

The logo for Green City Network, featuring the text "Green City" in a bold, sans-serif font with a green underline, and "Network" in a smaller, lighter font below it, all contained within a dark blue circle with a white border.

**Green City**  
Network



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# **ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI DI ARCHITETTURE E CITTÀ 'GREEN' PER MIGLIORARE LA RESILIENZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO**

**MINACCE, VULNERABILITÀ, RISCHI  
ASSI STRATEGICI, INDIRIZZI, AZIONI D'INTERVENTO**

**Adattamento ai cambiamenti climatici di Architetture e Città 'Green'  
per migliorare la resilienza dell'Ambiente Costruito**

**Minacce, vulnerabilità, rischi  
Assi strategici, indirizzi, azioni d'intervento**

**Gruppo di Ricerca**

**Sapienza, Università di Roma**

**Dipartimento Planning, Design, Technology of Architecture**

Responsabile scientifico: Prof. Arch. Ph.D. Fabrizio Tucci

Gruppo di lavoro: Arch. Ph.D. Alessia Caruso, Arch. Ph.D. Gaia Turchetti  
con Arch. Ph.D. Valeria Cecafozzo

Collaboratori: Arch. Cristina Fiore, Arch. Margherita Fiorini, Arch. Giulia Sciarretti,  
Arch. Valentina Serani, Arch. Francesca Stradaoli, Arch. Giuseppina Vespa

Il presente report è il prodotto delle due ricerche svolte in continuità nell'ambito della Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura, entrambe con Responsabile Scientifico il prof. Fabrizio Tucci:

Ricerca di Ateneo di Grande Rilevanza Scientifica: *Microclimatic Control, Adaptation and Mitigation in the Mediterranean Built Environment, from an Interdisciplinary and Multiscale Approach* (2016-2017)

Ricerca di Ateneo: *Resilient Design: indirizzi progettuali e strategie tecnico-attuarie per il controllo adattivo della qualità microclimatica, biofisica ed energetico-termica dell'ambiente urbano in Italia* (2018-2019)

Questa pubblicazione è stata presentata nell'ambito della 2<sup>a</sup> Conferenza Nazionale delle Green City tenutasi a Milano il 16 luglio 2019 "Green City e adattamento climatico", realizzata

con il supporto di



## Indice

### **1. INQUADRAMENTO E APPROCCIO: CAMBIAMENTI CLIMATICI, STRATEGIE DI ADATTAMENTO E PROSPETTIVE DI RESILIENZA NEL FUTURO DELLE *GREEN CITY***

- 1.1. Considerazioni di inquadramento
- 1.2. Presupposti teorici e approcci di metodo nell'interazione progettuale tra *Green City, Green Economy, Adaptive and Resilient Design*
- 1.3. Dall'approccio metodologico agli assi e indirizzi strategici d'intervento per l'adattamento e la resilienza

### **2. QUADRO DELLE MINACCE, VULNERABILITÀ-CHIAVE, RISCHI-CHIAVE ED EMERGENTI PRESENTI SULL'AMBIENTE COSTRUITO URBANO IN REGIME DI CAMBIAMENTI CLIMATICI AGGRAVATI DALLA SCARSITÀ DI RISORSE**

- 2.1. Vulnerabilità e rischi per le città in relazione alle minacce di aumento del livello del mare, di inondazione delle coste e di piene determinate dalle tempeste
- 2.2. Vulnerabilità e rischi per le città in relazione alle minacce di precipitazioni estreme, di alluvioni nell'entroterra e di piene/esondazioni dai bacini dei fiumi
- 2.3. Vulnerabilità e rischi per le città in relazione alle minacce di siccità e aridità
- 2.4. Vulnerabilità e rischi per le città in relazione alle minacce di riscaldamento estremo, e di variabilità dell'arrivo e della distribuzione del calore estremo
- 2.5. Vulnerabilità e rischi per le città in relazione alle minacce di combinazione dei fattori di elevazione delle temperature terrestri, con cambiamento dei modelli delle precipitazioni, intensificazione delle isole di calore, aumento della frequenza delle ondate di calore estremo, e insorgenza di nuovi fenomeni di ventosità estrema, cicloni, uragani, tifoni
- 2.6. Determinazione di rischi sistemici da parte delle nuove minacce

### **3. DAI RISCHI-CHIAVE PER L'AMBIENTE URBANO DERIVANTI DAGLI IMPATTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI AI POTENZIALI DI RIDUZIONE ATTRAVERSO L'INCREMENTO DELLE CAPACITÀ DI ADATTAMENTO FAVORITE DALLO SVILUPPO DI *GREEN CITY***

- 3.1. Rischi associati ad alluvioni in zone costiere e di bacini fluviali in prossimità del mare, determinate da aumento del livello del mare, crescente urbanizzazione, erosione costiera, accelerazione dei deflussi che alimentano i fiumi
- 3.2. Rischi associati a difficoltà dei sistemi di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati con le minacce di precipitazioni estreme, alluvioni nelle città, esondazioni straordinarie dai bacini fluviali
- 3.3. Rischi associati all'andamento della siccità. Riduzione significativa della disponibilità di acqua da estrazione fluviale e dal sottosuolo combinata alla crescente domanda (per irrigazione, energia, industria, uso domestico) e alla riduzione del drenaggio e dilavamento delle acque come risultato della crescente evaporazione
- 3.4. Rischi associati all'aumento delle isole di calore. Declino di attività produttive, aumento di danni alla salute (disidratazione, colpi di calore, esaurimento da calore) e mortalità da esposizione al costante aumento delle temperature
- 3.5. Rischi associati all'aumento delle ondate di calore. Aumento di perdite economiche e di persone colpite da ondate di calore estremo: impatti su salute, benessere, produttività del lavoro e qualità dell'aria, e crescita del rischio di incendi
- 3.6. Rischi associati a ventosità estreme, fino all'aumento di frequenza di cicloni, uragani, tifoni
- 3.7. Rischi associati ai sistemi di approvvigionamento energetico, aggravati dalla condizione di scarsità delle risorse
- 3.8. Rischi associati alle questioni abitative, aggravate dal regime di scarsità di risorse

#### **4. QUADRO DEGLI ASSI STRATEGICI PER L'INCREMENTO DI RESILIENZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO URBANO SUL PIANO DEGLI INDIRIZZI 'STRUTTURALI GREY', 'INFRA-STRUTTURALI GREEN' E 'SOVRA-STRUTTURALI SOFT'**

- 4.1. Assi strategici di resilienza sul piano degli indirizzi 'strutturali *grey*'
- 4.2. Assi strategici di resilienza sul piano degli indirizzi 'infra-strutturali *green*'
- 4.3. Assi strategici di resilienza sul piano degli indirizzi 'sovra-strutturali *soft*'
- 4.4. Possibili fattori di 'successo' per le strategie e gli indirizzi di adattamento ai cambiamenti climatici

#### **5. ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI NELLE GREEN CITY: QUADRO DELLE PRINCIPALI AZIONI ARTICOLATE SECONDO I 4 PREVALENTI AMBITI DI RISCHIO NELLE CITTA' E LE 3 POSSIBILI CATEGORIE DI INTERVENTO**

- 5.1. Un passaggio propedeutico: dalla individuazione dei prevalenti ambiti di rischio alla formulazione della griglia di azioni
- 5.2. Azioni di adattamento ai rischi di isola di calore e di ondate di calore, associati alle minacce di surriscaldamento, calore estremo e temperature elevate
- 5.3. Azioni di adattamento ai rischi di difficoltà di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati alle minacce di precipitazioni intense, tempeste, *pluvial flooding*, alluvioni
- 5.4. Azioni di adattamento ai rischi di approvvigionamento idrico e alimentare associati alle minacce di siccità e aridità
- 5.5. Azioni di adattamento ai rischi associati alle minacce di ventosità estreme e di cicloni nelle forme di uragani e tifoni

# 1. INQUADRAMENTO E APPROCCIO: CAMBIAMENTI CLIMATICI, STRATEGIE DI ADATTAMENTO E PROSPETTIVE DI RESILIENZA NEL FUTURO DELLE *GREEN CITY*

Fabrizio Tucci

## 1.1. Considerazioni di inquadramento

Sebbene fin dagli anni '80-'90 i concetti di adattamento e di resilienza siano stati introdotti sul piano teorico nella progettazione ambientale a livello internazionale<sup>1</sup>, solo nell'ultimo decennio sono stati messi in stretta relazione strategica con l'innescò dei 'processi circolari' e con le metodologie connesse alle economie *green* e *circular*.

Il rafforzamento delle capacità di resilienza quale obiettivo primario di un'economia *circular* e *green* applicata alla città, all'ambiente costruito e all'edilizia emerge a partire dai documenti programmatici internazionali '*Global Green New Deal*' della UNEP nel 2008 e '*Towards Green Growth*' dell'OECD nel 2010, fondativi del concetto di 'circolarità dei processi' e di *Green Economy* (UNEP, 2008; OECD, 2010). I successivi, centrali documenti '*Towards a Green Economy*' e '*Green Economy Coalition*' presentati rispettivamente nel 2011 e nel 2012 dalla UNEP hanno sottolineato che sono due gli ambiti nei quali il contributo della *Green Economy* e del connesso innescò di 'processi circolari' incidono per il futuro del nostro ambiente costruito: la capacità di resilienza e adattamento ai mutamenti macroclimatici e ai loro impatti macro e microambientali<sup>2</sup> (UNEP, 2011) e quella di resilienza e adattamento ai problemi legati alla progressiva limitatezza e non rinnovabilità delle risorse naturali<sup>3</sup> (UNEP, 2012).

La prima implica la riduzione della vulnerabilità dei sistemi urbani agli eventi atmosferici estremi, l'aumento della capacità di 'adattamento'<sup>4</sup> degli edifici, degli spazi aperti, delle città, con l'impiego dei sistemi bioclimatici, l'incremento di sicurezza e di comfort ambientale, fino - nel migliore dei casi - all'assunzione dello status di sistemi pienamente 'resilienti'.

La seconda investe la capacità dell'ambiente costruito di reagire all'evolversi dell'impoverimento ecologico e del capitale naturale, del depauperamento delle risorse materiche e fisiche e della minaccia energetica, con le sue inefficienze e la non rinnovabilità delle sue fonti, a scapito, alla lunga, anche della qualità della vita.

Non mancano i riscontri sul piano intellettuale e scientifico di questo recente spostamento di ottica che privilegia l'attenzione all'indagine sulle potenzialità del ruolo che una economia *green* e *circular* può esercitare per l'elevazione delle capacità di resilienza di quel complesso 'sistema di sistemi' che sinteticamente chiamiamo *built environment*<sup>5</sup> (Cheshire, 2016; Capra, 2017).

Tali esigenze hanno alimentato - in particolare a livello europeo - studi, analisi ed elaborazioni sperimentali che hanno portato al '*Green City Approach*': un approccio integrato e multisettoriale al benessere, all'inclusione sociale e allo sviluppo durevole delle città, basato sugli aspetti ormai decisivi della elevata qualità ambientale, dell'efficienza e della circolarità delle risorse, della mitigazione e dell'adattamento al cambiamento climatico. Un approccio integrato alla *Green City* era già stato adottato, sin dal 2010, dalla Commissione Europea per l'*European Green Capital Award*: un riconoscimento assegnato alle città europee selezionate sulla base di indicatori che hanno contribuito a definire le *Policy* e le misure per le *Green City*.

Il Simposio internazionale '*Ecomondo*' tenutosi a Rimini nel 2017 per gli Stati Generali della *Green Economy*<sup>6</sup>, ha sancito la improrogabilità e l'urgenza di una diffusa applicazione di tale visione: la 'Città del futuro' in Italia, in linea con le sperimentazioni più avanzate testimoniate dagli ultimi sviluppi del suo nominato '*Green City Capital Award*' della Commissione Europea<sup>7</sup> e con le nuove direttive del *Directorate-General for the Environment of the European Commission*, dovrebbe essere oggetto (questa era la richiesta) di un Piano nazionale che ne promuova "l'aumento della resilienza, supportato con gli strumenti e gli indirizzi della *Green Economy*"<sup>8</sup> (FSS, 2017).

Il dibattito sulla interazione tra *Green Economy*, *Green City Approach* e il binomio adattamento / mitigazione per una maggiore resilienza delle città - i luoghi dove al 2050 vivrà più del 70% della popolazione mondiale - agli impatti prodotti dai mutamenti climatici<sup>9</sup> e agli effetti generati dalla progressiva scarsità delle risorse è ad oggi appena impostato, e la ricerca - e soprattutto la sperimentazione operativa e concreta nelle città - ancora tutta da sviluppare, ma il potenziale appare ormai evidente e la necessità di coglierlo improrogabile.

Può essere utile - cosa che si propone di fare il presente documento - dapprima operare una sintetica disamina critica delle principali implicazioni di approccio e delle relative innovazioni processuali utili

per approfondire la portata dei principi-chiave che animano i temi del ‘progettare adattivo’ e ‘resiliente’ (che svilupperemo nelle prossime righe del presente capitolo introduttivo); poi ricostruire ed esaminare attentamente il quadro delle principali minacce, vulnerabilità e rischi per le nostre città derivanti dai cambiamenti climatici (a cui dedicheremo i capitoli 2 e 3); infine prefigurare e mettere a sistema le potenzialità di azione nelle future sperimentazioni sull’ambiente costruito urbano in termini di assi strategici, indirizzi e azioni ad essi correlati, che trovano premesse sostanziali nei documenti prodotti dal Gruppo di lavoro degli Stati Generali della Green Economy in Architettura e Urbanistica<sup>10</sup> (SGGE, 2017a; CNGE, 2017; SGGE, 2017b; Antonini, Tucci, 2017) e dal Gruppo internazionale di Esperti del *Green City Network* (FSS, 2017; GCN, 2018).

## **1.2. Presupposti teorici e approcci di metodo nell’interazione progettuale tra *Green City, Green Economy, Adaptive and Resilient Design***

Con riferimento ai due ambiti tematici in oggetto, è centrale per lo sviluppo del primo dei due passi sopra richiamati porsi due domande-chiave: quali sono i principi-chiave che a livello internazionale si pongono come presupposti teorici dell’interazione tra *Green City, Green Economy e Adaptive and Resilient Design*? Quali gli approcci metodologici necessari per un efficace sviluppo progettuale?

In risposta alla prima questione possiamo individuare, tra i tanti connessi col concetto di ‘adattività’ e ‘resilienza’ (Tucci, 2013; 2018a), i 9 principi centrali anche per il *Green City Approach*, sui quali fa perno sia la necessità di acquisire la dimensione della ‘temporaneità’ sul piano progettuale, sia quella di accettare la dimensione della ‘indeterminatezza’ nell’indirizzo e controllo del momento valutativo *ex ante* ed *ex post* degli interventi. Sono quelli, organizzabili in tre ‘triangolazioni’, di: riflessività, auto-organizzazione e inclusività; robustezza, flessibilità e adattività; integrazione, connettività e reattività, ricorrenti in forme diverse sia nel *report ‘Urban Adaptation to Climate Change in Europe’* della *European Environmental Agency* (EEA, 2012); sia nel ‘*City Resilience Framework*’ elaborato contestualmente all’iniziativa *100 Resilient Cities*<sup>11</sup> (Arup, 2015); sia, infine, nel fondamentale *report* della Commissione Europea ‘*Implementation of the Circular Economy Action Plan*’ (EC, 2017).

Essi, ad una rilettura complessiva e sistemica, appaiono svolgere due funzioni strategiche, in quanto fattori in grado di innestare nei sistemi urbani la capacità *in generale* di “percepire cambiamenti e disturbi indotti dall’ambiente circostante adattando le proprie strutture e funzioni alle nuove condizioni, senza disturbare il naturale flusso della propria vita” (EEA, 2012), e *in particolare* di “rispondere dinamicamente ai processi di cambiamento in atto e agli effetti indotti dalle perturbazioni esogene o endogene quali i mutamenti climatici e la progressiva scarsità di risorse” (EC, 2017).

Sulle tre ‘triangolazioni’ si poggiano i tre approcci di metodo e di progetto propri delle economie *green e circular* che, stagliandosi per la loro carica di innovatività non solo nell’impostazione ma nella visione stessa dei problemi, possiamo definire caratterizzanti l’interazione tra *Green Economy, Green City e Adaptive and Resilient Design*:

\_ *Self-reliant approach* (i cui principi di riferimento sono: riflessività, auto-organizzazione e inclusività), l’approccio dei tre più stratificato nel tempo ma ancora molto da sperimentare e da evolvere, per il quale l’ambiente costruito e la sua architettura devono diventare sistemi ‘autopoietici’ (Schumacher, 2010) capaci di assicurarsi un’esistenza ininterrotta anche attraverso un’auto-rigenerazione sequenziale e funzionale delle loro ‘componenti’. Una indicazione di approccio, questa, molto importante per la cultura tecnologica del progetto<sup>12</sup>: “Le componenti vengono aggregate e scisse, ma l’intensità di questi processi è sempre in armonia con la conservazione dell’unità e dell’identità del sistema e della sua organizzazione” (Herzog, Steckeweh, 2000). E’ un approccio che potrebbe permettere ai più diversi sistemi degli ambienti costruiti di ridurre la dipendenza del loro destino dai meccanismi di accumulazione di risorse e dalle strutture di concentrazione del controllo delle accessibilità ai beni e servizi (ILO, 2016). E’ un approccio che, proiettato verso uno sviluppo caratterizzato da un alto grado di sostenibilità e di efficienza ecologica ed energetica con un elevato livello di organizzazione e di scambio tra le sue funzioni, spinge alla ‘diversificazione autopoietica’ delle attività, degli usi, dei ruoli, e così facendo espone meno l’ambiente costruito che lo applica all’andamento globale dei mercati (GreenBiz Group, 2016) e ai *climatic change global trend*, facendogli anticipare ed evitare (o comunque attenuare) gli effetti potenzialmente devastanti legati all’impiego unidirezionale di quelle risorse fisiche, di quelle fonti energetiche, di quelle politiche economiche, piuttosto che di altre (EC, 2013).

*Error-friendliness approach* (i cui principi di riferimento sono: robustezza, flessibilità e adattività), approccio che significa 'buona disposizione nei confronti degli errori', cioè non solo 'tolleranza degli errori' ma anche 'cooperazione flessibile e amichevole' con essi, che produca di errore in errore una progressiva 'robustezza adattiva' del sistema. Si è visto come nella stessa teoria dell'evoluzione delle specie i processi evolutivi non comportino mai l'eliminazione degli errori e dei fallimenti che, anzi, ne sono un elemento indispensabile. Ed è un elemento che deve diventare 'imprescindibile' anche in una visione *green* adattiva e resiliente del comportamento prestazionale dei sistemi tecnologici delle nostre architetture, delle nostre città e del nostro ambiente costruito<sup>13</sup> (Hausladen, et al., 2011): nei processi evolutivi del *natural environment* il requisito-chiave è la 'inclinazione alla flessibilità mutazionale nel superamento del fallimento', *chiave* perchè tale inclinazione si fa patrimonio genetico dell'intera specie e non del semplice individuo, diventando quella che potremmo chiamare 'coscienza di specie' o, trasponendola al *built environment*, 'codice genetico e mutazionale' di un ambiente costruito resiliente (Lakhtakia, Martin-Palma, 2013). Dunque una traccia importante da perseguire nella sperimentazione tecnologico-progettuale sulle architetture e le città, che spinge la ricerca scientifica a concepire la resilienza come, in fondo, la capacità del sistema di adeguarsi agli errori, di adattarsi ai malfunzionamenti e di superare i fallimenti derivanti da eventi nuovi o imprevisi, esogeni o cronicamente endogeni: in una parola, 'resilienza come continua capacità di rettifica dell'errore' (Armstrong, 2012).

*Dynamic-responsive approach* (i cui principi di riferimento sono: integrazione, connettività e reattività), approccio per il quale la cultura tecnologica del progetto dev'essere capace di mettere in condizioni i sistemi ambientale e architettonico di rispondere alle costanti interazioni con le trasformazioni in atto in modo insieme sinergico, dinamico e appropriatamente reattivo. Nella scienza contemporanea è chiamato anche 'capacità di replica' nell'ambito di un 'perenne disequilibrio dinamico' (Haken, 2003), che costituisce come noto un requisito fondamentale per l'esistenza stessa di tutti gli esseri viventi<sup>14</sup> (Krusche, 2001; Sieverts, et al. 2005). E' una gestione di tipo *'green'* dell'economia delle proprie interazioni - la più naturale e meno dispendiosa di risorse che esista - che si basa sulla specifica capacità dei caratteri 'tecnologici' del sistema di 'riorganizzarsi dinamicamente'<sup>15</sup> (Hausladen, Tucci, 2017). Una sfida affascinante, su cui occorrerà lavorare ancora molto, è la necessità di permettere agli elementi componenti il sistema adattivo e, nel migliore dei casi, resiliente di 'de-intensificare' o 'disaccoppiare' quest'ultimo dai requisiti materiali del suo funzionamento o nel 'diversificare' le risorse utili a svolgere un determinato compito, tanto più se queste versano in un regime di limitatezza. Il paradigma per tutti coloro che devono indirizzare, ideare, sviluppare e realizzare gli interventi è nelle caratteristiche 'prestazionali' dei sistemi adattivo-resilienti in natura, che consentono loro 1) di riconfigurarsi in tempo reale qualora si verifichi un qualche sconvolgimento; 2) di impedire che i problemi di una parte si ripercuotano a cascata sulle altre; 3) di aumentare o diminuire la scala delle loro operazioni al momento opportuno e comunque ogni qualvolta si renda necessario (Zolli, Healy, 2017).

E' importante sottolineare che i tre approcci non vanno visti in alternativa, ma in modo sinergico e interrelato nell'ambito di ogni indirizzo d'intervento strategico in tema di adattamento e resilienza, con accento sull'uno o sull'altro a seconda della natura degli interventi: si può dire che in questi anni si stiano progressivamente ricomponendo e mettendo a sistema proprio nel *Green City Approach* (Tucci, 2018b), ed è in questa nuova ottica che occorre lavorare.

### **1.3. Dall'approccio metodologico agli assi e indirizzi strategici d'intervento per l'adattamento e la resilienza**

Giungiamo così alla terza domanda-chiave: come passare dalla codificazione di un quadro di presupposti teorici e di approcci metodologici propri del *Green City Approach* alla formulazione di possibili indirizzi strategici per una effettiva elevazione dei gradi delle capacità di adattamento e, in prospettiva, di resilienza delle città e dell'ambiente costruito?

E' stato affermato che la questione della resilienza "non sembra essere oggetto propriamente progettabile e i suoi contorni non definiti ne rendono difficili i momenti dell'indirizzo prima e della misurazione poi, e per questo richiederebbe l'affiancamento di altre discipline per l'indirizzo e l'ausilio di indicatori di supporto per la misurazione"<sup>16</sup> (Lisa, Schipper, Langston, 2015). E anche in questo caso offrono un'importante supporto la visione e la ricerca sviluppati in modo fortemente interdisciplinare dalla *Green Economy* in un'ottica di *Green City*.

Il *White Paper* della Commissione Europea *'Towards a European framework for action'* (European Commission, 2009), rafforzato dal successivo *report* della Un-Habitat *'Saving Cities: Adaptation as part of Development'* (Un-Habitat, 2011), afferma che le opzioni possibili di azione *'green'* per interventi volti ad innalzare le capacità di adattamento e resilienza dell'ambiente costruito (da integrare sempre, quanto più possibile, con quelle di mitigazione) possono essere classificate in tre principali categorie:

- *azioni strategiche strutturali 'grigie'*, ovvero categorie di interventi 'fisici' (per questo 'strutturali') nell'ambiente costruito che siano basate su servizi di progettazione tecnologica per realizzare operazioni di *deep renovation* di edifici e infrastrutture (scelti tra il patrimonio esistente in quanto essenziali per il benessere socioeconomico della società) che li rendano capaci di resistere auto-poieticamente a eventi estremi [azioni per le quali occorre sinergia dei tre approcci, con particolare accento su quello *Self-reliant*];
- *azioni strategiche infra-strutturali 'verdi'*, cioè categorie di interventi 'biofisici' nell'ambiente costruito che aiutino ad incrementare la resilienza degli ecosistemi e che, pur puntando ad arrestare la perdita di biodiversità e il degrado degli ecosistemi e a ripristinare i cicli dell'acqua, utilizzino allo stesso tempo le funzioni, i servizi e le risorse offerti dagli ecosistemi per realizzare soluzioni di resilienza e di adattamento più efficaci sotto il profilo economico, e a volte anche più praticabili, rispetto alle sole infrastrutture grigie, improntate su un'ottica di progressivo irrobustimento *nature-based* [azioni per le quali parimenti occorre sinergia dei tre approcci, in questo caso con particolare accento su quello *Error-friendliness*];
- *azioni strategiche sovra-strutturali 'soft'*, ovvero la definizione e l'applicazione di politiche e procedure sull'ambiente costruito, di divulgazione delle informazioni e di incentivi di *Green Economy* volti a ridurre o a prevenire la vulnerabilità non solo degli elementi urbani oggetto di un intervento d'impronta *'grigia'* o *'verde'* ma dell'intero sistema sia ai mutamenti ambientali (cambiamenti climatici) che ai problemi cronici (scarsità delle risorse), nei loro impatti sotto forma di malfunzionamento dei sistemi, di eventi imprevisti, financo di catastrofi [azioni per le quali anche in questo caso occorre sinergia dei tre approcci, con particolare accento su quello *Dynamic-responsive*].

In quest'ottica si muovono i prossimi capitoli: dalla focalizzazione del principale quadro di minacce, vulnerabilità e rischi per le città prodotti dai cambiamenti climatici (capitoli 2 e 3) si passerà a un tentativo di formulazione-quadro degli assi strategici, degli indirizzi e delle principali azioni che (nei capitoli 4 e 5) verranno presentati in rapporto ai quattro principali ambiti di rischio rilevati, e secondo le tre possibili categorie d'intervento *'strutturali grey'*, *'infra-strutturali green'* e *'sovra-strutturali soft'*.

## NOTE

1. I 'padri' delle riflessioni fondative negli anni '80 e '90 dei concetti di 'resilienza' e di 'adattamento' su cui si sta impostando oggi l'evoluzione del pensiero rivolto al futuro dell'architettura, della città e dell'ambiente costruito, sono, tra gli altri, Holling, Laszlo, Herzog, May, Ewing, Csányi, Hahn, Krusche, Jourda, Sieverts, Haken, agli scritti dei quali si rimanda per gli opportuni approfondimenti. Tra le tante definizioni di resilienza, appare centrale quella di Ervin Laszlo: nella teoria ecologica contemporanea, la valorizzazione unidirezionale della 'resilienza' viene da questi programmaticamente opposta alla semplice 'stabilità', allorchè si adotti il punto di vista del mantenimento degli ecosistemi a lungo termine; *la 'resilienza' è una misura della capacità posseduta dal sistema di far propri il cambiamento e le perturbazioni, e di trovare delle soluzioni di stato stabile anche rispetto a una serie di fluttuazioni che ricoprono un ampio ventaglio di direzioni* (Laszlo, 1996).

In questa affermazione/definizione è segnata tutta la differenza che si può stabilire concettualmente tra 'capacità di resilienza' e 'capacità di adattamento' di un sistema, e che può essere utile chiarire subito, in apertura del presente documento.

Se, infatti, 'capacità di resilienza' si riferisce alla capacità di un sistema - a fronte di un evento esterno che ne ha alterato lo stato e l'assetto precedentemente tenuti - non solo di adeguarsi ai danni ma anche di assorbirli completamente fino a recuperare pienamente lo stato e l'assetto originari, la 'capacità di adattamento' si può definire come "la capacità di un sistema di adattarsi ai cambiamenti (*in primis*, nel presente contesto, i cambiamenti climatici, compresa la variabilità climatica e le estremizzazioni dei mutamenti) per *moderare* i potenziali danni, sfruttare le opportunità o far fronte alle conseguenze" (IPCC, 2007).

In sintesi: *l'adattamento* è il primo fondamentale *step* che un sistema deve compiere, uno *step* propedeutico, nel migliore dei casi, non solo a moderare i danni e a far fronte agli impatti, ma anche ad assorbirli completamente, in modo pienamente *resiliente*, fino a ricreare e riassumere lo stato originario materiale-fisico e immateriale-prestazionale. Nel caso di *adattamento* prima e *resilienza* dopo ai cambiamenti climatici, va sempre tenuta presente inoltre la necessità di integrare quanto più possibile la conquista di maggiori capacità di *adattamento/resilienza* con quelle di *mitigazione*.

2. Nel report *'Towards a Green Economy'* dell' *United Nations Environment Program* del 2011 si afferma: "Occorre lavorare in una prospettiva di *Green Economy* quale insieme di attività che aumentino la resilienza dei sistemi antropici in un'ottica di regime di scarsità di risorse: producendo beni e servizi per misurare, prevenire, minimizzare o correggere i danni ambientali alle acque, all'aria e al suolo; preservando gli ecosistemi anche con azioni di protezione della biodiversità, così come i servizi e i beni legati ai rifiuti, ai rumori e al consumo di risorse; promuovendo la circolarità del sistema economico" (UNEP, 2011).

3. In un passaggio centrale del report *'Green Economy Coalition'* dell' *United Nations Environment Program* del 2012 si afferma: "Una *Green Economy* può riuscire ad assicurare benessere e occupazione per sette miliardi di persone, che aumenteranno ancora, sulle quali incombe la minaccia di una grave crisi climatica, intervenendo sulla resilienza dell'ambiente costruito dove le risorse naturali e ambientali sono diventate scarse, e dove prelievi e inquinamento stanno compromettendo i servizi forniti dagli ecosistemi, vitali per la qualità della vita e per le stesse possibilità di sviluppo nostre e delle future generazioni". E ancora: "La *Green Economy* incrementa la capacità di resilienza, ovvero di reazione alle crisi sia ambientali sia economiche, contrastando i cambiamenti climatici con la valorizzazione delle risorse locali dei diversi contesti territoriali, con il rispetto precauzionale dell'ambiente, con l'uso razionale delle risorse naturali, con la tutela della biodiversità e con la lotta alle emissioni di carbonio e all'inquinamento" (UNEP, 2012).

4. Può essere utile cogliere l'occasione offerta dallo sviluppo di queste prime considerazioni d'inquadramento, per appuntarsi ancora qualche riflessione sulle implicazioni del significato di 'adattamento'.

Le strategie di 'adattamento' dovrebbero essere rivolte non solo alla promozione di misure a breve termine in risposta al rischio specifico, ma anche di quelle a lungo termine e rivolte ad un mantenimento delle condizioni strutturali per l'adattamento a diverse scale, da quelle nazionali a quelle locali (Keskitalo, 2010; Antonini, Tucci, 2017). Tuttavia, poiché le decisioni di adattamento sono specifiche per ogni singolo contesto, maggiore rilievo è dato alle politiche a livello locale e regionale, significative per la valutazione della capacità adattiva.

Tre sono le prevalenti dimensioni del 'processo adattivo':

- una dimensione 'conoscitiva' che include non solo l'educazione, ma anche la raccolta e l'accesso alle informazioni. Molte di queste attività però non si traducono facilmente in azioni di adattamento a causa di una serie di limitazioni tra cui la mancanza di fiducia nel processo decisionale locale, ma anche la percezione dei rischi o la sensibilizzazione al tema che sono aspetti funzionali all'ottenimento del sostegno pubblico per la politica di adattamento ai cambiamenti climatici;
- una dimensione 'capacitiva' (*ability*) collegata all'abilità di una società di progettare e attuare misure di adattamento e associata all'accesso a tecnologie e infrastrutture. Le risorse tecnologiche e l'accesso a tali risorse possono contribuire alla progettazione e all'utilizzo delle misure di adattamento. Lo sviluppo delle tecnologie può essere intrapreso sia dal settore pubblico che da quello privato e l'innovazione è considerata un fattore importante;
- una dimensione 'operativa', che si riferisce all'implementazione delle soluzioni di adattamento ed è associata alle risorse economiche disponibili e all'efficacia delle istituzioni. Non solo risorse economiche, capitale e mezzi finanziari, ma anche capitale umano a disposizione sono parti importanti della capacità operativa di adattamento.

In tale contesto e in questo frangente 'storico' è significativo il ruolo delle città. In generale, le città dell'Europa nord-occidentale sono caratterizzate da livelli più elevati di accesso alla conoscenza e alla tecnologia ed efficacia di indirizzo nel loro governo e impiego. Per avere successo ed efficacia, la pianificazione per l'adattamento delle aree urbane dovrebbe essere sistematica e seguire un processo *'one step at a time'* che deriva dallo *United Kingdom Climate Impacts Programme* (UKCIP) ed è utilizzato nella piattaforma europea di adattamento al clima *CLIMATE-ADAPT*. Questo processo prevede 6 step partendo dall'iniziale coinvolgimento dei soggetti deputati alla progettazione e gestione dei processi urbani, alla valutazione dei potenziali rischi e vulnerabilità. Elementi come l'ambiente costruito, le reti di trasporto e le infrastrutture, compresa la gestione di elettricità e acqua, vanno messi in relazione con l'analisi di tutti gli altri impatti climatici che possono influire sul funzionamento dell'area urbana e sul benessere dei suoi residenti, valutandone anche i costi.

Passaggio successivo, dopo una attenta valutazione delle priorità, è l'identificazione di una vasta gamma di "opzioni di adattamento" che si traducono non solo in azioni concrete ma anche in soluzioni volte a incentivare capacità adattive, ovvero volte allo sviluppo della capacità delle persone e degli ecosistemi di rispondere efficacemente ai cambiamenti climatici.

Una volta identificate le possibili opzioni di adattamento, è necessario effettuare una valutazione per determinare quali di esse soddisfino il contesto specifico della città in termini di efficacia ed efficienza in relazione agli obiettivi prefissati. L'efficienza delle opzioni è valutata in termini di rapporto costi/benefici, sebbene vadano valutate anche altre questioni chiave quali: la legislazione nazionale, la fattibilità finanziaria, i requisiti spaziali, i tempi, le problematiche ecologiche, la protezione del patrimonio culturale e l'accettabilità pubblica.

Una valutazione approfondita delle opzioni possibili può aiutare a raggiungere decisioni che portano ad un *'low-regret'*, il che significa che sono opzioni reversibili o che possono fornire una serie di benefici collaterali, coerenti o addirittura complementari agli sforzi di adattamento o di mitigazione in altri settori (Smit e Pilifosova, 2001; EEA, 2012; EC, 2017a).

Strumenti e documenti di orientamento sono forniti nella *European Climate Adaptation Platform CLIMATE-ADAPT* per aiutare a selezionare le procedure di valutazione e le opzioni possibili, partendo da una analisi costi-benefici, che si concentra strettamente su costi e benefici economici quantificabili, a una analisi multicriteriale che utilizza più di un criterio per valutare e classificare varie opzioni.

Quinto step è lo sviluppo di un “piano di implementazione” che converte le opzioni di adattamento in azioni elencandone gli obiettivi, assegnando le responsabilità e fissandone le scadenze. L’attuazione delle opzioni di adattamento scelte sarà fortemente influenzata dalle politiche e dalle procedure esistenti.

Ultimo passo è il monitoraggio e la valutazione dell’azione di adattamento. Un sistema di monitoraggio a lungo termine delle azioni implementate, al fine di garantire che le azioni siano focalizzate sulle aree prioritarie e per valutare l’efficacia e l’efficienza dell’adattamento. Il monitoraggio consente la regolazione e il perfezionamento delle opzioni e, laddove necessario, eliminazione delle condizioni di *discomfort (Maladaptation)*. Inoltre, l’apprendimento derivante dal monitoraggio e dalla revisione dei processi può migliorare il processo di adattamento stesso, l’adeguatezza delle misure di adattamento in un dato luogo, offrire anche un esempio pratico per altre città, supportando così lo scambio di conoscenze.

5. Uno dei massimi intellettuali del nostro tempo, Fritjof Capra, nel suo ultimo libro *‘The Ecology of Law’* presentato recentemente a Roma, non ha dubbi: il primo obiettivo in assoluto da porsi come umanità che allo stesso tempo vuole indagare e agire, conoscere scientificamente e intervenire in modo fattuale e tecnologicamente appropriato, è quello di elevare decisamente le capacità di adattamento e di resilienza dell’ambiente costruito, che entrano, oggi, nel pieno diritto di ogni cittadino del Pianeta, supportate da uno sviluppo di economie *green* e *circular* (Capra, 2017).

6. La manifestazione internazionale “Ecomondo” tenutasi a Rimini nel novembre 2017 ha avuto come tema portante quello della “Green Economy: una sfida per la nuova legislatura”, promossa dal Consiglio Nazionale della Green Economy in collaborazione con il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, il Ministero dello Sviluppo Economico e la *European Commission*. Gli atti sono consultabili presso [www.statigenerali.org](http://www.statigenerali.org)

7. Facendo riferimento all’*European Green Capital Award (EGCA)* - iniziativa nata nel 2010 dalla Commissione Europea e finalizzata a promuovere e diffondere buone pratiche tra le città europee impegnate a migliorare l’ambiente urbano sulle questioni della sostenibilità e della resilienza - è fondamentale condividere obiettivi e strategie di sviluppo resiliente e adattivo dell’ambiente costruito in chiave ecologica (da integrare sempre e il più possibile con azioni di mitigazione), rafforzando la consapevolezza degli assi prioritari e delle principali sfide a cui oggi le città sono chiamate a rispondere, approfondendo criticamente la conoscenza di buone pratiche, lavorando in rete - su una dimensione almeno nazionale ed europea - per trovare soluzioni progettuali innovative capaci di dimostrarsi sensibili alle diversità dei contesti e di adattarsi alle specificità del caso per caso, ma a partire dalla definizione di una piattaforma strategica comune per promuovere e attuare una politica ambientale urbana rinnovata.

