

# FOCUS su: CAMBIAMENTI CLIMATICI AMBIENTE E SALUTE CITTÀ CIRCOLARI



XV Rapporto sulla Qualità  
dell'Ambiente Urbano  
Edizione 2019



# FOCUS su: CAMBIAMENTI CLIMATICI AMBIENTE E SALUTE CITTÀ CIRCOLARI

XV Rapporto sulla Qualità  
dell'Ambiente Urbano  
Edizione 2019

---

REPORT DI SISTEMA SNPA | 14 2020

## INFORMAZIONI LEGALI

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), insieme alle 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA) per la protezione dell'ambiente, a partire dal 14 gennaio 2017 fa parte del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), istituito con la Legge 28 giugno 2016, n.132.

Le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

ISPRA

Istituto Superiore  
per la Protezione e la Ricerca Ambientale  
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma  
[www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)

© Report SNPA 14/20

ISBN 978-88-448-0997-3

Riproduzione autorizzata citando la fonte come segue:  
SNPA, 2020. FOCUS XV Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano – Edizione 2019. Report SNPA 14/2020.

Coordinamento della pubblicazione online:

Daria Mazzella – ISPRA

Copertina: Ufficio Grafica ISPRA

## COORDINAMENTO TECNICO-SCIENTIFICO

Silvia Brini - ISPRA

Via Vitaliano Brancati, 60

Telefono: 06/50072597

[silvia.brini@isprambiente.it](mailto:silvia.brini@isprambiente.it)

<http://www.areeurbane.isprambiente.it>

## REALIZZAZIONE

Cambiamenti Climatici: Pina Nappi – ARPA Piemonte  
Ambiente e Salute: Annamaria Colacci – ARPAE Emilia Romagna

Città Circolari: Roberto Caselli - ISPRA

## RIASSUNTO

Realizzato dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), il Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano si è consolidato negli anni come un riferimento per gli addetti ai lavori e per gli utenti grazie alle analisi e alle valutazioni degli esperti SNPA sui numerosi dati ambientali presentati. L'edizione 2019 "XV Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano" aggiorna per 124 città italiane e per le 14 Città metropolitane una ricca serie di indicatori importanti per analizzare la qualità ambientale delle nostre città. In questa edizione viene dato risalto a come i vari indicatori siano legati a 4 macrotematiche di estremo interesse per la resilienza urbana: ambiente e salute, cambiamenti climatici, dissesto idrogeologico, città circolari. Tre di queste macrotematiche sono poi oggetto del Focus di approfondimento allegato al Rapporto. Numerosi i temi trattati (alcuni anche alla scala metropolitana): fattori sociali ed economici, suolo e territorio, infrastrutture verdi, acqua, inquinamento dell'aria e cambiamenti climatici, attività industriali, trasporti e mobilità, esposizione all'inquinamento acustico ed elettromagnetico, azioni e strumenti per la sostenibilità locale; tutti aspetti fondamentali della qualità della vita nelle aree urbane.

**Parole chiave:** città, qualità dell'ambiente urbano, indicatori

## ABSTRACT

*"The quality of urban environment" Report is the result of the year-long collaboration among all the regional/provincial environmental agencies members of the Italian National System for environmental protection (SNPA) and – since 2007 – is now recognized among as a crucial source of information for both technicians and policy makers. The 2019 edition "XVth Report on The quality of Urban environment" updates a series of indicators representatives of the major environmental challenges cities face nowadays. This edition highlights how the various indicators are linked to 4 macro-themes of extreme interest for urban resilience: environment and health, climate change, hydrogeological instability, circular cities. Three of these macro-themes are then the*

*subject of the Focus attached to the Report. Numerous topics have been discussed (some also on the metropolitan scale): demographic and economic factors, soil sealing and green infrastructures, water use, air quality and climate change, transport and mobility, noise and electromagnetic pollution, and best practices towards local sustainability. All these aspects have fundamental relationships with the quality of environmental resources and the livability of our cities.*

**Keywords:** *cities, quality of urban environment, indicators*



# PRESENTAZIONE

È nel duplice ruolo di Presidente dell'Istituto per la Protezione e la Ricerca Ambientale e Presidente del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (Legge 132/2016) che presento il XV Rapporto "Qualità dell'ambiente urbano". Ritengo che esso rappresenti ormai un riferimento dal quale non è più possibile prescindere nelle policy per il perseguimento degli obiettivi strategici a scala locale - e non solo - e degli obiettivi di sostenibilità per le nostre città. I dati e le valutazioni del Rapporto mettono in evidenza la grande disponibilità di informazioni consolidate utili per interpretare le dinamiche delle crisi mondiali in atto che sono nell'agenda politica anche nel nostro Paese.

Mi riferisco alla crisi sanitaria (pandemia da Covid-19), alla crisi ambientale (cambiamenti climatici) e alla crisi economica (associata ai processi di globalizzazione dell'economia reale e della finanza). I dati e le informazioni sono indispensabili per individuare soluzioni efficaci e prendere le conseguenti decisioni; fatto quanto mai complesso per la portata degli eventi del nostro tempo e per le innumerevoli interrelazioni su cui le decisioni impattano e da cui gli effetti sono generati. Ma la prima necessità è senz'altro quella di essere consapevoli dello stato del fenomeno, delle sue dinamiche attuali e future e delle conseguenze sugli altri ambiti di influenza delle azioni che si intende mettere in atto. Non sfuggerà al lettore che, accanto all'evidenza della mole di informazioni consolidate e armonizzate ormai disponibili, c'è altrettanta evidenza sull'assenza di dati per alcuni temi così come la mancanza di informazioni per alcune realtà territoriali.

Il Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente ha il suo principale obiettivo, come stabilito dalla sua legge costitutiva (Legge 132/2016), nella definizione e nel perseguimento dei Livelli essenziali di prestazioni tecniche ambientali (LEPTA) al fine di concorrere a livelli omogenei di tutela ambientale in tutto il territorio nazionale.

Identificare le più complete e certe informazioni ambientali, mettendo in evidenza le capacità di monitoraggio, controllo e valutazione dello stato e della dinamica della qualità delle matrici ambientali e dei fenomeni ambientali di maggior rilievo dell'ISPRA e dell'intero Sistema, contribuisce alla consapevolezza del decisore che, nell'espressione del proprio pensiero, linea politica e sensibilità potrà operare le scelte conseguenti.

Le informazioni del Sistema sulla qualità dell'ambiente in città hanno una loro naturale funzione anche nella declinazione a scala di città dei goals della Strategia ONU sulla sostenibilità ambientale e concorrono a valutare le proiezioni al 2030 per il raggiungimento dei target che sono stati individuati.

Priorità del Sistema sarà garantire che le prestazioni ambientali per la tutela dell'ambiente vengano erogate omogeneamente per tutte le matrici ambientali e per tutte le realtà del nostro Paese, per colmare quei gap di conoscenza di cui ho detto prima.

Il Rapporto è realizzato da quindici anni e in ogni edizione propone un aggiornamento dei dati e delle valutazioni. Rapporto che ogni anno, allo stesso tempo, si rinnova rimanendo aderente alle criticità più attuali anche nel volume che dal 2007 lo accompagna: il Focus. In questa edizione esso affronta tre fra i temi di maggior rilievo con cui la comunità nazionale e internazionale si sta confrontando con riferimento alle aree urbane: i cambiamenti climatici, le relazioni tra ambiente e salute, il percorso verso la circolarità delle nostre città.

È certamente importante la tempestività nel produrre informazione ma è altresì essenziale che l'informazione prodotta sia la più qualificata, consolidata e armonizzata possibile, ed è sempre in questa direzione che il Sistema si è mosso. La terribile esperienza della pandemia da Covid-19 ha comunque lasciato il segno nelle attività del Sistema e dell'ISPRA ma anche è stata anche un'opportunità che ci auguriamo di aver saputo cogliere per rappresentare in una nuova luce gli elementi che caratterizzano una buona qualità dell'ambiente nelle nostre città.

Abbiamo voluto - nonostante le gravi criticità del nostro tempo - mantenere fede all'impegno di divulgare la miglior informazione disponibile su stato e trend dell'ambiente nelle nostre città.

Il volume "Qualità dell'ambiente urbano" presenta i dati per i 109 Comuni capoluoghi di provincia italiani e per 15 città densamente abitate non capoluogo di provincia per un totale di 124 Comuni, più un approfondimento per tutte le 14 Città metropolitane. Insieme con il Focus, propone più di mille pagine di informazioni, approfondimenti, valutazioni, analisi dimostrando ancora una volta la grande capacità del Sistema nazionale per la Protezione Ambientale di leggere, interpretare i fenomeni e fornire supporto ai decisori.

