. la Regione Lazio e l'area metropolitana di Roma Capitale). In fig.1 è riportato uno *snapshot* dell'ambiente GIS (GeoSDI<sup>4</sup>) che consente la visualizzazione dei numerosi strati informativi. Nella fig.1 viene riportata la mappa di vulnerabilità sismica degli edifici dell'area metropolitana di Roma, desunta dai dati catastali analizzati secondo il modello di fragilità sismica di Giovinazzi e Lagomarsino<sup>5</sup>, congiuntamente ai dati di posizione dei principali elementi della rete elettrica di trasmissione.

**Fig.1** Interfaccia web GIS del DSS per l'analisi del rischio delle Infrastrutture Critiche. Test case sulla Regione Lazio. Aree di vulnerabilità sismica desunte dai dati catastali (applicando la metodologia di Giovinazzi e Lagomarsino) con l'indicazione delle linee di trasmissione elettrica, la stazione di trasformazione sulla rete).

<sup>4</sup> <http://www.geosdi.org>. geoSDI è un gruppo di ricerca dell'Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR IMAA) che studia, realizza e distribuisce sistemi software geospaziali web based, utilizzando un approccio open source.

<sup>5</sup> Giovinazzi, S., Lagomarsino, S. (2001). "Una metodologia per l'analisi di vulnerabilità sismica del costruito". Atti 10° Convegno Nazionale ANIDIS: L'ingegneria Sismica in Italia, Potenza, Italia.



**Fig.2** Visualizzazione sulla mappa GIS delle precipitazioni attese (nowcasting) con risoluzione spaziale < 1 Km.

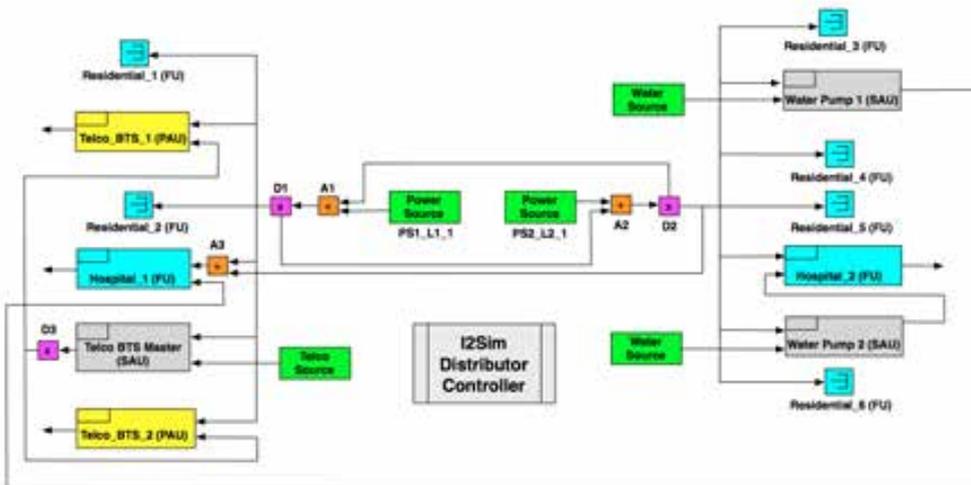
Nella fig.2 è riportato uno *snapshot* del sistema sul quale viene proiettata la previsione delle precipitazioni attese secondo i dati di *nowcasting*, acquisiti da una stazione di radar meteorologico della società Himet Srl (partner del progetto RoMA), che consente di prevedere l'abbondanza di precipitazioni attese in una data area (con risoluzione inferiore ad 1 Km) all'interno di un orizzonte temporale di 90 min.

I valori delle precipitazioni al suolo vengono successivamente trasformati in Scenari di Danno, valutandone l'impatto con la vulnerabilità specifica degli elementi delle CI presenti nelle aree colpite.

A valle della definizione degli Scenari di Danno atteso, il DSS, sulla base di modelli dei sistemi tecnologici e delle loro (inter)-dipendenze (fig.3), valuta gli Impatti sui servizi previsti a partire dagli Scenari di Danno attesi, fornendo al decisore una valutazione realistica e generale dello Scenario di Crisi associato ai Danni previsti (in termine di durata della riduzione, o perdita, di taluni servizi). Tale Scenario di Crisi può essere ulteriormente contestualizzato, valutando le Conseguenze che la riduzione (o la perdita) di taluni Servizi potrà comportare ai Cittadini (in funzione, ad esempio, della densità delle aree colpite, della locale distribuzione della popolazione in fasce di età etc.), ai Servizi Primari (problematiche ad Ospedali, Scuole, Uffici Pubblici etc.), al sistema Industriale (in termine di danno espresso come "perdita di PIL" etc.).

Nel caso di possibili perturbazioni ambientali indotte dalla riduzione o perdita dei servizi, o in caso in cui lo Scenario di Danno includa perturbazioni all'ambiente (sversamenti, fughe di gas o altri materiali etc.), il DSS potrà, sulla base di strati informativi, fornire stime di previsione dei potenziali danni ambientali. Le varie attività descritte verranno integrate con quanto già esistente, o in corso di realizzazione, nell'area di Roma Capitale e della Regione Lazio.

Il DSS e la proposta di realizzazione di I-EISAC (nodo Italiano dell'EISAC), la



cui progettazione e realizzazione è seguita da presso dalla Presidenza del Consiglio (che ha competenze sulla CIP), da Roma Capitale ed è svolta in collaborazione con una serie di operatori (locali e nazionali) delle CI interessati allo sviluppo di tali sistemi. Inoltre, il progetto RoMA ha interazioni con due importanti progetti e sistemi operativi già in azione nel Lazio:

- il progetto *100 Resilient Cities*<sup>6</sup> della Rockefeller Foundation, progetto in cui Roma Capitale è tra le prescelte allo sviluppo di tali attività
- il Sistema Integrato Roma Sicura (SIRS)<sup>7</sup> che raccoglie un importante database dell'ambito metropolitano che potrà essere attinto allo scopo di meglio valutare Impatti e Conseguenze degli Scenari di Crisi.

**Fig.3\_** Modello di sistemi tecnologici interagenti che consentono di modellare le dipendenze tra i sistemi e verificare la presenza e l'entità di potenziali effetti a cascata.



**Resilient  
Double-decker  
Bus in London**

*Providing Transport  
Services Resilient to  
Extreme Weather and  
Climate Change*

# Trasporti, infrastrutture e cambiamenti climatici a Roma

## Transport, infrastructure and climate change in Rome

@ Lorenzo Barbieri |

# Adattamento |  
# Trasporti |  
# Cambiamenti climatici |  
# Adaptation |  
# Transport |  
# Climate Change |

*Within the progress of the Climate Vulnerability Map of Rome (CVMR) 1.0, this paper deals with infrastructure and transport issues.*

*The climate vulnerabilities of Rome's infrastructures are many and depend on rising temperatures, change in precipitations (extreme meteorological events in particular) and sea level rise. Affected sectors are roads and public transit in particular, as the extreme events of January and June 2014 testify. Adaptation must be integrated with town and transport planning tools and environmental assessment instruments. Some adaptation options already conceived or implemented abroad can be usefully transferred in the Roman context. Maintaining the drainage system is basic in order to reduce flooding of all infrastructures, and it is also possible to reduce the amount of water that reaches the drains by arranging green and permeable areas. The issue of heat in underground stations can be dealt with by enhancing ventilation of underground and rail tunnels. Installing green roofs and walls in underground and rail station buildings provides a better visual, cooling, pollution and water absorption solution.*

*As well as implementing piecemeal interventions, Rome needs to build a long-term vision in order to face adaptation issues. In the short term, working on ordinary maintenance of transport infrastructure and drainage systems, already ailing as of now, is essential.*

Una delle linee di lavoro utili in prospettiva per affinare la CVCR 1.0 – che ha considerato esclusivamente le questioni di vulnerabilità climatica della componente residenziale dell'insediamento romano – riguarda le infrastrutture. Infatti, questo contributo intende dare conto dei primi passi sviluppati in questa direzione di ricerca e in particolare offrire un quadro di riferimento in materia di adattamento delle infrastrutture e del sistema dei trasporti capitolino, analizzando le vulnerabilità climatiche, esplorando le possibili opzioni di adattamento e – a partire da queste ultime – proponendo alcune soluzioni per il contesto romano.

Sulla base della letteratura scientifica, i principali mutamenti climatici che potranno generare impatti significativi sulle infrastrutture sono: l'aumento delle temperature, la variazione della quantità di precipitazioni, l'innalzamento del livello del mare (Caserini & Pignatelli 2009) e l'aumento della frequenza e della gravità degli eventi meteorologici estremi.

Quando si parla di trasporti, gli studi sono ancora oggi concentrati sulla mitigazione, in particolare sul contrasto alle emissioni di gas serra e sulla promozione di mezzi che usino fonti energetiche rinnovabili (Marsden & Rye 2010). L'attenzione nei confronti dell'adattamento è invece ancora relativamente bassa, ma la letteratura in tema è in espansione, come si potrà vedere di seguito.

L'adattamento nel settore dei trasporti è un ambito di studi ancora ristretto per i motivi indicati sopra. Gli studi sono focalizzati soprattutto sulle infrastrutture e meno su altre questioni come la gestione delle operazioni e della domanda di trasporto (Mills & Andrey 2002).

Infatti, le infrastrutture sono pensate e costruite per durare diversi decenni, quindi devono poter funzionare in un orizzonte di medio-lungo periodo, quando i cambiamenti climatici potranno già essere una realtà.

Alcuni autori hanno iniziato a sistematizzare la letteratura nel campo dell'adattamento nel settore dei trasporti (Koetse & Rietveld 2009; Eisenack et al. 2011; Aparicio et al. 2013). Tutti concordano nell'affermare che la letteratura deve essere ulteriormente sviluppata e rilevano la necessità di studi che si concentrino su strumenti di adattamento abbastanza generici per facilitarne l'attuazione (Eisenack et al. 2011) e si occupino della manutenzione delle infrastrutture e delle operazioni (Aparicio et al. 2013). Quest'ultimo contributo evidenzia inoltre la necessità di una maggiore collaborazione tra studiosi dei cambiamenti climatici ed esperti di trasporti. Per una rassegna più estensiva della letteratura si rimanda a Barbieri (2013).

La capitale italiana è il punto di partenza di numerose strade c.d. consolari che la collegano con diversi centri italiani. Roma è circondata dal Grande Raccordo Anulare (GRA), un'autostrada circolare che funge da confine simbolico della città e ne distribuisce il traffico veicolare.