8. Sono stati assolutamente al di sopra di ogni aspettativa i risultati di un’indagine sulle opinioni dei cittadini sulle misure di *Green Economy* nelle città - misure che per grossa parte ruotano intorno ai temi sensibili alla questione della resilienza - commissionati e pubblicati di recente dalla Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile (novembre 2017). “Il tema non dovrebbe essere trascurato”, sottolinea Edo Ronchi: in effetti una larga maggioranza di cittadini (il 58%) è abbastanza o molto informata sulla *Green Economy* e oltre il 70% dà importanza alle politiche pubbliche per l’attuazione delle misure di *Green Economy*. Ma il dato più forte è che le misure per il clima e l’energia incontrano un consenso incredibilmente ampio (superiore al 90%); ed è particolarmente significativo il fatto che il 64% si dica disponibile a consumare energia 100% rinnovabile anche se costasse di più. 9 intervistati su 10 sono favorevoli a misure per la rigenerazione urbana e l’economia circolare, e 8 su 10 sono favorevoli ad attuare misure per eliminare le inefficienze dei sistemi idrici e migliorare le reti. Sempre molto alto (90%) è il consenso verso le misure per tutelare il capitale naturale e le infrastrutture verdi, e quelle per una mobilità più sostenibile godono di altrettanta popolarità. E’ infine anche molto elevato (sempre intorno al 90%) il consenso sul fatto che la *Green Economy* possa essere il fattore strategico per migliorare in senso resiliente lo sviluppo locale rispetto alle ‘minacce’ ambientali, prima fra tutte quella degli impatti dei cambiamenti climatici (FSS Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, 2017).

9. Particolarmente significativo, si potrebbe dire ‘sintomatico’ della percezione odierna che le masse di cittadini nel mondo hanno del problema, è l’impatto che l’articolo di David Wallace-Wells *“When will Climate Change make the Earth too Hot for Humans?”*, pubblicato il 9 luglio 2017 sulle pagine del *New York Magazine*, ha esercitato su decine di milioni di lettori in tutto il mondo. L’articolo descrive uno scenario apocalittico sugli effetti del cambiamento climatico se l’uomo non prenderà immediatamente provvedimenti in termini di drastico aumento di *Green Resilience* a questi problemi. Tra le altre cose, sostiene che entro la fine del secolo le zone intorno all’equatore saranno troppo calde per viverci, che in città come New York le temperature intorno ai quaranta gradi provocheranno ipertermia e stress da calore e che il sud dell’Europa diventerà una regione completamente arida. L’articolo ha suscitato una risonanza e un dibattito internazionali - non solo fra gli studiosi del tema e gli intellettuali ma anche e soprattutto tra la gente comune - senza precedenti (Wallace-Wells, 2017).

10. Gli *Stati Generali della Green Economy* sono coordinati dalla Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, il cui Presidente è Edo Ronchi. Il Gruppo di Lavoro che nel 2016 ha lavorato sulle tematiche in oggetto e ha elaborato il Manifesto “La città futura” è stato nel 2016/2017 quello della “Green Economy in Architettura e Urbanistica” coordinato da Fabrizio Tucci, composto da circa 60 esperti appartenenti a una ventina di Università italiane e ai principali enti, istituzioni, associazioni, società scientifiche, istituti del settore in Italia. Nel 2017 il Gruppo di lavoro, allargato a circa 70 Esperti nazionali, ha affrontato la questione delle “Policy dell’Architettura per la Green Economy nelle Città” ed è stato coordinato da Fabrizio Tucci e Anna Parasacchi. Nel 2018, sulla scia del lavoro dei due anni precedenti, è stato fondato anche il *Green City Network* con l’ulteriore allargamento a circa 80 degli Esperti nazionali, con il coordinamento di Fabrizio Tucci, e l’adesione di diverse decine di città italiane, con il coordinamento di Anna Parasacchi e Alessandra Bailo Modesti. I primi due prodotti del *Green City Network* nel 2018 sono stati “Le linee guida per le Green City” e il report “*Le Città, laboratori della Green Economy. Prima raccolta di buone pratiche per le Green City*”, che attualmente sta conducendo il lavoro verso l’elaborazione delle “*Best Practices per le Green City*”.

11. Il *City Resilience Framework* di Arup individua sette qualità della città resiliente: riflessività e intraprendenza (capacità di imparare dal passato e agire in stati di crisi), robustezza, adattività e flessibilità (capacità di resistere a stress cronici e shock in un ambiente le cui condizioni mutano nel tempo, e di ricorrere a molteplici percorsi alternativi per facilitare un rapido recupero o soddisfare un’imminente esigenza), inclusività e integrazione (capacità di esprimere una visione condivisa). Le quattro dimensioni della resilienza ed i loro rispettivi *drivers* sono: *Health & Wellbeing* (azioni di adempimento dei bisogni primari e sanitari del cittadino, e di quelli psicologici in termini di opportunità di istruirsi e sostentarsi), *Economy & Society* (oculata gestione delle risorse economiche locali ed incentivazione del capitale sociale in forme di imprenditoria minori che generano occupazione ed aprono nicchie economiche locali secondo i *drivers* della coesione, coinvolgimento ed integrazione attraverso una programmazione e pianificazione di tipo inclusivo e partecipato, e un apparato legislativo volto all’affermazione della giustizia e sicurezza sociale), *Infrastructure & Environment* (attività normativa e pianificazione territoriale ed urbana nel gestire gli assetti naturali ed i servizi ecosistemici, e gli assetti artificiali) e *Leadership & Strategy* (*governance* in grado di individuare e coordinare un’ampia gamma di *stakeholders* e di forme di partenariato tra il pubblico e privato in una visione olistica e di lungo raggio finalizzata a rafforzare il ruolo della singola città in una rete globale) (Arup, 2015).

12. La ‘resilienza’ *self-reliant* - afferma Thomas Herzog - è una garanzia contro la crisi ambientale e una prevenzione contro il suo diretto passo successivo, il collasso. Ed è bene evitarlo, perchè un sistema ingovernabile, in cui un sottosistema è al collasso perchè strutturalmente non capace di assorbire il suo impatto (come ad esempio lo smaltimento dei rifiuti) o perchè congestionato per eccesso di domanda (come la circolazione stradale), tende a quella che egli chiama la ‘catastrofe congestiva’. Il sistema ambientale autopietico bada al soddisfacimento dei bisogni locali, assicura innanzitutto quelli fondamentali (*basic needs*), evitando l’indebolimento della società urbana, che altrimenti vedrebbe ridotto il proprio potenziale di risorse umane, fisiche e intellettive, rallentando l’affermazione di un modello di sviluppo autocentrato e partecipato. In questo senso Herzog sottolinea la centralità del requisito della ‘mixité funzionale’ e della ‘flessibilità morfologico-funzionale’ per una trasformazione urbana sensibile alla ‘complessità’ come *status* della nostra contemporaneità e al ‘cambiamento ambientale’ come questione epocale da contrastare *in primis* nelle nostre città (Herzog, Steckeweh, 2000).

13. Molto significativa in questo senso è la necessità - e al contempo la straordinaria potenziale proficuità - della ‘teoria del fallimento’: i sistemi resilienti sono tutt’altro che immuni dal fallimento, anzi “qualche errore o addirittura fallimento regolare di modesta portata è di fatto essenziale per molte forme di resilienza, in quanto permette a un sistema di liberarsi di alcune delle sue risorse in modo da poterle riorganizzare, o da poterle più facilmente sostituire quando per limitata disponibilità vengano meno o non funzionino più come dovrebbero. E’ verso questa direzione che dovremmo tendere, quando lavoriamo per rendere un ambiente costruito un sistema resiliente” (Hausladen, 2011).

14. Al proposito Thomas Sieverts scrive che le informazioni prodotte dalle costanti interazioni sono destinate ad aumentare nel tempo, indirizzandone il processo replicativo: definiamo allora questo processo anche come ‘capacità di replica’ del sistema, ovvero processo di creazione endogena a fronte di sollecitazioni derivanti dalle continue interazioni in essere tra le parti all’interno del sistema o tra alcune sue parti ed altre esterne (Sieverts, 2005). P. Krusche, uno dei primi teorici tedeschi dell’insediamento ecologico, afferma che in una città i soggetti (individui, enti) dovrebbero partecipare alla capacità di replica dell’intero sistema come in un organismo: è questa una condizione per il mantenimento della creatività, della capacità di rinnovarsi. Infatti, le parti del sistema urbano reagiranno dinamicamente alle continue sollecitazioni esterne, combinando i risultati delle loro ‘repliche’ al fine di mantenere uno stato di equilibrio a fronte della perenne sollecitazione al disequilibrio, producendo nuovi livelli di organizzazione e quindi nuovi soggetti, i quali saranno portatori di funzioni più mature perchè meglio informate. Di più: se si spezza questo processo di ‘continua replica’, pretendendo ad esempio di creare parti i cui ruoli e comportamenti siano statici, gli effetti saranno quelli di un’inibizione della capacità di rigenerazione, di ‘replica’, della creatività che si esprime nella continua ricomposizione (Krusche, 2001).

15. In questo tipo di approccio, fondato sulla capacità immediata del sistema resiliente di 'riorganizzarsi dinamicamente' (si veda anche: Coyle, 2011), i dati aperti provenienti in tempo reale da quello che potremmo chiamare 'sistema di sensori' vengono classificati, passati al vaglio e combinati al fine di creare un significativo *feedback* continuo. Quando tali sensori indicano l'approssimarsi o il superamento di una soglia critica, un sistema resiliente è in grado di garantire la continuità delle operazioni attraverso per l'appunto una 'riorganizzazione dinamica' sia del modo in cui persegue il suo scopo, sia della scala su cui funziona. Tale continua necessità di 'riorganizzazione dinamica' dell'assetto del sistema - ci insegnano gli esseri viventi - è resa possibile da alcune caratteristiche dei sistemi resilienti che i tecnologici dovrebbero prendere a riferimento in modo paradigmatico (Hausladen, Tucci, 2017): per quanto appaiano complessi, essi possiedono una struttura modulare interna che consente loro di operare in tempo reale le riconfigurazioni a fronte di drastici e improvvisi mutamenti, di impedire la ricaduta dei problemi da una parte su tutte le altre, e di calibrare i livelli di azione e intervento nell'assorbimento degli impatti e dei danni.

16. La dimensione della resilienza è presente ormai in tutti gli ambiti progettuali, ma spesso solo evocata, quasi mai sistematizzata nei possibili approcci sul piano metodologico (aspetto che ha animato il 2° paragrafo del presente contributo), e tanto meno codificata sulla sua applicabilità in termini di indirizzi strategici (aspetto che anima il 3° paragrafo). "Un grado di difficoltà - affermano Lisa, Schipper e Langston - è il passaggio da una concezione della resilienza come 'sommatoria' di processi dalle ricadute virtuose sull'insieme, a una effettiva strategia coordinata e integrata" (Lisa, Schipper, Langston, 2015).

## References

- Antonini, E., Tucci, F. (eds.) (2017), *Architettura, Città e Territorio verso la Green Economy. La costruzione di un Manifesto della Green Economy per l'Architettura e la Città del Futuro | Architecture, City and Territory towards a Green Economy. Building a Manifesto of the Green Economy for the Architecture and the City of the Future*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Armstrong, R. (2012), *Living Architecture. How Synthetic Biology Can Remake Our Cities and Reshape Our Lives*. TED Books.
- Arup (2015), *City Resilience Index. Understanding and Measuring Resilience*, Rockefeller Foundation-Arup International Development Publishing, New York.
- Capra, F., Mattei U. (2017), *The Ecology of Law. Toward a Legal System in Tune with Nature and Community*, Berrett-Koehler Publishers, La Vergne.
- Cheshire, D. (2016), *Building Revolutions: applying the Circular Economy to the Built Environment*, RIBA Publishing, London.
- CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), MATTM (Ministero dell'Ambiente) (2017), *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici PNACC*, Supporto tecnico-scientifico per il MATTM, Prima stesura per la consultazione pubblica, Roma.
- CNGE (Consiglio Nazionale della Green Economy) (2017), *Programma di transizione alla Green Economy in Italia*, Stati Generali della Green Economy, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ecomondo Pubblicazioni, Rimini.
- Coyle, S.J. (2011), *Sustainable and resilient communities. A comprehensive Action Plan for Architecture, Cities and Regions*, John Wiley & Sons Inc., Hoboken.
- EC (European Commission) (2013), *An EU Strategy on adaptation to climate change*, EU Publishing, Brussels.
- EC (European Commission) (2017a), *Report on the Implementation of the Circular Economy Action Plan*, Brussels [COM(2017)33].
- EC (European Commission) (2017b), *Implementation of the Circular Economy Action Plan*, EU Publishing, Brussels.
- EEA (European Environmental Agency) (2008), *Impacts of Europe's Changing Climate - 2008 Indicators-based Assessment*, EEA Report n. 4/2008, [http://reports.eea.europa.eu/eea\\_report\\_2008\\_4/en/](http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2008_4/en/)
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban Adaptation to Climate Change in Europe*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg-Copenhagen.
- EEA (European Environment Agency) (2017), *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report*, available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>.
- EC (European Commission) (2009), *White Paper. Adapting to Climate Change: Towards a European framework for action*, EU Publishing, Brussels.
- FSS (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile) (2017), *Relazione sullo Stato della Green Economy 2017*, a cura di Edo Ronchi, Stati Generali Green Economy 2017, Laboratorio Linfa Ed., Roma.
- GCN (Green City Network), Tucci (eds.) (2018), *Le Città, laboratori della Green Economy. Prima raccolta di buone pratiche per le Green City*, Stati Generali della Green Economy, SUSDEF Pubblicazioni, Roma.
- GreenBiz Group (2016), *Annual Report on Green Business Index*, edited with Trucost.
- Haken, H. (2003), *Advanced Synergetics: Instability Hierarchies of Self-Organizing Systems and Devices*, Springer-Verlag, New York.

- Hausladen, G., Liedl, P. e De Saldanha, M. (2011), *Building to Suit the Climate*, Birkhauser Verlag, Basel, Munich.
- Hausladen, G., Tucci, F. (2017), "Cultura tecnologica, Ambiente, Energia: prospettive della Ricerca e della Sperimentazione | Technological Culture, the Environment and Energy: the Outlook for Research and Experimentation", *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 13/2017, pp. 63-71.
- Herzog, T., Steckeweh, C. (eds.) (2000), *StadtWende. Komplexität im Wandel | Trasformazione Urbana. Complessità e cambiamento*, Jovis Verlag, Berlin.
- ILO (International Labour Organisation) (2016), *A just transition to climate-resilient economies and cities*, ILO Editions, Geneva.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007), *Climate change 2007: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom ([http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf)).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2013), *Special Report on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- Keskitalo, E. C. H. (ed.) (2010), *Developing adaptation policy and practice in Europe: multi-level governance of climate change*, Springer, Dordrecht, New York.
- Krusche, P. (2001), *Ökologisches Bauen*, Herausgegeben vom Umweltbundesamt, Bauverlag, Berlin.
- Lakhtakia, A., Martin-Palma, R. (2013), *Engineered Biomimicry*, Elsevier, Amsterdam.
- Laszlo, E. (1996), *The Systems View of the World: A Holistic Vision for Our Time*, Hampton Press, New York.
- Lisa, E., Schipper, F., Langston, L. (2015), *A comparative Overview of Resilience Measurement Frameworks. Analysing Indicators and Approaches*, Overseas Development Institute, London.
- MATTM (Ministero dell'Ambiente), MISE (Ministero dello Sviluppo Economico) (2017), *Strategia Energetica Nazionale SEN 2017*, [http://dgsaie.mise.gov.it/sen/Strategia\\_Energetica\\_Nazionale\\_2017\\_documento\\_di\\_consultazione](http://dgsaie.mise.gov.it/sen/Strategia_Energetica_Nazionale_2017_documento_di_consultazione)
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2010), *Towards Green Growth*. OECD Publishing, Paris.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation Development) (2017), "Green Growth Indicators", OECD Publishing, Paris.
- Schumacher P. (2010), *Autopoiesis of Architecture, Vol.1: A New Framework for Architecture* John Wiley & Sons, London.
- Sieverts, T., Koch, M., Stein, U., Steinbusch, M., (2005), *Zwischenstadt -inzwischen Stadt? Entdecken, Begreifen, Verändern*. Müller und Busmann, Wuppertal.
- SGGE (Stati Generali della Green Economy) (2017), *La Città Futura. Manifesto della Green Economy per l'architettura e l'urbanistica*, SUSDEF Pubblicazioni, Roma.
- SGGE, Tucci, Parasacchi (eds.) (2017), *Verso l'attuazione del Manifesto della Green Economy per l'architettura e l'urbanistica. Obiettivi, ambiti di indirizzo, strategie prioritarie*, SUSDEF Pubblicazioni, Roma.
- Smit, B., Pilifosova, O. (2001), *Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity*. Contribution of the Working Group to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
- Tucci, F. (2013), "Progettazione Ambientale, tra emergenza e scarsità di risorse: alcune riflessioni di metodo | Environmental Design with regard to emergency and scarce resources: a few method reflections". *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 05/2013, pp. 44-52.
- Tucci, F. (2018a), "Resilienza ed economie green per il futuro dell'architettura e dell'ambiente costruito | Resilience and green economies for the future of architecture and the built environment". In: *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. n. 15/2018; pp. 153-164.
- Tucci, F. (2018b), *Costruire e Abitare Green. Approcci, Strategie, Sperimentazioni per una Progettazione Tecnologica Ambientale | Green Building and Dwelling. Approaches, Strategies, Experimentation for an Environmental Technological Design*. Altralinea, Firenze.
- Un Habitat (2011), *Saving Cities: Adaptation as part of Development*, United Nations Human Settlements Programme Publishing.
- UNEP (United Nations Environment Program) (2008), *Global Green New Deal*, UNEP Publishing, Brussels.
- UNEP (United Nations Environment Programme) (2011), *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, UNEP Publishing, Brussels.
- UNEP (United Nations Environment Programme) (2012), *Green Economy Coalition*, UNEP Publishing, Brussels.
- Wallace-Wells, D. (2017), "When will Climate Change make the Earth too Hot for Humans?", *New York Magazine*, issue 9 July 2017.
- Zolli, A. Healy, A.M. (2015), *Resilienza. La scienza di adattarsi ai cambiamenti*, RCS Libri, Milano.

## **2. QUADRO DELLE MINACCE, VULNERABILITÀ-CHIAVE, RISCHI-CHIAVE ED EMERGENTI PRESENTI SULL'AMBIENTE COSTRUITO URBANO IN REGIME DI CAMBIAMENTI CLIMATICI AGGRAVATI DALLA SCARSITÀ DI RISORSE**

### **2.1. Vulnerabilità e rischi per le città in relazione alle minacce di aumento del livello del mare, di inondazione delle coste e di piene determinate dalle tempeste**

Un gran numero di regioni europee nelle aree urbane costiere già da tempo si trova ad affrontare regolarmente problemi di gestione dei rischi legati alle minacce di aumento del livello del mare, di inondazione delle coste e di piene determinate dalle tempeste (Barredo, 2006, Lugeri et al., 2010; Dosio, 2016; ISPRA 2018), e all'interno di una previsione globale di aumento delle temperature le proiezioni mostrano un'ulteriore crescita dei seguenti fattori: il rischio di inondazioni costiere, in particolare per le città lungo le coste nord-occidentali europee, dell'Italia del Nord e della Romania, a causa della combinazione di innalzamento del livello del mare e di incremento delle mareggiate straordinarie; il rischio di inondazioni dei fiumi, in particolare in molte aree dell'Europa occidentale e centro-orientale; l'aumento delle problematiche legate al drenaggio urbano, con probabili inondazioni di vario tipo nell'Europa occidentale e settentrionale. Tra il 1950 e il 2006 ci sono stati 12 eventi alluvionali in Europa (inondazioni improvvise ed esondazioni dei fiumi) con il numero di incidenti mortali che ha sempre superato la quota 100 (Barredo, 2006). Dal 2007 ad oggi, in un quarto del tempo, ve ne sono state altrettante. Le gravi inondazioni verificatesi in Europa nella prima parte di questo secolo sono state principalmente causate da eventi di pioggia intensa in quanto le aree costiere e i fiumi, nel loro ruolo storico di importanti arterie per il trasporto e il commercio, sono il fattore comune della maggior parte delle grandi città e degli agglomerati urbani europei (EEA, 2012, EEA, 2018; IPCC, 2018).

Dal 2002 (compreso) ad oggi si sono avuti anni da record, con importanti eventi alluvionali in numerosi Stati membri dell'UE e danni materiali che per i soli eventi del 2002 sono stati quantizzati fino ad oggi in oltre 21 miliardi di dollari. Le inondazioni costiere dovute a mareggiate, con temporanei aumenti del livello del mare al di sopra del normale intervallo di marea, possono in particolare causare importanti estensioni degli estuari costieri urbani o del delta dei fiumi, con forti inondazioni ed erosione del territorio circostante (EEA et al., 2008; EEA, 2018a; IPCC, 2018). Tali tipologie di inondazioni sono in alcuni casi esacerbate dalle inondazioni dei fiumi, quando questi non sono in grado di scaricare la quantità di acqua in eccesso in mare a causa dell'aumento del livello del mare stesso. Si consideri inoltre che, sebbene l'innalzamento del livello del mare durante una forte pioggia potrebbe essere temporaneo, i conseguenti possibili episodi di inondazione nell'entroterra possono invece durare molto più a lungo a seconda della capacità di drenaggio propria delle aree colpite. L'erosione costiera accelerata, la perdita di terreni e la perdita di vite umane possono essere tutti effetti indiretti delle mareggiate, ai quali si aggiungono problemi di comunicazione, trasporto e isolamento di vasti territori, in particolare in quelle zone costiere dove sono collocate le principali aree urbane di un Paese. In particolare i trasporti e altre infrastrutture critiche situate in pianure alluvionali del fiume e vicino al mare saranno sempre più a rischio di danni e interruzioni per inondazione. (EC, 2018)

I dati degli ultimi quindici anni che riguardano l'innalzamento del livello del mare per l'Europa indicano i maggiori incrementi per le coste baltiche, artiche, e per le coste settentrionali del Mediterraneo (Johansson et al., 2004; Nicholls, 2004; Meier, 2006; EEA, 2012; EEA, 2018a), con un'alta probabilità che l'altezza delle onde aumenti prevalentemente nelle aree urbane costiere dell'Europa nord-occidentale dove si trovano le principali città e i principali centri economici (EEA et al., 2018). Le ultime valutazioni indicano in particolare valori per l'anno 2100 compresi tra 0,97 e 1,56 metri al di sopra del livello medio annuo del mare rispetto al 1990 (Vermeer e Rahmstorf, 2009; EEA, 2012). Di contro, è prevista una leggera diminuzione del numero di tempeste, seppur con un aumento della loro intensità, nello specifico relativamente al Mare del Nord e all'Inghilterra sud-orientale (EEA, 2018a).

Considerando una durata temporale di 100 anni di inondazioni costiere, le città delle coste olandesi, tedesche, belghe e del nord Italia, sono quelle per le quali si prevedono i cambiamenti più importanti.

Nelle attuali condizioni climatiche, il previsto danno previsto dalle inondazioni costiere Expected Annual Damage (EAD) per l'Europa è stimato in € 1,25 miliardi, mentre il numero previsto di persone coinvolte Expected Annual number of People Affected (EAPA) è pari a 102.000 persone, con un incremento, a +2 ° C di riscaldamento, di circa 6 miliardi di euro e l'EAPA salirà a 436.000 persone e superiore, fino ai 60 miliardi di euro entro il 2100 in uno scenario di riscaldamento maggiormente elevato. (EC, 2018)

In questo scenario è possibile estrapolare i principali elementi chiave di vulnerabilità che riguardano in particolare: l'alta esposizione di persone, attività economiche e infrastrutture in zone costiere poco sopra il livello del mare, nelle isole e nelle isole minori; la mancanza di protezione di quella parte della popolazione urbana che vive in condizioni abitative non sicure e delle popolazioni rurali emarginate afflitte da povertà multidimensionale e limitate alternative di sostentamento; l'insufficiente attenzione da parte dei governi locali verso la questione della riduzione del rischio di disastri. Per quanto concerne i rischi-chiave specifici per le aree urbane, questi includono da un lato effetti di distruzione fisica del territorio, quali danni e perturbazioni a mezzi di sussistenza, approvvigionamento alimentare e acqua potabile, e dall'altro effetti oltremodo negativi dal punto di vista sociale e psicologico, quali la perdita di risorse comuni, senso del luogo e identità, specialmente tra popolazioni indigene in zone costiere rurali.

Nonostante tali previsioni non tengano conto di fattori quali argini artificiali o sistemi di drenaggio aggiuntivi, gli *hotspot* che emergono da questa analisi possono in ogni caso essere considerati come base di partenza per verificare la preparazione locale e regionale nell'affrontare future mareggiate a seconda della capacità della specifica area di drenare l'acqua in eccesso. In questo contesto, è evidente che l'erosione costiera accelerata, la perdita di terreni e di vite umane, le interruzioni delle vie di trasporto e delle comunicazioni, sono tutti effetti indiretti delle mareggiate che possono interessare interi Paesi per settimane, e colpire in particolare le aree urbanizzate di quelle coste, ragioni per cui senza politiche e strategie specifiche di adattamento il numero di persone colpite in Europa ogni anno fino al 2080 aumenterebbe significativamente in tutti gli scenari, interessando potenzialmente tra le 775.000 e i 5,5 milioni di persone (Ciscar et al., 2011; EEA, 2018b; IPCC, 2018).

In aggiunta a tale scenario, si considerino infine quelli che sono i rischi emergenti relativi all'interazione tra rapido tasso di urbanizzazione, innalzamento del livello del mare, crescita di attività economiche, scomparsa di risorse naturali e limiti della sicurezza, oltre che il trasferimento dell'onere della gestione del rischio dallo Stato agli stessi soggetti a rischio, comportando nel complesso una situazione di notevole disparità.

## References

- Barredo, J. I. (2006), 'Major flood disasters in Europe: 1950–2005', *Natural Hazards*, 42(1) 125–148.
- Ciscar, J. C., Iglesias, A., Feyen, L., Szabo, L., Van Regemorter, D., Amelung, B., Nicholls, R., Watkiss, P., Christensen, O. B., Dankers, R., Garrote, L., Goodess, C. M., Hunt, A., Moreno, A., Richards, J. and Soria, A. (2011), 'Physical and economic consequences of climate change in Europe', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7) 2 678–2 683.
- Dosio, A. (2016), Projections of climate change indices of temperature and precipitation from an ensemble of bias-adjusted high-resolution EURO-CORDEX regional climate models, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121.
- EEA, JRC and WHO (2008), *Impacts of Europe's changing climate: 2008 indicator-based assessment*, EEA Report No 4/2008, European Environment Agency.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environment Agency) (2018a), *National climate change vulnerability and risk assessments in Europe*, 2018, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environment Agency) (2018b), *Adapting to climate change: European countries assess vulnerability and risks*, available at: <https://www.eea.europa.eu/highlights/adapting-to-climate-change-european>
- EC (European Commission) (2018), *Climate impacts in Europe. Final report of the JRC PESETA III project*. Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- ISPRA (2018), *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*, ISPRA Edizione 2018. Roma.
- Johansson, M., Kahma, K., Boman, H. and Launiainen, J. (2004), 'Scenarios for the sea level on the Finnish coast', *Boreal Environ Research*, (9) 153–166.
- Lugeri, N., Kundzewicz, Z. W., Genovese, E., Hochrainer, S. and Radziejewski, M. (2010), 'River flood risk and adaptation in Europe—assessment of the present status', *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 15(7) 621–639.
- Meier, H. E. M. (2006), 'Baltic Sea climate in the late twenty-first century: a dynamical downscaling approach using two global models and two emission scenarios', *Climate Dynamics*, 27(1) 39–68.
- Nicholls, R. J. (2004), 'Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: changes under the SRES climate and socio-economic scenarios', *Global Environmental Change*, 14(1) 69–86.
- Vermeer, M. and Rahmstorf, S. (2009), 'From the Cover: Global sea level linked to global temperature', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(51) 21 527–21 532.

**QUADRO DELLE MINACCE, VULNERABILITÀ CHIAVE, RISCHI CHIAVE ED EMERGENTI PRESENTI SULL'AMBIENTE COSTRUITO URBANO IN REGIME DI CAMBIAMENTI CLIMATICI AGGRAVATO DALLA SCARSITÀ DI RISORSE**

N°	MINACCE	VULNERABILITÀ CHIAVE	RISCHI CHIAVE PER LE CITTÀ	RISCHI EMERGENTI
I	Aumento del livello del mare, inondazione delle coste e piene determinate dalle tempeste	Alta esposizione di persone, attività economiche e infrastrutture in zone costiere poco sopra il livello del mare, nelle isole e nelle isole minori  Popolazione urbana non protetta a causa di abitazioni sotto gli standard e assicurazioni inadeguate. Popolazioni rurali emarginate afflitte da povertà multidimensionale e alternative di sostentamento limitate  Insufficiente attenzione da parte del governo locale verso la questione della riduzione del rischio di disastri	Distruzione, danni e perturbazioni a mezzi di sussistenza, approvvigionamento alimentare e acqua potabile  Perdita di risorse comuni, senso del luogo e identità, specialmente tra popolazioni indigene in zone costiere rurali	Interazione tra un rapido tasso di urbanizzazione, aumento del livello del mare, crescita di attività economiche, scomparsa di risorse naturali e limiti della sicurezza; trasferimento dell'onere della gestione del rischio dallo stato agli stessi soggetti a rischio, portando a una situazione di notevole disparità
II	Precipitazioni estreme, alluvioni nell'entroterra e piene/esondazioni dai bacini dei fiumi	Cospicuo numero di persone nelle aree urbane esposte ad eventi alluvionali, specialmente negli insediamenti informali a basso reddito  Infrastrutture urbane di drenaggio sovraccariche, datate e scarsamente manutenzionate e limitata abilità di gestione e adattamento a causa di marginalizzazione, alto livello di povertà e imposizioni culturali di genere  Insufficiente attenzione da parte del governo verso la questione della riduzione del rischio di disastri	Distruzione, danni e perturbazioni alla sicurezza degli individui, specialmente di bambini, anziani e persone diversamente abili	Interazione tra aumento della frequenza delle precipitazioni intense, urbanizzazione, limiti della sicurezza; trasferimento dell'onere della gestione del rischio dallo stato agli stessi soggetti a rischio, portando a una situazione di notevole disparità, e all'erosione di attività a causa del danno ad infrastrutture, dell'abbandono di distretti urbani e della creazione di spazi "trappola" connotati da alto rischio/alta povertà
III	Siccità, aridità	Popolazioni urbane dotate di servizi di approvvigionamento inadeguati. Attuale scarsità d'acqua (e approvvigionamento irregolare), e ostacoli all'incremento dell'approvvigionamento  Carente capacità e resilienza nei regimi di gestione della risorsa idrica, compresi i rapporti tra il contesto urbano e rurale	Severi danni e impatti economici determinati dall'approvvigionamento idrico carente per persone e industrie	Interazioni tra urbanizzazione, insufficienti infrastrutture e l'esaurimento delle falde acquifere
IV	Riscaldamento estremo, variabilità dell'arrivo e della distribuzione del calore estremo	Esposizione delle popolazioni più povere in aree urbane e rurali all'insicurezza alimentare, in particolare agricoltori che sono compratori netti di prodotti alimentari, persone con un basso reddito e economie dipendenti dall'agricoltura che prevedono l'importazione netta di prodotti alimentari. Limitata capacità di sostentamento di comunità guidate da anziani e donne	Rischio di danno e perdita di vite a causa di un'inversione nel processo di riduzione della malnutrizione. Rischio di danni ingenti, incendi e perdite di vite per eccesso di caldo, soprattutto nella parte di popolazione più debole, anziani, bambini, donne	Le interazioni tra cambiamento climatico, crescita della popolazione, riduzione della produttività, coltivazioni agricole da biocombustibili, prezzi di prodotti alimentari con persistenti disparità, e l'attuale insicurezza alimentare delle fasce più povere accrescono la malnutrizione, aprendo la strada al crescente peso delle malattie. L'esaurimento delle reti sociali riduce la capacità di risposta
V	Combinazione dei fattori di elevazione delle temperature terrestri, cambiamento dei modelli delle precipitazioni, intensificazione delle isole di calore, aumento della frequenza delle ondate di calore estremo, con nuovi fenomeni di ventosità estrema, nuovi cicloni, uragani, tifoni	Suscettibilità dei sistemi antropici, degli ecosistemi agricoli e di quelli naturali alla perdita di controllo su parassiti, malattie, incendi, frane, erosione, inondazioni, valanghe, qualità dell'acqua e clima locale; perdita della disponibilità di cibo, bestiame, fibre e bioenergia; perdita di possibilità di ricreazione, turismo, valore estetico e storico, biodiversità	Riduzione di biodiversità e potenziale perdita di importanti servizi ecosistemici. Rischio di perdita di specie endemiche, di ibridazione di diversi tipi di ecosistemi, e di crescente dominazione di organismi invasivi	Interazione dei sistemi socio-ecologici con la perdita dei servizi ecosistemici da cui essi dipendono
VI	Determinazione di rischi sistemici da parte delle nuove minacce	Popolazioni e infrastrutture esposte ad un'esperienza storica carente nell'ambito delle minacce citate  Pianificazione della gestione e progettazione delle infrastrutture eccessivamente <i>hazard-specific</i> e/o scarsa capacità di previsione	Aumento della mortalità e malattia in periodi di calore estremo e più in generale di diffusione dei rischi sistemici connessi con l'improvviso arrivo di sempre nuove minacce	Le interazioni determinate dall'interdipendenza sistemica tra sistemi abbinati comporta la moltiplicazione degli impatti degli eventi estremi. La riduzione della coesione sociale a causa della perdita di fiducia verso le istituzioni preposte alla gestione mina la preparazione e la capacità di risposta

LEGENDA:

 Vulnerabilità sociale  
 Vulnerabilità economica  
 Vulnerabilità ambientale  
 Vulnerabilità istituzionale  
 Esposizione

## **2.2. Vulnerabilità e rischi per le città in relazione alle minacce di precipitazioni estreme, di alluvioni nell'entroterra e di piene/esondazioni dai bacini dei fiumi**

Le inondazioni urbane provocate da eventi di precipitazioni estreme si verificano in concomitanza di una insufficiente capacità del sistema di condotte idriche o di un sistema di drenaggio poco efficace, per cui l'acqua in eccesso percorre strade e altri sentieri meno resistenti, allagando le zone più basse. Risulta infatti ormai evidente che la presenza di suoli saturi o impervi, tipica delle aree molto costruite, con importanti infrastrutture e un'alta impermeabilizzazione della superficie, impedisce alle precipitazioni di infiltrarsi nel terreno, causando un deflusso superficiale che può essere superiore alla capacità di drenaggio locale, con il rischio di possibili inondazioni delle falde acquifere che possono portare a un lento spostamento e innalzamento delle acque sotterranee in prossimità delle falde freatiche. Le proiezioni effettuate mediante simulazioni che utilizzano modelli climatici globali e regionali, mostrano per i prossimi anni un ulteriore aumento del rischio di inondazioni in Europa settentrionale durante tutte le stagioni, una diminuzione per l'Europa meridionale, mentre in Europa centrale le precipitazioni dovrebbero aumentare in inverno e diminuire in estate (Christensen e Christensen, 2007; Van der Linden e Mitchell, 2009; Harris et al., 2010; ISPRA, 2018; IPCC, 2018), ponendo l'accento sul fatto che, oltre ai fenomeni di precipitazioni estreme, anche l'accumulo di neve in alta quota associato con l'aumento delle temperature in atto possa essere determinante nel causare fenomeni alluvionali, con lo scioglimento delle nevi che inizia sempre prima nell'arco dell'anno portando a picchi di piene dei corsi d'acqua.

Le esondazioni dei fiumi si verificano infatti quando il volume del deflusso fluviale supera le capacità di deflusso locali. Questo può avvenire a causa di singoli eventi, quali forti precipitazioni, scioglimento della neve nelle zone a monte e mareggiate, o in casi di concomitanza di tali fenomeni naturali, motivo per cui è evidente che le possibili condizioni del terreno, se lasciato libero, vegetato o impiegato in altro modo, hanno un impatto diretto sulla quantità del deflusso generato. Nei casi in cui vi sia un rapido accumulo e rilascio di acque di scarico dalle aree montane per precipitazioni estreme, frane, rotture improvvise di una diga o guasti nei sistemi di drenaggio e controllo delle inondazioni, si è invece in presenza di piene improvvise, con un forte aumento della quantità d'acqua che causa alte velocità di flusso. Al di sopra degli spartiacque naturali, i fenomeni di piena si verificano tipicamente nel caso di più di 200 mm di pioggia in meno di sei ore, mentre nelle aree edificate anche precipitazioni di 50 mm nell'arco di un'ora possono produrre un'alluvione locale.