Stefano Laporta  
Presidente ISPRA-SNPA

# PREMESSA

## Un nuovo protagonismo urbano per un futuro sostenibile

Questa edizione del Rapporto ISPRA-SNPA sulla Qualità dell'Ambiente Urbano viene pubblicata in una fase storica in cui la crisi legata alla pandemia di COVID-19 pone le città di fronte a una nuova sfida. L'emergenza sanitaria ha infatti mutato le agende politiche, ha comportato repentini cambiamenti nelle priorità e nell'organizzazione delle pubbliche amministrazioni, ha comportato l'esigenza per i Comuni di dare risposte immediate a emergenze sociali drammatiche. La ripresa, sia il bisogno di dare una scossa in questa fase che segue la traumatica esperienza del lockdown, sia una ripartenza che abbia lo sguardo lungo e tenga conto di quel che l'emergenza ci ha insegnato, impongono di rinnovare e ripensare l'impegno di Comuni e Città metropolitane rispetto a verde urbano, mobilità, qualità dell'aria, rifiuti urbani. Tutti temi rispetto ai quali questo rapporto, ormai dal 2004, ci fornisce annualmente preziosi dati e informazioni.

I dati contenuti in questo rapporto rappresentano ancora una volta un punto di partenza ineludibile per misurare l'efficacia delle azioni adottate in passato e programmare di conseguenza quelle future. Sulla mobilità, ad esempio, non sfugge il dato critico della diminuzione tanto della domanda, quanto dell'offerta di trasporto pubblico, e nel perdurante primato dell'uso dell'auto privata. Comuni e Città Metropolitane negli ultimi mesi hanno compiuto un grande sforzo di programmazione, adottando decine di PUMS (piani urbani per la mobilità sostenibile) sui quali basare politiche per una mobilità più sostenibile. Un percorso che le norme di prevenzione del virus, il distanziamento sociale su tutte, ci impongono di accelerare, per evitare che alla crisi sanitaria si aggiunga una crisi da saturazione del traffico urbano. A maggio l'Ance ha consegnato al governo e al parlamento un documento con proposte di breve, medio e lungo termine che vanno dalla revisione del fondo nazionale TPL, agli incentivi per l'acquisto di biciclette, alla realizzazione agile e semplice di piste ciclabili e aree pedonali. Un lavoro elaborato da un gruppo di assessori alla Mobilità delle principali città.

Il COVID 19 ci consegna anche una ancor maggiore consapevolezza dell'importanza delle aree verdi in città, che consentano, anche in una condizione di distanziamento sociale, di vivere in spazi aperti e praticare attività motoria, oltre al ruolo cruciale che svolgono per la qualità dell'aria e la biodiversità urbana. Anche in questo caso i dati di questo rapporto servono da sprone nel perseguire con maggiore determinazione l'obiettivo fissato nella carta di Bologna per l'ambiente di 45 metri quadrati di verde urbano per abitante entro il 2030.

L'elenco potrebbe continuare e includere le misure per l'economia circolare, la sicurezza del territorio, la rigenerazione urbana per contrastare il consumo di suolo. Questioni fortemente integrate e al centro degli Obiettivi ONU di Sviluppo Sostenibile più volte richiamati in questo rapporto. Obiettivi che nel loro insieme contribuiscono anche al rilancio dell'economia su basi più sostenibili, considerando le tante aziende che potrebbero beneficiare di investimenti in questi settori, e i tanti posti di lavoro che potrebbero derivarne.

In questo senso appare cruciale il ruolo di Comuni e Città Metropolitane. Il protagonismo dei Comuni per l'ambiente emerge dalle centinaia di pratiche raccolte dalla Banca Dati GELSO e menzionate in questo Rapporto. Le Città Metropolitane, cui il Rapporto dedica un importante approfondimento, svolgono un ruolo strategico di coordinamento e accompagnamento delle azioni sul territorio, e in questi mesi sono impegnate nella definizione delle proprie Agende per lo Sviluppo Sostenibile.

Comuni e Città Metropolitane hanno un ruolo centrale, ma non possono essere lasciati soli. Un decennio di tagli a investimenti e personale pesano anche nella risposta alla fase di emergenza in corso. Il lavoro di ISPRA, che con Ance

ha stipulato un protocollo di intesa per la collaborazione nelle attività di ricerca e diffusione delle conoscenze, è un contributo prezioso. La sinergia tra attori e istituzioni deve essere rafforzata ed estesa affinché, come evidenziato dalla Recovery Task Force del gruppo C40, la ripresa non significhi il ritorno al "business as usual" della crisi ambientale. Occorre, come sostiene Anci da tempo, una politica nazionale per le città che oggi più che mai dia certezze su risorse e regole per lo sviluppo urbano sostenibile nel prossimo decennio.

Antonio Decaro  
Presidente ANCI

# SOMMARIO

## FOCUS: CAMBIAMENTI CLIMATICI

<b>INTRODUZIONE</b> (Angelo Robotto - Direttore Generale ARPA Piemonte)	3
<b>IL CAMBIAMENTO CLIMATICO E LE SPECIFICITÀ DELL'AMBIENTE URBANO</b> (Renata Pelosini, ARPA Piemonte)	4
<b>I PAES COME STRUMENTO DI CONTRASTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI</b> (Letizia Buzzi, ISTAT)	8
<b>L'ADATTAMENTO CLIMATICO NEL GOVERNO URBANO</b> (Sergio Castellari, INGV e EEA; Andrea Filpa, Università degli studi Roma 3)	18
<b>GLI ASPETTI SOCIO-ECONOMICI CHE CONCORRONO ALLA VULNERABILITÀ AL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLE AREE URBANE</b> (Francesca Vannoni, ISTAT sede del Piemonte e della Valle d'Aosta)	33
<b>GLI INDICATORI DI IMPATTO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLE AREE URBANE</b> (Francesca Giordano et al., SNPA e Infrastrutture Lombarde SpA)	45
<b>ANALISI DEGLI IMPATTI E INIZIATIVE DI MITIGAZIONE E ADATTAMENTO NELLE AREE URBANE</b>	
<b>LE CITTÀ SUI FIUMI: ALLUVIONI IN AMBITO URBANO</b> (Luca Ferraris, CIMA)	58
<b>PROTEZIONE DAI FENOMENI DI PRECIPITAZIONE INTENSA: SISTEMA DI MONITORAGGIO ED EVOLUZIONE A BREVISSIMO TERMINE SU BACINI PICCOLI E PICCOLISSIMI IN LIGURIA</b> (Federica Martini e Francesca Giannoni, ARPA Liguria)	66
<b>SEGNALI DI CAMBIAMENTO CLIMATICO NEL VENETO: L'INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE A VENEZIA</b> (Adriano Barbi e Francesco Rech, ARPA Veneto)	74
<b>CALDO IN CITTÀ - IL CASO DI TORINO</b> (Renata Pelosini, Mariaelena Nicoella, Simona Barbarino, ARPA Piemonte; Mirella Iacono, Comune di Torino)	79
<b>ONDATE DI CALORE E MORTALITÀ ESTIVA NELLA CITTÀ DI TORINO. ESTATE 2019</b> (Cristiana Ivaldi, Cecilia Scarinzi, Barbara Cagnazzi, ARPA Piemonte)	92
<b>ANALISI DEI SEGNALI DI CAMBIAMENTO DELLA STAGIONE DI POLLINI E SPORE AERODISPERSI IN EMILIA-ROMAGNA</b> (Stefano Marchesi, ARPAE Emilia-Romagna)	97
<b>MONITORAGGIO AEROBIOLOGICO IN PIEMONTE E CAMBIAMENTI CLIMATICI: NUOVE SFIDE PER NUOVI SCENARI</b> (Cecilia Scarinzi e Cristiana Ivaldi, ARPA Piemonte)	103
<b>AGRICOLTURA IN AMBITO URBANO</b> (Enrico Rivella, ARPA Piemonte; Sergio Quaglio, SEAcop Torino)	106
<b>INFRASTRUTTURE VERDI E BLU PER UN ADATTAMENTO ECOSYSTEM-BASED DELLE CITTÀ</b> (Marzia Mirabile e Anna Chiesura, Ispra)	121

## PIANI E AZIONI DI ADATTAMENTO NELLE AREE URBANE

<b>TORINO CHE SI ADATTA</b> (Mirella Iacono, Comune di Torino)	131
<b>MILANO, AZIONI E PIANI PER L'ADATTAMENTO</b> (Piero Pelizzaro, Giulia Cirri, Elisa Torricelli, Comune di Milano; Orietta Cazzuli, Matteo Zanetti, ARPA Lombardia)	139
<b>ADATTAMENTO E GOVERNO DEL TERRITORIO. PRIMO BILANCIO DEL PIANO DI ADATTAMENTO DI BOLOGNA</b> (Valentina Orioli, Roberto Diolaiti, Giovanni Fini, Comune di Bologna)	145
<b>DEFINIZIONE DEI PIANI DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI NEI COMUNI DELLE MARCHE</b> (Lucia Catalani, Andrea Carosi, Sviluppo Marche srl; Miriam Sileno, ARPA Marche)	151
<b>RESILIENZA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI NELLE AREE URBANE, IL CONTRIBUTO DELL'OSSERVATORIO CLIMA</b> (Rodica Tomozeiu, Vittorio Marletto, ARP Ae Emilia-Romagna, Osservatorio clima)	160
<b>BUONE PRATICHE PER UN PIANO DI ADATTAMENTO URBANO: DALLA METODOLOGIA AL MONITORAGGIO DELLE AZIONI</b> (Alessandro Secchia, Università degli studi di Torino)	164
<b>AUTOVEETTURE ELETTRICHE E INFRASTRUTTURA DI RICARICA PER FAVORIRE LA DECARBONIZZAZIONE DEI TRASPORTI</b> (Letizia Buzzi, ISTAT)	173