Le principali componenti del trasporto pubblico della città sono indicate di seguito:

- La metropolitana, inaugurata nel 1955 e composta da due linee (A e B) che si incrociano presso la principale stazione ferroviaria (Roma Termini) e una terza di imminente inaugurazione (C).
- Le tre ferrovie concesse, gestite da ATAC, che collegano Roma con il lido di Ostia, Viterbo e la zona di Giardinetti.
- Le ferrovie locali (FL) gestite dalle Ferrovie dello Stato, che uniscono la città con Fiumicino, Orte, Tivoli, Viterbo, i Castelli romani, Civitavecchia, Cassino e Nettuno.
- Il tram, che serve alcune zone della città con sei linee, fortemente ridimensionate a partire dal secondo dopoguerra.
- Il filobus, che consiste in una sola linea di recente inaugurazione (90) che collega la stazione Termini con il quartiere Montesacro.

- La rete di autobus, che collega le diverse parti della città non servite dagli altri modi di trasporto.
- La rete di piste ciclabili, che è relativamente ridotta e ha il suo percorso principale lungo la riva del Tevere.

Dal punto di vista climatico la rete dei trasporti presenta diverse vulnerabilità, elencate di seguito secondo il tipo di mutamento climatico e il tipo di infrastruttura.

- Per quanto riguarda l'aumento delle temperature sono particolarmente vulnerabili le infrastrutture localizzate nel centro storico della città, dove il fenomeno dell'isola di calore urbana è più marcato. Le stazioni sotterranee della metropolitana, delle ferrovie concesse e di quelle locali si potranno surriscaldare più facilmente, anche a causa del calore rilasciato dai treni. Già adesso le stazioni della linea A hanno problemi di ventilazione nonostante i recenti lavori ai pozzi di aerazione. In generale l'aumento delle temperature pone le strutture stradali, le coperture di asfalto e i binari ferroviari e tranviari a rischio di deformazione.
- La variazione delle precipitazioni è una questione molto importante per le infrastrutture romane. Gli allagamenti dovuti alle piogge intense e all'esondazione dei corsi d'acqua sono stati particolarmente sentiti negli ultimi anni: per esempio nel 2014 gli eventi del 31 gennaio e del 15 giugno hanno provocato la chiusura di alcune linee del trasporto pubblico (lungo la ferrovia Roma-Viterbo le stazioni di Acqua Acetosa e La Celsa, mentre sulla linea A Flaminio, Lepanto e Ottaviano) e l'allagamento di una stazione della metropolitana (la stazione Anagnina sulla linea A<sup>1</sup>). Gli allagamenti colpiscono anche le infrastrutture stradali e ferroviarie, causando l'interruzione del traffico e dei servizi di trasporto. Le esondazioni dei corsi d'acqua, in particolare il Tevere, l'Aniene e i rispettivi affluenti rappresentano una questione meno grave, perché le aree a rischio di esondazione sono di dimensioni ridotte e hanno tempi di ritorno molto lunghi. Nonostante questo, le piene causano molto spesso l'allagamento delle piste ciclabili situate sulle rive dei fiumi.
- L'innalzamento del livello del mare riguarda le zone costiere della città e le aree a ridosso della duna costiera che si trovano al di sotto del livello del mare, in particolare i quartieri di Ostia, Infernetto e Casal Palocco.

Per adattare le infrastrutture a Roma non servono nuovi strumenti costruiti appositamente, che comunque rischierebbero di non essere messi in atto. È invece fondamentale integrare gli strumenti esistenti con norme che promuovano l'adattamento delle infrastrutture esistenti e criteri legati alla resilienza per le infrastrutture in progetto.

Gli strumenti di pianificazione territoriale (PRG), della mobilità (PGTU e PUM) e della valutazione ambientale (VIA dei singoli progetti e VAS dei piani) sono dispositivi che si possono integrare con criteri di adattamento.

In termini di misure e opzioni è possibile indicare alcuni esempi internazionali, distinti per tipo di infrastruttura, proponendo di seguito eventuali applicazioni nel contesto romano. È però importante premettere che spesso la prima opzione di adattamento può essere la manutenzione ordinaria di una infrastruttura, per esempio del sistema di drenaggio.

**1\_** Un video amatoriale documenta l'avvenimento al seguente link:  
<http://bit.ly/1oww4us> [consultato il 27/10/14]

Si tratta di un primo passo, non risolutivo, che può aiutare a evitare l'allagamento in caso di piogge intense.

Per quanto riguarda le infrastrutture stradali è fondamentale poter individuare i punti della rete che possono essere allagati e di conseguenza gestirne adeguatamente il sistema drenante (DRI 2010). Inoltre è necessario considerare l'uso di coperture di asfalto drenanti e resistenti alle variazioni di temperatura. Per quanto riguarda la struttura stradale potrà essere necessario che i ponti stradali siano modificati in corrispondenza dei corsi d'acqua per permettere il passaggio di flussi più intensi. In caso di innalzamento del livello del mare i sedimi stradali a rischio di allagamento potranno dover essere rialzati.

A Roma sono ovviamente necessari tutti gli interventi indicati sopra, in particolare per quanto riguarda gli allagamenti. Oltre a una buona manutenzione del sistema fognario, sarà utile utilizzare asfalti drenanti e predisporre spazi verdi che possano assorbire l'acqua in eccesso. In assenza di alternative, potrà inoltre essere necessario aumentare la capacità del sistema drenante attraverso la costruzione di idrovore, come si pensa di fare nel quartiere di Prima Porta. Per quanto riguarda i ponti, potrebbe essere necessario allargare i forni di quelli sotto cui l'onda di piena passa più a fatica.

Le opzioni di adattamento per le ferrovie non differiscono da quelle riferite alle strade per quanto riguarda gli allagamenti, il drenaggio, l'attraversamento dei fiumi e l'innalzamento del livello del mare. Nello specifico è necessario costruire i binari con materiali resistenti alle variazioni della temperatura, in modo da evitarne la deformazione. Nel caso delle ferrovie sotterranee sono necessarie disposizioni atte a bloccare l'ingresso dell'acqua dai portali, a facilitarne il drenaggio dal piano dei binari e a permettere la ventilazione forzata dei tunnel (TfL 2011).

La rete ferroviaria all'interno del comune di Roma è piuttosto ampia (oltre 120 km) ed è probabile che in futuro sarà necessario sostituire i binari attuali con materiali che non si deformino alle temperature previste in caso di cambiamenti climatici. La gestione del drenaggio in galleria è descritta sotto nella sezione sui trasporti pubblici.

L'adattamento delle infrastrutture di trasporto pubblico necessita prima di tutto del buon funzionamento della rete stradale e ferroviaria. I tunnel della metropolitana si possono adattare con le stesse prescrizioni indicate per i tunnel ferroviari, tenendo conto anche delle stazioni, per le quali la protezione dagli allagamenti e la ventilazione sono altrettanto importanti. I trasporti pubblici capitolini hanno spesso subito disservizi durante eventi meteorologici estremi. In un'ottica di cambiamenti climatici, tali eventi saranno sempre più frequenti nei prossimi anni, quindi è necessario evitare gli eventuali disservizi con opere di adattamento. Per Roma è fondamentale migliorare il sistema di drenaggio in superficie, nelle stazioni e nelle gallerie: molti allagamenti possono essere ridotti in questo modo. Rialzare gli accessi alle stazioni e i pozzi di aerazione può essere un'altra soluzione per limitare l'ingresso dell'acqua: è quanto è stato proposto per il progetto



**Fig.1** Green Wall della Stazione Edgware Road, sulla Bakerloo Line di Londra. Foto dell'autore.

di Crossrail a Londra (TfL 2011). La previsione di percorsi ciclabili alternativi in caso di allagamento delle sponde fluviali è un altro importante intervento di adattamento. Per le questioni legate al calore il condizionamento dei treni non può essere l'unica soluzione: è poco sostenibile dal punto di vista delle emissioni e aumenterebbe il calore nelle gallerie e nelle stazioni. Migliorare la ventilazione delle stazioni profonde, tenendo conto allo stesso tempo dei rischi di allagamento, è invece una possibile via di uscita.

Una considerazione generale valida per tutti i tipi di infrastruttura è l'importanza della presenza di spazi verdi a ridosso delle stesse. Le infrastrutture verdi possono assorbire elementi inquinanti, contribuiscono a ridurre la temperatura degli spazi circostanti e hanno una funzione estetica di schermo visivo (Milano Serravalle 2010).

Un esempio interessante in questo senso, utile per le stazioni ferroviarie e della metropolitana di superficie o per quelle sotterranee che hanno un edificio esterno, è la stazione della metropolitana di Edgware Road sulla Bakerloo Line di Londra (fig.1). Inaugurata nel 1907, la stazione sotterranea ha un edificio esterno che è stato rivestito nel 2011 da un muro verde di varie specie di piante che ha portato benefici in termini di qualità dell'aria e miglioramento dei servizi ecosistemici (TfL, 2012). A Roma sono diversi gli spazi dove questi sistemi di rinverdimento potrebbero essere sperimentati: per esempio le stazioni della linea B lungo le tratte Eur Magliana-Piramide e Monti Tiburtini-Rebibbia, che sono in superficie o hanno edifici esterni, e le numerose stazioni ferroviarie all'interno del comune.

Gli esempi presentati sono possibili interventi di adattamento delle infrastrutture di trasporto raccolti dalla letteratura in tema. Chiaramente non si tratta di un elenco esaustivo e risolutivo.

Per agire con efficacia nel campo dell'adattamento è necessario che gli amministratori elaborino una visione d'insieme dello sviluppo futuro della città e del suo sistema dei trasporti che tenga in considerazione i cambiamenti climatici. È quindi necessario pensare a strategie che promuoveranno un sistema dei trasporti sostenibile e resiliente di fronte al clima futuro

Per concludere è necessario sottolineare che i cambiamenti climatici stanno già avvenendo e avranno effetti sul sistema infrastrutturale e dei trasporti: sebbene in questo settore una incertezza di fondo sia intrinseca, è necessario agire fin da oggi mettendo in azione misure e criteri di buon senso che possano adattare i trasporti le infrastrutture rispetto ai cambiamenti futuri. A Roma occorre lavorare prima di tutto sulla manutenzione: il blocco della città che avviene in corrispondenza di ogni evento di pioggia deve essere un campanello di allarme per il governo capitolino. Poiché la manutenzione da sola non basta, sarà fondamentale lavorare all'adattamento delle nuove infrastrutture e di quelle esistenti. La città eterna deve proteggere il proprio sistema di trasporti pubblici se non vuole che l'intera rete di trasporti collassi.