Si stima che in Europa il 40% delle vittime legate alle inondazioni nel periodo 1950-2006 è stato causato da inondazioni improvvise, verificatesi in una cintura geografica che attraversa l'Europa a partire dal Mediterraneo occidentale (Catalogna e Francia sud-occidentale) fino al Mar Nero, coprendo l'Italia settentrionale, la Slovenia, l'Austria, la Slovacchia e la Romania (Barredo, 2006; Marchi et al., 2010; UNHabitat, 2016). Nelle regioni mediterranee e alpine-mediterranee, le inondazioni improvvise si verificano prevalentemente in autunno, mentre nelle regioni continentali la loro presenza aumenta durante l'estate. Inoltre, le inondazioni improvvise nelle aree mediterranee sono generalmente più intense e l'estensione spaziale e la durata degli eventi sono maggiori rispetto alle aree continentali.

Le proiezioni dei fenomeni alluvionali eseguite dal progetto ClimWatAdapt finanziato dalla Commissione Europea, mostrano entro il 2025 un importante aumento del livello delle acque lungo la costa del Mare del Nord, nei Paesi Bassi, in Belgio, Regno Unito, Irlanda e Norvegia. Si stima che nel 2050 un singolo grave evento ogni 100 anni potrebbe causare pericolose alluvioni in oltre l'80% delle superfici di Regno Unito, Francia occidentale, Belgio, Paesi Bassi, Germania occidentale, Finlandia, Portogallo e Spagna, senza considerare che nelle regioni per le quali è previsto un aumento delle precipitazioni medie è anche molto probabile che si verifichino eventi con precipitazioni intense (frequenza o proporzione delle precipitazioni totali) (IPCC, 2012; IPCC, 2018).

La variazione annua prevista dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) nei giorni con forti piogge per il periodo 2071-2100, rispetto al periodo di riferimento 1961-1990, riporta in particolare una divisione tra Nord e Sud che coincide con la linea di separazione immaginaria segnata dalle Alpi. Le proiezioni per le regioni a Sud della linea riportano un calo del numero di giorni con precipitazioni estreme (anche di oltre 5 giorni), mentre per la maggior parte delle regioni situate a Nord della linea si prevede un aumento da uno a tre giorni, ad eccezione delle coste della Norvegia, dell'Irlanda, del Regno Unito occidentale e di alcune parti al largo della costa atlantica francese, per le quali si stima un aumento compreso tra i 4 e i 13 giorni (Greiving et al., 2011; EEA, 2018). Altro dato interessante riguarda come anticipato il grado di impermeabilizzazione media dei suoli appartenenti alle aree urbane, per cui le città con un'elevata impermeabilizzazione del suolo e un numero crescente di eventi intensi di precipitazioni, in particolare nell'Europa nord-occidentale

e settentrionale, risultano esposte a un rischio più elevato di inondazioni. Allo stesso modo, anche le aree urbane situate in regioni aventi un numero previsto decrescente di precipitazioni ma caratterizzate da un'alta impermeabilizzazione del suolo, sono comunque esposte a rischi di inondazione.

In questo quadro, gli elementi chiave di vulnerabilità riguardano nello specifico: il cospicuo numero di persone esposte nelle aree urbane ad eventi alluvionali, specialmente negli insediamenti informali a basso reddito; le infrastrutture urbane di drenaggio sovraccariche, datate e scarsamente mantenute, unite con la limitata abilità di gestione e adattamento, dovuta a situazioni di marginalizzazione, alto livello di povertà e imposizioni culturali di genere; una insufficiente attenzione da parte dei governi verso la questione della riduzione del rischio di disastri. L'allerta riguarda in particolare quelle città nelle quali la proporzione di persone anziane presenta percentuali relativamente alte, presenti per la maggior parte in Belgio, Germania e Italia, alle quali si aggiungono le considerazioni relative agli altri fattori che alzano il rischio di vulnerabilità quali basso reddito, stato sociale, tipologia di alloggi, quantità e qualità di servizi essenziali come asili, scuole, ospedali e case di riposo (Schauser et al., 2010; WEF, 2018).

Tali eventi dipendono infatti da una serie complessa di fattori (l'intensità e la durata delle precipitazioni, le condizioni della superficie, la topografia e la pendenza del bacino ricevente, ecc.), motivo per cui non risulta affatto scontato svolgere valutazioni del rischio futuro, in particolare a livello sovranazionale, tenendo presente che il potenziale impatto (vittime, danni economici) potrebbe aumentare in una serie di regioni a causa della crescente antropizzazione del suolo (Marchi et al., 2010; EEA, 2012). In aree densamente popolate le inondazioni improvvise sono più distruttive di altre tipologie di inondazioni proprio a causa della loro natura imprevedibile e di correnti insolitamente forti, che trasportano concentrazioni superiori alla norma di sedimenti e detriti, concedendo poco tempo alle comunità per prepararsi adeguatamente al loro arrivo, con rischi gravi per le città che includono distruzione, danni e perturbazioni alla sicurezza degli individui, specialmente di bambini, anziani e persone diversamente abili.

Si consideri che esistono anche in questo caso gravi rischi emergenti che riguardano le interazioni tra aumento della frequenza delle precipitazioni intense, urbanizzazione e limiti della sicurezza, nonché il trasferimento dell'onere della gestione del rischio dallo Stato agli stessi soggetti a rischio, portando da un lato a una situazione di notevole disparità e dall'altro all'erosione di attività economico-produttive dovuta ai danni alle infrastrutture, all'abbandono di distretti urbani e alla creazione di spazi "trappola" connotati da situazioni di alto rischio/alta povertà (EC, 2018).

## References

- Barredo, J. I. (2006), 'Major flood disasters in Europe: 1950–2005', *Natural Hazards*, 42(1) 125–148.
- Christensen, J. Hesselbjerg and Christensen, O. B., 2007, 'A summary of the PRUDENCE model projections of changes in European climate by the end of this century', *Climatic Change* 2007-3-17, 81(S1) 7–30.
- EC (European Commission) (2018), *Climate impacts in Europe. Final report of the JRC PESETA III project*. Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA, JRC and WHO, 2008, *Impacts of Europe's changing climate: 2008 indicator-based assessment*, EEA Report No 4/2008, European Environment Agency.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environment Agency) (2018), *National climate change vulnerability and risk assessments in Europe*, 2018, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- Greiving, S. et al. (2011), *ESPON Climate. Climate change and territorial effects on regions and local economies*, Dortmund.
- Harris, G. R., Collins, M., Sexton, D. M. H., Murphy, J. M. and Booth, B. B. (2010), 'Probabilistic projections for 21st century European climate', *Natural Hazards and Earth System Science*, 10(9) 2 009–2 020.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2012), 'Summary for Policymakers. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation', in: Field, C.B., Barros, V., Stocker, T.F., Qin, D., Dokken, D.J., Ebi, K.L., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Plattner, G.-K., Allen, S.K., Tignor, M., and Midgley, P.M. (eds), *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- ISPRA (2018), *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*, ISPRA Edizione 2018. Roma.
- Marchi, L., Borga, M., Preciso, E. and Gaume, E. (2010), 'Characterisation of selected extreme flash floods in Europe and implications for flood risk management', *Journal of Hydrology*, 394(1–2), 118–133.

- Van der Linden, P. and Mitchell, J. F. B. (2009), *Climate change and its impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project*, Met Office Hadley Centre, Exeter.
- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandner, J.-J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A. and McCallum, S. (2010), *Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts*, Scoping study, ETC/ACC Technical Paper, European Topic Centre on Air and Climate Change, Bilthoven.
- Un-Habitat (2016), *Urbanization and Development: Emerging Futures*, United Nations Human Settlements Programme Publishing.
- WEF (World Economic Forum) (2018), *The Global Risks Report 2018*, 13th Edition, World Economic Forum, Switzerland

### 2.3. Vulnerabilità e rischi per le città in relazione alle minacce di siccità e aridità

La disponibilità di acqua pulita e fresca in quantità adeguate è un requisito fondamentale per il benessere ambientale, per garantire la salute umana e per alimentare l'economia attraverso l'attività industriale, la produzione energetica e i trasporti.

Una nota importante riguarda la differenza tra i fenomeni che riguardano (e causano) periodi di scarsità d'acqua e quelli relativi a periodi di siccità. In particolare, la scarsità d'acqua si riferisce agli squilibri idrici tra la domanda d'acqua e le risorse naturali disponibili, verificandosi nei casi in cui la domanda di acqua supera la capacità di offerta delle risorse naturali, con il rischio di portare anche problematiche connesse con la qualità dell'acqua stessa. Tali situazioni emergono in aree che storicamente presentano una scarsa disponibilità di acqua o di precipitazioni, oppure in regioni con un elevato consumo di acqua causata da un'elevata densità di popolazione o in conseguenza di un'intensa attività agricola e industriale.

La siccità si riferisce invece a una diminuzione temporanea della disponibilità di acqua. Si può fare una distinzione tra siccità meteorologica (scarse precipitazioni), siccità idrologica (basso flusso fluviale o livelli bassi di acque sotterranee) e siccità agricola (basso contenuto di umidità nel suolo), sebbene la causa principale delle emergenze legate alla siccità sia solitamente rintracciabile nella mancanza di precipitazioni, con alte temperature e tassi di evapotraspirazione che possono esacerbarne l'acutezza e la durata.

Nel corso del XX secolo si è registrata una chiara tendenza verso condizioni climatiche più asciutte, con una forte diminuzione delle precipitazioni in tutte le regioni del Mediterraneo, con l'eccezione della Spagna nord-occidentale e della maggior parte della Turchia, che rivelano un aumento dell'umidità (Sousa et al., 2011; EU, 2016). Di conseguenza, gravi episodi di siccità (meteorologica e idrologica) sono diventati più frequenti e persistenti, in particolare nelle zone balcaniche ed iberiche. L'area totale colpita dalla carenza idrica e la siccità ha raddoppiato la propria superficie negli ultimi 30 anni, passando dal 6 al 13% (EC, 2007; Barredo, 2018). La durata di ciascun evento, così come l'area interessata, varia considerevolmente da regione a regione: nei Paesi che si affacciano sul Mediterraneo la siccità può durare uno o più anni, mentre nei Paesi centrali e settentrionali i periodi di siccità durano al massimo diversi mesi, con alcune eccezioni relative a regioni specifiche nelle quali sono meno lunghi ma si verificano con maggior frequenza.

Durante la siccità del 2003, la zona colpita ha incluso trasversalmente diversi Paesi europei, tra cui il Portogallo, la Spagna, la Repubblica Ceca, la Romania e la Bulgaria (EEA, 2010; IPCC, 2018), evidenziando ad ogni modo quanto tali eventi non siano esclusivi delle aree a clima secco, ma riguardano ad oggi diverse regioni del continente, con episodi periodici di scarsità d'acqua e siccità che pongono in essere problematiche molto serie affrontate spesso volte mediante misure di risoluzione drastiche, come l'importazione di acqua da altre regioni o la riduzione dell'approvvigionamento idrico domestico in percentuali che possono raggiungere anche il 30%.

In termini di elementi chiave di vulnerabilità, è evidente che fattori climatici e fattori socio-economici sono entrambi trainanti, includendo le seguenti condizioni: popolazioni urbane dotate di servizi di approvvigionamento idrico inadeguati; attuale scarsità d'acqua (e approvvigionamento irregolare) e ostacoli all'incremento dell'approvvigionamento; carente capacità e resilienza nei regimi di gestione della risorsa idrica, compresi i rapporti tra il contesto urbano e rurale. A tale scopo esiste il cosiddetto indicatore di stress idrico (WEI) che descrive il rapporto tra i prelievi totali e la disponibilità di acqua, illustrando in che misura la domanda totale di acqua esercita pressione sulle risorse idriche disponibili in un dato territorio e indicando di conseguenza i territori che hanno un'elevata domanda di acqua rispetto alle loro risorse.

Tra i numerosi fattori che contribuiscono alla crescita di tali fenomeni, alcuni sono (come anticipato) direttamente connessi alla geografia dei territori, altri invece non risultano correlati alle caratteristiche ambientali. A titolo esemplificativo, nonostante in Europa le risorse di acqua dolce siano ampiamente

disponibili, la loro distribuzione spaziale e temporale crea zone con quantità d'acqua inadeguate e situazioni di siccità periodica. Tra i fattori non ambientali si nominano in particolare:

- le politiche di tariffazione dell'acqua, che generalmente non riflettono il livello di sensibilità delle risorse idriche a livello locale. Il principio del "chi usa paga" viene raramente implementato, portando spesso ad una cattiva gestione delle risorse idriche;
- le strategie di pianificazione spaziale, che possono comportare squilibri tra il fabbisogno idrico e le risorse esistenti;
- la gestione di tutti i settori che utilizzano l'acqua. In Europa il settore energetico è il principale utente con il 45%, seguito dall'agricoltura con il 22% e dall'approvvigionamento idrico pubblico con il 21% (EEA, 2010; EEA, 2012, EEA, 2018). Si consideri inoltre il settore del turismo, che esercita una forte pressione stagionale sull'uso dell'acqua, specialmente in Europa meridionale e nelle zone costiere;
- lo spreco per inefficienza dei sistemi: i Paesi europei sprecano tra il 10 e il 25% della loro acqua a causa di perdite nelle reti pubbliche di approvvigionamento idrico e irrigazione, di inadeguati apparecchi per l'acqua nelle abitazioni, e di pratiche inefficienti nelle attività agricole e industriali (EEA, 2010; Coyle, 2016).

Le previsioni dell'EEA mostrano inoltre che le risorse idriche diminuiranno nei prossimi decenni non solo a causa del crescente squilibrio tra la domanda e la disponibilità di acqua, ma anche per la maggiore frequenza e intensità dei periodi di siccità previsti in molte parti d'Europa, con rischi gravi per le città che includono severi danni e impatti economici determinati dall'approvvigionamento idrico carente per persone e attività industriali, e rischi emergenti che riguardano le interazioni tra crescente urbanizzazione, insufficienti infrastrutture ed esaurimento delle falde acquifere.

## References

- Barredo J.I., Mauri A., et al (2018), 'Assessing Shifts of Mediterranean and Arid Climates Under RCP4.5 and RCP8.5 Climate Projections in Europe', *Pure Appl. Geophys.* 175, pp 3955–3971
- Coyle, S.J. (2016), *Sustainable and resilient communities. A comprehensive Action Plan for Architecture, Cities and Regions*, John Wiley & Sons Inc., Hoboken.
- EC (European Commission) (2007), *Water scarcity and droughts — In-depth assessment*, Second interim report.
- EEA (European Environmental Agency) (2010), *The European environment — state and outlook 2010: Thematic assessment — Water scarcity and droughts, floods and hydromorphology*, European Environment Agency Editions.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environmental Agency) (2018), *National climate change vulnerability and risk assessments in Europe*, 2018, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EU (European Union) (2016), *Quality of life in European cities 2015*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- Sousa, P. M., Trigo, R. M., Aizpurua, P., Nieto, R., Gimeno, L. and Garcia-Herrera, R. (2011), 'Trends and extremes of drought indices throughout the 20th century in the Mediterranean', *Natural Hazards and Earth System Science*, 11(1) 33–51.

## 2.4. Vulnerabilità e rischi per le città in relazione alle minacce di riscaldamento estremo, e di variabilità dell'arrivo e della distribuzione del calore estremo

Dagli anni '70 l'Europa ha visto un aumento della temperatura pari a 0,3°C per decennio, con una importante crescita degli effetti negativi dovuti alle sempre più frequenti ondate di calore (Klein Tank e Können, 2003). Le estati che hanno registrato le temperature più calde in Europa degli ultimi 500 anni (Barriopedro et al., 2011; IPCC, 2018) si sono verificate nell'ultimo ventennio (EC, 2013; EEA, 2018; IPCC, 2018), e gli scenari futuri in termini di cambiamenti climatici indicano una probabilità crescente di comparsa di ondate di calore "mega" (ovvero prolungate su vaste regione) in aree altamente popolate (Barriopedro et al., 2011; Gardi, 2013; IPCC, 2018), con possibili aumenti di lunghezza, frequenza e/o intensità dei periodi caldi (Fischer

e Schär, 2010; IPCC, 2012; IPCC, 2018). Questo riguarda in particolare l'Europa meridionale, influenzata dall'alternanza di calde giornate estive e notti tropicali, ma va considerato che le proiezioni future indicano, oltre a un aumento della frequenza e della durata delle ondate di calore (Sterl et al., 2008; Barriopedro et al., 2011; EEA, 2012; IPCC, 2018), anche una chiara espansione verso Nord, con l'estate eccezionale del 2003 che nella metà del XXI secolo potrà essere considerata "un'estate normale" (Fischer e Schär, 2010; Schär et al., 2004; ICLEI, 2012).

In particolare, tra i disastri naturali causati negli ultimi decenni dai cambiamenti climatici in atto, le ondate di calore sono in Europa il fenomeno che ha causato il maggior numero di vittime (EEA, 2010; Copernicus Climate, 2018). A titolo esemplificativo, si stima che l'ondata di calore dell'estate del 2003 abbia causato circa 70.000 morti in un periodo di quattro mesi nei Paesi centrali e occidentali del continente (Brücker, 2005; Robine et al., 2008; Sardon, 2007), dimostrando che questa problematica non si rivolge ai soli Paesi del Sud dell'Europa, ma colpisce anche quei luoghi nei quali gli episodi di ondate di calore sono storicamente rari e dove le temperature stanno superando di molto le tipiche condizioni stagionali, come il Belgio, la Germania, i Paesi Bassi, la Svizzera e il Regno Unito (D'Ippoliti et al., 2010; EEA, 2017). Questi dati mostrano quanto, sebbene la locuzione "ondata di calore" non trovi ad oggi una definizione generalmente valida, in quanto essa modifica il suo significato a seconda del Paese, e persino del settore, al quale ci si riferisce (WHO, 2004), in termini generici un'ondata di calore si può definire come un periodo prolungato di tempo insolitamente caldo, identificando l'"insolitamente caldo" in relazione al clima tipico del contesto di riferimento.

L'aumento del tasso di mortalità è senza dubbio l'impatto più drammatico delle ondate di calore, sebbene l'esposizione a tali improvvise modifiche della temperatura possa avere anche altri impatti negativi sulla salute umana e sul benessere. Il corpo umano ha infatti la capacità di mantenere la propria temperatura interna a circa 37°C grazie a quei meccanismi fisiologici che scattano autonomamente per prevenire lo stress termico: produzione di sudore, aumento della gittata cardiaca e reindirizzamento del flusso sanguigno verso la pelle (Hajat et al., 2010). Studi scientifici dimostrano tuttavia da anni che la capacità dell'essere umano di abituarsi al calore opera fino a un certo livello, superato il quale i meccanismi fisiologici di adattamento possono diventare dannosi, con forti implicazioni per la salute (Martens, 1998; Haines et al., 2006), in particolare per determinate categorie di persone più vulnerabili, come le persone anziane, i bambini, le donne in stato interessante e le persone che utilizzano determinati farmaci (Kovats e Shakoor Hajat, 2009).

Per quanto riguarda la salute umana e la sensibilità sociale a tali cambiamenti, si consideri che il forte grado di rischio dipende dal fatto che la maggior parte delle persone in Europa vive in aree urbane aventi una densità abitativa già molto alta che è destinata ad aumentare nel prossimo futuro (UN, 2010; EEA, 2012; EEA, 2018). Come anticipato in precedenza, alcune categorie di persone sono inoltre più sensibili al calore rispetto ad altre. Si prendano ad esempio le persone dai 65 anni in su, che rappresentano attualmente circa il 17% della popolazione totale dell'Europa ma raggiungeranno circa il 30% entro il 2060, mentre la quota di persone che hanno più di 80 anni (4,4% nel 2008) sarà quasi triplicata nello stesso periodo di tempo (Eurostat, 2008; Schauser et al., 2010; UN-Habitat, 2016). I dati Eurostat già una decina di anni fa fornirono in tal senso una prima valutazione delle differenze a livello europeo riguardo la sensibilità sociale al calore all'interno delle singole città. In particolare, la percentuale di anziani presente all'interno delle principali città europee in relazione alla popolazione totale risulta più alta nei Paesi dell'area che si estende dall'Italia alla Germania e include il nord della Spagna. Tuttavia, mentre in Belgio e in Germania tale percentuale segue la media del Paese, le singole città del nord Italia tendono invece ad avere valori superiori alla media. Per altri Stati come Bulgaria, Francia, Romania, Spagna meridionale e Regno Unito, la percentuale di anziani nella maggior parte delle città è invece inferiore rispetto alle aree rurali.

Ciò nonostante, il fattore età non è l'unico fattore che determina la sensibilità sociale al calore. I soggetti a basso reddito, disabili o malati, i bambini e le minoranze etniche, sono per esempio classificati come soggetti ugualmente vulnerabili (Schauser et al., 2010; Lass, 2011), alle quali si aggiungono in quest'ultimo decennio in particolare le altre caratteristiche socio-economiche locali, quali la qualità del sistema sanitario, la disponibilità di sistemi di allarme termico-sanitario, nonché aspetti culturali e comportamentali, così come fattori fisici quali la qualità costruttiva degli edifici (spessore delle pareti, isolamento o disponibilità di aria condizionata), l'applicazione di sistemi verdi nei tetti e nelle facciate e l'accessibilità degli spazi pubblici (Harlan et al., 2006; Uejio et al., 2011; Tucci, 2018). In particolare, alcuni fattori socio-economici e comportamentali tendono ad aggravare la risposta alle ondate di calore a livello di comunità: meccanismi di isolamento sociale, persone con mobilità ridotta, lavoro intensivo all'aperto, condizioni di basso reddito o povertà (Kovats e Hajat, 2008; Hajat et al., 2010; Wilhelmi and Hayden, 2010; IPCC, 2014; Tucci, 2018). In molti casi, in particolare nei centri urbani, può inoltre accadere che un certo numero di questi fattori

agisca contemporaneamente: le persone aventi un basso livello di reddito hanno maggiori probabilità di incorrere in malattie dovute a stili di vita non corretti e alloggi inadeguati (Kovats e Hajat, 2008; Reid et al., 2009; Sarofim et al., 2016); le persone anziane che hanno maggiori probabilità di essere socialmente isolate possono soffrire di malattie croniche o avere una riduzione delle risposte fisiologiche (Luber e McGeehin, 2008; Martens, 1998; Hajat e Kosatky, 2009; IPCC, 2014; EEA, 2018).

Sulla base di quanto descritto, si può affermare che gli elementi chiave di vulnerabilità riguardano nello specifico: l'esposizione delle popolazioni più povere in aree urbane e rurali all'insicurezza alimentare, nello specifico gli agricoltori, compratori netti di prodotti alimentari, le persone con un basso reddito; le economie dipendenti dall'agricoltura che prevedono l'importazione netta di prodotti alimentari; la limitata capacità di sostentamento di comunità guidate da anziani e donne.

Degno di nota in questo quadro è i tre progetti PESETA (Projection of economic impacts of climate change in sectors of the European Union based on bottom-up analysis) succedutisi nel corso di questi ultimi dieci anni circa, che hanno analizzato l'impatto economico annuale del cambiamento climatico sui settori maggiormente sensibili (sistemi costieri, fluviali, agricoltura, energia, sistemi idrici, trasporti, habitat e turismo). La situazione desta nel complesso una forte preoccupazione, se si considerano le previsioni relative al tasso di mortalità, con 86.000 decessi l'anno in più previsti per il periodo 2071-2100 negli Stati membri dell'UE-27, rispetto alla media UE-25 del periodo 1961-1990, seppur proiettandosi all'interno di uno scenario globale ipotizzato molto grave (EEA et al., 2008; EC, 2018). Numerosi altri studi offrono stime effettuate Paese per Paese, prevedendo un aumento fino al 20% entro il 2050 in Germania (Koppe et al., 2004; EEA, 2017) e del 35% in Portogallo (Dessai, 2003; EEA, 2012). Ciò che risulta evidente è il fatto che le città sono le aree nelle quali gli effetti di tali cambiamenti si sentiranno in maggior misura sulla base della compresenza di diverse condizioni, climatiche e non, che rendono la popolazione più vulnerabile.

I rischi chiave per le città comprendono nel complesso danni e perdita di vite a causa di un'inversione nel processo di riduzione della malnutrizione, ma anche danni ingenti, incendi e perdite di vita per eccesso di caldo, soprattutto nella parte di popolazione più debole (anziani, donne, bambini, diversamente abili, ecc.). In aggiunta, si considerino inoltre i rischi emergenti dovuti alle interazioni tra cambiamento climatico, crescita della popolazione, coltivazioni agricole da biocombustibili, prezzi di prodotti alimentari con persistenti disparità, e l'attuale insicurezza alimentare delle fasce più povere che apre la via al crescente peso delle malattie, con l'esaurimento delle reti sociali che contribuisce a ridurre ulteriormente la capacità di risposta delle comunità.

## References

- Barriopedro, D., Fischer, E. M., Luterbacher, J., Trigo, R. M. and Garcia-Herrera, R. (2011), 'The hot summer of 2010: Redrawing the temperature record map of Europe', *Science*, 332(6026) 220–224.
- Brücker, G., 2005, 'Vulnerable populations: lessons learnt from the summer 2003 heat waves in Europe', *Euro Surveillance*, 10(147).
- Copernicus Climate (2018), *Dry and warm spring and summer*, available at: <https://climate.copernicus.eu/dry-and-warm-spring-and-summer#bb4aa6f8-7b4d-4520-8dad-4d0b77aa2422>
- D'Ippoliti, D., Michelozzi, P., Marino, C., de' Donato, F., Menne, B., Katsouyanni, Klea, Kirchmayer, U., Analitis, A., Medina-Ramón, M., Paldy, A., Atkinson, R., Kovats, S., Bisanti, L., Schneider, A., Lefranc, Agnès, Iñiguez, C. and Perucci, C. A. (2010), 'The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project', *Environmental Health: A Global Access Science Source*, (9) 37.
- Dessai, S. (2003), 'Heat stress and mortality in Lisbon Part II. An assessment of the potential impacts of climate change', *International Journal of Biometeorology*, 48(1) 37–44.
- EC (European Commission) (2013), *Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions*, Brussels, SWD(2013) 132 final
- EC (European Commission) (2018), *Climate impacts in Europe. Final report of the JRC PESETA III project*. Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA, JRC and WHO, (2008), *Impacts of Europe's changing climate: 2008 indicator-based assessment*, EEA Report No 4/2008, European Environment Agency.
- EEA (European Environmental Agency) (2010), *Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe — An overview of the last decade*, EEA Technical report No 13/2010, European Environment Agency.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.

- EEA (European Environment Agency) (2017), *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report*, available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>.
- EEA (European Environment Agency) (2018), *National climate change vulnerability and risk assessments in Europe*, 2018, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- Eurostat (2008), 'Population projections 2008–2060 — from 2015, deaths projected to outnumber births in the EU-27', *Eurostat*, Luxembourg.
- Fischer, E. M. and Schär, C. (2010), 'Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves', *Nature Geoscience*, 3(6) 398–403.
- Gardi, C., Dall'Olio, N., Salata, S. (2013). *L'insostenibile consumo di suolo*, EdicomEdizioni, Monfalcone.
- Haines, A., Kovats, R., Campbell-Lendrum, D. and Corvalan, C. (2006), 'Climate change and human health: impacts, vulnerability, and mitigation', *The Lancet*, 367(9 528) 2 101–2 109.
- Hajat, S. and Kosatky, T., 2009, 'Heat-related mortality: a review and exploration of heterogeneity', *Journal of Epidemiology & Community Health*, 64(9) 753–760.
- Hajat, S., O'Connor, M. and Kosatsky, T. (2010), 'Health effects of hot weather: from awareness of risk factors to effective health protection', *Lancet*, 375(9717) 856–863.
- Harlan, S. L., Brazel, A. J., Prashad, L., Stefanov, W. L. and Larsen, L. (2006), 'Neighborhood microclimates and vulnerability to heat stress', *Social Science & Medicine*, 63(11) 2 847–2 863.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2012), 'Summary for Policymakers. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation', in: Field, C.B., Barros, V., Stocker, T.F., Qin, D., Dokken, D.J., Ebi, K.L., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Plattner, G.-K., Allen, S.K., Tignor, M., and Midgley, P.M. (eds), *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- Klein Tank, A. M. G. and Können, G. P. (2003), 'Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946–99', *Journal of Climate*, 16(22) 3 665–3 680.
- Koppe, C., Kovats, S., Jendritzky, G., Menne, B. and Breuer, D. J. (2004), *Heat waves: risks and responses*, Regional Office for Europe, World Health Organization, Copenhagen.
- Kovats, R. S. and Hajat, Shakoob (2008), 'Heat stress and public health: A critical review', *Annual Review of Public Health*, 29(1) 41–55.
- Lass W., Haas A. (2011), 'Avoiding the Avoidable: Towards a European Heat Waves Risk Governance', *Int. J. Disaster Risk Sci*, 2 (1), pp. 1–14
- Luber, G. and McGeehin, M. (2008), 'Climate change and extreme heat events', *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5) 429–435.
- Martens, W. J. M., 1998, 'Climate change, thermal stress and mortality changes', *Social Science & Medicine*, 46(3) 331–344.
- Reid, C., O'Neill, M., Gronlund, C., Brines, S., Brown, D., Diez-Roux, A. and Schwartz, J. (2009), 'Mapping community determinants of heat vulnerability', *Environmental Health Perspectives*, 117(11) 1 730–1 736.
- Robine, J., Cheung, S., Leroy, S., Vanoyen, H., Griffiths, C., Michel, J. and Herrmann, F. (2008), 'Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003', *Comptes Rendus Biologies*, 331(2) 171–178.
- Sardon, J.-P., 2007, 'The 2003 heat wave', *Euro Surveillance*, 12(3) 226.
- Sarofim, M.C., S. Saha, M.D. Hawkins, D.M. Mills, J. Hess, R. Horton, P. Kinney, J. Schwartz, and A. St. Juliana. (2016), *Chapter 2: Temperature-related death and illness. The impacts of climate change on human health in the United States: A scientific assessment*. U.S. Global Change Research Program, available at: <https://health2016.globalchange.gov>
- Schär, C., Vidale, P. L., Lüthi, D., Frei, C., Häberli, C., Liniger, M. A. and Appenzeller, C. (2004), 'The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves', *Nature*, 427(6972) 332–336.
- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandner, J.-J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A. and McCallum, S. (2010), *Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts — Scoping study, ETC/ACC Technical Paper*, European Topic Centre on Air and Climate Change, Bilthoven.
- Sterl, A., Severijns, C., Dijkstra, H., Hazeleger, W., Jan van Oldenborgh, G., van den Broeke, M., Burgers, G., van den Hurk, B., Jan van Leeuwen, P. and van Velthoven, P. (2008), 'When can we expect extremely high surface temperatures?', *Geophysical Research Letters*, 35(14) L14703.
- Tucci, F. (2018), *Costruire e Abitare Green. Approcci, Strategie, Sperimentazioni per una Progettazione Tecnologica Ambientale | Green Building and Dwelling. Approaches, Strategies, Experimentation for an Environmental Technological Design*. Altralinea, Firenze
- Uejio, C. K., Wilhelmi, O. V., Golden, J. S., Mills, D. M., Gulino, S. P. and Samenow, J. P. (2011), 'Intraurban societal vulnerability to extreme heat: the role of heat exposure and the built environment, socioeconomics, and neighborhood stability', *Health & Place*, 17(2) 498–507.

- UN (United Nations) (2010), *World urbanization prospects, the 2009 revision. Highlights*, United Nations Publishing, New York.
- Un-Habitat (2016), *Urbanization and Development: Emerging Futures*, United Nations Human Settlements Programme Publishing.
- WHO (2004), *Health and Global Environmental Change - Heat-waves: risks and responses*, Colombo Publishing.
- Wilhelmi, O. V. and Hayden, M. H. (2010), 'Connecting people and place: a new framework for reducing urban vulnerability to extreme heat', *Environmental Research Letters*, 5(1) 014021.
- WMO (2019), *Statement on the State of the Global Climate in 2018*. World Meteorological Organization (WMO), <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>

## **2.5. Vulnerabilità e rischi per le città in relazione alle minacce di combinazione dei fattori di elevazione delle temperature terrestri, con cambiamento dei modelli delle precipitazioni, intensificazione delle isole di calore, aumento della frequenza delle ondate di calore estremo, e insorgenza di nuovi fenomeni di ventosità estrema, cicloni, uragani, tifoni**

Le complesse forme di impatto derivanti dalla stratificazione incrociata di diverse cause prima analizzate - temperature più elevate e ondate di calore, aumento della siccità, scarsità d'acqua, e modifica dei modelli delle precipitazioni - comportano come anticipato un'alta probabilità che si inneschino ulteriori questioni socio-economiche legate a minore produttività, fallimento dei servizi, all'approvvigionamento energetico e al mantenimento di servizi di trasporto o di approvvigionamento idrico (Schauser et al., 2010; EEA, 2012; IPCC, 2018), ragion per cui è possibile affermare che, oltre agli effetti diretti sulla salute, gli impatti sociali, economici e ambientali includono i seguenti campi di ricadute sulla vita umana:

- campo di ricadute sul benessere: impatti psicologici, aumento dei disordini sociali;
- campo di ricadute sulle risorse idriche: inquinamento delle acque causato dalla combinazione di bassa portata e calore, scarsità d'acqua, aumento di alcune malattie trasmesse da vettori;
- campo di ricadute sull'economia e sulle infrastrutture: ridotta produttività dei lavoratori in condizioni di caldo estremo, di alluvioni, di ventosità estreme; aumento dei ricoveri ospedalieri e pressione sui servizi di assistenza in estate; aumento del fabbisogno di raffrescamento estivo; guasti all'alimentazione elettrica (Oke, 1982; Wilby, 2008; EEA et al., 2008; Schauser et al., 2010; EU, 2016).

In particolare, gli elementi-chiave di vulnerabilità risultano essere da una parte la suscettibilità dei sistemi antropici, degli ecosistemi agricoli e di quelli naturali alla perdita di controllo su parassiti, malattie, incendi, frane, erosione, inondazioni, valanghe, qualità dell'acqua e clima locale, e dall'altra la perdita della disponibilità di cibo, bestiame, fibre e bioenergia, insieme con la perdita di possibilità di ricreazione, turismo, biodiversità, valore estetico e storico.

Quelli che invece risultano essere i rischi chiave in ambito urbano sono la potenziale perdita di servizi ecosistemici e la riduzione della biodiversità, oltre che il rischio di perdita di specie endemiche, di ibridazione di diversi tipi di ecosistemi, e di crescente dominazione di organismi invasivi (Peretti et al., 2017).

In aggiunta a tali considerazioni è necessaria inoltre la valutazione dei rischi emergenti dovuti all'interazione dei sistemi socio-ecologici con la perdita dei servizi ecosistemici da cui essi dipendono (Bologna et al., 2017).

Relativamente alle ricadute sul benessere, primo punto dell'elenco, è stata presentata una interessante stima di danno anche economico espresso come ricadute sul consumo in relazione a sei categorie di impatto: domanda di energia residenziale, alluvioni costiere, inondazioni interne, produttività del lavoro, agricoltura e mortalità correlata al calore (EC, 2018).

Nello scenario di surriscaldamento elevato, la perdita complessiva di benessere dell'UE è stimata attorno all'1,9% del PIL (240 miliardi di euro) all'anno alla fine del secolo. Le perdite associate alla mortalità correlata al surriscaldamento rappresentano una quota molto significativa dei danni (non attenuati), il resto è, in ordine di importanza, correlato a inondazioni costiere, produttività del lavoro, agricoltura e alluvioni. Si sottolinea inoltre che è il risultato è solo una sottostima del danno in quanto l'elenco degli impatti considerati è incompleto.

## References

- Bologna, R., Rogora, A., Cafiero, G. (2017), “Risposta alle emergenze sociali, promozione del benessere abitativo e della partecipazione”, in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- EC (European Commission) (2018), *Climate impacts in Europe. Final report of the JRC PESETA III project*. Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA, JRC and WHO, (2008), *Impacts of Europe's changing climate: 2008 indicator-based assessment*, EEA Report No 4/2008, European Environment Agency.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EU (European Union) (2016) *Quality of life in European cities 2015*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- Oke, T. R., (1982), ‘The energetic basis of the urban heat island’, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455) 1–24.
- Peretti, G., Magliocco, A., Pollo, R. (2017), “Qualità ecologica: uso efficace delle risorse e dei processi di riciclo, riduzione dei costi ambientali”, in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandt, J.-J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A. and McCallum, S., (2010), *Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts — Scoping study, ETC/ACC Technical Paper*, European Topic Centre on Air and Climate Change, Bilthoven.
- Wilby, R. L., (2008), Constructing climate change scenarios of urban heat island intensity and air quality, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(5) 902–919.