## UNA NARRATIVA SUL CAMBIAMENTO CLIMATICO DA UNA DIVERSA ANGOLAZIONE

<b>L'EVASO, UNA FAVOLA AMBIENTALE</b> (Cristina Converso)	180
<b>CHIUNQUE TU SIA ABBIAMO BISOGNO DI TE</b> (Luca Sardo, attivista #FridaysForFuture Torino)	185

## FOCUS: AMBIENTE E SALUTE

<b>AMBIENTE, SALUTE E IL PARADIGMA DELLA SCIENZA DELL'ESPOSIZIONE</b> (Giuseppe Bortone, Annamaria Colacci - ARP Ae- Emilia-Romagna)	191
<b>LA RETE ITALIANA AMBIENTE E SALUTE</b> (Carla Ancona, Dipartimento di Epidemiologia SSR Lazio; Francesco Forastiere, IFC-CNR)	200
<b>STRUMENTI PER LA VALUTAZIONE DELLE ESPOSIZIONI A INQUINANTI AMBIENTALI: IL PROGETTO ZIPPER</b> (Marco Baldini, ARPA Marche)	203
<b>AREE VERDI URBANE SALUTE E BENESSERE</b> (Anna Chiesura, Elisabetta De Maio, Francesca De Maio e Marzia Mirabile - ISPRA)	206
<b>INQUINAMENTO ATMOSFERICO A TORINO: I MODELLI LUR</b> (Moreno Demaria, Barbara Lorusso , Rocco Pispico- ARPA Piemonte; Claudia Galassi – Città della Salute della Scienza Torino; Ennio Cadum - ATS Pavia)	220
<b>CARATTERIZZAZIONE DEL PM10 IN ALCUNE CITTÀ LOMBARDE: MILANO, BERGAMO, PAVIA, MANTOVA.</b> (Eleonora Cuccia, Cristina Colombi, Umberto Dal Santo, Lorenza Corbella, Giorgio Siliprandi, Anna De Martini, Paola Carli - ARPA Lombardia)	226
<b>STUDIO DELL'IMPATTO DELLA COMBUSTIONE DELLA LEGNA SUI LIVELLI DI PARTICOLATO E DI BENZO(A)PIRENE A BORMIO, LOCALITÀ MONTANA DELLE ALPI RETICHE</b> (Vorne Gianelle, Anna De Martini, Eleonora Cuccia, Giuseppe De Stefani, Laura Carroccio - ARPA Lombardia)	238
<b>SEVERE AIR POLLUTION EPISODES, IL PROGETTO AWAIR</b> (Stefano Zauli Sajani e Stefano Marchesi, Arpae Emilia-Romagna)	242
<b>METODI ALTERNATIVI IN VITRO PER LA PREDIZIONE DEI RISCHI PER LA SALUTE ASSOCIATI ALL'ESPOSIZIONE A PARTICOLATO URBANO</b> (Monica Vaccari, Maria Grazia Mascolo, Francesca Rotondo, Cristina Zanzi - ARP Ae Emilia-Romagna)	247
<b>MARCATORI MOLECOLARI PER LO STUDIO DEGLI EFFETTI DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI</b> (Giangabriele Maffei, Ada Mescoli e Gelsomina Pillo - ARP Ae Emilia-Romagna)	259
<b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO CANCEROGENO DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO</b> (Sandro Grilli, Stefania Serra - Università di Bologna)	265
<b>LA VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (E SANITARIO): VERSO L'INTEGRAZIONE DEGLI APPROCCI EPIDEMIOLOGICI E TOSSICOLOGICI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO</b> (Andrea Ranzi - ARP Ae Emilia Romagna)	269
<b>LA MOBILITÀ ATTIVA E I BENEFICI PER SALUTE E AMBIENTE: IL PROGETTO BIKE TO WORK – MODENA</b> (Federica Parmagnani, ARP Ae Emilia-Romgna; Giuliano Carrozzi, Dipartimento di Sanità Pubblica AUSL Modena)	273

## FOCUS: CITTÀ CIRCOLARI

<b>CITTÀ CIRCOLARI, OSSIMORO E SPERANZA</b> (Simone Ombuen – Università Roma Tre)	277
<b>GREEN PUBLIC PROCUREMENT E POLITICHE SUI RIFIUTI URBANI A FAVORE DELLA CITTÀ CIRCOLARE</b> (Domenico Adamo e Silvana Garozzo – ISTAT)	286
<b>ECONOMIA CIRCOLARE URBANA: VERSO UN INDICATORE A SUPPORTO DEI POLICYMAKER</b> (Giacomo di Foggia – Massimo Beccarello – UNIMIB)	295
<b>ROMA, LA SPERANZA È PREZIOSA</b> (Francesco Iacorossi – Roma Servizi per la Mobilità)	303
<b>APPALTI PUBBLICI ECOLOGICI (APE), UNA RETE DI ENTI PUBBLICI PER UNA SPESA SOSTENIBILE</b> (Marco Glisoni – ARPA Piemonte)	307
<b>IL RUOLO PRODUTTIVO ED ECOLOGICO DEGLI ORTI URBANI PER IL RECUPERO SOSTENIBILE DELLE AREE MARGINALI IN CITTA</b> (Valter Bellucci, Giulio Carcani, Marcello Cornacchia, Valerio Silli - ISPRA, APS Orti Urbani Tre Fontane)	310
<b>CITTÀ ED ECONOMIA CIRCOLARE. IL <i>LIVING LAB</i> DI TORINO</b> (Federico Cuomo - Università di Torino, Dipartimento CPS)	318
<b>COME RENDERE CIRCOLARE LEONIA. RIGENERAZIONE URBANA, ETICA DEL PROGETTO E RETORICA DELL'AMBIENTE</b> (Romeo Farinella - Università di Ferrara)	327
<b>CITTÀSLOW, RITORNO AL FUTURO</b> (Pier Giorgio Oliveti – Cittàslow Internazionale)	341



# FOCUS: CAMBIAMENTI CLIMATICI



Foto di Gabriella Patruno

# INTRODUZIONE

Ogni anno il Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano è completato da un approfondimento su un tema cruciale per la qualità ambientale delle nostre città. La scelta di quest'anno riguarda il cambiamento climatico: come si manifesta nelle città e come si manifesterà nel corso del XXI secolo, quali saranno gli effetti, cosa si può e si deve fare per limitare i danni, quali strumenti, conoscenze ed esperienze si possono mettere in campo per trasformare le aree urbane rendendole più resilienti agli impatti del cambiamento climatico.

Il rapporto speciale dell'IPCC sugli impatti del riscaldamento globale di 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali e sugli andamenti correlati alle emissioni globali di gas serra, il Piano di Azione per l'Adattamento al Cambiamento Climatico nelle aree urbane, nell'ambito dell'Agenda Urbana della Commissione Europea, la dirompente azione del movimento *Friday For future*, sono solo alcuni degli esempi più recenti che impongono un'attenzione nuova al tema del cambiamento climatico. L'insieme delle evidenze climatiche - il 2019 sarà probabilmente l'anno tra i cinque più caldi dal periodo preindustriale; le emissioni globali di gas serra che raggiungeranno un nuovo record; gli incendi, che questa estate sono arrivati in Artico - evidenziano infatti l'**urgenza** delle azioni da intraprendere. È necessario, inoltre, che queste diventino azioni **concrete**, pianificate, con target misurabili e verificabili, in grado di incidere realmente sia sulla mitigazione, e quindi sull'immediata riduzione drastica delle emissioni di gas serra, sia sull'adattamento, in modo da agire in anticipo e preparare per tempo strumenti e risorse per adeguare la nostra vita a un clima che sta cambiando e, necessariamente, cambierà.

Questo Focus chiama proprio competenze e responsabilità diverse per mettere a fuoco esperienze concrete, per capire come è possibile realizzarle, quali strumenti e quali conoscenze sono necessarie, cosa si oppone alla transizione culturale fondamentale delle amministrazioni, della società civile, del mondo produttivo, delle organizzazioni, per fare del contrasto al cambiamento climatico un'attività quotidiana.

Senza la pretesa di essere stati esaustivi, abbiamo raccolto spunti, idee, riflessioni, approcci, metodi di

lavoro innovativi calati nel contesto delle realtà urbane, che possono essere facilmente compresi per stimolare nuove politiche, nuove azioni, nuovi modelli.