## bibliografia

- Aparicio A, Leitner M, Mylne K, Palin E & Sobrino N (2013), Support to transport and environment assessments – Adaptation to Climate Change in the Transport Sector, ETC/CCA Technical Paper 03/2013, 30/09/2013
- Barbieri L (2013), "Adattamento al cambiamento climatico delle infrastrutture: rassegna della letteratura" in Musco F & Zanchini E (ed), Atti della conferenza Il clima cambia le città, Corila, Venezia
- Caserini S & Pignatelli R (2009), "Cambiamenti climatici e trasporti: il contesto e gli impatti" in Castellari S & Artale V (ed), I cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità e impatti, Bononia University Press, Bologna
- Danish Road Institute (DRI) (2010), The blue spot concept. Methods to predict and handle flooding on highways, Report 181, Road Directorate, DRI
- Eisenack K, Stecker R, Reckien D & Hoffmann E (2012), "Adaptation to climate change in the transport sector: a review of actions and actors", Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 17, pp 451-469
- Koetse M J & Rietveld P (2009), "The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings", Transportation Research Part D, 14, pp 205-221
- Marsden G & Rye T (2010), "The governance of transport and climate change", Journal of Transport Geography, 18, pp 669-678
- Milano Serravalle (2012), 2007-2011: 5 anni di rapporto ambientale. Disponibile su: [http://www.serravalle.it/doc/64testi\\_6RSA\\_2007\\_-\\_2011.pdf](http://www.serravalle.it/doc/64testi_6RSA_2007_-_2011.pdf) [consultato il 19/05/14]
- Mills B & Andrey J (2002), "Climate Change and Transportation: Potential Interactions and Impacts", The Potential Impacts of Climate Change on Transportation, US Department of Transport. Disponibile su: <http://1.usa.gov/1y4TCLK>
- Transport for London (TfL) (2011), Safety, health and environment assurance committee - Sustainability and Crossrail, 9/03/11. Disponibile su: <http://bit.ly/1FLHov9> [consultato il 31/10/13]
- Id. (2012), Delivering Vertical Greening. Disponibile su: <http://bit.ly/1wPSxS4>

# Adattare i piani ai cambiamenti climatici: le esigenze dei quadri conoscitivi

Adapting plans to climate change: the evidence base requirements

@ Valeria Pellegrini |

# Piani di adattamento |  
# Valutazione ambientale |  
# Quadro conoscitivo |  
# Adaptation plans |  
# Environmental assessment |  
# Evidence base |

*There is a widespread recognition that human activities are changing the global climate system and that every part of the globe will be affected by the impacts of climate changes. Responding to this change is a profound challenge. The growing need of adaptation must be considered through the integration or mainstreaming of climate consideration into strategic planning. The focus of this paper is to show how adaptation could be incorporated in the development and appraisal of policies, plan and programmes through the application of Strategic Environmental Assessment (SEA). It provides a framework for assessing and managing a broad range of environmental risk which can contribute to the evaluation of climatic needs and lead to evidence-based plans and policies, more capable in terms of adaptation. The development of knowledge in terms of climate effects, vulnerability and sensitivity is the key to lead to better informed decisions and tailor-made adaptation.*

## Rinnovare la base di conoscenza nei piani

La pianificazione e la valutazione come risorsa per accrescere i livelli di comprensione dell'incertezza si configurano come processi fortemente connessi: "tale interazione non va indirizzata esclusivamente alla ponderazione degli effetti di trasformazione dell'ambiente generati dal piano, ma all'efficacia nel migliorare i livelli di conoscenza e la comprensione dei problemi che esso deve affrontare" (Todaro, 2013).

La presa di coscienza delle complessità delle componenti territoriali in gioco e l'esigenza di un'azione coordinata ed integrata di intervento hanno reso sempre più necessario l'incremento della conoscenza per garantire una migliore capacità cognitiva a sostegno delle decisioni e degli interventi. Altre sono le sedi per una trattazione anche sintetica della valutazione ambientale. Basti dire che a partire dagli anni '80 in Italia è venuta emergendo concretamente l'esigenza della considerazione degli elementi ambientali rilevanti che ha portato alla definizione della VIA (Direttiva 337/85/CEE) e soprattutto alla diramazione della direttiva VAS (42/2001/CEE) per lo studio sistemico delle trasformazioni territoriali (Ombuen, 2012).

Di fronte alla sempre maggiore comparsa di eventi estremi dovuti ai cambiamenti climatici, questa interazione tra conoscenza e la pianificazione diventa la chiave per rinnovare l'approccio del piano e dei programmi al governo della nuova complessità e integrare l'adattamento nelle procedure ordinarie di governo del territorio.

La necessità di incorporare le considerazioni per l'adattamento nelle pratiche di pianificazione è ampiamente riconosciuta e promossa a livello comunitario; i recenti Accordi di Partenariato 2014-2020 per l'approccio integrato allo sviluppo territoriale prevedono che la compatibilità ambientale sia valutata in base all'integrazione degli aspetti climatici per tutte le strategie nazionali e regionali parte dei PO urbani dei Paesi membri.

A livello nazionale, in Italia, la Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC) conferma l'importanza dell'adattamento in piani, programmi e strumenti di pianificazione richiamano l'esigenza di rinnovare la VAS con nuovi criteri e prescrizioni derivanti dalla valutazione degli andamenti climatici attuali e futuri.

La pianificazione tradizionale caratterizzata da un approccio "deterministico" non è sempre riuscita a dare risposte adeguate al grado elevato di incertezza che connota la questione climatica.

La proposta di visioni e scenari che riportano per lo più lo stato attuale del territorio tende ad "irrigidire" le analisi dei sistemi fin dalle prime fasi di indagine del contesto ambientale; i quadri conoscitivi, elemento fondante per le pratiche di pianificazione trasmettono, quindi, una conoscenza incompleta che non riporta le mutevoli condizioni che caratterizzano i contesti attuali. L'approccio di indagine della VAS, di contro, predilige una dimensione di tipo "processuale" che tende ad indagare i contesti attraverso l'articolazione di una tipologia di quadro conoscitivo "*baseline*" aperto a continue revisioni ed aggiornamenti ciclici durante le fasi di processo per la definizione di una serie di obiettivi prioritari condivisi tra *stakeholders*, Amministrazione e soggetti competenti.

Nonostante sia un'elaborazione sostanzialmente tecnica e orientata alla scelta di una serie di indicatori ambientali, l'organizzazione del quadro conoscitivo per la redazione del RA è un valido esempio di come la logica di scenario sia più compatibile con le attuali necessità di conoscenza del territorio; destrutturare la complessità delle varie componenti ambientali e fornire un efficace apporto cognitivo nella definizione di soluzioni alternative alle varie azioni di piano.



**Fig.1** Roma innevata. Foto dell'autrice.

È necessario, quindi, nella pianificazione un cambio di approccio orientato a dare il giusto rilievo alle nuove dinamiche ambientali, e ora climatiche, che opponga una maggiore flessibilità operativa alla crescente incertezza che tende a “paralizzare” ed ostacolare le potenzialità dell’adattamento.

Questo processo di rinnovamento deve partire proprio dalle logiche di indagine del contesto ambientale e coinvolgere direttamente l’articolazione dei quadri conoscitivi che diventano il primo step per il rinnovo del contenuto e della “forma” della conoscenza nei piani.

L’obiettivo è, sulla scia delle baseline proprie dei processi valutativi, arrivare ad ottenere una piattaforma di conoscenza condivisa che non sia legata alla formazione di ogni singolo piano ma possa essere una base comune di conoscenza da consultare, convalidare e implementare attivamente in relazione alle esigenze di ogni specifica conferenza di pianificazione.

La base di conoscenza, idealmente, deve costituire l’elemento di riferimento comune per i diversi piani che insistono su uno stesso territorio, indispensabile per verificarne la coerenza di obiettivi, di previsioni e di risultati. Ciascun piano dovrebbe attingere informazioni dalla base di conoscenza comune e, insieme, alimentarla con i nuovi dati prodotti nel corso del processo di VAS e nel monitoraggio (Vittadini, 2006).

Da questa prospettiva il rinnovamento delle basi conoscitive passa attraverso QC “dinamici” caratterizzati dalla logica incrementale delle informazioni, riconosciuta e promossa in questa sede, perché più funzionale a descrivere il processo evolutivo delle dinamiche ambientali e climatiche attraverso la definizione di scenari e la costruzione di alternative atte a gestire l’incertezza.

## **Incertezza: gli effetti indotti**

Il problema della questione climatica di principale interesse in questa sede è l'incertezza.

Nonostante la letteratura scientifica riguardante la determinazione dei cambiamenti climatici e la conseguente nozione di rischio sia ampia e dettagliata, la previsione degli effetti e delle trasformazioni indotte sia a breve che a lungo termine non può più fondarsi e trovare garanzia nello studio delle serie statistiche storiche.

L'atteggiamento prevalente riguardo all'inserimento nella pianificazione dei comportamenti dei sistemi naturali connotati da maggiore variabilità (cicli dell'acqua e dell'aria) proviene dalla scuola ingegneristica ottocentesca e fonda il dimensionamento delle opere e della loro difesa da eventi estremi in base alle informazioni reperibili da scenari fondati sui tempi di ritorno di lungo periodo di tali eventi. Le simulazioni sono, quindi, dedotte dallo studio degli eventi passati.

Ad ora questo approccio è gravemente insoddisfacente considerando due punti di vista; il primo è che gli effetti del GCC stanno producendo eventi di tale intensità ed incidenza che difficilmente possono riscontrarsi nelle serie storiche, il secondo riguarda le profonde trasformazioni sistemiche indotte dal GCC che stanno modificando il comportamento di altri sistemi (falde, suoli, ecosistemi...) al punto da condizionare gli assetti dei contesti che erano considerati dalla pianificazioni "invarianti" proprio per la loro configurazione stabile o in lenta modificazione.

In quest'ottica è necessario sottolineare che gli effetti del GCC vanno a modificare le caratteristiche distintive dell'ambiente e dell'identità territoriale e incidono sulla considerazione di tali luoghi come "nodi" di un sistema relazionale che fonda le proprie basi nel considerarli immutabili (o quasi) nel tempo. Si determinano, quindi, dei cambiamenti strutturali anche negli equilibri tra le diverse componenti dei sistemi (persone, ambiente costruito, settore economico ed energetico e risorse naturali).

L'incertezza diventa duplice:

- Incertezza su quando e come l'evento in sé colpirà;
- Incertezza sugli effetti diretti e sulle trasformazioni (effetti indotti) dovute alla presenza di vulnerabilità preesistenti nei contesti che si sommano all'intensità dell'impatto.

Pianificare per l'adattamento riguarda direttamente gli effetti la cui incertezza riguarda:

- Il carattere cumulativo ed a lungo termine degli impatti
- La complessità delle questioni e dei rapporti causa/effetto

Un esempio molto efficace per comprendere la natura degli effetti cumulativi e fino a che punto possano avviare trasformazioni ecosistemiche sono le frane.