## 2.6. Determinazione di rischi sistemici da parte delle nuove minacce

I cambiamenti climatici in atto possono compromettere seriamente la salute pubblica e avere ricadute su infrastrutture e attività economiche, minacciando l'economia e la qualità della vita. Gli eventi meteorologici estremi provocano in particolare una sempre maggiore vulnerabilità relativamente alle popolazioni e alle infrastrutture esposte ad un'esperienza storica carente nell'ambito delle minacce citate, oltre che a una pianificazione della gestione e progettazione delle infrastrutture eccessivamente *hazard-specific*, spesso associata a una scarsa capacità di previsione.

Fino a quando non si intervenga attivamente nell'impiegare importanti misure di adattamento, i rischi chiave per le città includono gravi fattori, quali l'aumento della mortalità e delle malattie in periodi di calore estremo e più in generale di diffusione dei rischi sistemici connessi con l'improvviso arrivo di sempre nuove minacce.

A titolo esemplificativo si considerino i numerosi studi volti a indagare la mortalità dovuta alle sole ondate di calore (documentate da circa vent'anni a questa parte), per le quali risulta evidente che la posizione geografica, la situazione socio-economica della popolazione e la temperatura media locale sono fattori strettamente collegati (Keatinge et al., 2000; Baccini et al., 2008; Martiello e Giacchi, 2010; EEA, 2012; IPCC, 2014; IPCC, 2018). I dati relativi alla temperatura di *comfort* e alle soglie di calore nei Paesi in cui il tasso di mortalità è minimo sono infatti associabili alla temperatura media sperimentata dalle comunità (Martens, 1998; UNHabitat, 2016), risultando più elevati nelle aree più prossime all'Equatore (Baccini et al., 2008; Hajat e Kosatky, 2009; EEA, 2012; IPCC, 2018), con le temperature notturne che giocano un ruolo decisivo, per cui quelle giornate calde che non sono seguite da notti più fresche aumentano il loro impatto negativo sulla salute (Grize et al., 2005; Kovats and Hajat, 2008; Dousset et al., 2011; Wallace-Wells, 2017).

Esistono inoltre seri rischi emergenti che dipendono dalle interazioni determinate dall'interdipendenza sistemica tra sistemi abbinati, con la conseguente moltiplicazione degli impatti degli eventi estremi e la riduzione della coesione sociale legata alla perdita di fiducia verso le istituzioni preposte alla gestione, che mina la preparazione e la capacità di risposta.

## References

- Baccini, M., Biggeri, A., Accetta, G., Kosatsky, Tom, Katsouyanni, Klea, Analitis, A., Anderson, H Ross, Bisanti, L., D'Ippoliti, D., Danova, J., Forsberg, B., Medina, S., Paldy, A., Rabczenko, D., Schindler, C. and Michelozzi, P., 2008, 'Heat effects on mortality in 15 European cities', *Epidemiology*, (19) 711–719.
- Dousset, B., Gourmelon, F., Laaidi, K., Zeghnoun, A., Giraudet, E., Bretin, P., Mauri, E. and Vandentorren, S., 2011, 'Satellite monitoring of summer heat waves in the Paris metropolitan area', *International Journal of Climatology*, 31(2) 313–323.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- Grize, L., Huss, A., Thommen, O., Schindler, C. and Braun-Fahrlander, C., 2005, 'Heat wave 2003 and mortality in Switzerland', *Swiss Medical Weekly*, 135(13–14) 200–205.
- Hajat, S. and Kosatky, T., 2009, 'Heat-related mortality: a review and exploration of heterogeneity', *Journal of Epidemiology & Community Health*, 64(9) 753–760.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- Keatinge, W. R., Donaldson, G. C., Cordioli, E., Martinelli, M., Kunst, A. E., Mackenbach, J. P., Nayha, S. and Vuori, I., 2000, 'Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study', *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 321(7262) 670–673.
- Kovats, R. S. and Hajat, Shakoore, 2008, 'Heat stress and public health: A critical review', *Annual Review of Public Health*, 29(1) 41–55.
- Martens, W. J. M., 1998, 'Climate change, thermal stress and mortality changes', *Social Science & Medicine*, 46(3) 331–344.
- Martiello, M. A. and Giacchi, M. V., 2010, 'Review Article: High temperatures and health outcomes: A review of the literature', *Scandinavian Journal of Public Health*, 38(8) 826–837.
- Un Habitat (2016), *Urbanization and Development: Emerging Futures*, United Nations Human Settlements Programme Publishing.
- Wallace-Wells, D. (2017), "When will Climate Change make the Earth too Hot for Humans?", *New York Magazine*, issue 9 July 2017.

### 3. DAI RISCHI-CHIAVE PER L'AMBIENTE URBANO DERIVANTI DAGLI IMPATTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI AI POTENZIALI DI RIDUZIONE ATTRAVERSO L'INCREMENTO DELLE CAPACITÀ DI ADATTAMENTO FAVORITE DALLO SVILUPPO DI *GREEN CITY*

#### 3.1. Rischi associati ad alluvioni in zone costiere e di bacini fluviali in prossimità del mare, determinate da aumento del livello del mare, crescente urbanizzazione, erosione costiera, accelerazione dei deflussi che alimentano i fiumi

Sulla base di quanto precedentemente descritto, è possibile affermare che i rischi associati a fenomeni di inondazioni in zone costiere e di bacini fluviali in prossimità del mare derivano da una combinazione di eventi meteorologici e idrologici estremi, accentuati nella maggior parte dei casi da fattori legati all'antropizzazione e urbanizzazione del territorio, fondamentali da comprendere per gestire le emergenze.

Le questioni legate all'incremento della resilienza e della capacità di adattamento in un'ottica di *Green Economy* e secondo il *Green City Approach* (Ronchi, Morabito, 2012; FSS, 2014; EC, 2015; Stern, 2015; Battisti et al., 2015; FSS, 2016; SGGE, 2017; SGGE, Tucci, Parasacchi, 2017; FSS, 2017; Antonini, Tucci, 2017; FSS, 2018; Tucci, 2018) possono prevenire molti dei danni previsti, comportando: una maggiore esperienza nelle tecnologie di protezione da alluvioni intense e crescita dell'esperienza nel ripristino delle zone umide; costi elevati per l'incremento della protezione dalle alluvioni; possibili ostacoli alla realizzazione: domanda di suolo e problematiche legate ad ambiente e paesaggio.

Nello specifico, gli impatti legati alle alluvioni sulle aree in prossimità del mare presentano livelli di rischio molto bassi ad oggi e nel breve periodo (2030-2040), ma crescono fino a un livello medio nel lungo periodo (2080-2100), con un potenziale di riduzione degli stessi grazie all'incremento della capacità di adattamento da *Green City Approach* che è medio nel presente e nel breve periodo, e molto alto nel lungo periodo.

#### References

- Antonini, E., Tucci, F. (eds.) (2017), *Architettura, Città e Territorio verso la Green Economy. La costruzione di un Manifesto della Green Economy per l'Architettura e la Città del Futuro | Architecture, City and Territory towards a Green Economy. Building a Manifesto of the Green Economy for the Architecture and the City of the Future*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Battisti, A., Endres, E., Santucci, D., Tucci, F. (2015), *Energie: Bedrohung oder Chance für die Europäische Stadtlandschaft? | Energia: Occasione o minaccia per il paesaggio urbano europeo?*, Technische Universität München Verlag, Monaco di Baviera.
- EC (European Commission) (2015), *L'anello mancante - Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare*, COM(2015) 614 - Bruxelles, 02.12.2015.
- Ronchi E., Morabito R. (2012), *Green Economy - Per uscire dalla crisi - Rapporto 2012*, Edizioni Ambiente, Milano.
- FSS (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile) (2014), *Le imprese della Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- FSS (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile) (2016), *Italy Climate Report. La svolta dopo l'accordo di Parigi*, SUSDEF, Roma.
- FSS (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile) (2017), *Relazione sullo stato della Green Economy. L'Italia in Europa e nel Mondo*, SUSDEF, Roma.
- FSS (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile) (2018), *Linee Guida per le Green City*, SUSDEF Pubblicazioni, Roma.
- SGGE (Stati Generali della Green Economy) (2017), *La Città Futura. Manifesto della Green Economy per l'architettura e l'urbanistica*, SUSDEF Pubblicazioni, Roma.
- SGGE, Tucci, F., Parasacchi, A. (eds.) (2017), *Verso l'attuazione del Manifesto della Green Economy per l'architettura e l'urbanistica. Obiettivi, ambiti di indirizzo, strategie prioritarie*, Stati Generali della Green Economy 2017, SUSDEF Pubblicazioni, Roma.
- Stern, N. (2015), *Why are we waiting? The logic, urgency, and promise of tackling climate change*, MIT Press, Lionel Robbins Lectures, Cambridge, US.
- Tucci, F. (2018), *Costruire e Abitare Green. Approcci, Strategie, Sperimentazioni per una Progettazione Tecnologica Ambientale | Green Building and Dwelling. Approaches, Strategies, Experimentation for an Environmental Technological Design*, Altralinea, Firenze

### 3.2. Rischi associati a difficoltà dei sistemi di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati con le minacce di precipitazioni estreme, alluvioni nelle città, esondazioni straordinarie dai bacini fluviali

I rischi di inondazione in un centro urbano possono essere fortemente influenzati da fattori che riguardano le zone limitrofe ai confini della città. Le aree urbane situate su aree pianeggianti, nella parte centrale o inferiore dei bacini fluviali, o in generale le aree che hanno subito una importante urbanizzazione e una crescente impermeabilizzazione dei terreni, spesso combinate con attività di deforestazione e riduzione delle zone umide, sono in particolare le aree più esposte ad eventi alluvionali dovuti a precipitazioni estreme o esondazioni dai bacini fluviali. Le previsioni della EEA relative alla percentuale delle aree urbane che verrebbero inondate nel caso in cui l'acqua salisse di un metro, indicano un alto rischio di danni considerevoli in tutta Europa, in particolare nei delta nei Paesi Bassi (Reno-Mosa) e nel Nord-Italia (Po).

A livello nazionale diversi studi rivelano che circa un quinto delle città europee con oltre 100.000 abitanti può essere inserito nella categoria considerata vulnerabile, ovvero con allagamenti possibili per oltre il 40% del territorio. La quota di queste città è particolarmente elevata nei Paesi Bassi, in Croazia, in Slovenia, in Grecia e in Finlandia, e sono molte le aree sparse, come ad esempio nel Regno Unito, nelle quali esistono notevoli differenze tra le singole città, confermando quanto le caratteristiche locali tendano ad essere più importanti di caratteristiche regionali simili. Diversi scenari indicano in particolare che tra le 250.000 e le 400.000 persone in più all'anno in Europa entro il 2080 saranno colpite da danni causati da inondazioni dei fiumi, la maggior parte delle quali si verificheranno in aree urbane con grandi densità di popolazione (Ciscar et al., 2011; WEF, 2018; EEA, 2018).

In questo quadro vanno inoltre incluse le tempeste, che per le aree edificate ad alta densità costituiscono, insieme ad altri eventi estremi, uno dei principali effetti dei cambiamenti climatici. Nonostante il numero di vittime da forti tempeste sia relativamente basso rispetto ad altri eventi estremi come ondate di calore o inondazioni (Schauser et al., 2010; IPCC, 2012), si prevede in Europa un aumento del 5% al 2080 (Hunt e Watkiss, 2010; EEA, 2012; IPCC, 2018; EEA, 2018).

In questo contesto, le opzioni di crescita della capacità di adattamento da *Green Economy* (e da *Green City Approach* in particolare per le aree urbanizzate), includono in particolare cambiamenti alla rete infrastrutturale e nella gestione della domanda, per assicurare approvvigionamento e qualità dell'acqua, una maggiore capacità di gestione della ridotta disponibilità di acqua fresca e la riduzione del rischio di inondazioni.

Nello specifico, gli impatti sull'ambiente costruito presentano un livello di rischio molto basso nel presente, medio nel breve periodo (2030-2040) e molto alto nel lungo periodo (2080-2100), con un potenziale medio di riduzione associato all'incremento della capacità di adattamento da *Green Economy*.

#### References

- Ciscar, J. C., Iglesias, A., Feyen, L., Szabo, L., Van Regemorter, D., Amelung, B., Nicholls, R., Watkiss, P., Christensen, O. B., Dankers, R., Garrote, L., Goodess, C. M., Hunt, A., Moreno, A., Richards, J. and Soria, A. (2011), 'Physical and economic consequences of climate change in Europe', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7) 2 678–2 683.
- EEA, JRC and WHO (2008), *Impacts of Europe's changing climate: 2008 indicator-based assessment*, EEA Report No 4/2008, European Environment Agency.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environmental Agency) (2018), *Adapting to climate change: European countries assess vulnerability and risks*, available at: <https://www.eea.europa.eu/highlights/adapting-to-climate-change-european>
- Hunt, A., Watkiss, P. (2010), 'Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature', *Climatic Change*, (104) 13–49.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- ISPRA (2018), *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*. ISPRA Edizioni, Roma.

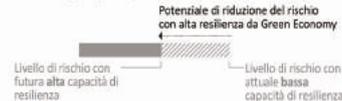
**RISCHI-CHIAVE PER L'AMBIENTE URBANO, DERIVANTI DAGLI IMPATTI DA CAMBIAMENTI CLIMATICI IN REGIME DI SCARSITÀ DI RISORSE, E POTENZIALI DI RIDUZIONE DI TALI RISCHI ATTRAVERSO L'INCREMENTO DELLE CAPACITÀ DI ADATTAMENTO FAVORITE DALLO SVILUPPO DI GREEN CITY**

RISCHI CHIAVE PER L'AMBIENTE COSTRUITO	PROBLEMI DI RESILIENZA E PROSPETTIVE	DRIVERS DEGLI IMPATTI CLIMATICI	PERIODI TEMPORALI DI RIFERIMENTO	LIVELLI DI RISCHIO DEGLI IMPATTI E POTENZIALITÀ DI LORO RIDUZIONE PER ELEVAZIONE DELLE CAPACITÀ DI RESILIENZA DA GREEN CITY APPROACH		
				Molto basso	Medio	Molto alto
I. Rischi associati ad alluvioni in zone costiere e di bacini fluviali in prossimità del mare, determinate da aumento del livello del mare, crescente urbanizzazione, erosione costiera, accelerazione dei deflussi che alimentano i fiumi	L'incremento di capacità di adattamento da Green City Approach può prevenire molti dei danni previsti e comporterà: 1) Esperienza nelle tecnologie di protezione da alluvioni intense e crescita dell'esperienza nel ripristino delle zone umide 2) Costi elevati per l'incremento della protezione dalle alluvioni 3) Possibili ostacoli alla realizzazione: domanda di suolo e problematiche legate ad ambiente e paesaggio		Presente	1*		
			Breve periodo (2030-2040)	2*		
			Lungo periodo (2080-2100)	3*		
				4*		
II. Rischi associati a difficoltà dei sistemi di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati con le minacce di precipitazioni estreme, alluvioni nelle città, esondazioni straordinarie dai bacini fluviali	Le opzioni di crescita della capacità di adattamento da Green City Approach includono: 1) Cambiamenti nella rete infrastrutturale e nella gestione della domanda, per assicurare approvvigionamento e qualità dell'acqua 2) Una maggior capacità di gestione della ridotta disponibilità di acqua fresca 3) La riduzione del rischio di inondazioni	  	Presente	1*		
			Breve periodo (2030-2040)	2*		
			Lungo periodo (2080-2100)	3*		
				4*		
III. Rischi associati all'andamento della siccità. Riduzione significativa della disponibilità di acqua da estrazione fluviale e dal sottosuolo combinata alla crescente domanda (per irrigazione, energia, industria, uso domestico) e alla riduzione del drenaggio e diavvenimento delle acque come risultato della crescente evaporazione	L'incremento di capacità di adattamento da Green City Approach è legato a: 1) Comprovato potenziale di adattamento attraverso l'adozione di tecnologie più efficienti in campo idrico e strategie per la salvaguardia della risorsa idrica (ad esempio irrigazione, scelta delle colture, copertura del suolo, uso industriale e domestico) 2) Implementazione di buone pratiche e strumenti di governance per i programmi di gestione dei bacini fluviali e per la gestione integrata delle acque nei sistemi urbani	  	Presente	1*		
			Breve periodo (2030-2040)	2*		
			Lungo periodo (2080-2100)	3*		
				4*		
IV. Rischi associati all'aumento delle isole di calore. Declino di attività produttive, aumento di danni alla salute (disidratazione, colpi di calore, esaurimento da calore) e mortalità da esposizione al costante aumento delle temperature. Particolarmente a rischio lavoratori nel campo costruttivo, bambini, senzatetto, anziani	Se non si produrrà presto incremento di capacità di adattamento da Green City Approach, in prospettiva accadrà che: 1) Le opzioni di resilienza risulteranno limitate per categorie deboli (anziani e bambini) se non accompagnate da politiche adeguate 2) Le opzioni di resilienza risulteranno limitate nel settore delle costruzioni in situazioni di povertà dove i lavoratori non operano in condizioni di sicurezza 3) Le limitate capacità di resilienza potrebbero aggravarsi in modo irreparabile in uno scenario mondiale di +4 °C		Presente	1*		
			Breve periodo (2030-2040)	2*		
			Lungo periodo (2080-2100)	3*		
				4*		
V. Rischi associati all'aumento delle ondate di calore. Aumento di perdite economiche e di persone colpite da ondate di calore estremo: impatti su salute, benessere, produttività del lavoro e qualità dell'aria, e crescita del rischio di incendi	L'incremento di capacità di adattamento da Green City Approach produrrà: 1) Implementazione di sistemi di allerta 2) Adattamento di abitazioni, luoghi di lavoro, infrastrutture per il trasporto e per l'energia 3) Riduzione di emissioni per migliorare la qualità dell'aria 4) Miglioramento nella gestione degli incendi 5) Sviluppo di prodotti per l'assicurazione contro le variazioni di rendimento legate al clima	 	Presente	1*		
			Breve periodo (2030-2040)	2*		
			Lungo periodo (2080-2100)	3*		
				4*		
VI. Rischi associati a ventosità estreme, fino all'aumento di frequenza di cicloni, uragani, tifoni	Un concreto incremento di capacità di adattamento da Green City Approach è legato a: 1) Implementazione di sistemi di allerta 2) Modalità di prevenzione e gestione degli eventi estremi secondo approcci regionali, nazionali e transnazionali 3) Sistemi di prevenzione o difesa progettati alla scala dei singoli edifici e degli spazi pubblici aperti	   	Presente	1*		
			Breve periodo (2030-2040)	2*		
			Lungo periodo (2080-2100)	3*		
				4*		
VII. Rischi associati ai sistemi di approvvigionamento energetico, aggravati dalla condizione di scarsità delle risorse	Per un concreto incremento di capacità di adattamento da Green City Approach da attuare in prospettiva, occorre tener presente che: 1) Molti centri urbani fanno un uso intensivo dell'energia, con politiche climatiche risonnate alle questioni energetiche focalizzate solo su misure di mitigazione 2) In alcune città stanno progredendo iniziative di adattamento per sistemi energetici critici 3) Potenzialmente sistemi energetici centralizzati e non adattivi potrebbero moltiplicare gli impatti, portando a gravi conseguenze nazionali e transnazionali derivanti da eventi estremi localizzati	  	Presente	1*		
			Breve periodo (2030-2040)	2*		
			Lungo periodo (2080-2100)	3*		
				4*		
VIII. Rischi associati alle questioni abitative, che il regime di scarsità di risorse può aggravare in modo esponenziale	Per un concreto incremento di capacità di adattamento da Green City Approach da attuare in prospettiva, occorre tener presente che: 1) Soluzioni abitative di bassa qualità e localizzazione inappropriata sono spesso più vulnerabili agli eventi estremi 2) Le opzioni di adattamento includono l'aggiornamento normative da costruzione 3) Stucchi su alcune città mostrano le potenzialità di adattamento del patrimonio abitativo e allo stesso tempo di promozione di misure di mitigazione, adattamento e obiettivi di sviluppo. In particolare città in rapida crescita o in ricostruzione post-disastro hanno l'opportunità di accrescere la resilienza 4) Senza misure di adattamento, il rischio di perdite economiche a causa di eventi estremi è sostanziale nelle città con infrastrutture e patrimonio abitativo di alto valore, con effetti sull'economia estremamente amp	   	Presente	1*		
			Breve periodo (2030-2040)	2*		
			Lungo periodo (2080-2100)	3*		
				4*		

**LEGENDA\_Drivers degli impatti legati al clima sull'ambiente costruito**

- Precipitazioni estreme
- Trend di siccità
- Uragani
- Trend di riscaldamento (isole di calore)
- Temperature estreme (ondate di calore)
- Inondazioni
- Acidificazione acque
- Aumento emissioni CO<sub>2</sub>
- Aumento livello delle acque (mare e fiumi)

**\_Livello di rischio degli impatti e potenziale di riduzione con elevata resilienza**



- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandt, J.-J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A. and McCallum, S. (2010), Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts — Scoping study, ETC/ACC Technical Paper, European Topic Centre on Air and Climate Change, Bilthoven.
- Un-Habitat (2011), *Saving Cities: Adaptation as part of Development*, United Nations Human Settlements Programme Publishing.
- VÁTI (2011), *Climate-friendly cities: A handbook on the tracks and possibilities of European cities in relation to climate change*, Ministry of Interior Hungary — VÁTI, Budapest.
- WEF (World Economic Forum) (2018), *The Global Risks Report 2018*, 13th Edition, World Economic Forum, Switzerland.
- WMO (2019). *Statement on the State of the Global Climate in 2018*. World Meteorological Organization (WMO), available at: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>

### **3.3. Rischi associati all'andamento della siccità. Riduzione significativa della disponibilità di acqua da estrazione fluviale e dal sottosuolo combinata alla crescente domanda (per irrigazione, energia, industria, uso domestico) e alla riduzione del drenaggio e dilavamento delle acque come risultato della crescente evaporazione**

Secondo le ultime proiezioni della EEA un aumento dello stress idrico è previsto per i prossimi anni nelle aree ad alta urbanizzazione e densità abitativa situate nell'Europa occidentale e nelle aree costiere. Una delle conseguenze di un tale fenomeno riguarda il fatto che alcune città stanno adottando soluzioni di emergenza che, se perpetuate per lungo tempo, possono comportare il rischio di una crisi economica dovuta ad un forte aumento dei costi: città come Atene, Istanbul e Parigi ad esempio hanno importato acqua da altre regioni attraverso le reti di trasporto (EEA, 2018).

La siccità riduce l'umidità del suolo e quindi colpisce gli ecosistemi, la crescita delle piante, i flussi fluviali e l'agricoltura.

Le situazioni di carenza idrica riscontrate ad esempio a livello di bacini fluviali hanno già avuto impatti evidenti sull'economia, sulla società e sull'ambiente, le cui principali conseguenze riguardano: approvvigionamento idrico pubblico ed effetti collaterali sul turismo; produzione energetica: la mancanza di acqua da utilizzare per il raffrescamento limita la produzione di centrali termiche, può causare incidenti nelle centrali nucleari, e bassi livelli di acqua nei serbatoi utilizzati per l'energia idroelettrica ne limitano la produzione; perdite di reddito; impatti sociali per l'eventuale aumento dei prezzi dovuto all'implementazione di misure compensative (ad esempio unità di desalinizzazione); impatti su falde acquifere (con possibile esaurimento delle falde acquifere a causa di sovra-pompaggio e intrusione di acqua di mare), acque superficiali (con flussi idrici minimi non sempre garantiti, aumento della temperatura dell'acqua e concentrazioni di inquinanti dovute a una minore diluizione) e zone umide, nonché impatti sul suolo per fenomeni di erosione e desertificazione; salute: malattie infettive trasmesse dall'acqua associate alla scarsa disponibilità e alle temperature dell'acqua; sistemi strutturali negli edifici e altre infrastrutture in materiali porosi e richiedenti umidità.

Gli impatti economici complessivi dei periodi di carenza idrica e siccità negli ultimi 30 anni sono stimati a 100 miliardi di Euro a livello UE (EC, 2007; OECD, 2015). Dal periodo 1976-1990 al successivo periodo 1991-2006 l'impatto medio annuo è raddoppiato, passando a 6,2 miliardi di EUR l'anno, con la siccità eccezionale del 2003 che è stata stimata a 8,7 miliardi di euro (EEA, 2010; EEA, 2012).

Temperature elevate durante lunghi periodi, precipitazioni ridotte e modifiche della ventilazione aumentano inoltre il rischio di incendi boschivi in molte regioni europee, non solo in termini di aumento del loro numero ma della loro intensità e durata, motivo per cui le foreste che si trovano in prossimità delle città aumentano tale rischio.

La valutazione della siccità si basa sulla valutazione del *drought severity index* (DSI) -basato sull'umidità del suolo- fa emergere che il pericolo di siccità del suolo (cioè una riduzione dell'umidità del suolo) aumenterà nella parte occidentale della regione mediterranea e si ridurrà nell'Europa centrale e orientale (EC, 2018). In particolare la minaccia nelle regioni mediterranee, nell'Europa centrale e orientale, è in crescita in quei siti dove i climi sono più caldi e asciutti e le condizioni climatiche più favorevoli alla diffusione di tali fenomeni (EEA et al., 2008; WMO, 2019), sebbene la percentuale di rischio stia crescendo anche in altre regioni tendenzialmente più fredde (EEA et al., 2008; Schauser et al., 2010; EEA, 2010; EEA, 2012; Copernicus Climate, 2018).

Gli incendi boschivi che avvengono in prossimità dei confini dei centri urbani possono colpire le città direttamente e indirettamente, tramite la distruzione di edifici, l'inquinamento atmosferico, l'interruzione delle forniture di energia, acqua, cibo, ecc. Sembra tuttavia che molte autorità cittadine non siano consapevoli della portata di tale minaccia e dell'aumento del rischio collegato ai cambiamenti climatici in atto (Caballero, 2008; EC, 2013). Nello specifico, in seguito all'analisi delle città europee, solo una città ha riconosciuto l'aumento degli incendi boschivi come una conseguenza del clima (CoR, 2011; EEA, 2012; EEA, 2018). La lotta agli incendi boschivi richiede invece un approccio coordinato e cooperativo tra le città e i comuni limitrofi circa le misure di adattamento da intraprendere.

In questo quadro, l'incremento di capacità di adattamento da *Green Economy* in un'ottica di *Green City Approach* è legato ad un comprovato potenziale di adattamento attraverso l'adozione di tecnologie più efficienti in campo idrico e strategie per la salvaguardia della risorsa idrica (ad esempio irrigazione, scelta delle colture, copertura del suolo, uso industriale e domestico), e all'implementazione di buone pratiche e strumenti di *governance* per i programmi di gestione dei bacini fluviali e per la gestione integrata delle acque nei sistemi urbani (Tucci, 2018).

In particolare, gli impatti sull'ambiente costruito presentano un livello di rischio medio nel presente, nel breve periodo (2030-2040) e nel lungo periodo (2080-2100), con un potenziale di riduzione associato all'incremento della capacità di adattamento da *Green City Approach* medio nel presente, ma tra medio e molto alto nel breve e nel lungo periodo.

## References

- Caballero, D., (2008), 'Wildland-urban interface fire risk management: WARM project', in: Proceedings of the second international symposium on fire economics, planning, and policy: A global view, General Technical Report PSW-GTR-208, U.S. Department of Agriculture, Forest Service — Pacific Southwest Research Station, Albany.
- Copernicus Climate (2018), *Dry and warm spring and summer*, available at: <https://climate.copernicus.eu/dry-and-warm-spring-and-summer#bb4aa6f8-7b4d-4520-8dad-4d0b77aa2422>
- CoR (2011), *Adaptation to Climate Change: Policy instruments for adaptation to climate change in big European cities and metropolitan areas*, European Union. Committee of the Regions, Brussels.
- EC (European Commission) (2007), *Water scarcity and droughts — In-depth assessment — Second interim report*.
- EC (European Commission) (2013), *Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions*, Brussels, SWD(2013) 132 final
- EC (European Commission) (2018), *Climate impacts in Europe. Final report of the JRC PESETA III project*. Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA, JRC and WHO, (2008), *Impacts of Europe's changing climate: 2008 indicator-based assessment*, EEA Report No 4/2008, European Environment Agency Editions.
- EEA (European Environmental Agency) (2010), *The European environment — state and outlook 2010: Thematic assessment — Adapting to climate change*, European Environment Agency Editions.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environmental Agency) (2018), *Adapting to climate change: European countries assess vulnerability and risks*, available at: <https://www.eea.europa.eu/highlights/adapting-to-climate-change-european>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2015), *Towards a Green Growth. New Report*, OECD Publishing, Paris.
- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandner, J.-J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A. and McCallum, S. (2010), *Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts — Scoping study*, ETC/ACC Technical Paper, European Topic Centre on Air and Climate Change, Bilthoven.
- Tucci, F. (2018), *Costruire e Abitare Green. Approcci, Strategie, Sperimentazioni per una Progettazione Tecnologica Ambientale | Green Building and Dwelling. Approaches, Strategies, Experimentation for an Environmental Technological Design*, Altralinea, Firenze
- WMO, 2019. *Statement on the State of the Global Climate in 2018*. World Meteorological Organization (WMO), <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>

### 3.4. Rischi associati all'aumento delle isole di calore. Declino di attività produttive, aumento di danni alla salute (disidratazione, colpi di calore, esaurimento da calore) e mortalità da esposizione al costante aumento delle temperature

All'interno di una tendenza generale di innalzamento delle temperature, nei centri urbani, la cosiddetta 'Urban Heat Island' - Isola di calore urbana - (UHI) è uno dei sintomi più evidenti dell'aumento della temperatura dell'aria urbana rispetto ai dintorni rurali, risultando rilevabile anche in città relativamente piccole (Steenefeld et al., 2011; Santamouris et al., 2019; EEA, 2012). Tale differenza di temperatura può raggiungere e superare anche i 10°C (Oke, 1982; IPCC, 2018), con un salto termico particolarmente evidente durante le ore notturne. La crescente urbanizzazione in atto e la conseguente concentrazione delle attività umane in determinati luoghi alterano significativamente l'equilibrio tra il calore dovuto alla radiazione solare assorbita dalle superfici e il calore successivamente rilasciato nell'aria circostante: quello che dovrebbe essere l'effetto di raffrescamento prodotto dalle superfici vegetate naturali viene infatti sostituito dallo stoccaggio del calore all'interno delle superfici antropizzate in cemento, asfalto e pietra.

Risulta inoltre necessario tenere in considerazione i dati relativi al peggioramento della qualità dell'aria: la presenza di alcuni inquinanti nelle aree urbane è infatti strettamente correlata con l'aumento delle temperature (Nawrot et al., 2007; ISPRA, 2017). Un clima particolarmente caldo comporta una maggiore formazione di ozono a livello del suolo e poiché i periodi caldi coincidono solitamente con periodi secchi l'aria rimane più ferma (EEA, 2010, 2012). L'effetto sinergico sul tasso di mortalità dovuto alle alte temperature e alla concentrazione dei livelli di ozono nell'aria risulta, da diversi studi degli ultimi vent'anni circa, sempre più evidente (Stedman et al., 1997; Bell et al., 2005; Medina-Ramón et al., 2006; UNHabitat, 2011, 2016), dimostrando quanto una buona parte degli effetti che incidono negativamente sulla salute durante le ondate di calore siano diretta conseguenza del peggioramento della qualità dell'aria (Filleul et al., 2006; EEA, 2019), con proiezioni che indicano per i prossimi 60 anni un importante aumento dei decessi dovuti all'ozono in Europa, dell'ordine del 10-14% per Belgio, Francia, Portogallo e Spagna (Forsberg et al., 2011; EEA, 2012). Estati calde e secche, con periodi di alta pressione prolungati, hanno già portato in numerose aree urbane europee a concentrazioni di ozono tali da superare i valori di soglia minimi per la salute. Ne sono un esempio le analisi condotte su alcune città nel Regno Unito, secondo le quali tra le persone che hanno manifestato nei periodi più caldi problemi di salute, un'alta percentuale delle sintomatologie (dal 21 al 38%) era causata dallo smog e dal particolato (Stedman, 2004; EEA, 2019). Allo stesso modo, uno studio effettuato oltre vent'anni fa relativamente a una grave ondata di calore verificatasi in Grecia nel 1987, già dimostrò che gli effetti riscontrati nella città di Atene sono stati molto più forti che in altre città greche meno inquinate (Katsouyanni, 1995).

Se non si produrrà presto un incremento di resilienza e di capacità di adattamento da *Green Economy* in un'ottica di *Green City Approach*, in prospettiva accadrà che le opzioni di adattamento, se non accompagnate da politiche adeguate, risulteranno limitate per le categorie deboli (anziani e bambini), nel settore delle costruzioni (in particolare in contesti di povertà, dove i lavoratori non operano in condizioni di sicurezza), e potrebbero aggravarsi in modo irreparabile all'interno di uno scenario mondiale di un innalzamento della temperatura oltre i 4°C.

In particolare, gli impatti sull'ambiente costruito presentano un livello di rischio medio nel presente e tra alto e molto alto nel breve (2030-2040) e nel lungo periodo (2080-2100), con un potenziale di riduzione associato all'incremento della resilienza e della capacità di adattamento da *Green Economy* medio nel presente, ma pressoché assente se affrontato nel breve e nel lungo periodo.

#### References

- Bell, M. L., Dominici, F. and Samet, J. M. (2005), 'A meta-analysis of time-series studies of ozone and mortality with comparison to the national morbidity, mortality, and air pollution study', *Epidemiology*, (16) pp.436-445.
- EEA (European Environmental Agency) (2010), *The European environment — state and outlook 2010: Thematic assessment — Air pollution*, European Environment Agency.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environmental Agency) (2018), *Adapting to climate change: European countries assess vulnerability and risks*, available at: <https://www.eea.europa.eu/highlights/adapting-to-climate-change-european>

- EEA (European Environment Agency) (2019), *Inquinamento atmosferico, rumore e temperature estreme: necessari maggiori interventi a difesa delle persone più vulnerabili*, available at: <https://www.eea.europa.eu/it/highlights/inquinamento-atmosferico-rumore-e-temperature>
- Filleul, L., Cassadou, S., Médina, S., Fabres, P., Lefranc, Agnés, Eilstein, D., Le Tertre, A., Pascal, L., Chardon, B., Blanchard, M., Declercq, C., Jusot, J.-F., Prouvost, H. and Ledrans, M., (2006), 'The relation between temperature, ozone, and mortality in nine French cities during the heat wave of 2003', *Environmental Health Perspectives*, 114(9), pp. 1 344–1 347.
- Forsberg, B., Orru, H., Åström, C., Andersson, C., Ebi, K. and Langner, J. (2011), *Impact of climate change on ozone induced mortality in Europe*, *European Respiratory Society*. Annual Congress 2011, Amsterdam.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- ISPRA (2017), *Annuario dei Dati Ambientali*, Edizione 2017, Roma
- Katsouyanni, K., (1995), 'Health-effects of air pollution in Southern Europe — Are there interacting factors?', *Environmental health perspectives*, (103, supplement 2), pp.23–27.
- Medina-Ramón, M., Zanobetti, A., Cavanagh, D. P. and Schwartz, J., (2006), 'Extreme temperatures and mortality: Assessing effect modification by personal characteristics and specific cause of death in a multi-city case-only analysis', *Environmental Health Perspectives*, 114(9), pp. 1 331–1 336.
- Nawrot, T. S., Nackaerts, K., Hoet, P. H. M. and Nemery, B., (2007), 'Lung cancer mortality and fine particulate air pollution in Europe', *International Journal of Cancer*, 120(8) 1 825–1 826
- Oke, T. R., (1982), 'The energetic basis of the urban heat island', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455) 1–24.
- Santamouris, M., Ding, L., Osmond, P., (2019), Urban Heat Island Mitigation, in Newton; Prasad; Sproul; White, (a cura di), *Decarbonising the Built Environment : Charting the Transition*, Palgrave Macmillan US, Singapore
- Stedman, J. R., Anderson, H. R., Atkinson, R. W. and Maynard, R. L., (1997), 'Emergency hospital admissions for respiratory disorders attributable to summer time ozone episodes in Great Britain', *Thorax*, 52(11) 958–963.
- Stedman, J. R., (2004), 'The predicted number of air pollution related deaths in the UK during the August 2003 heatwave', *Atmospheric Environment*, 38(8), pp. 1 087–1 090.
- Steenekveld, G. J., Koopmans, S., Heusinkveld, B. G., van Hove, L. W. A. and Holtslag, A. A. M., (2011), 'Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands', *Journal of Geophysical Research*, 116(D20).
- Un-Habitat (2011), *Saving Cities: Adaptation as part of Development*, United Nations Human Settlements Programme Publishing.
- Un-Habitat (2016), *Urbanization and Development: Emerging Futures*, United Nations Human Settlements Programme Publishing.