Contrasto, mitigazione e adattamento al cambiamento climatico agiscono in modo anticipatorio e preventivo per tutelare il contesto ambientale, sociale ed economico - come un unico ecosistema - da una delle più grandi minacce di questo secolo. Minaccia che mette a rischio la sostenibilità dello sviluppo e lo sviluppo stesso se non sapremo agire rapidamente e con alti livelli di ambizione. Per questa dimensione trasversale e globale, il contrasto al cambiamento climatico rappresenta un'azione di protezione ambientale nel senso più ampio del termine, che chiama ad un preciso impegno anche il Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale. Questo Focus rappresenta un contributo del Sistema e della sua capacità di lavorare a rete, anche con il mondo esterno alle Agenzie, per affrontare la dimensione urbana del cambiamento climatico.

Angelo Robotto  
Direttore Generale  
ARPA Piemonte



# IL CAMBIAMENTO CLIMATICO E LE SPECIFICITÀ DELL'AMBIENTE URBANO

Renata Pelosini  
ARPA Piemonte

Il rapporto speciale dell'IPCC sugli impatti del riscaldamento globale di 1,5°C al di sopra dei livelli preindustriali e dei relativi *pathways* per limitare le emissioni di gas a effetto serra, pubblicato nel dicembre 2018, afferma con rigore scientifico che superare il limite di 1,5°C di aumento della temperatura media globale, anche solo temporaneamente, significa affacciarsi verso un futuro molto incerto e sconosciuto dal punto di vista scientifico, di cui non si ha esperienza di gestione o di governo: molti sistemi naturali e la società umana sarebbero spinti oltre le loro possibilità di adattamento. Nel 2017 il mondo ha già raggiunto un riscaldamento di 1°C al di sopra del livello pre-industriale a causa delle attività antropiche e sta facendo esperienza degli impatti, in tutti i settori e in tutte le aree geografiche.

Gli impatti attesi a livello globale, se non si limiterà il riscaldamento entro 1,5°C, vengono quantificati nel rapporto con scenari impressionanti. Con un riscaldamento di 2°C aumenta la popolazione esposta ai rischi, con un incremento della mortalità, per ondate di calore, estremi climatici e alluvioni costiere, e delle malattie trasmesse da vettori; la migrazione dalle aree marginali e basate su un'economia rurale può diventare insostenibile, lo stress idrico influenzerà il doppio delle persone rispetto ad un riscaldamento di 1,5°C, con incremento della frequenza e dell'intensità della siccità in molte aree, incluso l'area mediterranea; l'insicurezza della disponibilità alimentare nelle aree dove già oggi si ha il rischio di malnutrizione, per la diminuzione della produttività delle colture e l'impoverimento del contenuto nutritivo, insieme all'impatto importante sull'acquacoltura e la pesca, a causa dell'acidificazione degli oceani e degli impatti climatici nelle zone costali e di delta e dell'aumento del livello del mare, la probabilità di scioglimento in mare dei ghiacciai dell'Artico durante l'estate sarebbe di una ogni decennio, la barriera corallina andrebbe perduta del tutto o quasi, i sistemi

naturali subiranno un degrado in alcuni casi irreversibile (il numero di specie di insetti che perderà l'habitat è tre volte quello che si ci aspetta con un riscaldamento di 1,5°C, il numero di piante il doppio), la perdita degli ecosistemi e dei servizi eco sistemici avrà ripercussioni sulla sicurezza alimentare, le foreste, gli acquiferi. Questi impatti avranno effetti, più difficili da quantificare, sulla povertà, l'equità, il benessere, la sicurezza e rappresentano delle minacce per le politiche volte allo sviluppo sostenibile e a sradicare la povertà.

Al tasso di riscaldamento attuale, di circa 0,2°C per decade, il riscaldamento globale raggiungerà 1,5°C intorno al 2040, in un anno compreso tra il 2030 e il 2052. Questo orizzonte temporale è molto vicino e segna la scala spaziale (ampia) e temporale (breve) dell'azione richiesta per contenere il riscaldamento globale. È necessario azzerare le emissioni di anidride carbonica il più rapidamente possibile. La quantità di anidride carbonica e altri gas serra emesse finché non si raggiungeranno emissioni globali uguali a zero determinerà il grado di riscaldamento a cui ci vincoliamo. Limitare il riscaldamento globale al di sotto di 1,5°C vuol dire ridurre in modo significativo le emissioni nelle prossime decadi: se le emissioni di anidride carbonica raggiungeranno lo zero in 30 anni, c'è una possibilità su due (50%) di limitare il riscaldamento a 1,5°C, per aumentare questa possibilità a due su tre (66%), le emissioni di CO<sub>2</sub> devono essere ridotte a zero nei prossimi venti anni, con un significativo abbattimento delle emissioni di metano, black carbon, gas fluorinati e ossido nitroso.

Un'azione climatica per limitare il riscaldamento a 1,5°C è urgente ed è meno costosa se viene perseguita prima. Si stima che ogni anno di ritardo nell'inizio della riduzione delle emissioni, la finestra per raggiungere emissioni zero si allontana di due anni.

I percorsi che portano a limitare il riscaldamento a 1,5°C richiedono un significativo e rapido cambiamento di ampio respiro e senza precedenti in tutti gli aspetti della società: nel rapporto dell'IPCC vengono evidenziati quattro settori principali dove è importante che ricada l'azione: energia, territorio ed ecosistemi urbano, infrastrutture, industria.

Il rapporto identifica le città e le aree urbane come uno dei quattro sistemi globali che può accelerare e fare salire di livello l'azione climatica ma è necessaria un'importante trasformazione negli impegni su mitigazione e adattamento che vengono adottati attualmente, un'azione che diventi concreta e alzi il livello di ambizione per stare in linea con il limite di 1,5°C.

Le città e le aree urbane meritano infatti un'attenzione peculiare, in particolare per le elevate emissioni di gas climalteranti, ma soprattutto quali luoghi che consentono di misurare quantitativamente l'intensità degli impatti di tale cambiamento e valutare la sinergia degli effetti combinati con altri fattori quali quelli ambientali, socioeconomici, culturali e istituzionali. Nello stesso tempo, le città rappresentano il luogo privilegiato dove si sviluppano idee e strumenti, si concentrano creatività e innovazione e si possono sperimentare soluzioni nuove per delineare una prospettiva in grado di contrastare le cause del cambiamento climatico, segnando una decisa inversione di tendenza, e adattare la forma e l'organizzazione della città al clima che cambia. Le azioni sul clima messe in campo dalle aree urbane, sia che riguardino mitigazione sia adattamento, possono essere pertanto molto efficaci, agire oltre i confini fisici della città e creare soluzioni che rappresentano ispirazione e risorse per altre.

Le città rappresentano degli elementi sensibili per quanto riguarda gli impatti del cambiamento climatico: l'elevata concentrazione di persone e assetti infrastrutturali ed economici e l'effetto combinato con altre criticità esistenti, fanno sì che il rischio climatico si mantenga elevato, anche quando si opera per diminuire la vulnerabilità della città, in particolare la vulnerabilità fisica. Le proiezioni ci dicono che, se a livello mondiale la popolazione che vive nelle aree urbane passerà dal 55% attuale al 68% nel 2050, a livello europeo le percentuali salgono rispettivamente al 74% e all'85%. Anche se a livello italiano queste percentuali non saranno raggiunte, l'incremento della popolazione urbana registrato dal

1950 e la sempre maggior urbanizzazione delle aree limitrofe alle città, confermano questa tendenza, soprattutto a scapito delle città medio-piccole. Interessante a tale proposito l'indagine di Francesca Vannoni, che analizza gli aspetti socio-economici che concorrono alla vulnerabilità urbana ai cambiamenti climatici.

Se da una parte, questa concentrazione incrementa le pressioni sugli ecosistemi naturali, incidendo anche sul benessere e sulla salute, e determina spesso stili di vita a più alta intensità di risorse, come il fabbisogno di energia e acqua, dall'altra rappresenta un macrosistema ottimizzato, se pensiamo ad esempio alle emissioni pro-capite di anidride carbonica o all'utilizzo dei servizi collettivi, dal teleriscaldamento al sistema di trasporto pubblico. Inoltre, sono le città che ospitano le università e i centri di eccellenza scientifica, i luoghi dove si produce il maggior prodotto interno lordo, dove nasce e si sviluppa l'innovazione tecnologica, dove matura la competitività, dove si concentra l'istruzione secondaria.

Le manifestazioni del cambiamento climatico a maggior impatto sulle aree urbane sono quelle relative ai periodi estivi di caldo intenso e prolungato, le ondate di caldo, agli eventi di precipitazione intensa localizzata, connessi ai temporali, a carattere improvviso e spesso imprevedibili, alle alluvioni, siano esse dovute a esondazioni dei corsi d'acqua che le attraversano, o, in prospettiva, all'invasione delle zone costiere.

Luca Ferraris esamina le alluvioni in ambito urbano mettendo a confronto situazioni in cui le comunità da sempre convivono con il fenomeno con quelle in cui le alluvioni sono eventi più recenti dovute all'avanzare dell'urbanizzazione in aree una volta occupate da fiumi; Adriano Barbi in particolare analizza l'innalzamento del livello della laguna di Venezia registrando nella stazione mareografica di Venezia un tendenziale e significativo incremento del tasso di crescita che, specie per la realtà veneziana, assume un significato particolarmente importante e preoccupante e Federica Martina dà conto del sistema di monitoraggio su bacini piccoli e piccolissimi, come protezione dai fenomeni di precipitazione intensa che si sono susseguiti negli ultimi anni in Liguria.