Le cause di origine delle frane possono essere naturali, antropiche o una combinazione di entrambe come l'avvento di un impatto naturale che incide su



una vulnerabilità esistente aggravata da un'intensa attività antropica. L'accelerazione del GCC ha portato alla riduzione della quantità di precipitazioni nel lungo periodo e all'incremento della portata degli eventi singoli (bombe d'acqua) che oltre a causare gravi danni nella gestione urbana, incidono pesantemente sull'equilibrio e la stabilità dei suoli. Alla vulnerabilità naturale si aggiunge l'uso incontrollato dei suoli che incide sulla permeabilità e sulla vegetazione contribuendo al rischio di dissesto idrogeologico. L'eccessiva mole di precipitazioni causa inondazioni aumentando i livelli di acqua presente nelle falde acquifere o nei fiumi e determina lo straripamento e il conseguente cedimento (o indebolimento) delle banchine o dei versanti. Questa vulnerabilità della struttura dei suoli e la mancanza di vegetazione porta in un secondo momento al cedimento dei versanti anche alla presenza di un impatto di entità ordinaria come una precipitazione non violenta ma durevole nel tempo.

Le frane andranno poi ad impattare sulla vegetazione causando squilibri ulteriori negli assetti ambientali oltre che incidere direttamente su realtà urbane non preparate a subire queste tipologie di impatti indotti come avvenuto a Roma negli ultimi anni (si pensi alle recenti alluvioni che hanno causato gravi danni all'Infernetto e a Prima Porta e alle frane che hanno interessato Roma Nord dovute alle eccessive precipitazioni).

Se la vulnerabilità è alta i danni indotti possono essere comunque elevati nonostante l'impatto possa risultare di lieve entità proprio perché gli effetti sono funzione dell'intensità dell'impatto e dei fattori che definiscono la vulnerabilità del sistema colpito e dei singoli contesti.

Il tradizionale adattamento reattivo o un approccio lineare fondato su singole misure diffuse sul territorio diventa profondamente inadatto a gestire le nuove necessità del territorio.

**Fig.2** Alluvione a Roma del Gennaio 2014. Tratto da [photospeechphotospeech.wordpress.com](https://photospeechphotospeech.wordpress.com)

È necessario invece un approccio alla conoscenza che garantisca la considerazione dell'adattamento tailor made come strategia fondata sull'evoluzione del territorio, delle vulnerabilità specifiche dei contesti e delle sinergie tra misure di adattamento *soft*, *grey* e *green* da adottare in momenti precisi (breve, medio o lungo periodo).

L'aumento della conoscenza e della capacità predittiva degli effetti combinati delle modificazioni climatiche e antropiche in atto diventa essenziale nel rinnovo dei piani per garantire l'integrazione efficace dell'adattamento come trend normale di pianificazione.

In particolare, l'applicazione della VAS è la forma di valutazione in essere probabilmente più adeguata a sostenere le trasformazioni della pianificazione sopra esposte.

Si tratta di un procedimento che si svolge lungo tutto il processo deliberativo, e compenetra la formazione degli strumenti di pianificazione dalla definizione delle priorità fino all'implementazione delle scelte localizzative e dei progetti di adattamento.

Come già accennato, il processo valutativo della VAS si fonda sulla formazione ed implementazione continua della base di conoscenza comune. Nelle diverse fasi è necessario attingere a informazioni sull'ambiente e sul territorio per valutare a diverso livello di dettaglio in relazione al tipo di piano, le analisi del QC, l'articolazione degli obiettivi, la definizione di scenari ed alternative e la predisposizione degli indicatori e del monitoraggio.

“La costruzione della base di conoscenza rappresenta perciò la necessaria premessa per il collegamento tra la fase di redazione e approvazione del piano e la fase, ben più lunga e articolata, della sua attuazione nel tempo” (Vittadini, 2006).

All'interno della VAS gli effetti cumulativi sono considerati a valle dell'elaborazione del quadro conoscitivo preliminare al piano o programma attraverso l'elaborazione di evoluzioni rispetto allo scenario di riferimento.

L'incertezza che fino ad ora è stata considerata la resistenza maggiore all'integrazione dell'adattamento nelle pratiche di pianificazione può essere affrontata attraverso il rinnovo del metodo di indagine statico verso uno studio più orientato alla logica di scenario così come promosso e già adottato dal processo di VAS per le componenti ambientali.

## **Il QC come base per l'adattamento**

In questo discorso non si può non citare la questione già aperta riguardo la trasparenza del flusso informatico.

Basti dire che la difficoltà di recepimento della direttiva VAS nella pianificazione regionale da un lato e la pratica diffusa dell'endoprocedimentalità hanno causato la diffusione di basi conoscitive disallineate ed incomplete che hanno compromesso in molti casi la qualità degli esiti valutativi.

L'esigenza di flessibilità della conoscenza è, quindi, una questione già ampiamente dibattuta fin dall'introduzione dei processi di valutazione nella pianificazione e il GCC potrebbe essere un'opportunità per riattualizzarne la priorità.



**Fig.3\_** Roma innevata. Foto dell'autrice.

Come già accennato, la considerazione dell'incertezza deve essere parte integrante del piano fin dalle primissime fasi così come previsto nel processo di VAS.

E' necessario che il rinnovamento nella formazione dei piani parta proprio dalla considerazione della conoscenza e dalle logiche di indagine che determinano la strutturazione dei quadri conoscitivi. Introdurre la logica di processo nel piano significa orientare tutte le fasi a partire dalla scelta delle informazioni per definire gli obiettivi.

Il QC deve essere in grado di raccontare l'attuale stato del territorio e le sue possibili evoluzioni affinché i piani possano integrare efficacemente le esigenze dell'adattamento e essere rinnovato in contenuti e "forma" intesa come il metodo con cui le informazioni vengono presentate ed elaborate per poter essere:

- una piattaforma di condivisione delle informazioni territoriali come risultato della partecipazione e del coinvolgimento delle diverse amministrazioni, enti territoriali e portatori di interessi che contribuiscano attivamente alla formazione ed implementazione della *baseline*;
- un database dei dati territoriali organizzato secondo la logica di scenario iniziale (t0) su cui innestare le simulazione nel breve (t1), medio (t2) e lungo periodo (t3).

L'obiettivo è ottenere un QC che si configuri come macrozonizzazione delle aree più vulnerabili e suscettibili a trasformazioni in cui il sistema territoriale non sia più suddiviso in invarianti o componenti identitarie o statutarie e componenti in evoluzione ma siano considerati, invece, i differenti cicli evolutivi delle diverse aree da approfondire attraverso scenari proiettati nel breve periodo per le zone più a rischio.

In tal modo il QC diventa la base di partenza per la considerazione delle alternative possibili fin dalle prime fasi della valutazione/formazione del piano e i fattori di cambiamento possono essere colti nelle loro dinamiche e trasformazioni conseguenti.

La configurazione di una *baseline* “in movimento” parte dalla considerazione dell’incertezza non sulla base del passato (serie storiche) ma sullo stato attuale di riferimento e sulle proiezioni di differenti evoluzioni nei diversi periodi.

Una sperimentazione di questo tipo è stata proposta per la formulazione dei QC per l’area di Groningen in Olanda nell’ambito del progetto “Climate Research Netherlands”.

La zona suddivisa in aree è stata studiata attraverso la sovrapposizione di due differenti mappature: una relativa all’evoluzione possibile nel lungo periodo in tre intervalli temporali differenti, un’altra relativa alle possibilità di adattamento nel breve periodo (20-30 anni). La combinazione delle due mappature mostra le aree dove l’adattamento risulta ancora efficace in base alla suddivisione temporale e quelle più problematiche che necessitano di uno studio approfondito.

La *baseline* delineata risulta utile per definire una suddivisione delle aree sulla base degli scenari climatici relativi a diversi periodi temporali; le aree considerate a rischio saranno studiate attraverso scenari nel breve periodo perché soggette alla possibilità di impatti più frequenti che possono indurre trasformazioni accelerate.

Le attuali componenti ambientali “invarianti” sono sostituite dall’individuazione di “nodi” strutturali che possono determinare il cosiddetto “*swarm effect*” inteso come una reazione a catena per incrementare la resilienza del territorio alle trasformazioni indotte.

La *baseline* così strutturata e rinnovata, nonostante sia in fase di sperimentazione, risulta molto più efficace come base di partenza per poter affinare la comprensione della nuova complessità fin dalle prime fasi dell’analisi del territorio.

L’evoluzione del QC secondo la logica d’indagine degli scenari costituisce, quindi, il primo *step* per articolare i nuovi contenuti dei piani, ripensare le trasformazioni urbane in chiave climatica e poter leggere attraverso la relazione tra evoluzione possibile e adattamento.

Secondo la logica di processo a cui i nuovi piani devono puntare, il QC così rinnovato deve accompagnare il governo del territorio lungo l’intero arco dell’operatività e diventare la base tecnica a sostegno dei criteri dialettici di condizionamento (“*if...then*”) molto più coerenti con le nuove esigenze delineate dai cambiamenti climatici.

La flessibilità così introdotta nelle logiche di piano garantisce che gli obiettivi generali siano il risultato di basi scientifiche e confronto dialogico tra interessi dei diversi settori.

## bibliografia

- Aleo, M. (2008) "Urbanistica, strumenti delle politiche territoriali e urbane" Grafill  
Commissione europea "Linee guida per l'integrazione dei cambiamenti climatici e della biodiversità nella valutazione ambientale strategica" PON Governance e azioni di sicurezza 2007 - 2013
- Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Ingegneria delle Georisorse (2012) "VAS – Un quinquennio di applicazione", Atti del convegno
- Crosta, P.L. (1986) "Il piano urbanistico tra intenzione e azione" in Stato e Mercato, 17
- Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC) (2013) full report
- European Commission (2013) "Guidance on integrating climate change and biodiversity into strategic environmental assessment"
- Menoni, S. (1997) "Pianificazione e incertezza" Franco Angeli
- OECD DAC (2010) "Strategic environmental assessment and adaptation to climate change"  
Regions for sustainable change project, (2011) "Opportunities for integrating climate change concerns into regional planning through strategic environmental assessment"  
INTERREG IVC RSC project
- Satterthwaite, D., Huq, S., Pelling, M. Reid, H., Romero Lankao, P., (2007) "Adapting to climate change in urban areas: the possibilities and constraints in low and middle income nations" in Human settlements discussion paper series, climate change and cities, 1 IIED London
- The United Nations Office for Disaster Risk Reduction(UNISDR), (2011) "Climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe: a review of risk governance" UNISDR EU-ROPA, Council of Europe
- Todaro, V. (2013) "Valutazione, politiche pubbliche e pianificazione" in Valutazione ambientale strategica e pianificazione urbanistica comunale Collana Materiali Fondazione Astengo 1
- Wamsler, C. (2013) "Cities, disaster risk reduction and adaptation" Routledge series on critical introduction to urbanism and the city, Routledge, London
- Vittadini, M.R. (2006) "Processi di piano e valutazione ambientale strategica" in Valutazione ambientale Edicom Edizioni.