### **3.5. Rischi associati all'aumento delle ondate di calore. Aumento di perdite economiche e di persone colpite da ondate di calore estremo: impatti su salute, benessere, produttività del lavoro e qualità dell'aria, e crescita del rischio di incendi**

L'intensità delle ondate di calore nelle città produce un aumento dei rischi di perdite economiche e di persone colpite da ondate di calore estremo: dunque impatti su salute, benessere, produttività del lavoro e qualità dell'aria, e crescita del rischio di incendi (EEA, 2012; IPCC, 2018; EEA, 2018). Essa è *di fatto fortemente influenzata dalla tipologia e dalla conformazione del tessuto urbano* (Oke, 1982; Wilhelmi et al., 2004; Hoseini et al., 2013), le cui variazioni spaziali ne influiscono e determinano gli effetti (Smargiassi et al., 2009; Heusinkveld et al., 2010; Knight et al., 2010; Dousset et al., 2011; ARUP, 2015; Antonini, Tucci, 2017), con la formazione di aree più calde in corrispondenza degli spazi caratterizzati da edifici alti e dalla presenza limitata (o dalla totale mancanza) di aree verdi (EEA et al., 2008; Kuttler, 2008; EEA, 2012; Tucci, 2014). È inoltre evidente che la ventilazione gioca un ruolo importante nell'interazione tra tessuto urbano e condizioni climatiche, nell'ottica di predisporre e realizzare "percorsi del vento" che offrano l'opportunità di mitigare il calore nelle città maggiormente colpite (Oke, 1987; Wilby, 2008; EEA, 2012; Brown, 2014; Tucci, 2018; EEA, 2018).

L'incremento delle capacità di adattamento da *Green Economy/Green City Approach* produrrà in questo contesto una implementazione dei sistemi di allerta, l'adattamento di abitazioni, luoghi di lavoro, infrastrutture per il trasporto e per l'energia, la riduzione di emissioni per migliorare la qualità dell'aria, il miglioramento nella gestione degli incendi, e lo sviluppo di prodotti per l'assicurazione contro le variazioni di rendimento legate al clima. Nello specifico, gli impatti sull'ambiente costruito presentano un livello di rischio medio nel presente e nel breve periodo (2030-2040) e tra medio e molto alto nel lungo periodo (2080-2100), con un potenziale di riduzione associato all'incremento delle capacità di adattamento da *Green Economy/Green City Approach* medio nel presente e nel breve periodo, e molto alto nel lungo periodo.

## References

- Antonini, E., Tucci, F. (eds.) (2017), *Architettura, Città e Territorio verso la Green Economy. La costruzione di un Manifesto della Green Economy per l'Architettura e la Città del Futuro | Architecture, City and Territory towards a Green Economy. Building a Manifesto of the Green Economy for the Architecture and the City of the Future*, Edizioni Ambiente, Milano
- Arup (2015), *City Resilience Index. Understanding and Measuring Resilience*, Rockefeller Foundation-Arup International Development Publishing, New York.
- Brown, G.Z., De Kay, M. (2014). *Sun, Wind & Light*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Dousset, B., Gourmelon, F., Laaidi, K., Zeghnoun, A., Giraudet, E., Bretin, P., Mauri, E. and Vandentorren, S. (2011), 'Satellite monitoring of summer heat waves in the Paris metropolitan area', *International Journal of Climatology*, 31(2) 313–323.
- EEA, JRC and WHO (2008), *Impacts of Europe's changing climate: 2008 indicator-based assessment*, EEA Report No 4/2008, European Environment Agency.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg
- EEA (European Environmental Agency) (2018), *Adapting to climate change: European countries assess vulnerability and risks*, available at: <https://www.eea.europa.eu/highlights/adapting-to-climate-change-european>
- Heusinkveld, B. G., van Hove, L. W. A., Jacobs, C. M. J., Steeneveld, G. J., Elbers, J. A., Moors, E. J. and Holtslag, A. A. M. (2010), 'Use of a mobile platform for assessing urban heat stress in Rotterdam', in: *Proceedings of the 7th Conference on Biometeorology*, Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität 12-14 April 2010, Freiburg, Germany (<http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/391825>) accessed 29 March 2012.
- Hoseini, A.G., Dahlan, N., Berardi, U., Hoseini, A., Makaremi, N., Hoseini, M. (2013), 'Sustainable Energy performances of green buildings: A review of current theories, implementations and challenges', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 25/2013, pp.1-17.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- Knight, S., Smith, C. and Roberts, M. (2010), 'Mapping Manchester's urban heat island', *Weather*, 65(7) 188–193.
- Kuttler, W. (2008), 'The Urban Climate — Basic and Applied Aspects', in: Marzluff, J. M. Shulenberger, E. Endlicher, W. Alberti, M. Bradley, G. Ryan, C. Simon, U. and ZumBrunnen, C. (eds.) *Urban Ecology*, Springer US, Boston.
- Oke, T. R. (1982), 'The energetic basis of the urban heat island', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455) 1–24.
- Oke, T. R. (1987), *Boundary layer climates*, 2nd ed., Methuen, London, New York.
- Smargiassi, A., Goldberg, M. S., Plante, C., Fournier, M., Baudouin, Y. and Kosatsky, T. (2009), 'Variation of daily warm season mortality as a function of micro-urban heat islands', *Journal of Epidemiology & Community Health*, 63(8) 659–664.
- Tucci, F. (2014), *Involucro, Clima, Energia. Qualità bioclimatica ed efficienza energetica in architettura nel progetto tecnologico ambientale della pelle degli edifici | Envelope, Climate, Energy. Bioclimatic quality and energy efficiency in architecture in the environmental technological design of building skins*. Altralinea, Firenze.
- Tucci, F. (2018), *Costruire e Abitare Green. Approcci, Strategie, Sperimentazioni per una Progettazione Tecnologica Ambientale | Green Building and Dwelling. Approaches, Strategies, Experimentation for an Environmental Technological Design*, Altralinea, Firenze.
- Wilby, R. L. (2008), 'Constructing climate change scenarios of urban heat island intensity and air quality', *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(5) 902–919.
- Wilhelmi, O. V., Purvis, K. L. and Harriss, R. C. (2004), 'Designing a geospatial information infrastructure for mitigation of heat wave hazards in urban areas', *Natural Hazards Review*, 5(3) 147.

### 3.6. Rischi associati a ventosità estreme, fino all'aumento di frequenza di cicloni, uragani, tifoni

A causa della natura transfrontaliera degli eventi legati a fenomeni di ventosità estreme, cicloni, uragani e tifoni, i rischi per l'ambiente costruito riguardano prevalentemente la capacità di gestione delle emergenze secondo approcci integrati tra amministrazioni locali e sovralocali.

Come già detto al punto 2.2. le tempeste costituiscono, insieme ad altri eventi estremi, uno dei principali effetti dei cambiamenti climatici per le aree edificate, e vale la pena di ricordare quanto già affermato all'inizio di quel punto: nonostante il numero di vittime da forti tempeste sia relativamente basso rispetto ad altri eventi estremi come ondate di calore o alluvioni (Schauser et al., 2010; EEA, 2019), si prevede che in Europa aumenteranno del 5% fino al 2080 (Hunt, Watkiss, 2010; EEA, 2012; EEA, 2018). Le aree edificate (in particolare i tetti e le facciate degli edifici) e le aree verdi sono in quest'ottica zone particolarmente vulnerabili, insieme alle infrastrutture per i trasporti che potrebbero essere messe a repentaglio da tipologie

di danno apparentemente meno gravi, come alberi sradicati o lampioni caduti, riguardando a cascata quasi ogni settore della vita contemporanea (Schauser et al., 2010; VÁTI, 2011; UN-Habitat, 2011). Questo in quanto il calo previsto del numero totale di tempeste è affiancato da un aumento della loro intensità, specialmente in tutta la regione atlantica dell'Europa (EEA et al., 2008). Nell'Europa meridionale si prevede invece una riduzione delle velocità dei venti di tempesta (Schauser et al., 2010), sebbene si tratti di proiezioni molto incerte poiché spesso combinate con altri eventi estremi come mareggiate, grandinate o forti precipitazioni. (Hunt e Watkiss, 2010, EEA et al., 2008; EEA, 2018; IPCC, 2018).

In questo quadro, un concreto incremento di resilienza da Green Economy e di capacità di adattamento da *Green City Approach* deve essere necessariamente legato all'implementazione di sistemi di allerta, mediante l'ottimizzazione di piani di risposta alle emergenze e una stretta collaborazione con i servizi meteorologici, alla diffusione di modalità di prevenzione e gestione degli eventi estremi secondo approcci regionali, nazionali e transnazionali, e a sistemi di prevenzione e difesa progettati alla scala dei singoli edifici e degli spazi pubblici aperti (progettazione degli oggetti, utilizzo di soluzioni tecnologie avanzate per la protezione da ventosità e precipitazioni estreme, ecc.).

Nello specifico, gli impatti sull'ambiente costruito presentano un livello di rischio basso nel presente e medio nel breve periodo (2030-2040) e nel lungo periodo (2080-2100), con un potenziale di riduzione associato all'incremento della resilienza da *Green City Approach* medio nel presente e nel breve periodo, e molto alto nel lungo periodo.

## References

- EEA, JRC and WHO (2008), Impacts of Europe's changing climate: 2008 indicator-based assessment, EEA Report No 4/2008, European Environment Agency.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg
- EEA (European Environmental Agency) (2018), *Adapting to climate change: European countries assess vulnerability and risks*, available at: <https://www.eea.europa.eu/highlights/adapting-to-climate-change-european>
- EEA (European Environmental Agency) (2019), *Inquinamento atmosferico, rumore e temperature estreme: necessari maggiori interventi a difesa delle persone più vulnerabili*, available at: <https://www.eea.europa.eu/it/highlights/inquinamento-atmosferico-rumore-e-temperature>.
- Hunt, A., Watkiss, P., (2010), 'Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature', *Climatic Change*, (104), pp. 13-49.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandner, J.-J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A. and McCallum, S., (2010), *Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts*, Scoping study, ETC/ACC Technical Paper, European Topic Centre on Air and Climate Change, Bilthoven.
- Un-Habitat (2011), *Saving Cities: Adaptation as part of Development*, United Nations Human Settlements Programme Publishing.
- VÁTI (2011), *Climate-friendly cities: A handbook on the tracks and possibilities of European cities in relation to climate change*, Ministry of Interior Hungary — VÁTI, Budapest.

## 3.7. Rischi associati ai sistemi di approvvigionamento energetico, aggravati dalla condizione di scarsità delle risorse

I rischi derivanti dalla combinazione degli impatti legati a innalzamento della temperatura, aumento della siccità, inondazioni ed eventi di precipitazioni estreme, innescano un'alta probabilità che si verifichino ulteriori problematiche legate ai sistemi di approvvigionamento energetico, quali ridotta produttività, aumento dei fabbisogni in estate, possibili interruzioni dei servizi, ecc. (EC, 2009; IPCC, 2014; EU, 2016; EEA, 2018; IPCC, 2018)

In questo quadro, per un concreto incremento delle capacità di adattamento da *Green Economy* e in un'ottica di *Green City Approach*, da attuare in prospettiva, occorre tener presente tre questioni principali. La prima riguarda il fatto che molti centri urbani fanno un uso intensivo dell'energia, con politiche climatiche

relazionate alle questioni energetiche focalizzate solo su misure di mitigazione. La seconda concerne la consapevolezza che in alcune città stanno progredendo iniziative di adattamento per sistemi energetici critici. La terza questione è invece relativa all'uso di sistemi energetici centralizzati e non adattivi, i quali potrebbero potenzialmente moltiplicare gli impatti, portando a gravi conseguenze su scala nazionale e transnazionale derivanti da eventi estremi localizzati (EEA, 2012; EEA, 2018; EC, 2018).

Gli impatti sull'ambiente costruito presentano nello specifico un livello di rischio medio nel presente e nel breve periodo (2030-2040) e tra basso e medio nel lungo periodo (2080-2100), con un potenziale di riduzione associato all'incremento delle capacità di adattamento da *Green Economy/Green City Approach* medio nel presente e nel breve periodo, e molto alto nel lungo periodo.

## References

- EC (European Commission) (2009), *White Paper. Towards an European framework for green action*, EU Publishing, Bruxelles.
- EC (European Commission) (2018), *Climate impacts in Europe. Final report of the JRC PESETA III project*. Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg
- EEA (European Environment Agency) (2018), *National climate change vulnerability and risk assessments in Europe, 2018*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EU (European Union) (2016) *Quality of life in European cities 2015*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Special Report. Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- VÁTI (2011), *Climate-friendly cities: A handbook on the tracks and possibilities of European cities in relation to climate change*, Ministry of Interior Hungary — VÁTI, Budapest.

### 3.8. Rischi associati alle questioni abitative, aggravate dal regime di scarsità di risorse

Gli studi che riguardano la vulnerabilità della popolazione legata agli impatti dei cambiamenti climatici in atto, includono come anticipato precedentemente le condizioni abitative e l'insufficiente attenzione da parte dei governi locali in tal senso, con la maggior parte delle persone in Europa che vive in aree urbane con una densità abitativa troppo alta per garantire condizioni di vita salubri, destinata peraltro a crescere negli anni a venire (VÁTI, 2011; UN-Habitat, 2011; EEA, 2012; EU, 2016; EEA, 2018).

Allo scopo di attuare in prospettiva un concreto incremento di capacità di adattamento da *Green City Approach*, occorre tener presente le seguenti considerazioni: soluzioni abitative di bassa qualità e localizzazione inappropriata sono spesso più vulnerabili agli eventi estremi; le opzioni di adattamento includono l'aggiornamento delle normative da costruzione; studi su alcune città mostrano le potenzialità di adattamento del patrimonio abitativo e allo stesso tempo di promozione di misure di mitigazione, adattamento e obiettivi di sviluppo (in particolare città in rapida crescita o in ricostruzione post-disastro hanno l'opportunità di accrescere la resilienza); senza misure di adattamento, il rischio di perdite economiche a causa di eventi estremi è sostanziale nelle città con infrastrutture e patrimonio abitativo di alto valore, con effetti sull'economia estremamente ampi (GIZ and ICLEI, 2012; OECD, 2017).

In questo quadro, gli impatti sull'ambiente costruito mostrano un livello di rischio molto basso nel presente, medio nel breve periodo (2030-2040) e nel lungo periodo (2080-2100), con un potenziale di riduzione associato all'incremento della resilienza da *Green Economy* medio nel presente e nel breve periodo, e molto alto nel lungo periodo.

## References

- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg

- EEA (European Environment Agency) (2018), *National climate change vulnerability and risk assessments in Europe, 2018*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EU (European Union) (2016) *Quality of life in European cities 2015*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- GIZ and ICLEI (2012), Discussion Paper: Green Urban Economy – Conceptual basis and courses for action
- Gleick, J. (2011). *Chaos: Making a New Science*, Open Road Media, New York.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation Development) (2017), *Green Growth Indicators*, OECD Publishing, Paris.
- Un-Habitat (2011), *Saving Cities: Adaptation as part of Development*, United Nations Human Settlements Programme Publishing.
- VÁTI (2011), *Climate-friendly cities: A handbook on the tracks and possibilities of European cities in relation to climate change*, Ministry of Interior Hungary — VÁTI, Budapest.

#### 4. QUADRO DEGLI ASSI STRATEGICI PER L'INCREMENTO DI RESILIENZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO URBANO SUL PIANO DEGLI INDIRIZZI 'STRUTTURALI GREY', 'INFRA-STRUTTURALI GREEN' E 'SOVRA-STRUTTURALI SOFT'

Con lo scopo di predisporre specifiche strategie di adattamento sviluppate *ad hoc* sulla base delle problematiche descritte nei capitoli precedenti, occorre compiere un terzo passo, e far riferimento ad un quadro più ampio di "assi strategici" costruiti sulla scorta di quanto ci indicano le *Linee Guida per le Green City* elaborate dal *Green City Network* (SGGE, 2017a; SGGE, 2017b; FSS, 2018; Tucci, 2018a): si tratta di 12 assi strategici per l'incremento delle capacità di resilienza dell'ambiente costruito urbano, articolati in tre "pacchetti" riferiti alle categorie di indirizzo "grey", "green" e "soft", che interagiscono tutti fortemente tra di loro e in particolare riversano le loro potenziali ricadute sul primo di ciascuno dei tre pacchetti, quello che, nella chiave del presente Report, riveste un interesse primario: l'asse strategico per "l'innalzamento delle capacità di adattamento agli effetti del *Climate Change* dei sistemi architettonici, urbani e territoriali" declinato, in testa a ogni pacchetto, secondo la sua accezione "grey", "green" o "soft".

Riguardo all'articolazione del suddetto quadro di assi strategici per l'incremento della resilienza secondo le tre richiamate categorie di indirizzi, esse rappresentano delle vere e proprie chiavi di lettura. Tali chiavi riguardano nello specifico: indirizzi di tipo 'strutturale grigio', che includono l'area relativa ai sistemi infrastrutturali e impiantistici; indirizzi di tipo 'infra-strutturale verde', concernenti le aree e gli elementi vegetati; indirizzi di tipo 'sovra-strutturale soft', relative a sistemi e piani di azione rivolte alla popolazione, agli *stakeholders* e alle amministrazioni governative.

##### 4.1. Assi strategici di resilienza sul piano degli indirizzi 'strutturali grey'

Per quanto riguarda gli indirizzi 'strutturali grigi', è possibile suddividere gli assi strategici secondo quattro "lenti": quella dell'adattamento agli effetti del *Climate Change* di architetture, città e territorio secondo provvedimenti di tipo "grey" (CMCC, 2017; Lucarelli, D'Ambrosio, Milardi, 2017; Lucarelli, Mussinelli, Daglio, 2018); quella della mitigazione delle cause di *climate change* nell'ambiente costruito (Hausladen et al., 2015; Losasso, Davoli, Leone, 2017); quella dell'efficienza energetica, della bioclimatica e delle fonti rinnovabili in architettura (BSUG, 2011; Battisti et al., 2015; Boeri, Battisti, Asdrubali, Sala, 2017; Santamouris, 2017; Hausladen, Tucci, 2017); e quella della qualità ecologica del capitale tecnologico e dell'efficacia dell'uso circolare delle risorse (Peretti, Magliocco, Pollo, 2017; Campioli, Torricelli, Mannino, 2017; Lavagna, Palumbo, 2017).

La prima prevede l'innalzamento delle capacità di adattamento dei sistemi architettonici, urbani e territoriali secondo azioni "grey". In particolare tale strategia si esplica nei seguenti quattro indirizzi specifici di adattamento:

- Adattamento ai rischi di isola di calore e di ondate di calore, associati alle minacce di surriscaldamento, calore estremo e temperature elevate con azioni di tipo "grey";
- Adattamento ai rischi di difficoltà di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati alle minacce di precipitazioni intense, tempeste, *pluvial flooding*, alluvioni con azioni di tipo "grey";
- Adattamento ai rischi di approvvigionamento idrico e alimentare associati alle minacce di siccità e aridità con azioni di tipo "grey";
- Adattamento ai rischi associati alle minacce di ventosità estreme e di cicloni nelle forme di uragani e tifoni con azioni di tipo "grey".

La seconda riguarda lo sviluppo della capacità di mitigazione delle cause dei cambiamenti climatici nell'ambiente costruito, secondo quattro filoni di indirizzo specifici:

- accelerare i processi di 'Deep Energy Renovation' e di transizione energetica verso tutti i sistemi intelligenti, diffusi e basati su fonti rinnovabili volti alla riduzione delle emissioni;
- promuovere strategie di mitigazione di carattere 'passivo' nel sistema edifici-spazi aperti;
- promuovere metodi di progettazione, simulazione e valutazione 'performance-based' alla scala urbana ed edilizia per la riduzione degli impatti ambientali da edilizia civile;
- ridurre le emissioni climalteranti riorganizzando a questo fine, e in senso ecologico, i sistemi di trasporto urbano.

La terza include l'aumento dell'efficienza energetica, dell'efficacia bioclimatica e dell'impiego di fonti rinnovabili in architettura e si può scomporre in:

- progettare e ottimizzare i comportamenti bioclimatici degli organismi edilizi urbani oggetto di intervento;
- ridurre drasticamente i consumi energetici nell'architettura e nelle città aumentando al contempo l'efficienza energetica e promuovendo modelli di *Near Zero/Net Zero/Positive Energy Districts*;
- massimizzare l'impiego di energia da fonti rinnovabili attraverso componenti integrate e innovative, in grado di generare e accumulare energia in situ e distribuirla dinamicamente in rete (*Smart Grids*);
- impiegare tecniche, tecnologie, componenti e materiali ecologici con bassa energia 'grigia'.

La quarta persegue lo scopo dell'aumento della qualità ecologica del capitale tecnologico e dell'efficacia dell'uso circolare delle risorse, e riguarda in particolare:

- utilizzare in modo più intenso la risorsa suolo e ridurre drasticamente l'espansione urbana;
- sviluppare filiere produttive locali basate sulla diminuzione dell'intensità energetica e la riduzione delle emissioni di carbonio, migliorando al contempo l'efficacia e la sostenibilità dei processi;

## QUADRO DEGLI ASSI STRATEGICI PER L'INCREMENTO DELLE CAPACITÀ DI RESILIENZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO URBANO SUL PIANO DEGLI INDIRIZZI 'STRUTTURALI GREY', 'INFRASTRUTTURALI GREEN' E 'SOVRASTRUTTURALI SOFT' - I PARTE

### ASSI STRATEGICI DI RESILIENZA SUL PIANO DEGLI INDIRIZZI 'STRUTTURALI GRIGI'

<p>Adattamento agli effetti del climate change di architetture, città e territorio con indirizzi 'grey'</p>	<p><b>1. Indirizzi per l'innalzamento delle capacità di adattamento dei sistemi architettonici, urbani e territoriali con azioni 'grey'</b></p> <p>1.1. Adattamento ai rischi di isola di calore e di ondate di calore, associati alle minacce di surriscaldamento, calore estremo e temperature elevate, con azioni 'grey'</p> <p>1.2. Adattamento ai rischi di difficoltà di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati alle minacce di precipitazioni intense, tempeste, pluvial flooding, alluvioni, con azioni 'grey'</p> <p>1.3. Adattamento ai rischi di approvvigionamento idrico e alimentare associati alle minacce di siccità e aridità con azioni 'grey'</p> <p>1.4. Adattamento ai rischi associati alle minacce di ventosità estreme e di cicloni nelle forme di uragani e tifoni con azioni 'grey'</p>
<p>Mitigazione delle cause di climate change nell'ambiente costruito</p>	<p><b>2. Indirizzi per lo sviluppo della capacità di mitigazione delle cause dei cambiamenti climatici nell'ambiente costruito</b></p> <p>2.1. Accelerare i processi di 'Deep Energy Renovation' e di transizione energetica verso tutti i sistemi intelligenti, diffusi e basati su fonti rinnovabili volti alla riduzione delle emissioni</p> <p>2.2. Promuovere strategie di mitigazione di carattere 'passivo' nel sistema edifici-spazi aperti</p> <p>2.3. Promuovere metodi di progettazione, simulazione e valutazione 'performance-based' alla scala urbana ed edilizia per la riduzione degli impatti ambientali da edilizia civile</p> <p>2.4. Ridurre le emissioni climalteranti riorganizzando a questo fine, e in senso ecologico, i sistemi di trasporto urbano</p>
<p>Efficienza energetica, bioclimatica e fonti rinnovabili in architettura</p>	<p><b>3. Indirizzi per l'aumento dell'efficienza energetica, dell'efficacia bioclimatica e dell'impiego di fonti rinnovabili in architettura</b></p> <p>3.1. Progettare e ottimizzare i comportamenti bioclimatici degli organismi edilizi e urbani oggetto di intervento</p> <p>3.2. Ridurre drasticamente i consumi energetici nell'architettura e nelle città aumentando al contempo l'efficienza energetica e promuovendo modelli di <i>Near Zero/Net Zero/Positive Energy Districts</i></p> <p>3.3. Massimizzare l'impiego di energia da fonti rinnovabili attraverso componenti integrate e innovative, in grado di generare e accumulare energia in situ e distribuirla dinamicamente in rete (<i>smart grids</i>)</p> <p>3.4. Impiegare tecniche, tecnologie, componenti e materiali ecologici con bassa energia 'grigia'</p>
<p>Qualità ecologica del capitale tecnologico e uso circolare delle risorse</p>	<p><b>4. Indirizzi per l'aumento della qualità ecologica del capitale tecnologico e dell'efficacia nell'uso circolare delle risorse</b></p> <p>4.1. Utilizzare in modo più intenso la risorsa suolo e ridurre drasticamente l'espansione urbana</p> <p>4.2. Sviluppare filiere produttive locali basate sulla diminuzione dell'intensità energetica e la riduzione delle emissioni di carbonio, migliorando al contempo l'efficacia e la sostenibilità dei processi</p> <p>4.3. Incentivare la riduzione del consumo di risorse e della quantità dei rifiuti e attivare forme di economia circolare alimentate dai residui derivanti dai processi di produzione e demolizione</p> <p>4.4. Promuovere processi e prodotti con l'impiego di materiali, tecnologie e soluzioni 'smart' più efficienti, adattive e strettamente appropriate rispetto alle diverse esigenze che devono soddisfare</p>

- incentivare la riduzione del consumo di risorse e della quantità dei rifiuti e attivare forme di economia circolare alimentate dai residui derivanti dai processi di produzione e demolizione;
- promuovere processi e prodotti con l'impiego di materiali, tecnologie e soluzioni 'smart' più efficienti, adattive e strettamente appropriate rispetto alle diverse esigenze che devono soddisfare.

## 4.2. Assi strategici di resilienza sul piano degli indirizzi 'infra-strutturali green'

Gli indirizzi 'infra-strutturali verdi' tengono in considerazione quattro specifici assi strategici: innalzamento delle capacità di adattamento dei sistemi architettonici, urbani e territoriali secondo azioni "green", capitale naturale e servizi ecosistemici, qualità ecologica di infrastrutture green e blue, e gestione dell'acqua come risorsa strategica (CEU, 2015; Hausladen et al., 2016; Andreucci, 2017; Malcevschi, Mussinelli, Tartaglia, Andreucci, 2017; Tucci, 2018b).

Il primo asse strategico, che persegue l'innalzamento delle capacità di adattamento dei sistemi architettonici, urbani e territoriali secondo azioni "green". In particolare tale strategia si esplica nei seguenti quattro indirizzi specifici:

- Adattamento ai rischi di isola di calore e di ondate di calore, associati alle minacce di surriscaldamento, calore estremo e temperature elevate con azioni di tipo "green";

### QUADRO DEGLI ASSI STRATEGICI PER L'INCREMENTO DELLE CAPACITÀ DI RESILIENZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO URBANO SUL PIANO DEGLI INDIRIZZI 'STRUTTURALI GREY', 'INFRASTRUTTURALI GREEN' E 'SOVRASTRUTTURALI SOFT' - II PARTE

#### ASSI STRATEGICI DI RESILIENZA SUL PIANO DEGLI INDIRIZZI 'INFRA-STRUTTURALI VERDI'

Adattamento agli effetti del climate change di architetture, città e territorio con indirizzi 'green'	<p><b>5. Indirizzi per l'innalzamento delle capacità di adattamento dei sistemi architettonici, urbani e territoriali con azioni 'green'</b></p> <p>5.1. Adattamento ai rischi di isola di calore e di ondate di calore, associati alle minacce di surriscaldamento, calore estremo e temperature elevate, con azioni 'green'</p> <p>5.2. Adattamento ai rischi di difficoltà di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati alle minacce di precipitazioni intense, tempeste, pluvial flooding, alluvioni, con azioni 'green'</p> <p>5.3. Adattamento ai rischi di approvvigionamento idrico e alimentare associati alle minacce di siccità e aridità con azioni 'green'</p> <p>5.4. Adattamento ai rischi associati alle minacce di ventosità estreme e di cicloni nelle forme di uragani e tifoni con azioni 'green'</p>
Capitale naturale e servizi ecosistemici	<p><b>6. Indirizzi per la valorizzazione del capitale naturale e dei servizi ecosistemici</b></p> <p>6.1. Incrementare i servizi ecosistemici nei sistemi urbani e periurbani</p> <p>6.2. Potenziare le reti ecologiche urbane, promuovendo il valore ecologico del capitale naturale e incrementando il capitale vegetale e la biodiversità nelle città</p> <p>6.3. Promuovere il progetto e la realizzazione di nuove infrastrutture verdi</p> <p>6.4. Promuovere soluzioni nature-based per aumentare la qualità ambientale degli interventi</p>
Qualità ecologica di infrastrutture green e blue	<p><b>7. Indirizzi per l'innalzamento della qualità ecologica dei sistemi di infrastrutturazione green e blue</b></p> <p>7.1. Liberare e regolare gli spazi pubblici urbani dal traffico veicolare privato e restituirli all'uso condiviso e a una maggiore valenza ecologica</p> <p>7.2. Incrementare le reti di percorsi e spazi pedonali, di piste ciclabili e spazi dedicati per la crescita dell'uso della bicicletta. Promuovere l'intermodalità</p> <p>7.3. Potenziare le linee di trasporto collettivo urbano e le reti del trasporto ferroviario metropolitano</p> <p>7.4. Adottare i PUMS - Piani Urbani della Mobilità Sostenibile - promuovendo l'innovazione dei veicoli e dei servizi di mobilità condivisa</p>
Gestione ecologica dell'acqua come risorsa strategica	<p><b>8. Indirizzi per la gestione ecologica dell'acqua come risorsa strategica</b></p> <p>8.1. Raccogliere e riutilizzare le risorse idriche grigie e piovane negli edifici e negli spazi aperti</p> <p>8.2. Limitare il consumo idrico e incentivare un uso dell'acqua efficace ed efficiente negli edifici e negli spazi aperti</p> <p>8.3. Adottare forme e sistemi di depurazione e fitodepurazione delle acque da recupero, con integrazione negli spazi verdi urbani</p> <p>8.4. Utilizzare reti di depuratori con elevata qualità degli effluenti depurati e con trattamento-recupero dei fanghi generati</p>

- Adattamento ai rischi di difficoltà di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati alle minacce di precipitazioni intense, tempeste, *pluvial flooding*, alluvioni con azioni di tipo “green”;
- Adattamento ai rischi di approvvigionamento idrico e alimentare associati alle minacce di siccità e aridità con azioni di tipo “green”;
- Adattamento ai rischi associati alle minacce di ventosità estreme e di cicloni nelle forme di uragani e tifoni con azioni di tipo “green”.

Il secondo asse strategico, che prevede la valorizzazione del capitale naturale e dei servizi ecosistemici, origina i seguenti quattro indirizzi specifici di resilienza:

- incrementare i servizi ecosistemici nei sistemi urbani e periurbani;
- potenziare le reti ecologiche urbane, promuovendo il valore ecologico del capitale naturale e incrementando il capitale vegetale e la biodiversità;
- promuovere il progetto e la realizzazione di nuove infrastrutture verdi;
- promuovere soluzioni *nature-based* per aumentare la qualità ambientale degli interventi.

Il terzo asse strategico, avente l’obiettivo dell’innalzamento della qualità ecologica dei sistemi di infrastrutturazione *green e blue*, include i seguenti quattro punti:

- liberare e regolare gli spazi pubblici urbani dal traffico veicolare privato e restituirli all’uso condiviso e a una maggiore valenza ecologica;
- incrementare le reti di percorsi e spazi pedonali, di piste ciclabili e spazi dedicati per la crescita dell’uso della bicicletta. Promuovere l’intermodalità;
- potenziare le linee di trasporto collettivo urbano e le reti del trasporto ferroviario metropolitano;
- adottare i PUMS - Piani Urbani della Mobilità Sostenibile - promuovendo l’innovazione dei veicoli e dei servizi di mobilità condivisa.

Il quarto asse strategico, con lo scopo dell’aumentata capacità di gestione dell’acqua come risorsa strategica, riguarda in particolare:

- raccogliere e riutilizzare le risorse idriche grigie e piovane negli edifici e degli spazi aperti;
- limitare il consumo idrico e incentivare un uso dell’acqua efficace ed efficiente negli edifici e negli spazi aperti;
- adottare forme e sistemi di depurazione e fitodepurazione delle acque di recupero, con integrazione degli spazi verdi urbani;
- utilizzare reti di depuratori con elevata qualità degli effluenti depurati e con trattamento-recupero dei fanghi generati.

#### 4.3. Assi strategici di resilienza sul piano degli indirizzi ‘sovra-strutturali soft’

Relativamente agli indirizzi strategici ‘sovra-strutturali *soft*’, le linee di riferimento generali riguardano: l’innalzamento delle capacità di adattamento dei sistemi architettonici, urbani e territoriali secondo azioni “*soft*” (Forlani, Colletta, Paterna, Segre, 2017; Lucarelli, Mussinelli, Daglio, 2018; Tucci, 2018a); i processi di valutazione di sostenibilità, resilienza e LC nei processi decisionali (Ferrante, 2013; Campioli, Torricelli, Mannino, 2017; Lavagna, Palumbo, 2017); i processi di rigenerazione, riqualificazione, recupero e manutenzione dell’esistente (Di Sivo, Cattaneo, Furlanetto, 2009; Pinto, Talamo, 2016; Cupelloni, Franco, Pinto, Russo Ermolli, 2017; ); e i processi di qualificazione innovativa resiliente degli spazi pubblici (Battisti, 2014; Bologna, Rogora, Cafiero, 2017; Lucarelli, Mussinelli, Daglio, 2018).

Riguardo all’innalzamento delle capacità di adattamento dei sistemi architettonici, urbani e territoriali secondo azioni “*soft*”, questo viene perseguito attraverso i seguenti quattro indirizzi specifici:

- Adattamento ai rischi di isola di calore e di ondate di calore, associati alle minacce di surriscaldamento, calore estremo e temperature elevate con azioni di tipo “*soft*”;
- Adattamento ai rischi di difficoltà di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati alle minacce di precipitazioni intense, tempeste, *pluvial flooding*, alluvioni con azioni di tipo “*soft*”;
- Adattamento ai rischi di approvvigionamento idrico e alimentare associati alle minacce di siccità e aridità con azioni di tipo “*soft*”;
- Adattamento ai rischi associati alle minacce di ventosità estreme e di cicloni nelle forme di uragani e tifoni con azioni di tipo “*soft*”.

Per quanto concerne la promozione sistematica dei processi menzionati, questa include i seguenti indirizzi:

- sviluppare, a livello metodologico-applicativo, strumenti da adottare sul piano locale, con implementazione di strumenti di stima, valutazione e certificazione ambientale alle diverse scale del prodotto/sistema costruttivo/edificio/quartiere/città/territorio;
- sviluppare, a livello analitico-conoscitivo, appropriati *benchmarks*, target e banche dati centrati sulle specifiche esigenze valutative del proprio territorio;
- incentivare, a livello dell'innovazione di processo e di progetto, l'adozione e applicazione sul piano locale di programmi di organizzazione circolare di produzione-uso-produzione;
- elaborare, a livello politico e normativo, strumenti normativi locali tesi a incentivare la valutazione ambientale e l'approccio al ciclo di vita, e a introdurre leve e incentivi per la loro applicazione basati sulla competitività e sulla cooperazione.