Le ondate di caldo, fenomeni che tutte le estati fanno registrare impatti importanti sulla salute, sono stimate aumentare con il riscaldamento globale e l'effetto

combinato con le caratteristiche termiche e radiative delle aree urbanizzate porta a estremi di temperatura molto elevati e alla mancanza di refrigerio notturno. Gli effetti potenziali sulla salute, favoriti dagli elevati valori di concentrazione di ozono e di biossido di azoto che spesso accompagnano questi fenomeni, saranno sempre più rilevanti. Un'indagine storica e previsionale sulle ondate di calore si ritrova in Pelosini *et al.*; Ivaldi relaziona invece sulla mortalità dovuta alle ondate di calore del 2019.

Per definire un set di indicatori di impatto dei cambiamenti climatici, il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) nel 2016 ha istituito un Gruppo di Lavoro su "*Impatti, vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici*". Francesca Giordano *et al.* riferiscono che è stato definito un portfolio di circa 150 "potenziali indicatori di impatto dei cambiamenti climatici", di cui 32 considerati di interesse per l'ambiente urbano.

Picchi di domanda energetica per il raffrescamento e relativi black-out, criticità per i sistemi di trasporto pubblico, alterazione dei cicli produttivi, incremento del rischio antropico, per esempio per incendio, interruzioni e ritardi nell'erogazione dei servizi, scarsità della disponibilità idropotabile, diminuzione della portata e della qualità dei corsi d'acqua che attraversano le città, degradazioni al verde pubblico sono alcuni degli effetti aggiuntivi delle ondate di caldo nelle città. A questi si affiancano anche impatti apparentemente meno rilevanti ma che, se protratti per lunghi periodi, alterano le dinamiche dell'intero ecosistema città, quali il minor utilizzo degli spazi pubblici e dei sistemi di trasporto collettivi, le limitazioni alla vita sociale, condizioni di disagio diffuse nella conduzione della vita ordinaria, diminuzione della produttività, effetti negativi sul turismo. Ma la tendenza al riscaldamento, con proiezioni che nelle aree urbane italiane saranno sempre più importanti (arrivando fino a +3-4°C in media, con valori superiori nella stagione estiva; se si considerano le temperature estreme positive, si stima un aumento anche di +5°C), sta già determinando un incremento delle allergopatie, dovute sia a una maggiore suscettività della popolazione urbana, che si trova spesso in un contesto di scarsa qualità dell'aria, sia alla variazione dei periodi di

emissione dei pollini in atmosfera e alla loro elevata concentrazione, favorita da condizioni di caldo e siccità. Insieme alle nuove malattie trasmesse da vettori, l'incidenza delle allergopatie, contribuisce ad aggravare gli effetti del cambiamento climatico sulla salute.

Stefano Marchesi e Cecilia Scarinzi analizzano l'impatto del *climate change* sulla produzione di pollini/spore fungine in Emilia-Romagna e in Piemonte rispettivamente.

Ma la qualità dell'aria, uno degli aspetti ambientali più critici delle nostre città attorno al quale spesso si scontra la capacità delle istituzioni di individuare soluzioni adeguate, può essere influenzata anche dai residui della combustione dovuti agli incendi boschivi. Episodi come quello dell'autunno 2017, quando a Torino la concentrazione di polveri è aumentata drammaticamente (superando i 250 µg/m<sup>3</sup>) per il trasporto dei fumi degli incendi boschivi che stavano interessando tutta la fascia prealpina occidentale e ha fatto misurare valori record nelle stazioni più prossime agli incendi, non saranno occasionali. Il potenziale incendi boschivi è stimato aumentare con il riscaldamento globale, concause date dalla mancata gestione del bosco e dallo spopolamento delle aree rurali montane favoriscono lo sviluppo di incendi, così come i comportamenti individuali di chi opera nelle aree rurali, che devono essere adeguati al clima che cambia.

I cambiamenti climatici stanno producendo alterazioni significative sugli ecosistemi agricoli, principalmente attraverso l'aumento delle temperature medie, la modificazione dei modelli di precipitazione, le modifiche della stagionalità, la maggior frequenza di eventi estremi. D'altra parte, l'agricoltura contribuisce ai processi di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici nel contesto degli ecosistemi urbani. Enrico Rivella riporta diverse esperienze del ruolo dell'agricoltura in ambito urbano e Anna Chiesura e Marzia Mirabile ribadiscono l'importanza delle infrastrutture verdi e blu per un adattamento ecosystem-based delle città nella mitigazione per gli impatti da eventi alluvionali e nelle ondate di calore.

La città quindi rappresentano ecosistemi aperti, fortemente integrati con le aree circostanti, con flussi importanti di risorse, materie, prodotti, persone: centri di aggregazione e distribuzione, la cui pianificazione

integrata, a livello settoriale e territoriale, è elemento indispensabile per il contrasto agli effetti negativi del cambiamento climatico e per la conservazione delle potenzialità di sviluppo che esse includono.

L'attenzione alle persone che vivono nelle città, ai sistemi di inclusione sociale e di rappresentanza, alla protezione sociale, alle politiche per il contrasto alle nuove povertà e alla crescita delle ineguaglianze, l'incremento delle risorse, anche intangibili, per la cultura, la formazione, la sperimentazione di modelli di governance inclusiva della città, sono elementi prioritari e imprescindibili del portfolio di azioni per aumentare la resilienza della città al cambiamento climatico, dato l'ingente fattore di esposizione.

Il disegno di una città del futuro, *climate resilient*, non può prescindere dalla costruzione di una visione complessiva che riguardi persone, infrastrutture, verde, acqua, mobilità, servizi, dove la qualità della vita sia elemento di attrattività. E non si può più guardare alle buone pratiche del passato, agire come si agiva un tempo, imparare dall'esperienza: per questo le città e il loro capitale umano giocano un ruolo fondamentale nella sfida, forse più grande, che l'umanità si trova oggi ad affrontare.

Una sintesi degli strumenti che - a livello nazionale, ma in stretto coordinamento con la UE - costituiranno il quadro di riferimento per l'azione diffusa a livello locale viene effettuata da Sergio Castellari e Andrea Filpa che riassumono anche i percorsi che la *European Environment Agency* (EEA) propone per la implementazione delle azioni di adattamento urbano, ovvero la metodologia di redazione di un *climate plan*.

Per coinvolgere attivamente le città nella strategia europea verso la sostenibilità energetica e ambientale, la Commissione europea ha promosso nel tempo diverse iniziative tra cui il Patto dei sindaci. L'adesione al Patto dei Sindaci impegnava gli enti locali firmatari a presentare il Piano d'azione per l'energia sostenibile (Paes). Letizia Buzzi parla dei Paes che sono nati come strumento di contrasto ai cambiamenti climatici e che hanno trovato in Italia terreno fertile.

Risulta, pertanto, prioritario dotarsi di uno strumento che definisca come "adattare" la città e le sue dinamiche ad un clima che è cambiato e che è destinato, nei prossimi anni, a mutare ulteriormente, sviluppando quindi una strategia locale per ridurre la vulnerabilità del territorio e delle persone garantendo la loro salute e benessere, assicurare la vivibilità della città e la continuità dei servizi, mettendo le persone più vulnerabili al centro della politica climatica.

A tale proposito vengono riportate le esperienze della Città di Torino, di Milano, di Bologna, dei Comuni delle Marche e la comparazione dei Piani di adattamento a livello nazionale ed europeo.

Vengono riferite inoltre le iniziative per la realizzazione di soluzioni di mobilità a basse emissioni mediante autovetture elettriche.

Una favola di Cristina Converso ci proietta in una giornata urbana del futuro e per chiudere una frase di Greta Thunberg: "Chiunque tu sia, ovunque tu sia, abbiamo bisogno di te". Con queste parole, ormai un anno fa, nasceva un movimento internazionale, #FridaysForFuture, di contrasto ai cambiamenti climatici che nessuno aveva mai immaginato prima.

# I PAES COME STRUMENTO DI CONTRASTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Letizia Buzzi

ISTAT - Direzione centrale per le statistiche ambientali e territoriali

Per coinvolgere attivamente le città nella strategia europea<sup>1</sup> verso la sostenibilità energetica e ambientale, la Commissione europea ha promosso nel tempo diverse iniziative:

- nel 2008 il **Patto dei Sindaci** (*Convenant of Mayors*), finalizzato a favorire una riduzione delle emissioni locali di CO<sub>2</sub> di almeno il 20% entro il 2020 (obiettivi Ue 2020) per il quale questo contributo offre una valutazione degli obiettivi raggiunti dai suoi firmatari;
- nel 2014 i **Sindaci per l'Adattamento** (*Mayors Adapt*), iniziativa gemella al Patto dei Sindaci ma concentrata sull'adattamento ai cambiamenti climatici;
- nel 2015 il nuovo **Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia** (*Covenant of Mayors for Climate and Energy*) che riunisce e integra le iniziative precedenti con gli obiettivi Ue 2030 (riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> almeno del 40% entro il 2030);
- nel 2016, il **Patto Globale dei Sindaci per il Clima e l'Energia** (*Global Covenant of Mayors for Climate and Energy*) che, nato dalla fusione con il *Compact of Mayors* statunitense, varca i confini europei per diventare il più grande movimento dei governi locali impegnati a superare i propri obiettivi nazionali in tema di clima ed energia. In linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite e con i principi di giustizia sul clima, il Patto Globale dei Sindaci sostiene tre temi chiave: la mitigazione del cambiamento climatico, l'adattamento agli effetti negativi del cambiamento climatico e l'accesso universale ad un'energia sicura, pulita e conveniente.