**San Giovanni  
dei Fiorentini  
dal Lungotevere  
Gianicolense**  
*Foto di Maxett*

# Il caso di Labaro-Prima Porta: un approfondimento

## Labaro-Prima Porta: an in-depth case

@ Federica Benelli |  
Flavio Camerata

# Analisi di vulnerabilità climatica  
# Quartiere |  
# Allagamento |

# Climate vulnerability analysis  
# Neighbourhood |  
# Flooding |

*After the elaboration of the Climate Vulnerability Map for the entire city of Rome, the research group decided to focus on a single, critical area in order to refine the vulnerability assessment method. The chosen area is the district of Labaro-Prima Porta, which underwent a serious flooding during the heavy rains of last January. The research shows how the availability of local, disaggregated data can significantly improve the results of the assessment, and intends to be a starting point for a future proposal concerning the adoption of technical solutions, at infra-urban and building scale, aimed at increasing the district's resilience to climate change.*

### 1. Premessa

Dopo aver elaborato la carta della vulnerabilità climatica a livello comunale, il gruppo di ricerca ha avviato una riflessione su una possibile “discesa di scala”, decidendo di sperimentare uno strumento utile alla definizione di politiche mirate di adattamento a livello sub-comunale. Il metodo già utilizzato a scala urbana è stato integrato e raffinato per permettere sia una più accurata suddivisione delle unità di analisi a scala suburbana, sia l'integrazione di ulteriori strati informativi a supporto di una più dettagliata valutazione della vulnerabilità.

La scelta per questa analisi più approfondita è caduta sulla zona di Labaro-Prima Porta, proprio in considerazione del grave episodio di allagamento dello scorso gennaio 2014. L'abitato di Prima Porta è in buona parte collocato tra due affluenti del Tevere dotati di imponenti argini artificiali costruiti in seguito a un'esondazione occorsa negli anni Sessanta. Pur avendo questi argini scongiurato il pericolo di esondazione per la maggior parte degli eventi, la combinazione di un sistema fognario sottodimensionato e di una serie di impianti idrovori inadeguati porta a un rischio di allagamento per eventi piovosi con tempi di ritorno molto ridotti. Questa zona è risultata quindi adatta a un approfondimento relativo in particolare ai rischi di allagamento e di esondazione.

## **2. L'area di Labaro-Prima Porta**

### *2.1 Eventi di allagamento e relative cause*

Dopo i primi insediamenti avvenuti nel corso degli anni Trenta, l'area di Labaro-Prima Porta ha subito un disordinato e incontrollato sviluppo insediativo soprattutto a partire dagli anni Cinquanta, raggiungendo i 6.000 abitanti negli anni Sessanta e i circa 15.000 di oggi.

Il primo evento alluvionale disastroso si registrò nel 1965, quando gli affluenti del Tevere nella zona esondarono in occasione di piogge eccezionalmente intense. In seguito a questo evento, si realizzarono le arginature della Marrana di Prima Porta e dei fossi Torracchia e Pietra Pertusa; ciò ha comportato l'interruzione del reticolo idrografico minore, rendendo necessaria la realizzazione di fossi di guardia per raccogliere le acque piovane dalle aree collinari circostanti e convogliarle a tre impianti idrovori, che tutt'oggi scaricano nella Marrana di Prima Porta. Successivamente fu realizzato un reticolo fognario, che oggi convoglia sia le acque nere domestiche che quelle piovane agli stessi impianti idrovori, a valle dei depuratori locali. Nel frattempo però l'area si è molto sviluppata: l'arrivo di nuovi abitanti e la realizzazione di nuove costruzioni ha comportato una notevole impermeabilizzazione dei suoli, incrementando il carico delle acque meteoriche sulla rete fognaria, con la conseguenza che quest'ultima risulta oggi sottodimensionata, mentre i fossi di guardia, teoricamente adeguati a drenare la zona, rimangono relativamente scarichi anche in occasione di intensi eventi di pioggia.

Questa configurazione ha causato, negli anni più recenti, una serie di eventi di allagamento che hanno interessato le parti più basse e pianeggianti dell'abitato di Prima Porta, fino all'ultimo episodio del gennaio scorso che ha causato notevoli danni (fig. 1). Tali eventi sono stati causati non tanto dall'esondazione dei fossi, per lo più scongiurata dalle arginature, quanto dall'insufficienza del reticolo fognario, da un errore di progettazione degli impianti idrovori, e dal loro malfunzionamento, che causano il rigurgito dei condotti fognari in caso di piogge intense; basti pensare che nel "Piano speditivo finalizzato a ridurre le condizioni di rischio dei soggetti esposti a rischio di allagamento nel quartiere di Prima Porta" (Comune di Roma 2006) si calcola che la rete fognaria è insufficiente già con piogge relative a tempi di ritorno compresi tra i due e i cinque anni.



**Fig.1** Un'immagine dell'allagamento del gennaio 2014 in zona Prima Porta (fonte: [www.rainews.it](http://www.rainews.it)).

## 2.2 Il Programma di Recupero Urbano Labaro-Prima Porta

L'area di Labaro-Prima Porta è oggetto di un Programma di Recupero Urbano ai sensi dell'art. 11 della L. 493/93 (fig. 2).

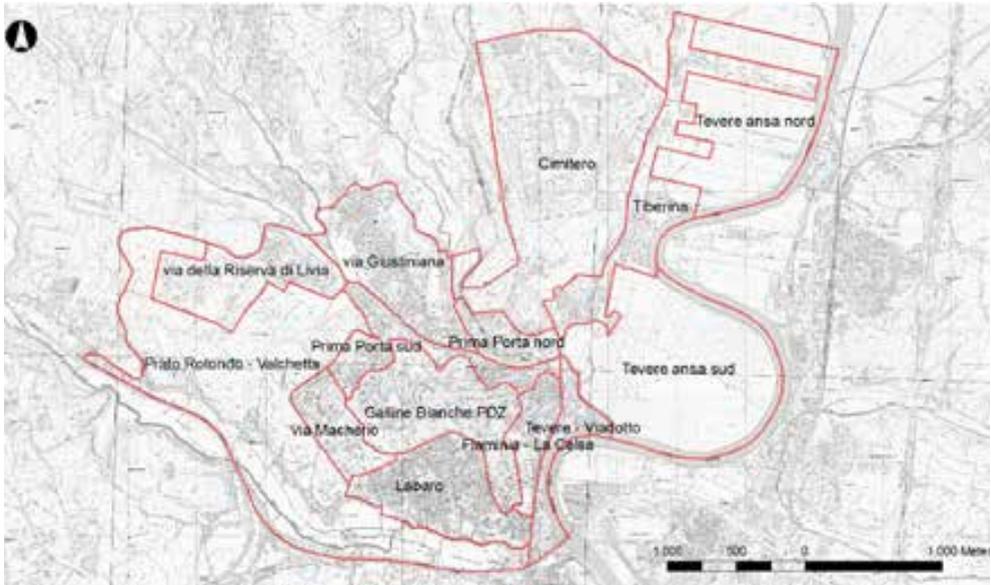
Il PRU prevede una serie di interventi privati a carattere residenziale e commerciale e, tra gli interventi pubblici, opere di adeguamento e di raccordo della viabilità, attrezzature pubbliche, interventi di verde pubblico e sistemazioni ambientali. Solo alcuni degli interventi sono attualmente in via di definizione e di realizzazione; non mancano inoltre voci critiche, secondo cui il programma è carente di provvedimenti per il contenimento del rischio idrogeologico e di misure atte a favorire l'accessibilità alle stazioni ferroviarie e la mobilità ciclabile. La successiva fase della ricerca prevede un'analisi degli interventi del PRU al fine di valutarne l'adeguatezza in termini di vulnerabilità climatica.

## 3. Le analisi eseguite

Ai fini della ricerca, l'area di Labaro-Prima Porta è stata perimetrata utilizzando i confini delle zone urbanistiche del Comune di Roma. L'area oggetto di studio corrisponde alla zona urbanistica denominata "Labaro", ricompresa nel Municipio XV.

### 3.1 La suddivisione in sottozone

Come già accennato, è questo il passaggio in corrispondenza del quale si possono evidenziare le differenze più significative rispetto al metodo adottato per la redazione della carta della vulnerabilità di Roma (cfr. Filpa & Ombuen, questo numero). Anziché partire dal mosaico delle aree edificate (a uso residenziale, produttivo e servizi) come suddiviso dal reticolo stradale principale, si è scelto di articolare l'area di studio in base alle caratteristiche funzionali



**Fig.2** Perimetrazione dell'area di studio e individuazione delle sottozone..

e morfotipologiche del tessuto edilizio e come aggregazione di sezioni censuarie. Il primo criterio risponde alla necessità di adottare sin dall'inizio una prospettiva operativa, prefigurando l'individuazione di proposte progettuali calibrate sulle caratteristiche della struttura insediativa e degli edifici, il secondo alla possibilità di associare con maggiore precisione i dati censuari alle unità di analisi, senza ulteriori passaggi statistici.

Sono così state evidenziate 14 sottozone, tra cui:

- le aree interessate dal Piano di Zona Galline Bianche;
- la borgata storica del Labaro;
- i 3 ambiti di Prima Porta: il nucleo originario a nord della Marrana, la fascia a sud lungo Via Frassineto, e la zona intorno a Via della Giustiniana compresa tra i due fossi;
- una zona residenziale di pregio caratterizzata da minore densità lungo Via della Riserva di Livia;
- ambiti a carattere ibrido lungo la Via Flaminia (intorno alla stazione de La Celsa) e la Via Tiberina;
- zone praticamente disabitate in corrispondenza del cimitero, delle aree agricole presso le anse del Tevere, e a ridosso del GRA.

### 3.2 L'integrazione degli strati informativi

L'area è stata sottoposta a un'analisi del tutto analoga a quella adottata alla scala dell'intera città, basata sulla sovrapposizione in ambiente GIS di più categorie di dati, rappresentative dei diversi fattori che determinano la vulnerabilità del sistema agli effetti dei cambiamenti climatici.

Il passaggio di scala ha comportato la necessità e l'opportunità di integrare alcuni strati informativi, non utilizzati precedentemente, atti a descrivere meglio i valori di *esposizione* (focalizzando l'attenzione sugli effetti delle piogge

straordinarie), *sensibilità* (intesa come livello potenziale del danno alle persone e alle strutture), e l'effetto mitigativo dovuto alle caratteristiche del sistema fisico-ambientale, definito come *resilienza*; è stato inoltre introdotto il concetto di *capacità adattiva*, intesa come l'insieme dei fattori legati alla capacità della popolazione di far fronte all'emergenza.