## QUADRO DEGLI ASSI STRATEGICI PER L'INCREMENTO DELLE CAPACITÀ DI RESILIENZA DELL'AMBIENTE COSTRUITO URBANO SUL PIANO DEGLI INDIRIZZI 'STRUTTURALI GREY', 'INFRASTRUTTURALI GREEN' E 'SOVRASTRUTTURALI SOFT' - III PARTE

### ASSI STRATEGICI DI RESILIENZA SUL PIANO DEGLI INDIRIZZI 'SOVRA-STRUTTURALI SOFT'

<p>Adattamento agli effetti del climate change di architetture, città e territorio con indirizzi 'soft'</p>	<p><b>9. Indirizzi per l'innalzamento delle capacità di adattamento dei sistemi architettonici, urbani e territoriali con azioni di tipo 'soft'</b></p> <p>9.1. Adattamento ai rischi di isola di calore e di ondate di calore, associati alle minacce di surriscaldamento, calore estremo e temperature elevate, con azioni di tipo 'soft'</p> <p>9.2. Adattamento ai rischi di difficoltà di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati alle minacce di precipitazioni intense, tempeste, pluvial flooding, alluvioni, con azioni di tipo 'soft'</p> <p>9.3. Adattamento ai rischi di approvvigionamento idrico e alimentare associati alle minacce di siccità e aridità con azioni di tipo 'soft'</p> <p>9.4. Adattamento ai rischi associati alle minacce di ventosità estreme e di cicloni nelle forme di uragani e tifoni con azioni di tipo 'soft'</p>
<p>Processi di valutazione di sostenibilità, resilienza e LC nei processi decisionali</p>	<p><b>10. Indirizzi per la promozione sistematica dei processi di valutazione della sostenibilità ambientale, della resilienza e del ciclo di vita nei processi decisionali</b></p> <p>10.1. Sviluppare, a livello metodologico-applicativo, strumenti da adottare sul piano locale, con implementazione di strumenti di stima, valutazione e certificazione ambientale alle diverse scale del prodotto/sistema costruttivo/edificio/quartiere/città/territorio</p> <p>10.2. Sviluppare, a livello analitico-conoscitivo, appropriati benchmarks, targets e banche dati centrati sulle specifiche esigenze valutative del proprio territorio</p> <p>10.3. Incentivare, a livello dell'innovazione di processo e di progetto, l'adozione e applicazione sul piano locale di programmi di organizzazione circolare di produzione-uso-produzione</p> <p>10.4. Elaborare, a livello politico e normativo, strumenti normativi locali tesi a incentivare la valutazione ambientale e l'approccio al ciclo di vita, e a introdurre leve e incentivi per la loro applicazione basati sulla competitività e sulla cooperazione</p>
<p>Processi di rigenerazione, riqualificazione, recupero e manutenzione dell'esistente</p>	<p><b>11. Indirizzi per la promozione e incentivazione dei processi di rigenerazione resiliente urbana e di riqualificazione, recupero, manutenzione del patrimonio esistente</b></p> <p>11.1. Promuovere una nuova fiscalità immobiliare nelle strategie di Rigenerazione urbana per garantire una strategia organica e strutturale di rigenerazione resiliente di intere parti di città nei principali ambiti di intervento</p> <p>11.2. Promuovere la connessione dell'ambito strategico della Rigenerazione urbana con quello complementare dell'azzeramento del consumo di suolo</p> <p>11.3. Porre la riqualificazione del patrimonio pubblico al centro delle politiche urbane locali e incentivare la riqualificazione del patrimonio privato tramite forme di Partenariato Pubblico/Privato</p> <p>11.4. Incentivare processi virtuosi di manutenzione e di gestione ex post, nonché l'impiego di tecnologie innovative per l'offerta di prodotti e servizi evoluti negli interventi sul patrimonio esistente</p>
<p>Processi di qualificazione innovativa resiliente degli edifici pubblici</p>	<p><b>12. Indirizzi per la promozione e incentivazione di progetti e interventi innovativi di qualificazione resiliente degli edifici pubblici</b></p> <p>12.1. Promuovere gli "Appalti pubblici verdi" nei processi di qualificazione degli edifici pubblici</p> <p>12.2. Adottare e applicare criteri ecologici avanzati e i Criteri Ambientali Minimi in ogni tipo di intervento negli edifici pubblici</p> <p>12.3. Promuovere il passaggio dallo Smart Public Building alla Smart City e viceversa, con processi virtuosi di feedback</p> <p>12.4. Incentivare e facilitare l'applicazione sugli edifici pubblici dei cambiamenti normativi introdotti dal Decreto correttivo al Codice dei Contratti Pubblici</p>

All'interno dell'ambito della promozione e incentivazione dei processi di rigenerazione resiliente urbana e di riqualificazione, recupero e manutenzione del patrimonio esistente, si considerano i seguenti quattro indirizzi specifici:

- promuovere una nuova fiscalità immobiliare nelle strategie di Rigenerazione urbana per garantire una strategia organica e strutturale di rigenerazione resiliente di intere parti di città nei principali ambiti di intervento;
- promuovere la connessione dell'ambito strategico della Rigenerazione urbana con quello complementare dell'azzeramento del consumo di suolo;
- porre la riqualificazione del patrimonio pubblico al centro delle politiche urbane locali e incentivare la riqualificazione del patrimonio privato tramite forme di Partenariato Pubblico/Privato;
- incentivare processi virtuosi di manutenzione e di gestione ex post, nonché l'impiego di tecnologie innovative per l'offerta di prodotti e servizi evoluti negli interventi sul patrimonio esistente.

Il campo strategico relativo alla promozione e incentivazione di progetti e interventi innovativi di qualificazione resiliente degli edifici pubblici comprende:

- promuovere gli "Appalti pubblici verdi" nei processi di qualificazione degli edifici pubblici;
- adottare e applicare criteri ecologici avanzati e i Criteri Ambientali Minimi in ogni tipo di intervento negli edifici pubblici;
- promuovere il passaggio dallo *Smart Public Building* alla *Smart City* e viceversa, con processi virtuosi di *feedback*;
- incentivare e facilitare l'applicazione sugli spazi e gli edifici pubblici dei cambiamenti normativi introdotti dal Decreto correttivo al Codice dei Contratti Pubblici.

#### **4.4. Possibili fattori di 'successo' per le strategie e gli indirizzi di adattamento ai cambiamenti climatici**

Alla luce di quanto descritto nel capitolo 3 e graficizzato nella tabella 3, emergono quelli che potremmo definire, anche in base al confronto con le strategie messe a punto dalla EEA, i principali fattori di 'successo' per l'adattamento. L'EEA, nel suo *European Topic Centre on Air and Climate Change*, introduce sei fattori di 'successo' che si ricollegano ai tre assi strategici di adattamento visti nel precedente paragrafo:

##### **• *Awareness-raising actions***

Azioni rivolte ai soggetti interessate, dai cittadini ai governi nazionali ed europei e coprire vari aspetti dell'adattamento ai cambiamenti climatici. Potremmo dividere il target in: soggetti interni agli organi decisionali (a livello nazionale e regionale); lo staff che pianifica la strategia di adattamento (ad esempio gestori delle risorse idriche, gestori forestali, urbanisti e pianificatori spaziali, architetti, gestori del turismo, etc...); professionisti e consulenti; organizzazioni non governative (che possono svolgere un ruolo importante nei paesi in cui c'è poca spinta normativa); altri stakeholders (come in particolare soggetti che gestiscono servizi di emergenza, la cui azione è utile per garantire un'attuazione più agevole delle misure necessarie). La condivisione delle conoscenze dovrebbe essere mirata e rivolta a capire cos'è l'adattamento e quali sono i rischi associati ai cambiamenti climatici, facendo comprendere che l'adattamento è importante tanto quanto la mitigazione.

##### **• *Cutting across different sector and level***

Il successo dell'adattamento sta nella trasversalità orizzontale (settori) e verticale (scale). La pianificazione e l'attuazione devono implicare una collaborazione orizzontale tra diversi settori o dipartimenti politici, nonché un coordinamento verticale tra i diversi livelli amministrativi.

Poiché la questione dei cambiamenti climatici è intersettoriale e multilivello, le risposte alle vulnerabilità climatiche possono essere di competenza di diversi settori dell'amministrazione. Pertanto, i rischi climatici devono essere considerati in tutti i settori, compresa la pianificazione urbana, i trasporti e la salute, in modo integrato. Colmare il divario tra i diversi settori può aiutare ad eliminare i casi di disadattamento, laddove le azioni adattative in un settore hanno effetti secondari negativi su altri.

Un settore particolarmente importante per l'adattamento intersettoriale è la pianificazione territoriale che influisce notevolmente sugli impatti dei cambiamenti climatici, questo perché la distribuzione della popolazione influisce sulla posizione dell'infrastruttura e quindi sui potenziali impatti. Se integrassimo nei

piani l'adattamento ai cambiamenti climatici, i costi degli investimenti nelle infrastrutture potrebbero essere ridotti al minimo. Ciò rafforza anche l'importanza di coinvolgere i dipartimenti di pianificazione territoriale nello sviluppo di strategie di adattamento concentrandosi su tre scale urbane: l'agglomerato urbano, il quartiere e l'edificio (Adger et al., 2005; Shaw et al., 2007).

- *Co-benefits of adaptive options*

Le soluzioni di adattamento che offrono vantaggi aggiuntivi (co benefits), come le green options, sono più facilmente accettate e implementate. Le misure devono essere esaminate in relazione ad altri settori, come quelli della conservazione della natura, agricoltura, sviluppo urbano, trasporti, mitigazione dei cambiamenti climatici o domanda e offerta di energia, il tutto volto al miglioramento della qualità della vita nelle città e non solo.

Le sinergie tra adattamento ai cambiamenti climatici e azioni di mitigazione sono di particolare interesse, sebbene in alcuni casi possono essere difficili e, in generale, l'adattamento climatico può essere considerato non solo una risposta reattiva o difensiva, ma come un'implementazione proattiva di una strategia di sviluppo economico e sostenibile a lungo termine.

- *Uncertainty and long time frames*

È necessario affrontare, anche sotto l'aspetto gestionale, il tema dell'incertezza che è uno dei principali limiti nello sviluppo di strategie di adattamento (Ribeiro et al., 2009), e che a medio termine è legato alle differenze tra i risultati di diversi modelli climatici. Nella comunità scientifica, c'è una tendenza verso lo sviluppo di modelli climatici sempre più complessi e la riduzione delle proiezioni a livelli sempre più locali. Tuttavia, la creazione di modelli più complessi potrebbe non fornire necessariamente una maggiore precisione delle previsioni. Il potere predittivo dei modelli climatici è incerto e vengono adottate diverse strategie per affrontare questa limitazione. Inoltre, è importante riconoscere che quando si considera l'adattamento, il clima è solo uno dei molti processi che influenzano i risultati, ma intervengono anche altri processi, come ad esempio problemi socio-economici e politici, che determinano vulnerabilità e che non possono essere previsti adeguatamente. Inoltre, le informazioni sui cambiamenti climatici per località specifiche possono essere difficili da ottenere. Anche in assenza di una conoscenza accurata, però, è possibile scegliere approcci per agire con bassi rischi di disadattamento o sovrainvestimento. Questi approcci possono essere classificati in 'no regrets' o 'low regrets', quelle con 'margini di sicurezza' e quelle 'flexible'. (Hallegatte, 2009; Wardekker, 2011).

Le opzioni 'low' sono opzioni che offrono benefici anche in assenza di cambiamenti climatici, e corrispondono ad esempio a sistemi di allarme rapido in caso di alluvioni e ondate di calore o l'estensione degli spazi verdi e blu nelle città per migliorare le condizioni di vita, a limitazioni nel consumo di suolo. Queste opzioni possono anche essere viste come quelle i cui costi sono piccoli o addirittura inesistenti per più scenari climatici. La valutazione e la selezione di queste opzioni non dipende necessariamente da affidabili previsioni di impatto sul clima (Füssel, 2007).

Interventi con 'margini di sicurezza' definiti possono ad esempio essere interventi di immagazzinamento dell'acqua in eccesso in caso di allagamento, piazze, parchi e parcheggi usati come buffer spaces, la progettazione di reti di alimentazione e di approvvigionamento idrico in modo tale da garantire la connettività del sistema anche se le parti sono interessate da eventi climatici, etc...

Edifici, strade e spazi aperti devono essere pertanto 'climate proofing' in previsione di proiezioni climatiche che coprono generalmente da 50 a 100 anni, a differenza dei 20 ei 40 anni previsti nelle strategie di pianificazione urbana (Füssel, 2007). In questo processo gli sforzi di adattamento devono incorporare opzioni 'flessibili' per far fronte ai mutevoli rischi e incertezze climatici. Inoltre, è il processo di adattamento stesso che deve essere flessibile e lasciare spazio a revisioni in corso, monitoraggio dei risultati e potenziale adeguamento, incorporando la flessibilità nella progettazione urbana e dei trasporti e di altre infrastrutture. Poiché i cambiamenti climatici sono un processo relativamente lento, l'attuale agenda politica richiede che le scelte siano fatte ora alla luce della futura resilienza climatica, considerando gli effetti a lungo termine.

- *Working with nature — not against*

Lavorare 'con la natura' può fornire benefici derivanti dagli stessi sistemi naturali (Scarlett, 2011; Bolund and Hunhammar, 1999). I servizi ecosistemici dovrebbero prevedere un mix di opzioni per una maggiore funzionalità e maggiore resilienza rispetto all'infrastruttura tradizionale (Scarlett, 2011). Significativo è lo sviluppo delle *blue e green infrastructures*, il cui ruolo più importante è la riduzione delle temperature nelle aree urbane e la risoluzione di rischi connessi alla gestione delle acque.

Sebbene gli investimenti a breve termine in infrastrutture 'grey' offrono maggiori rendimenti e benefici,

l'infrastruttura verde offre numerosi vantaggi aggiuntivi e a lungo termine anche valutabili come valore indiretto o non monetario. È però importante riconoscere che l'infrastruttura verde in molti casi può svolgere le sue funzioni solo quando integrata già nelle prime fasi dello sviluppo di nuove aree urbane, o comunque studiata in relazione alle condizioni climatiche attuali e future e progettata in combinazione con altre soluzioni di adattamento.

- *Low and high-cost*

Dal rapporto *'Financing the Resilient City'* (ICLEI, 2011), nato per offrire una strategia *bottom-up* per uno sviluppo urbano resiliente, si evince che molte misure di adattamento ai cambiamenti climatici possono essere implementate a basso costo o contribuire positivamente anche su aree limitrofe. Tuttavia, è necessario sviluppare e garantire una base di risorse finanziarie, umane e istituzionali sufficienti. L'idea alla base del rapporto non è solo quella di raccogliere fondi per progetti di adattamento, ma di costruire in modo più completo un base conoscitiva per realtà locali utile a pianificare, finanziare e implementare progetti. La strategia integrata prevede che sia necessario costruire la capacità locale al fine di preparare, strutturare e gestire una riqualificazione su larga scala e sfruttare i giusti finanziamenti a tale scopo. È inoltre necessaria una capacità a livello locale di organizzare una domanda di resilienza come una delle condizioni chiave per un aggiornamento completo delle aree urbane vulnerabili. La strategia prevede processi di pianificazione *bottom-up* per identificare vulnerabilità e rischi e collegare le relative soluzioni di mitigazione del rischio con miglioramenti delle prestazioni prioritarie in aree o sistemi pertinenti; migliorare la capacità tecnica e istituzionale, per gestire e organizzare l'esecuzione di progetti complessi e per preparare le relative proposte di investimento; supportare l'acquisizione *bottom-up* degli investimenti attraverso meccanismi e processi competitivi di approvvigionamento.

Le opzioni di finanziamento dovrebbero essere sviluppate congiuntamente tra livelli locali e a più vasta scala, e basarsi su diversi approcci, come l'utilizzo dei bilanci locali, l'accesso a fonti private e l'ottenimento di finanziamenti di sostegno dai governi nazionali e a livello europeo. Ulteriori finanziamenti a livello nazionale ed europeo, come i fondi strutturali dell'UE, possono dare un contributo decisivo, considerando che per il periodo 2014-2020, la Commissione europea ha proposto di destinare almeno il 20% del quadro finanziario pluriennale globale per la mitigazione dei cambiamenti climatici e le misure di adattamento.

Altra fonte di finanziamento sono gli Investimenti privati, sebbene la *governance* dell'adattamento non possa fare affidamento sugli attori del mercato a meno che i governi locali decidano di sovvenzionare tali pratiche, incentivandole.

Queste macro azioni, come specificheremo meglio nella tabella 4 sul rapporto tra asse strategico, indirizzi e azioni d'intervento, devono essere declinate ai differenti livelli di *governance*: dal livello locale, al regionale, al nazionale e all'europeo, senza dimenticare l'interessante scambio *multilevel*, forma di dialogo tra i livelli governativi, gli attori privati e i cittadini. Vediamo come queste sfide possano essere effettivamente articolate ai vari livelli.

#### *Il livello locale*

Il processo decisionale a livello locale è *place-based* ed è facilitato dal dialogo diretto con gli stakeholder locali che conoscono bene le condizioni specifiche, le vulnerabilità e le capacità di adattamento e possono escogitare soluzioni flessibili utili allo sviluppo urbano e nei progetti di ristrutturazione delle città, a livello di quartiere o distretto o misure alla scala dei singoli edifici o isolato. I quartieri possono essere visti come un terreno di prova per la politica che fornisce preziose lezioni sulla performance delle misure politiche in diversi contesti locali (EEA, 2012). Gli attori chiave a questa scala sono le amministrazioni locali, gli imprenditori e gli investitori e i proprietari dei singoli beni e tra questi le autorità municipali sono le più adatte a svolgere un ruolo guida nel coordinare e gestire questi sforzi di adattamento (EC, 2013).

#### *Il livello regionale*

I comuni in molti casi non possono risolvere da soli i problemi che richiedono interventi a monte e spesso un approccio regionale o addirittura nazionale e un adeguato coordinamento intercomunale. Gli sforzi dei comuni devono comprendere sia la cooperazione orizzontale con altri comuni sia la cooperazione verticale con le autorità regionali e statali. Inoltre, sono necessarie anche altre competenze normative e capacità finanziarie (UNEP, 2016).

In questa ottica la scala regionale è un livello di sviluppo della strategia di adattamento che presenta un potenziale significativo e margini di miglioramento. Tali approcci regionali non solo garantiscono il successo

delle azioni, ma offrono ulteriori benefici in termini di efficienza, di costo e di sostenibilità. Il ruolo specifico che i governi regionali possono svolgere dipende dalle dinamiche delle strutture nazionali (Capra e Mattei, 2017).

### *Il livello nazionale*

I governi nazionali forniscono il collegamento cruciale tra le priorità dell'UE e l'azione di adattamento locale, offrendo un quadro strategico. Queste strategie possono incorporare azioni locali nel contesto nazionale, collegando città e regioni o individuare una strategia *climate-proof* in diversi settori, rimuovendo gli ostacoli e aiutando ad ottimizzare le finanze urbane, riprogettando le tasse e le sovvenzioni subnazionali a livello di governo locale (Corfee-Morlot et al., 2009; OECD, 2010; EEA, 2012). Fondamentale è porre attenzione alle questioni di equità e creare politiche sui cambiamenti climatici che affrontino le differenze di vulnerabilità nei diversi settori e aree, supportando anche le condizioni istituzionali per la cooperazione intercomunale. Inoltre, i governi nazionali svolgono un ruolo cruciale come sostenitori e attivatori delle strategie e azioni locali e regionali perché possono osservare e studiare attentamente l'attuazione locale delle strategie nazionali di adattamento, le procedure di gestione del rischio di alluvione e altre misure, rilevando i punti di forza e di debolezza degli approcci e delle misure nazionali, e identificando interessi, incentivi e *trade-off* correlati che possono aiutare o ostacolare l'implementazione e servire a fornire *input* nel quadro nazionale e raccogliere le informazioni di base.

### *Il livello europeo*

A livello europeo, come a quello nazionale, la politica di coesione è volta a sostenere l'adattamento locale e regionale e contribuire ad accelerare l'attuazione, garantendo il sostegno alle regioni più svantaggiate. Costruire una solida base di conoscenze; integrare l'adattamento nelle aree politiche chiave dell'UE; utilizzare una combinazione di strumenti politici (strumenti *market-based*, linee guida, partenariati pubblico-privato) per assicurare l'effettiva realizzazione dell'adattamento; intensificare la cooperazione internazionale, sono i punti chiave individuati nel Libro bianco sull'adattamento della Commissione europea (EC, 2009) volto a coordinare l'adattamento a livello europeo, agevolando importanti collegamenti transnazionali e fornendo così un approccio strategico comune e un quadro politico di sostegno.

La *European Climate Adaptation Platform CLIMATE ADAPT* è un supporto allo scambio tra le città e le altre parti interessate, necessario per un efficace adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale. Ad esempio, analizzando i dati forniti nella piattaforma Climate-ADAPT si evince che quasi tutti i paesi membri del SEE hanno adottato una strategia nazionale di adattamento (NAS) e oltre la metà ha adottato un piano nazionale di adattamento (PAN). Inoltre, i lavori preparatori per l'indagine hanno mostrato che quasi tutti i paesi membri del SEE hanno condotto almeno una valutazione nazionale CCIV (di impatto, vulnerabilità e rischio) (EEA, 2018a) che forniscono una panoramica generale e possono aiutare a stabilire priorità tematiche e regionali, sebbene siano necessarie informazioni sub-nazionali e locali per lo sviluppo di misure di adattamento mirate. Per favorire l'efficacia di ogni intervento, l'UE cerca di garantire:

- valutazioni (*ex ante*) d'impatto per determinare gli impatti climatici e ambientali delle misure proposte;
- razionalizzazione delle misure proposte nell'ambito di obiettivi specifici e controllare le consegne rispetto agli indicatori di risultato;
- monitoraggio delle spese tra diversi strumenti di finanziamento, con meccanismi di verifica degli investimenti ambientali (EC, 2011c, Medarova-Bergstrom et al., 2011; EEA, 2012; UNEP, 2017).

È importante incrementare nelle valutazioni di impatto, vulnerabilità e rischio anche l'analisi di fattori non solo climatici e le interazioni intersettoriali, che influenzano lo sviluppo dell'esposizione e della vulnerabilità, utilizzando le proiezioni demografiche e altri scenari socio-economici pertinenti, anche per una migliore comprensione delle implicazioni di giustizia sociale dei cambiamenti climatici, poiché alcuni gruppi di popolazione sono più fortemente influenzati di altri. (EEA, 2018a)

La proposta della Commissione europea relativa al quadro finanziario pluriennale (QFP) per il periodo 2014-2020 si basa esplicitamente sul concetto che il finanziamento per il cambiamento climatico riceve il contributo da diversi settori politici come la coesione, l'ambiente, l'agricoltura, la ricerca e la cooperazione esterna (EC, 2011a; UNEP, 2017; EU, 2019; Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, 2014), in particolare sulla gestione del rischio idrico e delle alluvioni, l'agricoltura e lo sviluppo rurale, la salute, la protezione della natura e la biodiversità.

L'attuale spesa 'diretta' per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici nell'ambito del bilancio dell'UE, però, non riflette l'importanza dei cambiamenti climatici per il futuro dell'Europa, sebbene il bilancio

dell'UE per il periodo 2014-2020 ha provveduto a un aumento sostanziale - rispetto al periodo 2007-2013 - di circa il 20% da utilizzare per i cambiamenti climatici proveniente da diversi settori (EC, 2010, 2011a; Medarova-Bergstrom et al., 2011; EEA, 2012). Ad esempio, il programma LIFE + sostiene progetti integrati incentrati, tra l'altro, su temi rilevanti per l'adattamento ai cambiamenti climatici come i piani di gestione dei bacini idrografici, le strategie di prevenzione delle inondazioni transfrontaliere e i piani di adattamento climatico negli Stati membri dell'UE. Il bilancio totale di LIFE + per il periodo 2014-2020 è di 3,2 miliardi di euro, di cui 0,8 miliardi destinati al cambiamento climatico (EC, 2011b; EEA, 2012). Tuttavia, il suddetto 20% proposto sta sostenendo sia la mitigazione che l'adattamento ai cambiamenti climatici. E va detto che nella complessiva strategia "Europa 2020" l'attenzione è sembrata concentrarsi sulla mitigazione piuttosto che sull'adattamento.

Rilevante per le aree urbane è stata in questi anni la politica di coesione dell'UE con i relativi fondi strutturali che hanno costituito una parte sostanziale del bilancio dell'UE. Questo è in aggiunta ai programmi INTERREG e URBACT a sostegno di specifici progetti di adattamento nelle città e nelle regioni, volti a incentivare lo sviluppo delle conoscenze, la verifica dello sviluppo delle conoscenze, lo sviluppo e l'attuazione di strategie e progetti di adattamento regionali e la creazione di consapevolezza tra le parti interessate e il pubblico (Ribeiro et al., 2009; Lewis, 2013). Tuttavia, la politica di coesione può potenzialmente ostacolare l'adattamento quando, ad esempio, i grandi progetti infrastrutturali non sono *climate-proof*. L'integrazione sistematica dei requisiti di adattamento nei progetti, nei programmi e nella valutazione delle politiche contribuirebbe ad evitare tale disallineamento (EEA, 2012), guardando anche alla crescita economica, all'istruzione, allo sviluppo tecnologico e alla fornitura infrastrutturale, può aumentare la capacità di adattamento delle città promuovendo l'apprendimento e un'ampia azione partecipativa. Importanti atti legislativi sono stati: la Water Framework Directive, la Floods Directive e la Water Scarcity and Droughts strategy (EC, 2000, 2007a, 2007b), la direttiva sulla valutazione dell'impatto ambientale (EC, 2011d).

Tuttavia le politiche per la coesione economica e sociale hanno tradizionalmente preso di mira l'economia e le condizioni di vita in tutta Europa, mentre il livello di coinvolgimento dell'Unione europea nell'adattamento locale e regionale, rispetto al principio di sussidiarietà rimane ancora un problema aperto, perché l'adattamento ai cambiamenti climatici richiede approcci specifici. L'individuazione di punti caldi di adattamento e una politica di coesione che si rivolgono alle esigenze di adattamento ai cambiamenti climatici con la selettività territoriale creerebbero nuovi terreni, pur riconoscendo che le sfide rimangono (EEA, 2012; CNGE, 2017). I risultati ottenuti nell'integrazione dell'adattamento nelle politiche settoriali rimangono una sfida per l'UE. Accanto alle direttive sull'acqua e sulla natura, la politica di adattamento deve essere incorporata ancor meglio in politiche settoriali come l'agricoltura, i trasporti e l'energia.

### *La multi-level governance*

Le città si trovano in una posizione unica per sviluppare risposte su misura agli impatti dei cambiamenti climatici, in quanto possono contare su una conoscenza diretta delle condizioni locali e possono sviluppare strategie proattive in risposta ai cambiamenti climatici, sperimentando soluzioni locali e impegnandosi in obiettivi ambiziosi, collaborando con partner non governativi come reti cittadine, settore privato e organizzazioni per sviluppare nuovi modelli istituzionali per l'adattamento locale (Piorr et al., 2011; GIZ and ICLEI, 2012; Oliva, Ricci, 2017). Il contesto giuridico e istituzionale definito dai governi nazionali, dall'UE e dagli sviluppi globali - determinano condizioni che possono essere di supporto o vincolanti. I governi locali ambiziosi possono integrare le priorità nazionali ed europee attraverso collegamenti con realtà analoghe, o gli sforzi di varie città pionieristiche (EEA, 2012).

In questo contesto, un approccio di *governance* multilivello può creare ponti tra livelli di governo non connessi, giurisdizioni specifiche e parti interessate per sostenere un'azione concertata. I vantaggi della *governance* multilivello sono:

- coordinare le iniziative arrivando a un'implementazione che è più della somma delle singole misure;
- evitare il conflitto grazie al lavoro congiunto tra le parti interessate a tutti i livelli;
- consentire la realizzazione di interventi che non possono essere sviluppati o implementati da un singolo attore a causa di limiti di giurisdizione o responsabilità;
- permettere il perseguimento (e il conseguimento) di vantaggi in termini di efficacia ed efficienza.

I complessi problemi di azione collettiva legati alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici portano a una situazione in cui nessun attore può risolvere questi problemi da solo, aspetto, questo, noto e stratificato ormai da decenni (Stone, 1986; Kooiman, 1993; Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, 2014; EU, 2019). In Europa, ogni livello di governo ha un ruolo da svolgere nel sostenere l'adattamento ai cambiamenti

climatici nelle città. I risultati di un'indagine tra gli Stati membri dell'UE presentati nella piattaforma europea di adattamento al clima CLIMATE-ADAPT portarono alla conclusione che la *governance* multilivello sui cambiamenti climatici non era stata ancora pienamente stabilita, ed oggi è in corso di tentativo di sviluppo. Di fatto, in una serie di Paesi, l'adattamento urbano avviene ancora in modo *ad hoc* e isolato. Differenti barriere portano a problemi nella formulazione delle politiche, nell'integrazione delle conoscenze per il supporto decisionale, nel processo decisionale, nell'attuazione e, infine, nel monitoraggio e nella valutazione.

Le barriere possono essere strutturali, istituzionali o operative. Le sfide strutturali possono riguardare autorità e responsabilità poco chiare; quelle istituzionali sono legate in prevalenza ad un'interpretazione restrittiva del principio di sussidiarietà che limita l'interazione tra i livelli governativi; la mancanza di politiche a lungo termine.

Le sfide operative invece includono una mancanza di comunicazione e trasparenza tra differenti scale e settori; l'inadeguata organizzazione dell'interfaccia politica; vincoli finanziari (EC, 2013).

Per rendere questa *governance* multilivello efficace è necessaria una accettazione collettiva della complessità delle sfide da affrontare unitamente a un forte impegno delle parti interessate a far fronte alle sfide mediante una *governance* integrata e multilivello, nel rispetto del principio di sussidiarietà e responsabilità; un'adeguata distribuzione di poteri e responsabilità, processi corretti e buone relazioni e coordinamento tra scale e attori; strutture istituzionali e decisionali multilivello che riflettono la complessità delle sfide di adattamento e le interconnessioni tra i diversi livelli governativi; strutture stabili sul lungo periodo; un ampio *database* di conoscenze sugli impatti dei cambiamenti climatici, sulle vulnerabilità e sulle opzioni di adattamento, come la già citata Piattaforma europea di adattamento al clima CLIMATE-ADAPT; proiezioni regionali su impatti e vulnerabilità, accanto all'informazione globale ed europea; strumenti di scambio di informazioni e l'apprendimento continuo che integra CLIMATE-ADAPT, con lo sviluppo di strumenti di trasferibilità per le buone pratiche, la formazione, lo scambio di personale e il coaching (Swart et al., 2009; Georgi et al., 2012; EEA, 2012; EEA, 2018b).

La ricerca e l'esperienza sull'integrazione della politica ambientale dimostrano che una varietà di strumenti comunicativi, organizzativi e procedurali può anche supportare l'integrazione, considerando come pilastri di questo scambio: sperimentazioni climatiche multilivello; una corretta *governance* territoriale e pianificazione territoriale; la costruzione di capacità istituzionali su più livelli; l'accesso equo ai finanziamenti per le misure di adattamento; sviluppo di *multilevel knowledge base*.

## References

- Adger, W. N., Arnell, N. W. and Tompkins, E. L., (2005), 'Successful adaptation to climate change across scales', *Global Environmental Change*, 15(2) 77–86.
- Andreucci, M.B. (2017), *Progettare Green Infrastruttura. Tecnologie, valori e strumenti per la resilienza urbana*, Wolters Kluwer, Milano.
- Battisti, A. (2014), *Rinnovare le Periferie. Riqualificazione bioclimatica e ambientale delle aree urbane periferiche*, Alinea Editrice, Firenze, 2014.
- Battisti, A., Endres, E., Santucci, D., Tucci, F. (2015). *Energie: Bedrohung oder Chance für die europäische Stadtlandschaft? | Energia: Occasione o minaccia per il paesaggio urbano europeo?*, Technische Universität München Verlag, Munich.
- Boeri, A., Battisti, A., Asdrubali, F., Sala, M. (2017), "Approccio progettuale, efficienza energetica, bioclimatica e fonti rinnovabili negli edifici, nelle città, nei territori", in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Bologna, R., Rogora, A., Cafiero, G. (2017), "Risposta alle emergenze sociali, promozione del benessere abitativo e della partecipazione", in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Bolund, P. and Hunhammar, S., (1999), Ecosystem services in urban areas, *Ecological Economics*, 29(2) 293–301.
- BSUG (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit) (2011), Leitfaden Energienutzungsplan, Technische Universität München, Landkreis München vertreten durch das Landratsamt München, StMUG, StMWIVT, OBB Verlag.
- Campioli, A., Torricelli, M.C., Mannino, I. (2017), "Approccio Ciclo di Vita per la sostenibilità nel settore delle costruzioni e nelle trasformazioni del territorio"; in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Capra, F., Mattei, U. (2017), *Ecologia del Diritto. Scienza, politica, beni comuni*, Aboca Editore, Sansepolcro.
- CEU (Council of the European Union) (2015), *Charter of Rome on the natural and cultural capital*, Italian Presidency of the Council of the European Union, Brussels.

- CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), MATTM (Ministero dell'Ambiente) (2017), *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici PNACC*, Supporto tecnico-scientifico per il MATTM, Prima stesura per la consultazione pubblica, Roma.
- CNGE (Consiglio Nazionale della Green Economy) (2017), *Programma di transizione alla Green Economy in Italia*, Stati Generali della Green Economy, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ecomondo Pubblicazioni, Rimini.
- Corfee-Morlot, J., Kamal-Chaoui, L., Donovan, M., Cochran, I., Robert, A. and Teasdale, P. J., (2009), *Cities, climate change and multilevel governance*, OECD Environmental Working Papers N° 14, OECD Publishing, Paris.
- Cupelloni, L., Franco, G., Pinto, M.R., Russo Ermolli, S. (2017), "Rigenerazione, riqualificazione, recupero e manutenzione del patrimonio esistente", in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Di Sivo, M., Cattaneo, M., Furlanetto, L. (2009), *Cultura di manutenzione*, Alinea Editrice, Firenze.
- EC (European Commission) (2000), Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.
- EC (European Commission) (2007a), Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks.
- EC (European Commission) (2007b), Communication from the Commission to the European Parliament and the Council 'Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union' COM(2007) 414 final, 18 July 2007.
- EC (European Commission) (2009), White Paper — Adapting to climate change: Towards a European framework for action COM(2009) 147/4, 1 April 2009
- EC (European Commission) (2010), *EUROPE 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, EU Publishing, Bruxelles [COM(2010)2020].
- EC (European Commission) (2011a), A budget for Europe 2020. Part I and II. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee of the Regions COM(2011) 500 final, 29 June 2011.
- EC (European Commission) (2011b), EUROPA — Press Releases — Multiannual Financial Framework (MFF): Questions and answers (<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/11/468&format=HTML&aged=1&language=EN&guiLanguage=en>) accessed 29 March 2012.
- EC (European Commission) (2011c), *Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on specific provision concerning the European Regional Development Fund and the investment for growth and jobs goal and repealing regulation (EC) No 1080/2006*.
- EC (European Commission) (2011d), Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment (codification).
- EC (European Commission) (2013), *Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions*, Brussels, SWD(2013) 132 final.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg
- EEA (European Environment Agency) (2018a), *National climate change vulnerability and risk assessments in Europe, 2018*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environment Agency) (2018b), *Adapting to climate change: European countries assess vulnerability and risks*, available at: <https://www.eea.europa.eu/highlights/adapting-to-climate-change-european>
- EU European Union (2019), *Circularity Gap Report reveals that the world is only 9% circular and the trend is negative*, available at: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/news-and-events/all-news/2019-circularity-gap-report-reveals-world-only-9-circular-and-trend-negative>
- Ferrante, T. (2013), *Valutare la Qualità percepita | Evaluation of perceived Quality*, Franco Angeli, Milano.
- Forlani, M.C., Colletta, P., Paterna, D., Segre, G. (2017), "Tutela del Capitale culturale, valorizzazione della bellezza, della qualità e dell'identità dei luoghi", in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- FSS (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile) (2018), *Linee Guida per le Green City*, SUSDEF Pubblicazioni, Roma.
- Füssel, H.-M., (2007), 'Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches and key lessons', *Sustainability Science*, (2) 265–275.
- Georgi, B., Kazmierczak, A. and Fünfgeld, H., (2012), 'Knowledge and information for resilient cities', in: OttoZimmermann, K. (ed.), *Resilient cities 2: Cities and adaptation to climate change proceedings of the global forum 2011, Local Sustainability 2*, Springer Science+Business Media B.V. 2012 forthcoming.
- GIZ and ICLEI, (2012), *Discussion Paper: Green Urban Economy – Conceptual basis and courses for action*, Gleick, J. (2011). *Chaos: Making a New Science*, Open Road Media, New York.
- Hallegatte, S., (2009), 'Strategies to adapt to an uncertain climate change', *Global Environmental Change*, 19(2) 240–247.