L'adesione, su base volontaria, ad una di queste iniziative comporta di norma la predisposizione di un Piano di interventi e il monitoraggio, in genere biennale, della sua effettiva attuazione.

L'adesione al Patto dei Sindaci impegnava gli enti locali firmatari a presentare, entro due anni dalla sottoscrizione, il Piano d'azione per l'energia sostenibile (Paes). Promuovendo l'efficientamento energetico e l'uso delle fonti rinnovabili di energia, il Paes si traduceva in un set di azioni da mettere in atto per raggiungere o superare - nel proprio territorio - l'obiettivo comunitario di riduzione del 20% delle emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2020. Per poterne controllare l'effettiva riduzione, era inclusa nel Paes una valutazione *ex ante* dello stato delle emissioni di CO<sub>2</sub> riconducibili al proprio territorio (l'Inventario base delle emissioni). Questo strumento di pianificazione, unendo indirizzi strategici e indicazioni di carattere operativo, si è rivelato particolarmente efficace e ha avuto il pregio di investire trasversalmente una pluralità di comparti delle politiche ambientali dell'ente locale, spesso carenti di coordinamento (dalla qualità dell'aria, alla mobilità sostenibile, all'edilizia ecocompatibile, alle energie rinnovabili, ecc.).

Seguendo un iter sovrapponibile a quello dell'iniziativa precedente, il nuovo Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, impegna gli enti locali sottoscrittori a ridurre le emissioni locali di CO<sub>2</sub> di almeno il 40% entro il 2030, incrementando l'efficienza energetica e il ricorso alle fonti rinnovabili di energia, ma li impegna anche a preparare il proprio territorio alle mutazioni del clima. Rispetto al Paes, quindi, il Piano d'azione per l'energia sostenibile e il clima (Paesc) presenta sia azioni di mitigazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> sia di adattamento ai cambiamenti climatici: aumento delle temperature, diminuzione dei

<sup>1</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC2020&from=it>

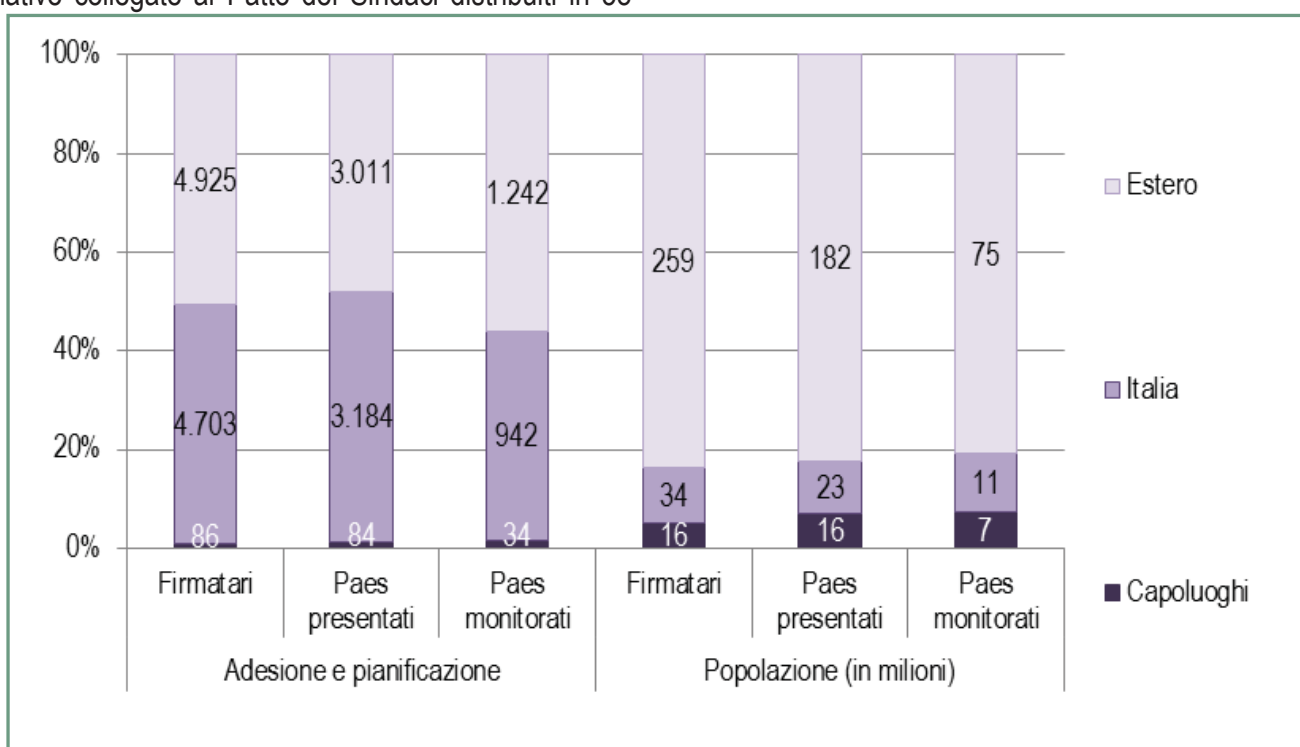


fenomeni piovosi e aumento degli eventi climatici estremi.

Tanto per il Paes quanto per il Paesc, è previsto il monitoraggio biennale delle azioni pianificate e la revisione completa, ogni 4 anni, dell'intero documento. L'approssimarsi del 2020, orizzonte temporale dei Paes, rende il momento indicato per una valutazione dell'attività e dei risultati legati a questo tipo di pianificazione.

Alla fine del 2018 si contano oltre 9.000 firmatari delle iniziative collegate al Patto dei Sindaci distribuiti in 58

nazioni (vi partecipano quindi non solo gli stati membri dell'Unione). Il contributo italiano a questa compagine è di tutto rilievo perché il 49% dei sottoscrittori corrisponde a città o insiemi di città del nostro Paese. La cospicua presenza italiana si conferma guardando alle pianificazioni prodotte e monitorate. Alla stessa data infatti risultano italiani il 52% dei 6.279 Paes presentati<sup>2</sup> e il 44% dei 2.218 rapporti di monitoraggio eseguiti (**Grafico 1**).



**Grafico 1** - Firmatari del Patto dei Sindaci, Piani d'azione per l'energia sostenibile (Paes), Paes monitorati e popolazione corrispondente per area geografica - 31 dicembre 2018 (valori assoluti e composizione percentuale)

Fonte: ISTAT, Rilevazione Dati ambientali nelle città ed elaborazione su dati Patto dei Sindaci

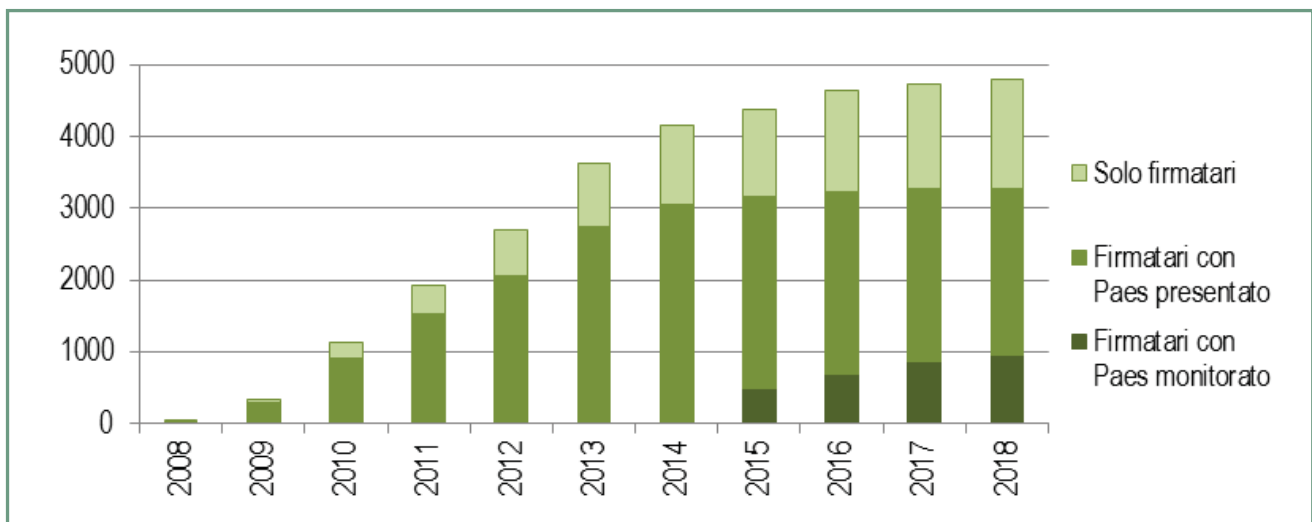
### I PAES NEI COMUNI CAPOLUOGO

Il Paes dunque, nato come strumento di contrasto ai cambiamenti climatici, ha trovato in Italia terreno fertile avendo fatto leva su una diffusa sensibilità verso queste tematiche presente nel nostro Paese. Le città italiane hanno svolto un'intensa attività di pianificazione tra il

2008 e il 2018 e di monitoraggio sull'esecuzione del piano negli anni più recenti (**Grafico 2**). Più precisamente, a fine 2018, il totale dei comuni italiani è composto per il 60,2% da firmatari (corrispondente però all' 83% della popolazione italiana), di questi il 68,2% ha

<sup>2</sup> Di questi, 4.123 sono i Piani d'azione presentati dai firmatari dell'Accordo già accettati o attualmente in fase di valutazione da parte del Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea.

predisposto un Paes che è stato monitorato nel 29,9 % dei casi.