In particolare, per la definizione dei livelli di esposizione, la distribuzione delle aree esondabili o soggette a rischio idraulico è stata integrata con gli esiti di uno studio svolto dal Dipartimento di Scienze per l'Ingegneria Civile di Roma Tre per conto del Comune di Roma (dai risultati di questo studio deriva il già citato "Piano speditivo" del Comune), che identifica le aree soggette ad allagamento per effetto del malfunzionamento dei sistemi di deflusso superficiali, e con le informazioni derivate dal PAI in merito alla presenza e alla lunghezza dei possibili fronti di frana (fonte: Carta inventario dei fenomeni franosi, Autorità di Bacino del Fiume Tevere, 2010).

In relazione alla sensibilità, oltre all'incidenza delle fasce di popolazione anziana e infantile (fonte: Censimento ISTAT, 2011), sono state considerate informazioni relative alla presenza di strutture socio-assistenziali (fonte: Piano Sociale del XX Municipio, 2012) e al mosaico degli usi del suolo (fonte: CUS Regione Lazio, 2003); a tale proposito è stato sviluppato un indice di "sensibilità funzionale" pesando, in relazione all'entità dei potenziali danni, le classi CUS presenti in ciascuna sottozona.

Per quanto riguarda la resilienza, è stato escluso il fattore legato alla prossimità alle infrastrutture verdi e introdotto invece l'effetto dell'altimetria, definito sulla base di un modello digitale del suolo realizzato ex novo a partire dalle quote riportate dalla cartografia tecnica in scala 1:5000; l'informazione sull'impermeabilizzazione dei suoli (fonte: Agenzia Ambientale Europea) è stata conservata, mentre quella sulla presenza di vegetazione (indice NDVI ottenuto dai rilievi satellitari, fonte: Landsat 8) è stata reinterpretata al fine di apprezzare l'effetto della vegetazione arborea sulla capacità di ritenzione idrica dei suoli.

Infine, la capacità adattiva è stata valutata in termini di accessibilità ai soccorsi, stimata sulla base della distanza dai presidi sanitari, dalle zone sicure e da quelle di ammassamento dei soccorritori (informazioni tratte dal Piano Generale di Emergenza di Protezione Civile di Roma Capitale, 2008); e come inverso del livello di disagio sociale, per stimare il quale è stato elaborato un indice sintetico che, in assenza di informazioni di dettaglio sul reddito, combina il tasso di disoccupazione, l'incidenza di popolazione straniera e il livello di istruzione<sup>1</sup>.

### 3.3 La definizione degli indici

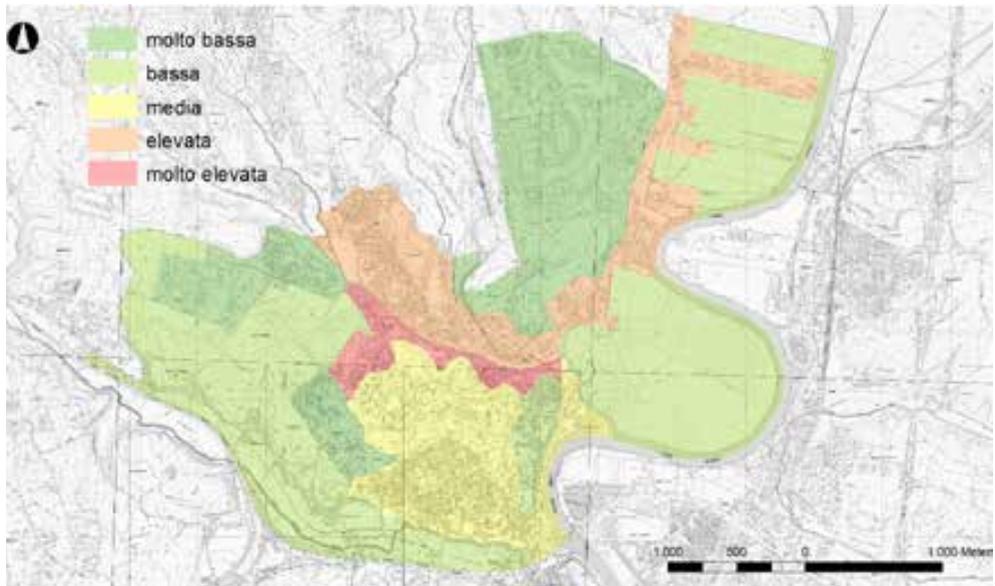
Una volta conclusa la raccolta e l'allineamento dei dati, i diversi parametri sono stati combinati allo scopo di ottenere gli indici di esposizione, sensibilità, resilienza e capacità adattiva.

Secondo un procedimento analogo a quello già seguito per la Carta della Vulnerabilità di Roma, l'indice di impatto è stato ottenuto moltiplicandogli indici di esposizione e sensibilità; applicando poi coefficienti di riduzione corrispondenti agli indici di resilienza e di capacità adattiva – il cui effetto mitigativo complessivo è stato valutato fino a un massimo del 20% – si è ottenuto l'indicatore sintetico di vulnerabilità.

<sup>1</sup> Al momento in cui lo studio è stato realizzato non erano purtroppo disponibili ai dati del censimento 2011; ai fini della sperimentazione metodologica sono stati dunque utilizzati i dati del censimento 2001.

Differentemente da quanto sviluppato per la Carta della Vulnerabilità di Roma, i vari parametri sono stati pesati, normalizzandone poi i valori, laddove necessario, su una scala da 0 a 1, anziché discretizzarli sulla base di intervalli naturali. La tabella che segue (tab. 1) sintetizza i parametri considerati e i relativi pesi.

	<b>Parametro</b>	<b>Peso assegnato</b>
<b>ESPOSIZIONE</b>	e1: percentuale di superficie soggetta ad allagamento per invaso (fonte: studio Roma Tre)	1,00
	e2: percentuale di superficie soggetta ad allagamento per ruscellamento (fonte: studio Roma Tre)	0,75
	e3: percentuale di superficie situata entro zone di rischio idraulico (fonte: PAI)	1,00
	e4: presenza e lunghezza dei fronti di possibile frana (fonte: PAI)	0,50
	<b>Indice sintetico di esposizione E = f(e1, e2, e3, e4)</b>	
<b>SENSIBILITÀ</b>	s1: "indice di sensibilità funzionale" (elaborazione propria)	1,00
	s2: presenza di strutture di assistenza socio-sanitaria (fonte: Piano Sociale del XX Municipio)	0,25
	s3: popolazione residente/ettaro (fonte: censimento ISTAT 2011)	1,00
	s4: % pop. residente maggiore di 65 anni (fonte: censimento ISTAT 2011)	0,75
	s5: % pop. residente inferiore 5 anni (fonte: censimento ISTAT 2011)	0,75
	<b>Indice sintetico di sensibilità S = f(s1, s2, s3, s4)</b>	
<b>IMPATTO</b>	Indice sintetico di impatto I = E×S	
<b>RESILIENZA</b>	r1: % area a quota superiore a 25 mt s.l.m. (elaborazione propria)	0,50
	r2: valore medio di soil sealing, risoluzione 20 mt (fonte: Agenzia Ambientale Europea)	0,35
	r3: % area con indice NDVI uguale o superiore a 0,4 (fonte: elaborazione propria su dati Landsat)	0,15
	<b>Indice sintetico di resilienza R = f(r1, r2, r3) → coefficiente di riduzione degli impatti fino al 10%</b>	



**Fig.3\_** *Mapa della vulnerabilità.*

<b>CAPACITÀ ADATTIVA</b>	c1a: tasso di disoccupazione (fonte: censimento ISTAT 2001)	0,50
	c1b: % popolazione straniera (fonte: censimento ISTAT 2001)	0,35
	c1c: 1 - % popolazione con istruzione superiore (fonte: censimento ISTAT 2001)	0,15
	→ Indice di disagio sociale: $c1 = c1a + c1b + c1c$	
	c2: % area entro un raggio di 500 m dalle strutture sanitarie (elaborazione propria)	0,25
	c3: % area entro un raggio di 500 m da aree sicure e aree di ammassamento dei soccorritori (fonte: elaborazione propria su dati Protezione Civile)	0,25
	<b>Indice sintetico di capacità adattiva <math>C = f(c1, r2, r3)</math> → coefficiente di riduzione degli impatti fino al 10%</b>	
<b>VULNERABILITÀ</b>	<b>Indice sintetico di vulnerabilità <math>V = I \times R \times C</math></b>	

**Tab.1\_** *Elenco dei parametri utilizzati per la definizione degli indicatori e relativi pesi.*

L'applicazione degli algoritmi sopra descritti ha portato a identificare l'area che si sviluppa lungo Via Frassineto a sud della Marrana di Prima Porta come la più vulnerabile, seguita a distanza dalla zona intorno alla stazione di Prima Porta e dall'insediamento lungo Via della Giustiniana. Tra le zone più densamente abitate, molto meno problematiche appaiono le situazioni della borgata storica di Labaro e della zona di Galline Bianche, le cui acque tra l'altro scorrono in un differente sottobacino di deflusso, e non gravano quindi sul

sistema fognario afferente alla Marrana di Prima Porta. Le zone residenziali di maggior pregio, intorno a Via della Riserva di Livia e dalle parti di Via Macherio, sono tra le meno vulnerabili.

Nel complesso, le tre unità di analisi più vulnerabili interessano circa il 18% della superficie dell'intera zona urbanistica e oltre il 33% della popolazione. Le figure da 4 a 9 e la tabella 2 mostrano gli indici calcolati per ognuna delle 14 sottozone dell'area di studio.

Id.	Sottozona	E.	S.	R.	C. a.	I. <sup>2</sup>	V. <sup>3</sup>
12	Via della Riserva di Livia	0,000	0,303	-9,6%	-3,2%	0,000	0,000
1	Via Macherio	0,000	0,485	-8,2%	-5,1%	0,000	0,000
14	Cimitero Prima Porta	0,019	0,146	-7,6%	-5,4%	0,003	0,002
5	Tevere Ansa	0,332	0,047	-4,7%	-6,9%	0,016	0,014
4	Tevere Nord	0,333	0,053	-4,5%	-6,7%	0,018	0,016
11	La Celsa	0,042	0,579	-7,5%	-4,5%	0,024	0,022
9	Prato Rotondo - Valchetta	0,082	0,295	-7,5%	-3,4%	0,024	0,022
13	Galline Bianche PdZ	0,088	0,586	-6,5%	-6,7%	0,051	0,045
6	Tevere - Viadotto	0,212	0,231	-2,5%	-8,3%	0,049	0,044
10	Labaro	0,080	0,767	-3,5%	-3,8%	0,061	0,057
3	Tiberina	0,287	0,401	-4,3%	-3,5%	0,115	0,106
2	Via Giustiniana	0,209	0,558	-4,5%	-3,3%	0,117	0,108
8	Prima Porta Nord	0,435	0,453	-2,5%	-2,3%	0,197	0,188
7	Prima Porta Sud	0,615	0,530	-3,8%	-3,5%	0,326	0,302

**Tab.2\_** Indicatori relativi alla zona urbanistica Labaro-Prima Porta.

#### 4. Conclusioni e possibili sviluppi futuri

L'analisi condotta su Labaro-Prima Porta non ha certo avuto esiti sorprendenti, tuttavia per il gruppo di ricerca ha un significativo valore come sperimentazione metodologica, entro un contesto relativamente "controllabile": gli aggiornamenti apportati rispetto alla Carta della Vulnerabilità di Roma – in termini di revisione degli algoritmi e di integrazione degli strati informativi – si sono infatti rivelati efficaci, suggerendo l'opportunità di una loro applicazione anche alla scala dell'intera città. In particolare, l'integrazione della componente "capacità adattiva" apre alla possibilità di considerare, nell'analisi di vulnerabilità, anche fattori istituzionali quali l'effetto della distribuzione territoriale dei servizi e delle politiche di gestione dell'emergenza.