- Hausladen, G., Wagner, T., Schmid, T., Bonnet, C., Hamacher, T., Tzscheuschler, P., Burhenne, R. (eds.) (2011), *Leitfaden Energienutzungsplan*. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit StMUG, Bayerisches Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT), Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (OBB), München.
- Hausladen, G., Liedl, P., Saldanha, M. (2015), *Klimagerecht Bauen und Energie: Ein Handbuch*, Birkhäuser Verlag, Basel.
- Hausladen, G., Liedl, P. e De Saldanha, M. (2016), *Building to Suit the Climate*, Birkhäuser Verlag, Basel, Munich.
- Hausladen, G., Tucci, F. (2017), "Cultura tecnologica, Ambiente, Energia: prospettive della Ricerca e della Sperimentazione | Technological Culture, the Environment and Energy: the Outlook for Research and Experimentation", *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, n. 13/2017, pp. 63-71.
- ICLEI, (2011), *Financing the resilient city: A demand driven approach to development, disaster risk reduction and climate adaptation*, ICLEI Global Report, ICLEI, Bonn.
- Kooiman, J., (1993), 'Governance and governability: Using complexity, dynamics and diversity', in: *Modern Governance*, Sage, London.
- Lavagna, M., Palumbo, E. (2017), "Obiettivi, metodi e strumenti operativi per la valutazione della sostenibilità ambientale", in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Lewis, O., Sadhbh, N., Borghi, A. (2013), *Building Energy Efficiency in European Cities*, URBACT.
- Losasso, M., Davoli, P., Leone M. (2017), "Ambiente costruito e mitigazione climatica", in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Lucarelli, M.T., D'Ambrosio, V., Milardi, M. (2017), "Resilienza e adattamento dell'ambiente costruito", in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Lucarelli, M.T., Mussinelli, E., Daglio, L. (eds.) (2018), *Progettare Resiliente*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.
- Malcevschi, S., Mussinelli, E., Tartaglia, A., Andreucci, M.B. (2017), "Tutela dell'ambiente e del suolo agricolo, valorizzazione del capitale idrico e delle infrastrutture verdi", in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Medarova-Bergstrom, K., Volkery, A., Schiellerup, P., Withana, S. and Baldock, D., (2011), *Strategies and instruments for climate proofing the EU budget*, IEEP, Brussels.
- OECD, (2010), *Cities and Climate Change*, OECD Publishing, available at: [http://www.oecd.org/document/34/0,3746,en\\_2649\\_37465\\_46573474\\_1\\_1\\_1\\_37465,00.html#how\\_to\\_obtain\\_this\\_book](http://www.oecd.org/document/34/0,3746,en_2649_37465_46573474_1_1_1_37465,00.html#how_to_obtain_this_book)
- Oliva, F., Ricci, L. (2017), 'Promuovere la rigenerazione urbana e la riqualificazione del patrimonio costruito', in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Peretti, G., Magliocco, A., Pollo, R. (2017), "Qualità ecologica: uso efficace delle risorse e dei processi di riciclo, riduzione dei costi ambientali", in Antonini E., Tucci, F. (a cura di), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Pinto, M.R., Talamo, C.M.L. (2016), "Recupero e Manutenzione: la ricerca incontra le esigenze dei territori/ Recovery and maintenance: the research complies with local needs", in Lucarelli, M.T., Mussinelli, E., Trombetta, C. (eds.), *Cluster in progress. The Architectural Technology Network for Innovation | La Tecnologia dell'Architettura in rete per l'innovazione*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.
- Pierr, A., Ravetz, J. and Tosics, I., (2011), *Periurbanisation in Europe*, PLUREL, Berlin.
- Ribeiro, M., Losenno, C., Dworak, T., Massey, E., Swart, R., Benzie, M. and Laaser, C., (2009), *Design of guidelines for the elaboration of regional climate change adaptations strategies*. Study for European Commission, Ecologic institute, Berlin.
- Santamouris, M. (2017), *Advances in Passive Cooling*, Earthscan, London.
- SGGE (Stati Generali della Green Economy) (2017a), *La Città Futura. Manifesto della Green Economy per l'architettura e l'urbanistica*, SUSDEF Pubblicazioni, Roma.
- SGGE (Stati Generali della Green Economy), Tucci, F., Parasacchi, A. (eds.) (2017b), *Verso l'attuazione del Manifesto della Green Economy per l'architettura e l'urbanistica. Obiettivi, ambiti di indirizzo, strategie prioritarie*, SUSDEF Pubblicazioni, Roma.
- Tucci, F. (2018a), "Resilienza ed economie green per il futuro dell'architettura e dell'ambiente costruito | Resilience and green economies for the future of architecture and the built environment", *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. n. 15/2018
- Tucci, F. (2018b), *Costruire e Abitare Green. Approcci, Strategie, Sperimentazioni per una Progettazione Tecnologica Ambientale | Green Building and Dwelling. Approaches, Strategies, Experimentation for an Environmental Technological Design*, Altralinea, Firenze.
- Van Riel, W., (2011), *Exploratory study of pluvial flood impacts in Dutch urban areas*, Deltares, Delft.
- Scarlett, L., (2011), 'Climate Adaptation', in: Linkov, I. and Bridges, T. S. (eds.) *Climate*, Springer Netherlands, Dordrecht.
- Shaw, R., Colley, M. and Connell, R., 2007, *Climate change adaptation by design: a guide for sustainable communities*, TCPA, London.
- Stone, C., (1986), 'Power and Social Complexity', in: Waste, R. J. (ed.), *Community Power. Directions for future research*, SAGE, Beverly Hills.

Swart, R., Biesbroek, R., Binnerup, S, Carter, T.R., Cowan, C, Henrichs, T, Loquen, S., Mela, H., Morecroft, M., Reese, M. and Rey, D., (2009), *Europe adapts to climate change comparing national adaptation strategies*, PEER, Helsinki.

UNEP (United Nations Environment Programme) (2016), *Resource Efficiency: Potential and economic Implications. A report of the International Resource Panel*. Ekins, P, Hughes, N., et al.

## 5. ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI NELLE *GREEN CITY*: QUADRO DELLE PRINCIPALI AZIONI ARTICOLATE SECONDO I 4 PREVALENTI AMBITI DI RISCHIO NELLE CITTA' E LE 3 POSSIBILI CATEGORIE DI INTERVENTO

### 5.1. Un passaggio propedeutico: dalla individuazione dei prevalenti ambiti di rischio alla formulazione della griglia di azioni

Come visto finora, il tema dell'adattamento climatico nelle città è di estrema complessità e riguarda i diversi campi della vita umana: dal benessere, con effetti diretti sulla salute causati dallo stress termico, all'uso delle risorse naturali, dall'acqua al verde, dal sole al vento; sino all'economia e alle infrastrutture. (Oke, 1982; Wilby, 2008; Schauser et al., 2010; EEA et al., 2008; EEA, 2012; Stern, 2015; EEA, 2016; EEA, 2018).

Gli impatti socio-economici e ambientali derivanti da temperature più elevate e ondate di calore, quali ad esempio le problematiche legate all'approvvigionamento energetico e al mantenimento di servizi di trasporto o di approvvigionamento idrico (Schauser et al., 2010; EEA, 2012; Stern, 2015; EEA, 2018), comportano in aggiunta un'alta probabilità che si inneschino ulteriori questioni socio-economiche legate a minore produttività, fallimento dei servizi, maggiore domanda di energia per il raffrescamento, ecc., sebbene attualmente non esista un numero sufficiente di dati e informazioni disponibili per prevedere l'entità di tali impatti. In questo contesto, sono degne di nota le proiezioni dei possibili impatti per il periodo 2071-2100 che associano la densità di popolazione alla percentuale di aree verdi e blu nelle principali città europee, mediante variabili quali la densità degli edifici, la quota delle aree verdi/blu e altri fattori antropogenici di produzione del calore (Steenefeld et al., 2011; EC, 2018). Tali proiezioni indicano un gran numero di città a forte rischio UHI, dalle zone del Nord-Ovest europeo con ridotte quote di aree urbane verdi e blu, a quelle del Sud-Est, dove in aggiunta si registra anche una maggiore densità di popolazione. Questi risultati confermano l'impossibilità di raggruppare le città maggiormente sensibili agli impatti delle ondate di calore in una singola area europea. Vi sono infatti da una parte città molto sensibili situate in aree che storicamente hanno un elevato carico di calore atteso (le aree sud-europee), ma dall'altra esistono città che risultano ugualmente ricettive nei confronti di tali fenomeni nonostante si trovino in zone diametralmente opposte, in quanto è ormai chiaro che le caratteristiche locali tendono ad essere decisive rispetto alle caratteristiche tipiche di un'area geografica (EEA, 2018; EC, 2018).

Per tali ragioni, ai fini di una pianificazione urbana sviluppata ad hoc e allo scopo di delineare una panoramica europea sui potenziali punti caldi, sebbene sia necessario prendere in considerazione numerosi altri fattori specifici, è possibile affermare che la densità della popolazione e la quota delle aree urbane *green/blue* costituiscono un dato iniziale ragionevole per la previsione del fenomeno UHI.

Se rapportiamo questi fattori in relazione ai quattro prevalenti ambiti di rischio registrati:

- rischi associati agli aumenti delle isole di calore e delle ondate di calore;
- rischi associati alle difficoltà di gestione idrica collegate alle minacce di precipitazioni intense, tempeste, *pluvial flooding*, alluvioni;
- rischi associati alle difficoltà di approvvigionamento idrico collegate alle minacce di siccità e aridità;
- rischi associati alle minacce di ventosità estreme e di cicloni nelle forme di uragani e tifoni;

riusciamo ad estrapolare una griglia di azioni possibili che potrà guidare gli interventi locali verso una politica di maggiore adattamento e resilienza.

Così come già anticipato negli assi strategici e negli indirizzi di resilienza del precedente capitolo 3, anche le singole azioni si possono distinguere in: azioni 'strutturali *Grey*', 'infra-strutturali *Green*', e 'sovra-strutturali *Soft*', tutte azioni che contribuiscono all'aumento della resilienza degli ecosistemi e alla fornitura di servizi ecosistemici. Vediamo dunque nel dettaglio le principali di queste azioni nei prossimi quattro sottoparagrafi.

### References

- Ciscar, J. C., Iglesias, A., Feyen, L., Szabo, L., Van Regemorter, D., Amelung, B., Nicholls, R., Watkiss, P., Christensen, O. B., Dankers, R., Garrote, L., Goodess, C. M., Hunt, A., Moreno, A., Richards, J. and Soria, A., (2011), 'Physical and economic consequences of climate change in Europe', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7) 2 678–2 683.
- EC (European Commission) (2018), *Climate impacts in Europe. Final report of the JRC PESETA III project*. Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.

- EEA, JRC and WHO, (2008), *Impacts of Europe's changing climate: 2008 indicator-based assessment*, EEA Report No 4/2008, European Environment Agency.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environment Agency) (2016), *Circular Economy in Europe. Developing the knowledge base*, EEA Rep., n.2.
- EEA (European Environment Agency) (2018), *National climate change vulnerability and risk assessments in Europe, 2018*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EU (European Union) (2016) *Quality of life in European cities 2015*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Oke, T. R., (1982), 'The energetic basis of the urban heat island', *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455) 1-24.
- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandner, J.-J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A. and McCallum, S., (2010), *Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts*, Scoping study, ETC/ACC Technical Paper, European Topic Centre on Air and Climate Change, Bilthoven.
- Stern, N. (2015), *Why are we waiting? The logic, urgency, and promise of tackling climate change*, MIT Press, Lionel Robbins Lectures, Cambridge, US.
- Tucci, F. (2018), 'Resilienza ed economie green per il futuro dell'architettura e dell'ambiente costruito | Resilience and green economies for the future of architecture and the built environment', *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. n. 15/2018, pp. 153-164.
- WEF (World Economic Forum) (2018), *The Global Risks Report 2018, 13th Edition*, World Economic Forum, Switzerland.
- Wilby, R. L., (2008), 'Constructing climate change scenarios of urban heat island intensity and air quality', *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(5) 902-919.

## **5.2. Azioni di adattamento ai rischi di isola di calore e di ondate di calore, associati alle minacce di surriscaldamento, calore estremo e temperature elevate**

Per agire in termini di adattamento ai rischi di accentuazione dei fenomeni di isola di calore e di ondate di calore nelle città derivanti dai cambiamenti climatici in atto, vanno messe in campo l'ampia serie di considerazioni operative collegate alla vasta letteratura internazionale in proposito (si può, come base di partenza, far riferimento alla seguente essenziale produzione sviluppata negli ultimi dieci anni: EC, 2009; Schauser et al., 2010; EC, 2010; ONERC, 2010; EC, 2010; CoR, 2011; VÁTI, 2011; EC, 2012; EEA, 2012; EC, 2013; IPCC, 2014; EU, 2016; IPCC, 2016; OECD, 2017; EC, 2018; EEA, 2018; WMO, 2019).

Vediamo di sistematizzare le principali categorie delle possibili modalità d'intervento in termini di azioni 'strutturali grey', 'infra-strutturali green' e 'sovra-strutturali soft':

### **AZIONI 'GREY'**

Alla luce delle previsioni future, si potrà intervenire sia progettando misure passive sia attive volte a ridurre il *discomfort* termico sia all'interno agli edifici che negli spazi aperti esterni. Pareti ben isolate, aperture ben progettate, corretta selezione dei materiali, sistemi schermanti e spazi pubblici che forniscano ombra e ventilazione naturale, adozione di *cool pavers* e *cool materials* sono alcune delle azioni passive valutate nella tabella 3, a cui si potranno aggiungere, nel caso in cui il raffrescamento attivo degli edifici dovesse comunque essere necessario, sistemi attivi di condizionamento dell'aria ad alta efficienza energetica, rispondenti alla direttiva sull'etichettatura ecologica (EC, 2000; EEA, 2012), o in alternativa il teleraffrescamento, in quanto utilizza sistemi ad assorbimento che impiegano il calore in eccesso proveniente da altri processi.

Si riportano le principali azioni, come da tabella, indirizzo 1:

- Azione 1. Controllo della radiazione solare-ombreggiamento, orientamento e morfologia degli edifici sia nel complesso della forma urbana, che nelle ricadute sugli spazi aperti e intermedi, che nei caratteri del singolo edificio.
- Azione 7. Adozione di *Cool pavers* per gli spazi aperti e intermedi.
- Azione 8. Impiego di accumulo termico, della massa termica e di materiali innovativi per il controllo bioclimatico della variazione delle temperature alle varie scale attraverso le masse.
- Azione 9. Impiego di *Cool materials* e materiali riflettenti per coperture e facciate degli edifici.
- Azione 10. Miglioramento dell'isolamento termico, della protezione solare, della ventilazione naturale e del raffrescamento passivo degli edifici.

# ADATTAMENTO AL CLIMATE CHANGE DI ARCHITETTURE, CITTÀ, TERRITORI: ASSE STRATEGICO,

## INDIRIZZI

## AZIONI D'INTERVENTO

1  
Adattamento ai rischi di isola di calore e di ondate di calore, associati alle minacce di surriscaldamento, calore estremo e temperature elevate.

2  
Adattamento ai rischi di difficoltà di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati alle minacce di precipitazioni intense, tempeste, pluvial flooding, alluvioni.

3  
Adattamento ai rischi di approvvigionamento idrico e alimentare associati alle minacce di siccità e aridità.

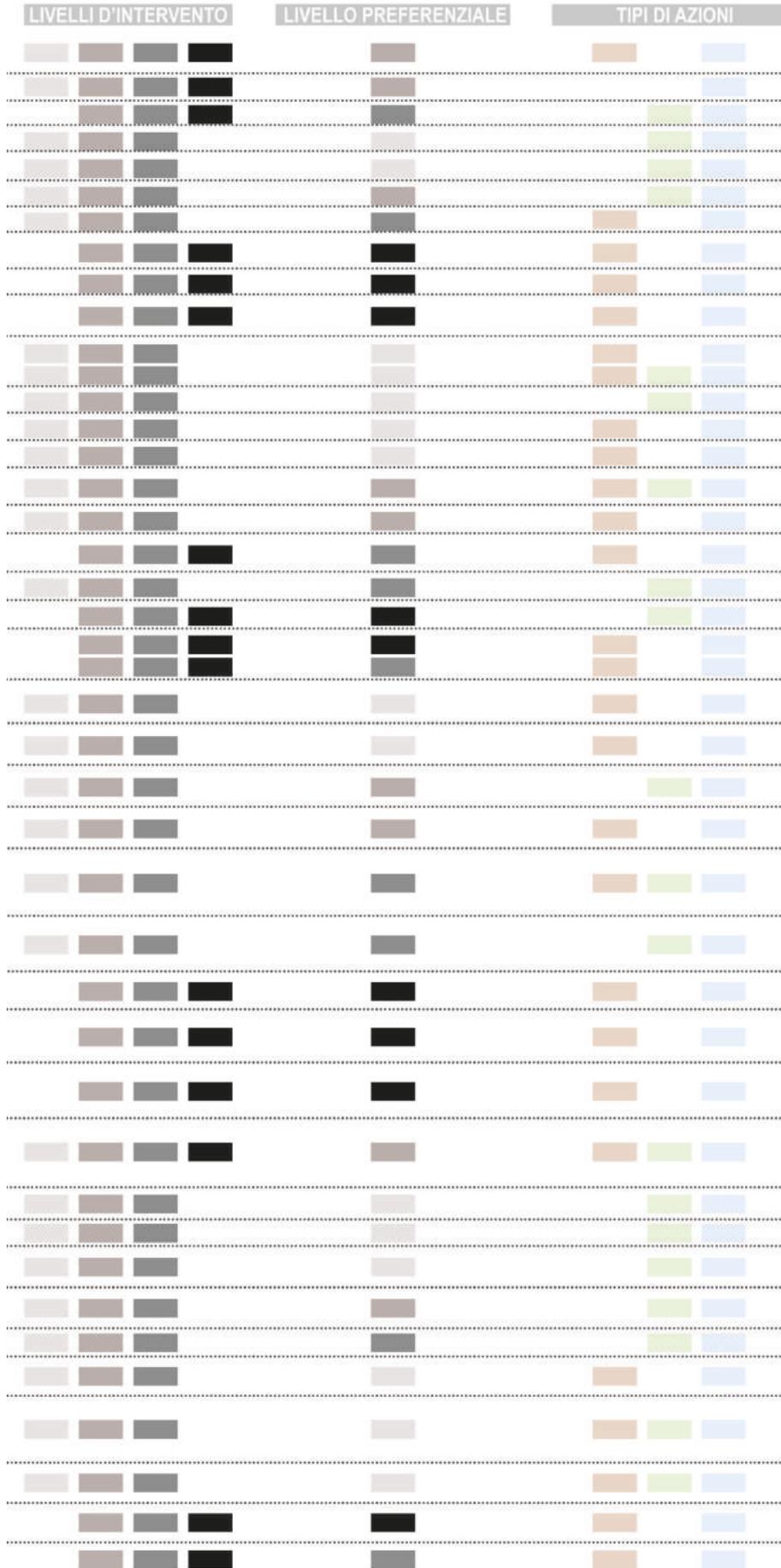
4  
Adattamento ai rischi associati alle minacce di ventosità estreme e di cicloni nelle forme di uragani e tifoni.

- o 1 Controllo della radiazione solare-ombreggiamento, orientamento e morfologia degli edifici sia nel complesso della forma urbana, che nelle ricadute sugli spazi aperti e intermedi, che nei caratteri del singolo edificio.
  - o 2 Aumento della ventilazione naturale attraverso l'orientamento e la morfologia urbana.
  - o 3 Aumento del raffrescamento per evaporazione ed evapotraspirazione.
  - o 4 Impiego e potenziamento di infrastrutture verdi per effetti bioclimatici adattivi alle diverse scale.
  - o 5 Aumento del raffrescamento mediante lo sfruttamento di falde freatiche e di corpi idrici superficiali a carattere naturale.
  - o 6 Valorizzazione dell'uso di corpi d'acqua e di elementi contenenti acqua a carattere artificiale.
  - o 7 Adozione di Cool Paviers per gli spazi aperti e intermedi.
  - o 8 Impiego di accumulo termico, della massa termica e di materiali innovativi per il controllo bioclimatico della variazione delle temperature alle varie scale attraverso le masse.
  - o 9 Impiego di Cool materials e materiali riflettenti per coperture e facciate degli edifici.
  - o 10 Miglioramento dell'isolamento termico, della protezione solare, della ventilazione naturale e del raffrescamento passivo degli edifici.
- 
- o 1a Deviazione e accumulo dei flussi alluvionali lontano dalle aree colpite urbane.
  - o 1b Mitigazione delle alluvioni e temporaneo accumulo idrico, servendosi anche di spazi verdi.
  - o 2 Controllo delle risorse idriche, ad esempio gestione del suolo fin dalle aree montane extraurbane.
  - o 3 Misure per l'arresto delle alluvioni, e in ultima istanza per difese permanenti e forti.
  - o 4 Riallineamento controllato dei percorsi di deflusso idrico.
  - o 5 Gestione dei percorsi delle alluvioni per fronteggiare eventi di precipitazioni a carattere eccezionale, bufere, tempeste.
  - o 6 Sistemi di drenaggio urbano sostenibile.
  - o 7 Efficientamento dei sistemi di gestione idrica urbana a fronte di alluvioni, in primis: allargamento degli scarichi per incrementarne la capacità e portata; impiego di valvole idriche a senso unico.
  - o 8 Aumento della quota delle pavimentazioni urbane permeabili.
  - o 9 Aumento dei Tetti verdi per frenare il deflusso idrico dalle coperture.
  - o 10a Impermeabilizzazioni delle coperture e oggetti protettivi delle precipitazioni.
  - o 10b Impiego diffuso e sistematico di materiali resistenti alle alluvioni.
- 
- o 1 Realizzazione di bacini inondabili urbani per la raccolta su larga scala delle acque da periodi di pioggia alternati a quelli di siccità/aridità.
  - o 2 Realizzazione di canali inondabili per la raccolta su larga scala delle acque da periodi di pioggia alternati a quelli di siccità/aridità.
  - o 3 Modellazione morfologica dei suoli urbani per realizzare depressioni verdi atte a favorire accumuli superficiali delle acque da periodi di pioggia alternati a quelli di siccità/aridità.
  - o 4 Realizzazione di depressioni pavimentate artificialmente per realizzare al contempo sia raccolta delle acque, che più facile indirizzo e confluenza verso luoghi di raccolta (cisterne, ecc).
  - o 5 Realizzazione di cisterne di recupero dell'acqua piovana con carattere sistematico, anche collegate a sistemi di Rain Garden, Dry Wells, Planter Box, ecc., a coprire programmaticamente e diffusamente intere aree di dimensioni urbane/di distretto urbano. Utilizzo di vasche di raccolta dell'acqua dalle strade e dagli spazi esterni con stoccaggio e depurazione alla scala del quartiere/dell'intorno dell'edificio.
  - o 6 Impiego di biopiscine e biolaghi urbani per determinare al contempo sia raccolta e stoccaggio delle acque piovane nei periodi di pioggia alternati a quelli di siccità/aridità, sia confluenza e depurazione delle acque da usi interni negli edifici ed esterni negli spazi aperti.
  - o 7 Impiego di sistemi duali di recupero diretto dell'acqua dall'interno degli edifici, e sua depurazione e riutilizzo negli spazi confinati, intermedi e aperti di contesto degli edifici stessi.
  - o 8 Utilizzo sistematico, in tutti gli edifici, di soluzioni di risparmi idrico, ad es. con erogatori a gettito controllato, contatori idrici intelligenti, forme di disinquinazione allo spreco d'acqua in primis negli edifici residenziali, pubblici, commerciali e di ricettività turistico-alberghiera.
  - o 9 Adozione di sistemi di confluenza delle acque dagli involucri degli edifici, con stoccaggio e depurazione, quali riserve d'acqua sulla scala dell'edificio. Utilizzo di coperture fortemente drenanti per il trattamento dell'acqua e il rallentamento dei deflussi nei periodi di pioggia alternati a quelli di siccità/aridità, per favorire la raccolta.
  - o 10 Promozione dell'impiego diffuso e sistematico di forme di urban farming negli spazi aperti urbani e di vertical farming negli edifici della città, per un approvvigionamento alimentare che ha origine dall'interno della città con ricorso all'uso di acqua raccolta e recuperata nei diversi ambiti e forme secondo le precedenti azioni, strategico nei periodi di siccità/aridità.
- 
- o 1 Realizzazione di barriere frangivento verdi nei punti urbani e periurbani più opportuni.
  - o 2 Conformazione di corridoi urbani di incanalamento dei venti con alberature e sistemi vegetali.
  - o 3 Impiego di urban green infrastructure anche per assorbire o attenuare, nella loro multifunzionalità, l'impatto e la velocità dei movimenti d'aria nella città alle diverse scale.
  - o 4 Sistematica manutenzione e potatura, mirata e continua, dei sistemi vegetali, in particolare delle grandi alberature nelle loro chiome, fronde, ramificazioni.
  - o 5 Rafforzamento degli ancoraggi delle zolle delle alberature.
  - o 6 Realizzazione di barriere frangivento artificiali nei più opportuni punti urbani e periurbani ad alto rischio da ventosità estreme e fianche da cicloni.
  - o 7 Attenuazione delle differenze di temperatura tra diversi luoghi dello stesso contesto urbano o territoriale, alle diverse scale (tra spazio aperto e spazio aperto, tra quartiere a quartiere, tra distretto a distretto, tra spazio urbano e spazio extraurbano), per attenuare la velocità dell'aria dovuta alle eccessive differenze di temperatura che vi si possono instaurare.
  - o 8 Densificazione del tessuto urbano - limitando al massimo il consumo di suolo - strategico per numerosi altri obiettivi ma anche per attenuare con più efficacia l'impatto dei venti negli spazi aperti e intermedi.
  - o 9 Impiego sistematico di interventi riqualificativi volti a irrobustire e migliorare la sicurezza degli edifici alle ventosità estreme, in primis la tenuta degli involucri edilizi a tali fenomeni.
  - o 10 Rafforzamento sistematico degli ancoraggi al suolo di tutti gli elementi artificiali di arredo urbano per la loro messa in sicurezza a fronte del rischio di sradicamento da ventosità estreme e straordinarie.

ADATTAMENTO AGLI EFFETTI DEL CLIMATE CHANGE DI ARCHITETTURE, CITTÀ, TERRITORI



# INDIRIZZI, AZIONI ARTICOLATI SECONDO LE 4 PREVALENTI CATEGORIE DI RISCHI



## LIVELLI PREVALENTI DI AZIONE D'INTERVENTO

\*Si sottolinea che i livelli prevalenti delle azioni di intervento, seppur espressi con una scala d'intervento preferenziale, hanno sempre, tutti, un forte carattere trans-scalare nelle loro ricadute, che investono sempre, insieme, i diversi livelli dell'edificio, dello spazio aperto, del quartiere e del distretto urbano.

- Livello del distretto urbano
- Livello del quartiere
- Livello dello spazio aperto (parco, giardino, piazza, strada, ecc)
- Livello dell'edificio

## TIPI DI AZIONE D'INTERVENTO

- Azioni di tipo 'strutturale Grey'
- Azioni di tipo 'infra-strutturale Green'
- Azioni di tipo 'sovra-strutturale Soft'

## AZIONI 'GREEN'

Per l'adattamento ai rischi di isola di calore e di ondate di calore sono estremamente importanti le azioni volte alla conservazione e al miglioramento delle aree verdi e blu esistenti nelle città, e la creazione di nuovi spazi per migliorare l'effetto isola di calore urbano. Queste azioni consentono non solo miglioramenti in termini climatici e di qualità dell'aria, ma sono anche portatori di una serie di vantaggi aggiuntivi a livello sociale e ambientale, favorendo la biodiversità, e anche in relazione alla prevenzione di rischi idrici, favorendo il drenaggio (e lo stoccaggio) dell'acqua (EC, 2012). Utilizzare le coperture degli edifici mediante la realizzazione di tetti verdi e blu contribuisce ad abbassare la temperatura degli ambienti interni durante l'estate, grazie ad un maggiore isolamento, e a favorire la creazione di umidità e di ventilazione naturale all'esterno, attraverso il fenomeno dell'evapotraspirazione. Le aree vegetate hanno nel complesso un effetto significativo sul clima locale poiché agevolano la produzione di aria fresca e fredda, in particolare di notte, e contribuiscono al mantenimento di un equilibrio termico durante il giorno. Ciò evidentemente comporta investire per la creazione di tali infrastrutture verdi, investimento che può essere sostenibile grazie ad approcci integrati alla pianificazione territoriale, allo scopo di garantire aree che siano realmente funzionali alla tutela della natura e al benessere della società. In questo quadro la Commissione Europea incoraggia tali soluzioni, considerando le infrastrutture verdi come uno strumento essenziale per le strategie di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici (EC, 2012; EEA, 2012; EC, 2018).

Si riportano le principali azioni, come da tabella, indirizzo 1:

- Azione 3. Aumento del raffrescamento per evaporazione ed evapotraspirazione.
- Azione 4. Impiego e potenziamento di infrastrutture verdi per effetti bioclimatici adattivi alle diverse scale.
- Azione 5. Aumento del raffrescamento mediante lo sfruttamento di falde freatiche e di corpi idrici superficiali a carattere naturale.
- Azione 6. Valorizzazione dell'uso di corpi d'acqua e di elementi contenenti acqua a carattere artificiale.

## AZIONI 'SOFT'

La preparazione di una città agli effetti dei cambiamenti climatici passa necessariamente per la consapevolezza della popolazione locale, da una parte in relazione agli effetti che tali periodi di calore eccessivo possono avere sulla salute umana, e dall'altra riguardo alle informazioni sulle misure anche semplici che possono essere adottate per prevenire l'eccessivo stress termico. Tali misure possono infatti ridurre la sensibilità all'esposizione al calore tanto a livello individuale quanto a livello comunitario e sono di solito tra le componenti essenziali dei cosiddetti piani di azione termica o di allarme termico.

Fondamentale è quindi da un lato il coinvolgimento diretto degli *stakeholders*, dall'altro sensibilizzare la pubblica amministrazione facilitando l'inclusione delle strategie di adattamento nelle normative che riguardano la pianificazione urbana e il settore edile su scala locale, nazionale ed europea, in particolare relativamente alla domanda di isolamento e ombreggiamento. Il fine ultimo è quello di rendere le amministrazioni pubbliche in grado di offrire soluzioni immediate, economiche e durature.

## References

- CoR, (2011), *Adaptation to Climate Change: Policy instruments for adaptation to climate change in big European cities and metropolitan areas*, European Union. Committee of the Regions, Brussels.
- EC (European Commission) (2000), *Regulation (EC) No 1980/2000 of the European Parliament and of the Council of 17 July 2000 on a revised Community eco-label award scheme*.
- EC (European Commission) (2009), *Promoting sustainable urban development in Europe: achievements and opportunities*, European Commission, Brussels.
- EC (European Commission) (2010), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions — European Union Strategy for Danube Region COM(2010) 715 final*, 8 December 2010.
- EC (European Commission) (2012), *Green infrastructure*, available at: [http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm)
- EC (European Commission) (2013), *Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions*, Brussels, SWD(2013) 132 final
- EC (European Commission) (2018), *Climate impacts in Europe. Final report of the JRC PESETA III project*. Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.

- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environment Agency) (2018), *National climate change vulnerability and risk assessments in Europe, 2018*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EU (European Union) (2016) *Quality of life in European cities 2015*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2016), *Special Report on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation Development) (2017), *Green Growth Indicators*, OECD Publishing, Paris.
- ONERC (2010), *Cities and adapting to climate change: Report to the Prime Minister and Parliament*, La Documentation Française, Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique, Paris.
- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandner, J.-J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A. and McCallum, S., (2010), *Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts*, Scoping study, ETC/ACC Technical Paper, European Topic Centre on Air and Climate Change, Bilthoven.
- VÁTI, (2011), *Climate-friendly cities: A handbook on the tracks and possibilities of European cities in relation to climate change*, Ministry of Interior Hungary — VÁTI, Budapest.
- WMO (2019), *Statement on the State of the Global Climate in 2018*. World Meteorological Organization (WMO), available at: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>

### **5.3. Azioni di adattamento ai rischi di difficoltà di gestione idrica e di approvvigionamento idrico, collegati alle minacce di precipitazioni intense, tempeste, *pluvial flooding*, alluvioni**

Le città possono svolgere una serie di azioni per migliorare la protezione contro i danni provocati dalle inondazioni. Tali azioni non si devono limitare a soluzioni di tipo 'grey' per la protezione dalle inondazioni (fortemente influenzate da fattori presenti al di fuori dei confini della città, come ad esempio la gestione di un fiume a monte, per cui è necessario un approccio integrato a livello regionale), ma devono adottare soluzioni infrastrutturali verdi integrate con misure soft.

Per via della natura transfrontaliera delle alluvioni o tempeste risulta evidente la necessità di approcci di gestione del rischio che siano di portata regionale, con strategie e azioni multi-livello che, ove necessario, coinvolgano anche la scala nazionale e internazionale.

Dai risultati di recenti analisi (EC, 2018) emerge che il futuro aumento dei danni attesi e della popolazione colpita dalle alluvioni può essere ridotto attraverso diverse misure di adattamento mirate sia a ridurre l'impatto delle inondazioni (come la delocalizzazione e la riduzione della vulnerabilità) sia a ridurre le dimensioni delle inondazioni (ad esempio attraverso l'allargamento e il ripristino delle pianure alluvionali, aumentando la ritenzione idrica e l'inverdimento urbano). In alcuni casi possono essere indispensabili anche misure strutturali rigide, sebbene l'adattamento basato unicamente sull'innalzamento della protezione strutturale ha l'effetto di esporre le società a inondazioni meno frequenti ma catastrofiche e processi di recupero potenzialmente lunghi. Pertanto, è anche importante migliorare la resilienza alle inondazioni della comunità.

L'Unione Europea ha adottato più di dieci anni fa una specifica Direttiva sulle alluvioni (EC, 2007) che impone agli Stati membri di sviluppare e attuare mappe del rischio di alluvione e piani di gestione (De Moel et al., 2009; EEA, 2010; EEA, 2012; ISPRA, 2018) che devono tener conto del probabile impatto dei cambiamenti climatici in atto, con la conseguente necessità di modificare le pratiche di uso del suolo nelle aree dei bacini fluviali, nelle pianure alluvionali e nelle città fluviali. Gli Stati membri hanno pertanto l'obbligo di presentare la loro valutazione preliminare del rischio di alluvione alla Commissione Europea e al SEE, includendola nel Sistema d'informazione sulle acque per l'Europa (WISE).

Le principali strategie di prevenzione del danno che l'Europa prevede riguardano essenzialmente una corretta preventiva valutazione dei suoli, evitando la costruzione di case ed edifici industriali in aree soggette a inondazioni attuali e future; prevedendo adeguata pianificazione di interventi futuri contro il rischio di inondazioni; e promuovendo un uso appropriato del suolo nel rispetto di pratiche agricole e forestali, questione viva da almeno quindici anni (EC, 2004).

La cooperazione transnazionale è inoltre stimolata dalle strategie macroregionali delle politiche dell'UE (EC, 2009; EC, 2010a; EC, 2010b; EC, 2013; OECD, 2017) poste a sostegno di alcuni programmi di prevenzione transnazionale esistenti a livello di bacini regionali o fluviali, tra i quali si ricordano quello dei fiumi Reno, con la collaborazione di Francia, Germania, Paesi Bassi e Svizzera, e Mosa, tra il Belgio, la Francia e i Paesi Bassi.

A livello regionale e sovra-regionale, ad esempio, si associano prevalentemente le misure di gestione delle acque sul piano del bacino idrografico, tranne i casi di interesse sovranazionale. Si tratta di misure infrastrutturali da attuare oltre la periferia urbana, al fine di impedire alle acque alluvionali di raggiungere le città, quali ad esempio fornire uno spazio maggiore per l'acqua nei dintorni dei fiumi, realizzare dighe e argini ben progettati lungo il corso dei fiumi più a rischio, o creare bacini artificiali di stoccaggio temporaneo delle acque (IPCC, 2014).

A livello urbano maggiore attenzione è data ai rischi di gestione idrica collegati alle minacce di precipitazioni intense e tempeste che costituiscono, insieme ad altri eventi estremi, uno dei principali effetti dei cambiamenti climatici per le aree edificate.

Le città che affrontano crescenti rischi di danni da tempesta possono rispondere in diversi modi. Gli approcci infrastrutturali cosiddetti *'grey'* possono includere una progettazione di edifici che tenga conto di una forte resistenza al vento, il decentramento dei sistemi energetici volto ad un posizionamento interrato. Le misure *'soft'* possono includere l'adeguamento dei regolamenti edilizi a tali accorgimenti, il sostegno finanziario per il *retrofitting* degli edifici e per agevolare le attività di recupero dopo gli eventi di tempesta, così come la preparazione e l'adeguamento dei piani di risposta alle emergenze quali ad esempio il potenziamento del trasporto pubblico nel caso di strade bloccate, sistemi di backup dell'erogazione di energia elettrica per l'assistenza sanitaria e altri servizi di emergenza. I sistemi di previsione e di allarme rapido sono fondamentali per le risposte di emergenza. In questo quadro è chiaro che assume grande importanza la cooperazione con i servizi meteorologici (Schauser et al., 2010; VÁTI, 2011; ONERC, 2010; OECD, 2010; CoR, 2011; IPCC, 2016; WMO, 2019).

In materia di gestione delle acque si deve intervenire:

- riprogettando le vecchie infrastrutture per il drenaggio, che spesso non tengono il passo con l'urbanizzazione in corso, motivo per cui l'aumento della quota di superfici impermeabili sovraccarica la capacità del sistema fognario di far fronte a eventi estremi;
- differenziando i flussi: l'uso di sistemi tradizionali di trattamento delle acque in moltissime aree urbane, tipicamente di tipo combinato, portano via le varie tipologie di acque (precipitazioni, acque reflue, ecc.) attraverso condutture sotterranee e fognature non differenziate. Questi sistemi sono più vulnerabili nei confronti di precipitazioni eccessive rispetto a sistemi che prevedono un trattamento separato;
- predisponendo eventuali sistemi di manutenzione dei canali di drenaggio, per evitare l'accumulo di detriti e rifiuti solidi;
- riprogettare tipologie di scarichi in caso di portate d'acqua in eccesso nel sistema idrico regionale.

## AZIONI 'GREY'

### *Sistemi di drenaggio urbano sostenibili*

Le tecniche di potenziamento e controllo dei sistemi di drenaggio urbano che sfruttano nuove infrastrutture o risorse fisiche naturali sono particolarmente utili per la riduzione della quantità di acqua piovana che deve essere smaltita, in quanto se ben progettate prevengono la necessità di interventi drastici sui sistemi fognari esistenti.

Un esempio sono le politiche in corso di attuazione nelle città di Copenhagen, Londra, Cascais, Malmö e Rotterdam.

Una delle soluzioni più economiche, rispetto ad interventi di gestione idrica che prevedono incremento della capacità di stoccaggio di sistemi esistenti, consiste nell'integrare lo stoccaggio dell'acqua all'interno della progettazione di nuove aree urbane o nel ridisegno di aree esistenti, con il duplice effetto di fornire un aumento dell'efficienza del sistema di drenaggio insieme ad una maggiore forza di attrazione dei nuovi spazi pubblici.