**Grafico 2** - Firmatari del Patto dei Sindaci, Piani d'azione per l'energia sostenibile (Paes) e Paes monitorati in Italia - anni 2008-2018 (numero)

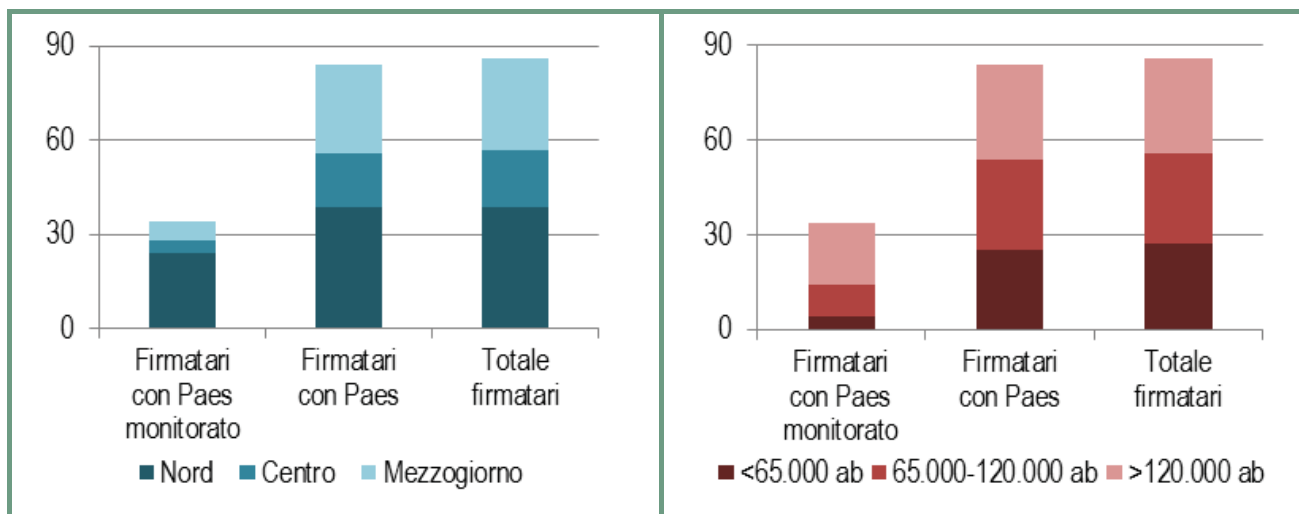
Fonte: ISTAT, *Rilevazione Dati ambientali nelle città* ed elaborazione su dati Patto dei Sindaci

Restringendo l'attenzione ai soli comuni capoluogo (in cui comunque risiede il 30% della popolazione italiana), le percentuali precedenti salgono: ha aderito al Patto il 78,9% dei comuni capoluogo (86 dei 109), sono stati presentati 84 degli 86 Paes previsti (il 97,7%) e il monitoraggio del piano è stato condotto in 34 casi su 84 (il 40,5%).

I capoluoghi di tutte le ripartizioni geografiche hanno risposto all'appello in misura consistente: oltre l'80% al

Nord (39 su 47) e al Centro (18 su 22), il 73% nel Mezzogiorno (29 su 40).

Il gruppo dei capoluoghi firmatari, esaminato in base alla ripartizione geografica e alla classe di popolazione in cui ricadono i comuni componenti, mostra le strutture riportate nel **Grafico 3**: il dato saliente che emerge è una predominanza di amministrazioni della ripartizione Nord e della classe di popolazione con più di 120.000 abitanti tra quanti hanno un Paes monitorato.



**Grafico 3** - Firmatari del Patto dei Sindaci, Piani d'azione per l'energia sostenibile (Paes) e Paes monitorati nei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana per ripartizione geografica e classe di popolazione - 31 dicembre 2018 (numero)

Fonte: ISTAT, *Rilevazione Dati ambientali nelle città* ed elaborazione su dati Patto dei Sindaci

### L'analisi dei Paes

La maggior parte (29 su 84) dei Paes utilizza il 2005 quale anno-base rispetto al quale calcolare lo stato delle emissioni e fissare gli obiettivi di riduzione. Tali obiettivi sono in numerosi casi (56 su 84) superiori al 20%<sup>3</sup>, di fatto quindi più consistenti di quello comunitario. In particolare, considerando congiuntamente il tasso di

riduzione atteso e l'intervallo tra l'anno-base e il 2020, Siracusa, Enna, Rovigo, Latina e Alessandria sono le città che si sono proposte gli obiettivi più ambiziosi (tutte oltre il 3% di riduzione media annua), seguite da Barletta, Viterbo, Ragusa, Gorizia, Messina, Catania, Bolzano e Cagliari con riduzioni attese delle emissioni di CO<sub>2</sub> pari o superiori al 2,5% medio annuo (**Tabella 1**).

**Tabella 1** - Comuni capoluogo di provincia/città metropolitana per classi di riduzione media annua delle emissioni di CO<sub>2</sub> - 31 dicembre 2018 (valori percentuali). In corsivo i comuni capoluogo di città metropolitana

Fonte: ISTAT, *Rilevazione Dati ambientali nelle città* ed elaborazione su dati Patto dei Sindaci

Tassi di riduzione medio annuo delle emissioni di CO <sub>2</sub> <sup>(a)</sup>	Capoluoghi
oltre 3,00	Siracusa, Enna, Rovigo, Latina, Alessandria
2,76 - 3,00	Barletta, Viterbo, Ragusa, Gorizia
2,51 - 2,75	<i>Messina, Catania, Bolzano, Cagliari</i>
2,26 - 2,50	Prato, Verbania, Rimini, Caltanissetta, <i>Bari</i> , Bergamo, Potenza, Andria, Trani, Pavia
2,01 - 2,25	Belluno, Pordenone, Massa, Sassari, Ferrara <sup>(b)</sup> , Modena, Pisa, Matera
1,76 - 2,00	Ravenna, Savona, Monza, <i>Napoli</i> , Cosenza, Nuoro, Livorno, Arezzo, Grosseto, Cremona, Chieti, Vercelli, Trento, Treviso
1,51 - 1,75	<i>Genova, Venezia</i> , Macerata, Fermo, Ascoli Piceno, Campobasso, Salerno, La Spezia, Brindisi, Lecce, Udine, Pesaro, Ancona, L'Aquila, Teramo, Pescara, Cuneo, Verona, Vicenza, Isernia, Oristano

<sup>3</sup> La quota obiettivo comunitaria pari al 20% è valutata sull'anno-base 1990.

1,26 - 1,50	Milano, Lodi, Mantova, Padova, Bologna, Lucca, Firenze, Forlì, Parma, Frosinone, Roma
minore o uguale a 1,25	Reggio nell'Emilia, Torino, Trieste, Novara, Palermo, Piacenza, Biella, Lecco

<sup>(a)</sup> La stima del tasso di riduzione media annua delle emissioni di CO<sub>2</sub> per raggiungere l'obiettivo fissato al 2020, è stata calcolata rispetto l'anno base adottato per l'inventario delle emissioni da ciascuna amministrazione.