D'altra parte, la discesa di scala ha suscitato anche riflessioni di natura più generale.

Sembra evidente che il procedimento di overlay tematico è reiterabile all'infinito: ogni strato informativo atto a spazializzare fattori che elevano o riducono il rischio – siano essi di origine ambientale o istituzionale – può essere integrato nell'ambito di un'analisi di vulnerabilità sempre più dettagliata. In questo contesto, il procedimento più delicato è probabilmente quello della

2\_impatto = esposizione × sensibilità

3\_vulnerabilità = impatto mitigato da fattori di resilienza e fattori di capacità adattiva (riduzione complessiva fino al 20%)

pesatura dei vari parametri, che senz'altro merita ulteriore approfondimento. La selezione del set di informazioni minime effettivamente rilevanti, così come la loro pesatura reciproca, non può comunque prescindere da considerazioni sul contesto e sulla natura dei rischi, nonché dalla natura dell'obiettivo dell'analisi di vulnerabilità. Non va dimenticato infatti che l'analisi di vulnerabilità è soprattutto uno strumento di individuazione delle priorità di intervento, e come tale è probabilmente poco significativo a scala infraurbana, cui corrispondono metodi di individuazione delle criticità meno "meccanici" dell'overlay, e criteri decisionali più legati alla governance locale. Per questo motivo, come già accennato, la prossima fase della ricerca intende analizzare in dettaglio, alla luce degli studi eseguiti, le criticità del PRU in termini di vulnerabilità ai cambiamenti climatici, e avviare un confronto con le istituzioni e le associazioni locali al fine di fornire un contributo maggiormente radicato nel contesto politico, programmatico e sociale. Una ulteriore applicazione delle analisi di vulnerabilità è quella della verifica dell'efficacia delle misure di adattamento: all'analisi ex ante dovrebbe seguire la modellizzazione dell'ipotesi di intervento e l'analisi ex post. Anche su questo fronte sarà orientata la fase successiva della ricerca, che intende proporre la realizzazione diffusa di misure "soft" per la riduzione del rischio di allagamento, atte a moderare gli apporti alla rete drenante trattenendo localmente l'acqua caduta durante la fase critica degli eventi meteorici: de-impermeabilizzazioni, piantumazioni, strutture filtranti, tetti verdi e altri sistemi di micro-trattenuta locale. A tale scopo è stata attivata una collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria di Roma Tre per la modellazione idraulica e la definizione di scenari di intervento.

## bibliografia

Comune di Roma (2006), Piano speditivo finalizzato a ridurre le condizioni di rischio dei soggetti esposti a rischio di allagamento nel quartiere di Prima Porta  
Comune di Roma (2005), Programma di Recupero Urbano Labaro-Prima Porta  
Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile – Università Degli Studi Roma Tre, Studio per l'individuazione delle cause di inondazioni e allagamenti dell'abitato di Prima Porta e la definizione preliminare degli interventi per la prevenzione di futuri eventi calamitosi



**Poster**



@ F. Borfecchia | E.  
Caiaffa | M. Pollino  
| S. Martini | L. La  
Porta | S. Ombuen |  
L. Barbieri F. Benelli |  
F. Camerata | V. Pelle-  
grini | A. Filpa |

# Telerilevamento satellitare  
# HW ed UHI

# Cambiamenti climatici

# Satellite Remote Sensing

# HW & UHI

# Climate Change

# Assessment della vulnerabilità del tessuto urbano a heat waves ed UHI tramite tecniche di Remote Sensing ed object classification

*Aree della città densamente costruite e con una bassa percentuale di aree verdi, sono maggiormente sensibili alle ondate di calore o H.W. (Heat Waves), in aumento a causa del cambiamento climatico (CC). Gli effetti di tali fenomeni possono cumularsi a quelli dell'isola termica o UHI (Urban Heat Island). Questo lavoro mira alla messa a punto di metodologie basate sulle tecniche di telerilevamento aerospaziale (EO) a medio-alta risoluzione e tecnologie GIS (Geographical Information Systems) per la caratterizzazione estensiva del tessuto urbano relativa alla sua risposta a questi aspetti climatici connessi alla temperatura, nel quadro generale di supporto alle attività e politiche di sostenibilità ed adattamento ai CC. L'area di test è quella del comune di Roma che per estensione e caratteristiche delle tipologie residenziali edilizie presenti ben si presta allo sviluppo della metodologia. In tale prospettiva l'obiettivo iniziale è stato quello della classificazione delle varie aree urbane di Roma sulla base di variabili fondamentali legate sia alla tipologia/densità edilizia sia alla presenza di vegetazione/superfici permeabili connesse al ciclo idrologico ed alla "risposta" alle forzanti termiche.*

**La versione completa del poster è visualizzabile sul sito UrbanisticaTre, al link <http://bit.ly/1B2KZV>**





**Apparati**  
Others





## @ Profilo autori / Authors bio

### **Lorenzo Barbieri**

è laureato in pianificazione urbanistica e territoriale e si è formato a Venezia (2007), Milano (2010) e Newcastle-upon-Tyne (2011). Da gennaio 2013 è dottorando in politiche territoriali e progetto locale presso il dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi Roma Tre con una tesi sull'adattamento al cambiamento climatico nel trasporto pubblico. I suoi interessi di ricerca spaziano dalle politiche dei trasporti alle questioni legate al cambiamento climatico.

### **Federica Benelli**

architetto, dottore di ricerca nel 2012, è stata assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Architettura (già Dipartimento di Studi Urbani) sul tema della pianificazione per il cambiamento climatico.

### **Emma Biscossa**

ha studiato allo IUAV, Istituto Universitario di Architettura di Venezia, e all'UPV, Universitat

Politécnica de València, prima di spostarsi a Roma per la laurea magistrale, conseguita presso l'ateneo di Roma Tre in Progettazione Urbana nel Luglio 2014, con la tesi "Adattamento climatico in ambito urbano – Scenari di sostenibilità idraulica per il bacino sud di Padova" (relatori A. Filpa e R. D'Autilia).

### **Flavio Borfecchia**

fisico ricercatore dell'ENEA ( Modellistica Energetica ed Ambientale-Laboratorio Osservazioni ed Analisi della Terra). Dal 1980 opera nei settori dell'analisi e sviluppo di metodologie basate sulle tecnologie GIS ed EO (Earth Observation) attive/passive (multi/iper spettrali satellitari ed aeree) e modellistica numerica (RTM, SVAT, CFD,...), per applicazioni relative al monitoraggio degli agri-ecosistemi, infrastrutture e beni culturali, della qualità ambientale, del risparmio energetico e della sostenibilità (Smart Cities/GRID); Progetti interdisciplinari e

pubblicazioni scientifiche a livello nazionale ed internazionale inerenti all'applicazione di tecnologie di EO, ICT, elaborazione digitale dell'immagine e dei segnali, pattern recognition e data mining.

### **Emanuela Caiaffa**

laureata in Fisica. Ricercatrice ENEA sviluppa applicazioni nel campo della Earth Observation e della caratterizzazione ambientale e socio-economica del territorio. Ha il ruolo di esperta GIS in vari progetti nazionali e internazionali. Attività: elaborazione di records climatici ed ambientali; Urban Planning; geo-eGovernment; progettazione e sviluppo di strumenti GIS di analisi territoriale per l'individuazione di aree potenzialmente adatte ad ospitare impianti di produzione energetica da fonti rinnovabili. Responsabile dal 2010 del Test Center AICA di Casaccia: corsi ed esami per patente Europea del GIS (ECDL GIS).

**Flavio Camerata**

architetto, è stato assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Architettura (già Dipartimento di Studi Urbani) sul tema dei sistemi informativi geografici applicati alla pianificazione territoriale.

**Alessio Capriolo**

economista ambientale, PhD in Teoria e metodi quantitativi per la crescita economica, Responsabile Settore "Valutazioni economiche e contabilità ambientale" dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

**Sergio Castellari**

centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Coordinatore dell'European Topic Centre on Climate Change impacts vulnerability and adaptation (ETC/CCA) della Agenzia Ambientale Europea.

**Luigi De Cecco**

nato a Roma; Diploma Istituto Tecnico Superiore, 1972. Dal 1979 in ENEA, attività principale nel campo dell'Osservazione della Terra, telerilevamento aereo e satellitare, per la caratterizzazione e il monitoraggio del territorio, applicazioni GIS. Co-autore in contributi per riviste scientifiche e conferenze.

**Andrea Filpa**

docente di Progettazione Urbanistica presso il Dipartimento di Architettura della Università Roma Tre, ha svolto ricerche in materia di pianificazione ambientale, di aree protette, di reti ecologiche e, più recentemente, in materia di strategie urbane per l'adattamento climatico. Ha coordinato il settore Insediamenti urbani della Strategia nazionale di adattamento climatico (SNAC), partecipa allo scientific board del Progetto BlueAp (Comune di Bologna) e all'Osservatorio Nazionale Città

Clima promosso da IUAV e Legambiente. È membro del Comitato scientifico del WWF Italia.

**Francesca Giordano**

laurea in Scienze Ambientali presso l'Università di Genova (1997), Dottorato internazionalizzato in Scienze ed Ingegneria ambientale presso l'Università di Cagliari (2009), è ricercatrice presso l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) dal 2003. Si occupa di adattamento ai cambiamenti climatici dal 2007 nell'ambito di attività istituzionali e progetti di ricerca europei ed è National Reference Centre presso l'Agenzia Europea per l'Ambiente sul tema "Climate change impacts, vulnerability and adaptation".

**Luigi La Porta**

nato a Noto (Italia), il 19 Aprile 1956. Laureato in Ingegneria Elettronica all'Università di Bologna nel 1983. Dal 1985, ricercatore in ENEA, Agenzia Italiana

per le Nuove Tecnologie, Energia e Sviluppo Economico Sostenibile. Principali settori di interesse sono: Informatics and System management, Earth Observation (Aerial and Satellite Remote Sensing), Geographical Information Systems (GIS). Attualmente mi interesse di progettazione e sviluppo di applicazioni WebGIS e DSS (Decision Support Systems), per studi e analisi ambientali.