### *Sistemi integrati nell'edilizia*

A livello di singoli edifici possono essere progettati e/o integrati sistemi di raccolta e stoccaggio dell'acqua meteorica in associazione a sistemi di difesa contro gli eventi estremi, come aggetti protettivi, utilizzo di materiali resistenti alle precipitazioni violente, etc... Molti di questi interventi hanno costi stimati

relativamente bassi (PBL, 2011) fino ad arrivare all'impiego di soluzioni tecnologiche altamente innovative, da misure a breve termine da adottare negli edifici e nelle infrastrutture esistenti, a misure a medio - lungo termine che riguardano la progettazione di nuovi contesti urbani.

Si riportano le principali azioni, come da tabella, indirizzo 2:

- Azione 1a-1b. Deviazione e accumulo dei flussi alluvionali lontano dalle aree colpite urbane. Mitigazione delle alluvioni e temporaneo accumulo idrico, servendosi anche di spazi verdi.
- Azione 3. Misure per l'arresto delle alluvioni, e in ultima istanza per difese permanenti e forti.
- Azione 4. Riallineamento controllato dei percorsi di deflusso idrico.
- Azione 5. Gestione dei percorsi delle alluvioni per fronteggiare eventi di precipitazioni a carattere eccezionale, bufere, tempeste.
- Azione 6. Sistemi di drenaggio urbano sostenibile.
- Azione 7. Efficientamento dei sistemi di gestione idrica urbana a fronte di alluvioni, in primis: allargamento degli scarichi per incrementarne la capacità e portata; impiego di valvole idriche a senso unico.
- Azione 10a. Impermeabilizzazioni delle coperture e aggetti protettivi delle precipitazioni.
- Azione 10 b. Impiego diffuso e sistematico di materiali resistenti alle alluvioni.

#### AZIONI 'GREEN'

##### *Infrastrutture verdi e blu*

L'integrazione delle *green blue infrastructure* nei tessuti urbani di nuova espansione e in quelli esistenti aiuta ad aumentare la permeabilità dei suoli urbani incrementando la prevenzione delle inondazioni grazie alla capacità dei suoli e della vegetazione di trattenere l'acqua meteorica.

Le pratiche di utilizzo sostenibile del territorio urbano e di quello semi-urbano e rurale devono comprendere politiche di pianificazione territoriale e strategie di sviluppo e protezione della natura che includono la difesa e la conservazione dei corsi d'acqua, oltre alla diffusione di tetti verdi, parchi naturali, depressioni naturali e ampi letti fluviali che possano immagazzinare l'acqua piovana.

Operazioni di *greening* (tetti verdi, parchi,...) possono portare ad una maggiore evapotraspirazione nelle città e ritardare la generazione del fenomeno del *runoff*, portando a una riduzione delle inondazioni nelle aree urbane, soprattutto le città dell'Europa centrale.

Si riportano le principali azioni, come da tabella, indirizzo 2:

- Azione 1b. Mitigazione delle alluvioni e temporaneo accumulo idrico, servendosi anche di spazi verdi.
- Azione 2. Controllo delle risorse idriche, ad esempio gestione del suolo fin dalle aree montane extraurbane.
- Azione 5. Gestione dei percorsi delle alluvioni per fronteggiare eventi di precipitazioni a carattere eccezionale, bufere, tempeste.
- Azione 8. Aumento della quota delle pavimentazioni urbane permeabili.
- Azione 9. Aumento dei Tetti verdi per frenare il deflusso idrico dalle coperture.

#### AZIONI 'SOFT'

Le azioni soft possono essere classificate in relazione ai vari livelli di azione, da quelli regionali o interregionali a quelli locali, distrettuali e di quartiere. È di fondamentale importanza, infatti, la gestione e il controllo delle risorse idriche fin dalle aree extraurbane. Questo monitoraggio costante è necessario per prevenire maggiori rischi per le città, ed è strettamente correlato ad una mappatura del territorio e a sistemi di previsione e di allarme rapido che possano migliorare le azioni di risposta all'emergenza, quali l'evacuazione di aree ed edifici vulnerabili o il trasporto della popolazione verso rifugi appositamente predisposti. Parimenti è necessario aumentare la sensibilità della pubblica amministrazione nell'integrare in codici di costruzione e pianificazione territoriale strategie ed azioni concrete atte alla riduzione del rischio idrico (limitando la costruzione nelle pianure alluvionali, conservando le aree di ritenzione delle inondazioni e riducendo al minimo le superfici impermeabili) o intervenendo a livello politico-amministrativi con strumenti che possono essere adottati a sostegno di tali strategie (come tasse, regolamenti specifici, campagne di informazione, assistenza tecnica e sostegno finanziario).

Ma azioni di sensibilizzazione a questo tipo di tematiche devono partire anche dal basso, ovvero dalla cittadinanza, grazie alla diffusione della conoscenza, sviluppo delle capacità e alla formazione.

## References

- CoR, (2011), *Adaptation to Climate Change: Policy instruments for adaptation to climate change in big European cities and metropolitan areas*, European Union. Committee of the Regions, Brussels.
- de Moel, H., van Alphen, J., Aerts, J. C. J. H., (2009), 'Flood maps in Europe - methods, availability and use', *Natural Hazards and Earth System Science*, 9(2), pp. 289–301.
- EC (European Commission) (2007), *Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks*.
- EC (European Commission) (2009), *Promoting sustainable urban development in Europe: achievements and opportunities*, European Commission, Brussels.
- EC (European Commission) (2010a), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions — European Union Strategy for Danube Region COM(2010) 715 final*, 8 December 2010.
- EC (European Commission) (2010b), *The European Union strategy for the Baltic Sea Region: background and analysis* ([http://ec.europa.eu/regional\\_policy/cooperate/baltic/pdf/2010\\_baltic.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/cooperate/baltic/pdf/2010_baltic.pdf)) accessed 29 March 2012.
- EC (European Commission) (2013), *Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions*, Brussels, SWD(2013) 132 final
- EC (European Commission) (2018), *Climate impacts in Europe. Final report of the JRC PESETA III project*. Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA (European Environmental Agency) (2010), *The European environment — state and outlook 2010: Thematic assessment — Water scarcity and droughts, floods and hydromorphology*, European Environment Agency.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2016), *Special Report on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- ISPRA (2018), *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*. ISPRA Edizione 2018. Roma.
- OECD (Organisation for Economic Cooperation Development) (2017), *Green Growth Indicators*, OECD Publishing, Paris.
- ONERC (2010), *Cities and adapting to climate change: Report to the Prime Minister and Parliament*, La Documentation Française, Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique, Paris.
- PBL (2011), *Climate Adaptation in the Dutch Delta. Strategic options for a climate-proof development of the Netherlands*, PBL Netherlands Environmental Assessment, Den Haag, the Netherlands.
- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandner, J.-J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A. and McCallum, S., (2010), *Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts*, Scoping study, ETC/ACC Technical Paper, European Topic Centre on Air and Climate Change, Bilthoven.
- VÁTI, (2011), *Climate-friendly cities: A handbook on the tracks and possibilities of European cities in relation to climate change*, Ministry of Interior Hungary — VÁTI, Budapest.
- WMO (2019), *Statement on the State of the Global Climate in 2018*. World Meteorological Organization (WMO), available at: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>

### 5.4. Azioni di adattamento ai rischi di approvvigionamento idrico e alimentare associati alle minacce di siccità e aridità

Molte città dell'Europa meridionale e orientale, nonché alcune dell'Europa occidentale, stanno già vivendo situazioni di stress idrico durante l'estate, e le proiezioni future vedono non solo un aggravamento ma anche un'estensione del problema verso l'Europa settentrionale.

In questo quadro i fattori climatici ed i fattori socio-economici sono trainanti e devono essere relazionati tra loro, anche grazie a specifici indici come l'indicatore di stress idrico (WEI) che descrive il rapporto tra i prelievi totali e la disponibilità di acqua, illustrando in che misura la domanda totale di acqua esercita pressione sulle risorse idriche disponibili in un dato territorio e indicando di conseguenza i territori che hanno un'elevata domanda di acqua rispetto alle loro risorse.

In ottica propositiva la *policy* dovrebbe prevedere politiche di tariffazione dell'acqua e strategie di pianificazione che riflettano il livello di sensibilità delle risorse idriche a livello locale, per evitare squilibri tra il fabbisogno idrico e le risorse esistenti.

È inoltre fondamentale una gestione e collaborazione di tutti i settori, anche in relazione alla riduzione dello spreco per inefficienza dei sistemi. I paesi europei sprecano tra il 10 e il 25% della loro acqua a causa di perdite nelle reti pubbliche di approvvigionamento idrico e irrigazione, di inadeguati apparecchi per l'acqua nelle abitazioni, e di pratiche inefficienti nelle attività agricole e industriali (EEA, 2010e). Sono necessarie inoltre maggiori sinergie tra gestione delle acque e politiche agricole e migliore il controllo delle astrazioni illegali per prevenire lo sfruttamento eccessivo delle risorse idriche sotterranee in numerose regioni europee. L'aumento della dipendenza idrica (dipendenze delle regioni a monte del flusso di acqua dolce per soddisfare la domanda locale di acqua) di alcune regioni richiede una diplomazia sostenibile tra i paesi e la gestione internazionale *multi-level* delle risorse idriche.

Nelle città la gestione delle risorse idriche può avvenire in particolare su tre livelli:

- il bacino di utenza;
- la scala urbana (o di quartiere);
- gli edifici;

e generalmente a questi livelli è possibile reagire a periodi di scarsità d'acqua diminuendo il consumo o aumentando l'offerta. La Commissione Europea in questo senso incentiva l'aumento dell'efficienza idrica negli edifici, nelle attività commerciali, industriali e agricole, la riduzione delle perdite nelle reti idriche, l'introduzione di soluzioni tecnologie innovative e buone pratiche volte ad arrestare la desertificazione attraverso (EEA, 2010; EC, 2012; EEA, 2012; IPCC, 2018).

#### AZIONI 'GREY'

Per quanto riguarda le infrastrutture 'grigie' oltre a soluzioni tecnologiche avanzate, ma spesso costose, come la desalinizzazione e la riallocazione delle risorse idriche dalle regioni ricche di acqua alle regioni che presentano stress idrico, che vanno comunque affrontate a livello nazionale, è necessario intervenire alla piccola scala. L'utilizzo di tecnologie e dispositivi per il risparmio idrico nelle famiglie e nell'industria, nonché una corretta manutenzione del sistema di approvvigionamento, risultano fondamentali nell'ottica di ridurre a monte la domanda complessiva. Le strategie da adottare a livello locale includono in tal senso i sistemi di raccolta dell'acqua piovana, la ricarica delle acque sotterranee e il trattamento delle acque grigie per il riciclaggio, soluzioni che tra l'altro apportano ulteriori benefici tra cui l'aumento dei livelli di umidità del suolo per la vegetazione e la riduzione del rischio di inondazioni urbane (Shaw et al., 2007; Tucci, 2011; EEA, 2012).

Si riportano le principali azioni, come da tabella, indirizzo 3:

- Azione 1. Realizzazione di bacini inondabili urbani per la raccolta su larga scala delle acque da periodi di pioggia alternati a quelli di siccità/aridità.
- Azione 2. Realizzazione di canali inondabili per la raccolta su larga scala delle acque da periodi di pioggia alternati a quelli di siccità/aridità.
- Azione 4. Realizzazione di depressioni pavimentate artificialmente per realizzare al contempo sia raccolta delle acque, che più facile indirizzo e confluenza verso luoghi di raccolta (cisterne, ecc).
- Azione 5. Realizzazione di cisterne di recupero dell'acqua piovana con carattere sistemico, anche collegate a sistemi di *Rain Garden*, *Dry Wells*, *Planter Box*, ecc., a coprire programmaticamente e diffusamente intere aree di dimensioni urbane/di distretto urbano. Utilizzo di vasche di raccolta dell'acqua dalle strade e dagli spazi esterni con stoccaggio e depurazione alla scala del quartiere/dell'intorno dell'edificio.
- Azione 7. Impiego di sistemi duali di recupero diretto dell'acqua dall'interno degli edifici, e sua depurazione e riutilizzo negli spazi confinati, intermedi e aperti di contesto degli edifici stessi.
- Azione 8. Utilizzo sistematico, in tutti gli edifici, di soluzioni di risparmi idrico, ad es. con erogatori a gettito controllato, contatori idrici intelligenti, forme di disincentivazione allo spreco d'acqua in primis negli edifici residenziali, pubblici, commerciali e di ricettività turistico-alberghiera.
- Azione 9. Adozione di sistemi di confluenza delle acque dagli involucri degli edifici, con stoccaggio e depurazione, quali riserve d'acqua sulla scala dell'edificio. Utilizzo di coperture fortemente drenanti per il trattenimento dell'acqua e il rallentamento dei deflussi nei periodi di pioggia alternati a quelli di siccità/aridità, per favorirne la raccolta.
- Azione 10. Promozione dell'impiego diffuso e sistematico di forme di *urban farming* negli spazi aperti urbani e di *vertical farming* negli edifici della città, per un approvvigionamento alimentare che ha origine dall'interno della città con ricorso all'uso di acqua raccolta e recuperata nei diversi ambiti e forme secondo le precedenti azioni, strategico nei periodi di siccità/aridità.

## AZIONI 'GREEN'

In una ottica *'green'* l'aumento delle superfici vegetate offre l'opportunità di rallentare il deflusso delle acque, immagazzinare l'acqua piovana e consentire l'infiltrazione d'acqua e umidità nel terreno, mediante depressioni naturali, fiumi e ampie vie d'acqua poco profonde e l'utilizzo di coperture verdi negli edifici. Alla base tuttavia c'è uno studio approfondito delle soluzioni che si vogliono adottare, per evitare l'insorgere di ulteriori problematiche correlate. Se è infatti vero che l'ombra fornita dagli alberi abbassa la temperatura e riduce l'evaporazione e quindi la perdita d'acqua, al contempo gli alberi stessi hanno necessità di acqua, motivo per cui un'attenta selezione di piante resistenti alla siccità per giardini e aree pubbliche deve essere combinata con sistemi di irrigazione che utilizzano acque grigie trattate o provenienti da bacini di raccolta di acqua piovana (Kruuse, 2010; UNEP, 2008).

Si riportano le principali azioni, come da tabella, indirizzo 3:

- Azione 3. Modellazione morfologica dei suoli urbani per realizzare depressioni verdi atte a favorire accumuli superficiali delle acque da periodi di pioggia alternati a quelli di siccità/aridità.
- Azione 5. Realizzazione di cisterne di recupero dell'acqua piovana con carattere sistemico, anche collegate a sistemi di *Rain Garden*, *Dry Wells*, *Planter Box*, ecc., a coprire programmaticamente e diffusamente intere aree di dimensioni urbane/di distretto urbano. Utilizzo di vasche di raccolta dell'acqua dalle strade e dagli spazi esterni con stoccaggio e depurazione alla scala del quartiere/dell'intorno dell'edificio.
- Azione 6. Impiego di biopiscine e biolaghi urbani per determinare al contempo sia raccolta e stoccaggio delle acque piovane nei periodi di pioggia alternati a quelli di siccità/aridità, sia confluenza e depurazione delle acque da usi interni negli edifici ed esterni negli spazi aperti.
- Azione 10. Promozione dell'impiego diffuso e sistematico di forme di *urban farming* negli spazi aperti urbani e di *vertical farming* negli edifici della città, per un approvvigionamento alimentare che ha origine dall'interno della città con ricorso all'uso di acqua raccolta e recuperata nei diversi ambiti e forme secondo le precedenti azioni, strategico nei periodi di siccità/aridità.

## AZIONI 'SOFT'

Le soluzioni *'soft'* sono volte a migliorare la risposta alle emergenze grazie all'acquisizione e elaborazione tempestiva e affidabile di informazioni sul clima che supportino i decisori a tutte le scale di intervento. Le autorità regionali e locali e le autorità idriche sono le più importanti per la gestione dei sistemi idrici e per migliorare il livello di preparazione per le situazioni emergenziali. Ottimo strumento per ridurre di molto i rischi e gli impatti economici, sociali e ambientali, sono, come già detto, le campagne di sensibilizzazione pubblica e piani di gestione della siccità rivolti verso un uso efficiente delle risorse idriche esistenti e proponendo linee guida e piani di emergenza per i fornitori pubblici di acqua, insieme a restrizioni sull'uso delle risorse idriche, schemi di razionamento e tariffe speciali per l'acqua. In alternativa, o in aggiunta in situazioni estreme, il prezzo dell'acqua può essere temporaneamente aumentato per sopprimere la domanda (WBCSD, 2017; Zolli, 2015).

## References

- EEA (European Environmental Agency) (2010), *The European environment — state and outlook 2010: Thematic assessment — Water scarcity and droughts, floods and hydromorphology*, European Environment Agency Editions.
- EEA (European Environmental Agency) (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EC (European Commission) (2012), *Water Scarcity & Droughts in the European Union* [http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/water\\_efficiency.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/water_efficiency.htm)
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018), *Global warming of 1.5°C*, available at: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- Kruuse, A. (2010), *The green space factor and green points system*, Expert Paper No 6, GraBS project available at: [http://www.grabs-eu.org/downloads/EP6 %20 FINAL.pdf](http://www.grabs-eu.org/downloads/EP6%20FINAL.pdf).
- Shaw, R., Colley, M. and Connell, R. (2007), *Climate change adaptation by design: a guide for sustainable communities*, TCPA, London.
- Tucci, F. (2011). *Efficienza ecologica ed energetica in Architettura | Energy and ecological efficiency in Architecture*, Alinea Editrice, Firenze.

UNEP (United Nations Environment Program) (2008), *Global Green New Deal*, UNEP Publishing, Bruxelles.  
WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) (2017), *How we drive sustainable development*.  
Zolli, A. Healy, A.M. (2015), *Resilienza. La scienza di adattarsi ai cambiamenti*, RCS Libri, Milano.

## 5.5. Azioni di adattamento ai rischi associati alle minacce di ventosità estreme e di cicloni nelle forme di uragani e tifoni

Mentre le aree urbane generalmente subiscono le stesse esposizioni al clima della loro regione circostante, l'ambiente urbano - la sua forma e l'attività socioeconomica - può alterare le esposizioni oltre che a livello locale. Le aree edificate nelle città creano microclimi unici grazie alla sostituzione della vegetazione naturale con superfici artificiali. Questo influenza la temperatura dell'aria, la direzione del vento e le precipitazioni, tra gli altri. I cambiamenti climatici influenzeranno tutti questi componenti, esacerbando alcuni di essi e diminuendo gli altri. La ventilazione gioca un ruolo importante nell'interazione tra tessuto urbano e condizioni climatiche in quanto la ridotta velocità del vento aumenta la resistenza dell'UHI (Oke, 1987; Wilby, 2008; EEA, 2012; Santamouris, 2016; De Santoli, 2011; Tucci, 2012).

Le città che affrontano crescenti rischi di danni da tempesta possono rispondere in diversi modi. Approcci 'grey' possono includere la progettazione delle infrastrutture di edifici in modo più resistente al vento e la ricostruzione di edifici vulnerabili, decentramento dei sistemi energetici e il posizionamento di energia elettrica e di altri cavi sotterranei. Misure soft possono includere l'adeguamento dei regolamenti edilizi, il sostegno finanziario per la retro-fitting di edifici, assicurazioni per finanziare le riparazioni e le sostituzioni dopo gli eventi di tempesta, la preparazione o la regolazione dei piani di emergenza. Ciò include per il trasporto pubblico nel caso di strade bloccate, sistemi di alimentazione elettrica di *back-up* per l'assistenza sanitaria e altri servizi di emergenza e il rafforzamento dei poteri locali *Disaster Management* (ad esempio migliorare o espandere attrezzature, sviluppare tattiche). I sistemi di previsione e di allarme rapido sono fondamentali per le risposte di emergenza. La cooperazione con i servizi meteorologici può aiutare a migliorare questi accordi (Schauser et al, 2010; vati, 2011; ONERC, 2010; OECD, 2010; CoR, 2011; Xie Liu et al., 2007; EEA, 2015).

### AZIONI 'GREY'

Queste azioni vanno pensate nell'ottica di predisporre e realizzare "percorsi del vento" che offrano l'opportunità di mitigare il calore nelle città maggiormente colpite. A titolo esemplificativo, un approccio corretto potrebbe essere quello di orientare i percorsi carrabili e pedonali nella stessa direzione del flusso di vento, in modo da convogliare l'aria nei cosiddetti "canyon del vento" urbani e instaurare durante la notte un flusso d'aria orizzontale proveniente dai territori limitrofi (Oke, 1987; Kuttler, 2008). La strategia di pianificazione del clima di Stoccarda, ad esempio, è stata progettata non solo per rispettare e proteggere la natura, ma per sfruttare il modo in cui i modelli naturali del vento e la fitta vegetazione possono aiutare attivamente la città a ridurre i suoi problemi di surriscaldamento e inquinamento atmosferico. Di notte l'aria fresca scende dalle colline circostanti e attraversa una serie di "corridoi di ventilazione" che sono stati tenuti aperti come ampie arterie fiancheggiate da alberi all'interno dell'infrastruttura stradale della città.

Si riportano le principali azioni, come da tabella, indirizzo 4:

- Azione 6. Realizzazione di barriere frangivento artificiali nei più opportuni punti urbani e periurbani ad alto rischio da ventosità estreme e finanche da cicloni.
- Azione 7. Attenuazione delle differenze di temperatura tra diversi luoghi dello stesso contesto urbano o territoriale, alle diverse scale (tra spazio aperto e spazio aperto, tra quartiere a quartiere, tra distretto a distretto, tra spazio urbano e spazio extraurbano), per attenuare la velocità dell'aria dovuta alle eccessive differenze di temperatura che vi si possono instaurare.
- Azione 8. Densificazione del tessuto urbano - limitando al massimo il consumo di suolo - strategico per numerosi altri obiettivi ma anche per attenuare con più efficacia l'impatto dei venti negli spazi aperti e intermedi.
- Azione 9. Impiego sistematico di interventi riqualificativi volti a irrobustire e migliorare la sicurezza degli edifici alle ventosità estreme, in primis la tenuta degli involucri edilizi a tali fenomeni.
- Azione 10. Rafforzamento sistematico degli ancoraggi al suolo di tutti gli elementi artificiali di arredo urbano per la loro messa in sicurezza a fronte del rischio di sradicamento da ventosità estreme e straordinarie.

## AZIONI 'GREEN'

Corridoi di ventilazione, come indicato, possono anche essere predisposti con l'inserimento di filari alberati, consentendo di incanalare il flusso di vento all'interno del tessuto urbano e portando benefici in termini di raffrescamento sia *outdoor* che *indoor*.

In situazioni avverse, invece, con forte ventosità i filari alberati possono fungere da sistemi schermanti sia in relazione a fronti edilizi sia in relazione a spazi aperti. Inoltre, logiche di *greening* consentono di intervenire sulle le differenti integrazioni tra flussi d'aria e struttura urbana nel suo insieme, ad esempio prevedendo manti erbosi o alberature che possono influenzare il differenziale di temperatura tra diversi invasi urbani, aiuta a attenuare la velocità dell'aria dovuta proprio alle eccessive differenze di temperatura.

Si riportano le principali azioni, come da tabella, indirizzo 4:

- Azione 1. Realizzazione di barriere frangivento verdi nei punti urbani e periurbani più opportuni.
- Azione 2. Conformazione di corridoi urbani di incanalamento dei venti con alberature e sistemi vegetali.
- Azione 3. Impiego di urban green infrastucture anche per assorbire o attenuare, nella loro multifunzionalità, l'impatto e la velocità dei movimenti d'aria nella città alle diverse scale.
- Azione 4. Sistematica manutenzione e potatura, mirata e continua, dei sistemi vegetali, in particolare delle grandi alberature nelle loro chiome, fronde, ramificazioni.
- Azione 5. Rafforzamento degli ancoraggi delle zolle delle alberature.
- Azione 7. Attenuazione delle differenze di temperatura tra diversi luoghi dello stesso contesto urbano o territoriale, alle diverse scale (tra spazio aperto e spazio aperto, tra quartiere a quartiere, tra distretto a distretto, tra spazio urbano e spazio extraurbano), per attenuare la velocità dell'aria dovuta alle eccessive differenze di temperatura che vi si possono instaurare.
- Azione 8. Densificazione del tessuto urbano - limitando al massimo il consumo di suolo - strategico per numerosi altri obiettivi ma anche per attenuare con più efficacia l'impatto dei venti negli spazi aperti e intermedi.

## AZIONI 'SOFT'

In questo ambito è necessario partire dalla sensibilizzazione sull'importanza del tema per un'adeguata preparazione al cambiamento climatico nelle città. Questo anche grazie allo scambio di conoscenze e buone pratiche promuovendo la partecipazione attiva e consapevole degli *stakeholders* – autorità locali, esperti di pianificazione urbana e le imprese locali - nel processo di definizione e rivitalizzazione degli spazi aperti (EC, 2013).

Azioni 'soft' riguardano poi la conoscenza e l'interscambio tra conoscenza e dati ambientali specifici, prevedendo una costante cooperazione con i servizi meteorologici (EEA, 2015).

## References

- CoR (2011), *Adaptation to Climate Change: Policy instruments for adaptation to climate change in big European cities and metropolitan areas*, European Union, Committee of the Regions, Brussels, available at: <http://80.92.67.120/en/documentation/studies/Documents/Adaptation%20to%20Climate%20Change/EN.pdf>
- De Santoli L. (2011). *La ventilazione naturale: il moto naturale dell'aria per il controllo delle condizioni ambientali*. Flaccovio Editore, Palermo.
- EC (European Commission) (2013), *Adaptation Strategies for European Cities-Final Report 2013*. available at: [climate-adapt.eea.europa.eu](http://climate-adapt.eea.europa.eu)
- EEA (European Environment Agency) (2015), *Copernicus Monitoring Service –Local Component*, Urban Atlas. 2015 available at: <http://land.copernicus.eu>.
- Kuttler, W., (2008), 'The Urban Climate — Basic and Applied Aspects', in: Marzluff, J. M. Shulenberger, E. Endlicher, W. Alberti, M. Bradley, G. Ryan, C. Simon, U. and ZumBrunnen, C. (eds.) *Urban Ecology*, Springer US, Boston.
- Oke, T. R., (1987), *Boundary layer climates*, 2nd ed., Methuen, London, New York.
- OECD, (2010), *Cities and Climate Change*, OECD Publishing, available at: [http://www.oecd.org/document/34/0,3746,en\\_2649\\_37465\\_46573474\\_1\\_1\\_1\\_37465,00.html#how\\_to\\_obtain\\_this\\_book](http://www.oecd.org/document/34/0,3746,en_2649_37465_46573474_1_1_1_37465,00.html#how_to_obtain_this_book)
- ONERC, (2010), *Cities and adapting to climate change: Report to the Prime Minister and Parliament*, La Documentation Française, Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique, Paris.
- Santamouris, M., Wouters, P. (2006). *Building Ventilation: The State of the Art*. London: Earthscan.

- Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandt, J. J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz Aydemir, G., Prutsch, A., McCallum, S. (2010), *Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts* - Scoping study, ETC/ACC Technical Paper, European Topic Centre on Air and Climate Change, Bilthoven.
- Tucci, F. (2012), *Atlante dei sistemi tecnologici per l'architettura bioclimatica: ventilazione naturale negli edifici / Atlas of Technological Systems for Bioclimatic Architecture. Natural Building Ventilation*. Alinea Editrice, Firenze.
- VÁTI, (2011), *Climate-friendly cities: A handbook on the tracks and possibilities of European cities in relation to climate change*, Ministry of Interior Hungary — VÁTI, Budapest.
- Wilby, R. L., (2008), Constructing climate change scenarios of urban heat island intensity and air quality, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(5), pp. 902–919.
- Xie, Liu et al. (2007), Impact of building facades and ground heating on wind flow and pollutant transport in street canyons, *Atmospheric Environment* 41, pp. 9030-9049



# Essere un partner di fiducia significa essere un partner responsabile.



Impegnarsi per il futuro significa conciliare criteri finanziari e responsabilità sociale in un'ottica di rendimento sostenibile.

Fin dalla sua costituzione Amundi ha adottato criteri ESG – ambientali, sociali e di governance – ed è all'avanguardia nell'investimento socialmente responsabile.

Oggi Amundi, leader europeo<sup>(1)</sup> dell'asset management, si impegna a spingersi ancora oltre, per diventare entro il 2021 un'azienda 100% ESG, in materia di rating, gestione e politica di voto.

—  
[amundi.it](https://www.amundi.it)

#ResponsiblePartner #Ambition2021

La fiducia  
va meritata

**Amundi**

ASSET MANAGEMENT

Trasformiamo i rifiuti in nuova materia ed energia



Industria del Recupero e Riciclo  
Plastica - Fertilizzanti - Energia - Biometano

via F. Filzi 5 - Montello (BG) - Tel. 035.689111 - [www.montello-spa.it](http://www.montello-spa.it)



# FESTIVAL

# del' ACQUA

10-11 OTTOBRE 2019

# VENEZIA

FONDAZIONE QUERINI STAMPALIA

CON IL PATROCINIO DI



[www.festivalacqua.org](http://www.festivalacqua.org)



**Questa è l'impronta  
che vogliamo lasciare  
sull'ambiente.**

Curioso? Scopri le nostre  
iniziative su [ing.it](https://www.ing.it)



# Riciclare pannolini e prodotti assorbenti per la persona (Pap) usati è possibile

Realizzato in Italia dalla FaterSMART, Business Unit di Fater Spa, joint venture paritetica tra Procter & Gamble e Gruppo Angelini, il primo sistema su scala industriale al mondo che trasforma i prodotti assorbenti per la persona usati in materie prime seconde ad alto valore aggiunto.

In Italia ogni giorno vengono smaltiti 11 milioni di pannolini, pannolini per incontinenti e assorbenti igienici. Una frazione di rifiuti che equivale a circa il 3% dei rifiuti solidi urbani ovvero quasi 900.000 tonnellate/anno che oggi vengono conferite per più della metà in discarica e il restante eliminate tramite inceneritore. Se

consideriamo i nuovi obiettivi previsti nel Pacchetto sull'Economia Circolare, approvato dalla Commissione Europea che impone di ridurre il conferimento in discarica a un massimo del 10% e di portare i tassi di riciclo al 65% entro il 2035, è facile intuire come la gestione rifiuti sia più che mai un imperativo per le autorità locali.

## LA SOLUZIONE ESISTE

FaterSMART, Business Unit di Fater Spa, joint venture paritetica tra Procter & Gamble e Gruppo Angelini conosciuta per i marchi Pampers, Lines, Tampax, ha sviluppato e brevettato una tecnologia che consente di riciclare pannolini per i bambini, assorbenti femminili e prodotti per l'incontinenza di tutte le marche, trasformandoli in materie prime seconde di elevata qualità. Da 1 tonnellata di rifiuti raccolti in maniera differenziata infatti è possibile ricavare fino a 150kg di cellulosa, 75kg di plastica e 75kg di polimero super assorbente, da impiegare nei principali processi di lavorazione per dar vita a nuovi prodotti come, grucce, contenitori, giocattoli o tavoli di plastica, carte di elevata qualità, prodotti tessili, fertilizzanti, assorbenti per animali domestici o per l'industria florovivaistica. Chi mai avrebbe pensato a un abito in viscosa o a un parco giochi per bambini realizzati con quelli che erano una volta pannolini? Tutto questo oggi è possibile.

## COME FUNZIONA IL PROCESSO DI RICICLO

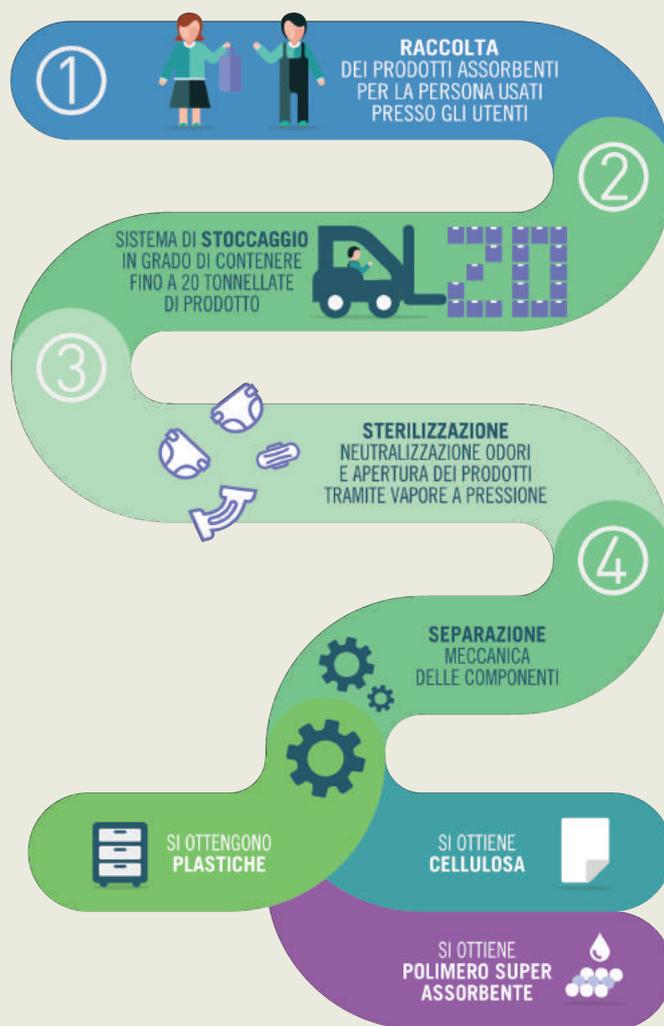
Il processo di riciclo prevede quattro fasi: i pannolini ed i prodotti assorbenti per la persona usati vengono raccolti dagli utenti (1), stoccati (2), trattati in autoclave, un sistema dove attraverso la forza del vapore a pressione e senza combustione, vengono aperti e perfettamente sterilizzati eliminando completamente i cattivi odori (3) e infine separati delle frazioni riciclabili per via meccanica (4). Il primo impianto, ubicato in Veneto presso la sede di Contarina S.p.a., è in grado di gestire fino a 10.000 tonnellate/anno di prodotti usati ed è stato pensato in modo da preservare le elevate qualità delle materie prime contenute nei prodotti assorbenti, per recuperare materie prime seconde paragonabili a quelle vergini.

## LA RACCOLTA SEPARATA DEI PAP

La raccolta separata dei PAP esiste, oltre 12 milioni sono gli italiani già raggiunti da questo tipo di servizio e molti Comuni hanno adottato soluzioni tanto efficaci quanto efficienti che consentono di effettuarla senza creare disagi per i cittadini e senza costi incrementali rispetto alle normali attività.

## UN SISTEMA VIRTUOSO IN CUI VINCONO TUTTI

L'impianto di riciclo della Fater Spa è un esempio "made in Italy" di Economia Circolare che è valso all'azienda il riconoscimento di "Circular Economy Champion" da parte di Legambiente e consegnato presso la Commissione Europea. Una dimostrazione di come l'industria possa creare sviluppo e crescita senza venire meno ai requisiti della sostenibilità ambientale, con vantaggi per tutti a cominciare dall'ambiente: se il



sistema di riciclo fosse operativo in tutta Italia infatti, si riciclerebbero circa il 3% dei rifiuti solidi urbani evitando che un volume di rifiuti pari a 2 volte quello del Colosseo finisca in discarica o negli inceneritori. Non solo: si produrrebbero ogni anno 270.000 tonnellate di materia prima riciclata di elevata qualità evitando emissioni di CO2 pari a quelle generate ogni anno da 100.000 automobili. Per i comuni il sistema di riciclo potrebbe ridurre i costi per il conferimento in discarica o al termovalorizzatore oltre ad eliminare quelli dovuti per il trattamento dei rifiuti da conferire in discarica traducendoli in vantaggi per i cittadini. Non da ultimo, si otterrebbe un contributo concreto al raggiungimento degli obiettivi di riduzione dei rifiuti urbani biodegradabili. Per i riciclatori vi sarebbero ricavi provenienti dalla vendita delle materie prime seconde dal riciclo dei prodotti assorbenti per la persona usati.

# CITTÀ SOSTENIBILE

5-8  
NOVEMBRE  
2019  
QUARTIERE  
FIERISTICO  
DI RIMINI



## THE CIRCULAR SMART CITY

Città Sostenibile è un progetto speciale di Ecomondo e Key Energy.  
Un'area espositiva e un laboratorio di soluzioni per progettare  
il futuro delle città.



#urban innovation



#sustainable mobility



#digital transformation

Un progetto speciale di

**ECOMONDO** | **KEY ENERGY**  
THE CIRCULAR ECONOMY & RENEWABLE ENERGY EXPO

Organizzato da

**ITALIAN  
EXHIBITION  
GROUP**  
Providing the future

keyenergy.it  
f @ t y



Green City Network

[greencitynetwork@susdef.it](mailto:greencitynetwork@susdef.it)

tel. +39 06 84 14 815

[www.fondazionevilupposostenibile.org](http://www.fondazionevilupposostenibile.org)