#### **Daniela Luise**

Responsabile dal 2001 dell'Ufficio Informambiente e Agenda 21 di Padova. Dal luglio 2011 Direttrice del Coordinamento delle Agende 21 Locali Italiane. Master Europeo in gestione ambientale e sviluppo sostenibile "M.E.G.A.S." Università di Ferrara con una tesi su "Contabilità ambientale di un ente locale" (2001). Certificato Internazionale di Ecologia Umana rilasciato dall'Università di Padova con una tesi sugli Acquisti verdi nella Pubblica Amministra-

zione (2009).

Ha partecipato a vari tavoli di lavoro nazionali su: Acquisti verdi presso il Ministero dell'Ambiente, contabilità ambientale gestito da ANPA e consumi sostenibili gestito da ARPA Toscana.

Per il Comune di Padova e per il Coordinamento Agende 21 Locali Italiane ha svolto il ruolo di coordinatrice per alcuni progetti europei: LIFE, Intelligent Energy Europe e Cooperazione Internazionale.

#### **Sandro Martini**

perito tecnico in elettronica industriale. Si occupa di sviluppo di applicazioni basate sulle tecnologie di remote sensing satellitare ed aereo dagli anni '80. Applicazioni di cartografia digitale e dei GIS (Geographical Information Systems) integrati con procedure di aerofotogrammetria digitale ed analisi delle immagini multi/iperspettrali. Campagne a terra per la calibrazione dei dati telerilevati. Corsi

avanzati di data processing e su pacchetti software specifici per l'elaborazione di dati georiferiti di tipo raster e vettoriali.

#### **Rosa Anna Mascolo**

laurea in Scienze Naturali presso l'Università di Bari (1994) con Master in Normativa Ambientale, è ricercatrice presso l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) dal 1997. Si è occupata di indicatori di sviluppo sostenibile, Agende 21 locali, National Environmental Performance Review (OCSE), valutazione ambientale strategica dei piani di sviluppo regionali finanziati dai Fondi strutturali dell'Unione europea. Ha lavorato sul reporting e sulla sostenibilità ambientale locale. Ha svolto attività di ricerca in materia di adattamento ai cambiamenti climatici, studi sul sistema di contabilità ambientale e indicatori di efficienza ed efficacia ambientale a livello locale, economia degli usi del mare.

**Francesco Musco**  
architetto e urbanista, dottore di ricerca (PhD) in Analisi e Governo dello Sviluppo Sostenibile (Ca' Foscari), è professore associato di Pianificazione Urbanistica ed Ambientale presso l'Università Iuav di Venezia. Ha insegnato e svolto attività di ricerca in Italia e all'estero nelle università di Louisville, Kentucky (Center for Environmental Policy and Management), Parma (Economia), Bologna (Ingegneria), Reading (Department of Real Estate and Planning), Barcelona (UAB, Geografia), Alghero (Architettura). Collabora con diversi enti pubblici e privati alla definizione di politiche ambientali, territoriali e per lo sviluppo locale sostenibile. Coordinatore di numerosi progetti internazionali su finanziamento UE.

**Simone Ombuen**  
Docente di urbanistica all'Università Roma Tre, è

stato Vicepresidente INU Lazio (97-06), Direttore della Fondazione Astengo (97-08), membro del C.S. del CESPE (02-09), Segretario generale INU (07-11). È membro del Forum ambiente della CGIL e del C.S. della Fondazione Sviluppo Sostenibile.

**Valeria Pellegrini**  
Laureata in architettura nel 2011 presso l'Università di Roma Tre. Ha collaborato all'attività didattica presso Roma Tre e contemporaneamente lavorato presso il WWF all'organizzazione di eventi e contest di livello nazionale ed europeo per la promozione della sostenibilità ambientale in ambito urbano (2011-2013). Oggi è dottoranda presso il Dipartimento di Architettura di Roma Tre, sezione Politiche territoriali e Progetto locale. Il suo interesse di ricerca si incentra sul rapporto tra pianificazione urbana e cambiamento climatico, in particolare l'integrazione tra componenti ambientali

e climatiche per l'adattamento nelle città.

**Maurizio Pollino**  
(Laurea e PhD in Ingegneria), dal 2000 è Ricercatore presso il Laboratorio "Analisi e Osservazioni sul Sistema Terra" dell'ENEA. I suoi interessi di ricerca riguardano il Telerilevamento satellitare, i Sistemi Informativi Territoriali (GIS), la pianificazione territoriale e la progettazione di Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS) spaziali. È autore di oltre 60 pubblicazioni su Riviste e contributi a Conferenze. Svolge il ruolo di Referee per numerose Riviste ed è membro del Comitato Scientifico di Conferenze Internazionali.

**Vittorio Rosato**  
è un fisico con Laurea a Pisa e Dottorato di Ricerca a Nancy (Francia) nel settore della Fisica della Materia Condensata. Dopo molti anni di esperienza all'estero (UK e Francia) dal 1990 è ricercatore presso

## # Parole chiave / Keywords

*ENEA e dal 2010 Dirigente di Ricerca, nel settore della Computer Science applicata al modeling di sistemi complessi e dell'analisi del Rischio su modelli di reti tecnologiche. Coordina attualmente un Laboratorio che si occupa di problematiche di analisi del rischio. Nel 2005 ha creato Ylichron Srl, uno spin-off di ENEA che è attivo nel settore dell'ICT e, dal 2009, in quello delle biotecnologie.*

### **Adattamento | Adaptation**

L. Barbieri\_p. 71  
Trasporti, infrastrutture e cambiamenti climatici a Roma  
F. Musco\_p. 27  
Ricerche e pratiche per l'adattamento climatico: l'esperienza di Venezia

### **Adattamento climatico urbano | Urban climate adaptation**

A. Filpa & S. Ombuen\_p. 49  
La carta della vulnerabilità climatica 1.0 (CVCR 1.0)  
E. Biscossa\_p. 37  
Adattamento Climatico in Ambito Urbano. Scenari di sostenibilità idraulica per il bacino sud di Padova

### **Allagamento | Flooding**

E. Biscossa\_p. 37  
Adattamento Climatico in Ambito Urbano. Scenari di sostenibilità idraulica per il bacino sud di Padova  
F. Benelli & F. Camerata\_p. 87  
Il caso di Labaro-Prima Porta: un approfondimento

### **Analisi del rischio | Risk analysis**

V. Rosato\_p. 65  
Un sistema di supporto alle decisioni per l'analisi del rischio delle infrastrutture critiche da eventi naturali: il progetto ROMa

### **Analisi di vulnerabilità climatica | Climate vulnerability analysis**

A. Filpa & S. Ombuen\_p. 49  
La carta della vulnerabilità climatica 1.0 (CVCR 1.0)  
F. Benelli & F. Camerata\_p. 87  
Il caso di Labaro-Prima Porta: un approfondimento

## **Cambiamenti climatici | Climate change**

L. Barbieri\_p. 71  
Trasporti, infrastrutture e cambiamenti climatici a Roma  
F. Borfecchia et al.\_p. 61  
Telerilevamento satellitare e vulnerabilità climatica di Roma

D. Luise\_p. 15  
La sfida del Mayors Adapt: quali risposte si attendono dalle realtà italiane

## **Città | Cities**

D. Luise\_p. 15  
La sfida del Mayors Adapt: quali risposte si attendono dalle realtà italiane

## **Decision Support System | Decision Support System**

V. Rosato\_p. 65  
Un sistema di supporto alle decisioni per l'analisi del rischio delle infrastrutture critiche da eventi naturali: il progetto ROMA

## **Enti locali | Local authorities**

F. Giordano, A. Capriolo & R. A. Mascolo\_p. 21  
Le Linee Guida del Progetto Life ACT per l'adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale

## **HW ed UHI | Heat Wave and Urban Heat Island**

F. Borfecchia et al.\_p. 61  
Telerilevamento satellitare e vulnerabilità climatica di Roma

## **Infrastrutture | Infrastructure**

V. Rosato\_p. 65  
Un sistema di supporto alle decisioni per l'analisi del rischio delle infrastrutture critiche da eventi naturali: il progetto ROMA

## **IUAV Venezia | IUAV Venezia**

F. Musco\_p. 27  
Ricerche e pratiche per l'adattamento climatico: l'esperienza di Venezia

## **Linee guida | Guidelines**

F. Giordano, A. Capriolo & R. A. Mascolo\_p. 21  
Le Linee Guida del Progetto Life ACT per l'adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale

## **Mayors Adapt | Mayors Adapt**

D. Luise\_p. 15  
La sfida del Mayors Adapt: quali risposte si attendono dalle realtà italiane

## **Piani di adattamento | Adaptation plans**

F. Giordano, A. Capriolo & R. A. Mascolo\_p. 21  
Le Linee Guida del Progetto Life ACT per l'adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale  
V. Pellegrini\_p. 77  
Adattare i piani ai cambiamenti climatici: le esigenze dei quadri conoscitivi

## **Quadri conoscitivi | Evidence base**

V. Pellegrini\_p. 77  
Adattare i piani ai cambiamenti climatici: le esigenze dei quadri conoscitivi

## **Quartiere | Neighbourhood**

F. Benelli & F. Camerata\_p. 87  
Il caso di Labaro-Prima  
Porta: un approfondimento

## **Resilienza urbana | Urban resilience**

A. Filpa & S. Ombuen\_p. 49  
La carta della vulnerabilità climatica 1.0 (CVCR 1.0)

## **Ricerca | Research**

F. Musco\_p. 27  
Ricerche e pratiche per l'adattamento climatico: l'esperienza di Venezia

## **Sostenibilità | Sustainability**

E. Biscossa\_p. 37  
Adattamento Climatico in Ambito Urbano. Scenari di sostenibilità idraulica per il bacino sud di Padova

## **Telerilevamento satellitare | Satellite remote sensing**

F. Borfecchia et al.\_p. 61  
Telerilevamento satellitare e vulnerabilità climatica di Roma

## **Trasporti | Transport**

L. Barbieri\_p. 71  
Trasporti, infrastrutture e cambiamenti climatici a Roma

## **Valutazione ambientale | Environmental assessment**

V. Pellegrini\_p. 77  
Adattare i piani ai cambiamenti climatici: le esigenze dei quadri conoscitivi



# UB

## i QUADERNI

# #05

maggio agosto 2014  
numero cinque  
anno due

**URBANISTICA** tre  
giornale on-line di  
urbanistica  
ISSN:1973-9702

**È stato bello fare la tua conoscenza!**  
cercaci, trovaci, leggici, seguici, taggaci, contattaci, ..

**It was nice to meet you!**

search us, find us, read us, follow us, tag us, contact us, ..