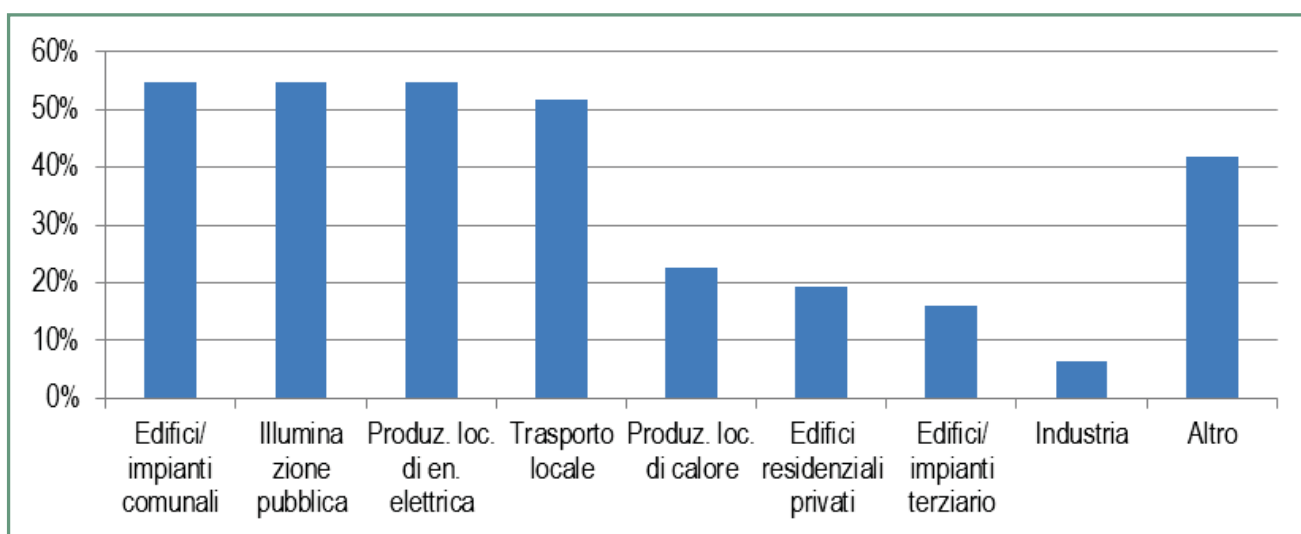
<sup>(b)</sup> Associazione Intercomunale Terre Estensi, composta dai comuni di Ferrara, Masi Torello e Voghiera.

Gli obiettivi per il 2020 e i tassi di riduzione media annua dei 13 (sui 14 complessivi) capoluoghi di città metropolitana<sup>4</sup> sono in linea con quelli degli altri comuni capoluogo.

Le azioni incluse nei Paes, volte tutte alla riduzione diretta o indiretta delle emissioni di CO<sub>2</sub>, possono essere suddivise per settore di intervento. Analizzando in tal senso il contenuto dei piani presentati dai capoluoghi, risulta che oltre il 50% di questi prevede misure per incrementare la produzione locale di energia elettrica da fonte rinnovabile, interventi di efficientamento energetico su edifici/impianti comunali e illuminazione pubblica nonché provvedimenti per rendere più ecosostenibile il trasporto pubblico. Per contro la produzione locale di calore viene considerata soprattutto dalle città che dispongono di una rete di teleriscaldamento (42 su 109, di questi 35 con Paes) mentre, non essendo settori di intervento diretto per le amministrazioni comunali, sono meno frequenti le azioni che riguardano gli edifici residenziali dei privati e il settore produttivo (**Grafico 4**).

Inoltre, sia azioni peculiari per la realtà comunale cui si riferisce il piano (sono spesso qui ricompresi interventi sul verde urbano) sia azioni trasversali a più di un settore (ad esempio contemporaneamente di efficientamento energetico e di produzione di energia) sono contemplate nel settore "Altro" che risulta non residuale.

A riprova delle attività poste in essere dalle amministrazioni comunali, nel decennio 2007-2017, gli impianti fotovoltaici di proprietà dei 109 capoluoghi sono passati, in termini di potenza installata, da 3.555 kW a 30.062 kW (+746%); nel periodo 2012-2017, si è provveduto all'efficientamento energetico di 2.502 edifici comunali (2.181 nei capoluoghi dotati di Paes e 990 in quelli di città metropolitana) e, nel triennio 2015-2017, a un aumento dei punti luce a LED e fotovoltaici dell'illuminazione pubblica stradale, rispettivamente 543.589 e 37.761 unità in più, con la concomitante dismissione di 128.526 punti luce con lampade a vapori di mercurio o a incandescenza.



<sup>4</sup> Torino, Genova, Milano, Venezia, Bologna, Firenze, Roma, Napoli, Bari, Reggio di Calabria, Palermo, Messina, Catania e Cagliari. Reggio di Calabria è il solo capoluogo di città metropolitana a non fare parte del Patto dei Sindaci.

**Grafico 4 - Paes dei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana per settore d'intervento - 31 dicembre 2018 (percentuale)**

Fonte: ISTAT, *Rilevazione Dati ambientali nelle città* ed elaborazione su dati Patto dei Sindaci

Contemporaneamente, nel quinquennio 2013-2017, i 109 capoluoghi hanno contribuito al rinnovo del parco mezzi delle aziende del trasporto pubblico, l'investimento complessivo ha permesso l'acquisto di 1.924 autobus Euro 6<sup>5</sup> (da 1.281 a 2.575, +101%), ampliato la rete ciclabile di 607 km (da 3.934 km a 4.541 km, +15,4%) e favorito lo sviluppo di forme di mobilità sostenibile, come il *bike sharing* e il *car sharing*, per le quali al 2017 si riscontrano disponibilità pari a 13,9 biciclette per 10.000 abitanti (+167% rispetto al 2013) e a 41,1 veicoli per 100.000 abitanti (+286% rispetto al 2013) (**Tabella 2** e **Tabella 3**).

Guardando al gruppo degli 84 capoluoghi con Paes, risultano più incisive proprio le attività tipiche dei Paes: il fotovoltaico aumenta del 790% (contro il +746%

dell'insieme dei 109 capoluoghi), i punti luce a LED del 229% (contro il 190%), quelli fotovoltaici del 4.608% (contro il 944%) e la dotazione di autobus Euro 6 del 111% (contro il 101%); per il resto si registrano incrementi sovrapponibili a quelli riscontrati per l'insieme completo dei capoluoghi.

Per i 14 capoluoghi di città metropolitane, peraltro tutti dotati di Paes tranne Reggio di Calabria, lo sviluppo si fa ancora più vistoso per i punti luce a LED (+285%), per quelli fotovoltaici (+6.476%), per la dotazione di autobus Euro 6 (+149%), per le piste ciclabili (+22%) e per la disponibilità di biciclette del *bike sharing* (+311%) cioè proprio in quei settori, come illuminazione pubblica e mobilità, che sono critici in questi contesti urbani.

**Tabella 2 - Interventi e infrastrutture a favore dell'ecosostenibilità (o ecocompatibili) nei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana - anni vari (valori assoluti)**

Fonte: ISTAT, *Dati ambientali nelle città*

---

<sup>5</sup> Il dato include gli autobus a trazione elettrica integrale o altri a emissioni zero, considerati conformi allo standard più elevato.

- (a) Le diciture Nord, Centro, Mezzogiorno e Italia si riferiscono al complesso dei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana.  
 (b) Il dato include gli autobus a trazione elettrica integrale o altri a emissioni zero, considerati conformi allo standard più elevato.

Settore di intervento	Oggetto	Unità di misura	Periodo anno o data	Nord	Centro	Mezzogiorno	Italia <sup>(a)</sup>	Totale capoluoghi di città metropolitana	Totale capoluoghi con Paes
VALORI ASSOLUTI									
<b>Efficientamento energetico edifici comunali</b>	Edifici comunali riqualificati	<i>n.</i>	1/1/2012-31/12/2017	1.388	697	417	2.502	990	2.181
<b>Produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile</b>	Pannelli fotovoltaici di proprietà comunale	<i>kW</i>	31/12/2007	1.388	1.284	883	3.555	1.241	3.126
			31/12/2017	12.167	4.109	13.786	30.062	2.990	27.851
<b>Illuminazione pubblica stradale</b>	Totale punti luce	<i>n.</i>	2015	1.094.409	523.735	630.770	2.248.914	903.133	1.936.628
			2017	1.102.764	529.562	639.142	2.271.468	899.380	1.957.777
	Punti luce fotovoltaici	<i>n.</i>	2015	2.898	109	993	4.000	627	885
			2017	41.604	62	95	41.761	41.229	41.666
	Punti luce con LED	<i>n.</i>	2015	152.606	35.514	97.416	285.536	128.884	216.674
			2017	462.055	230.704	136.366	829.125	495.924	713.721
Punti luce con lampade a vapori di mercurio o a incandescenza	<i>n.</i>	2015	162.850	52.323	92.120	307.293	99.322	242.005	
		2017	76.271	26.209	76.287	178.767	54.393	137.029	
<b>TPL</b>	Autobus EURO 6 <sup>(b)</sup> utilizzati	<i>n.</i>	2015	759	367	155	1.281	564	1.129
			2017	1.473	523	579	2.575	1.403	2.377
<b>Mobilità sostenibile</b>	Piste ciclabili	<i>km</i>	2013	2.898	729	307	3.934	983	3.651
			2017	3.298	803	439	4.541	1.196	4.208
	Capoluoghi con bike sharing	<i>n.</i>	2013	38	12	7	57	8	46
			2017	36	9	9	54	9	45
	Biciclette del bike sharing	<i>n.</i>	2013	7.979	822	463	9.264	4.791	8.385
			2017	18.926	5.640	561	25.127	19.699	23.858
	Capoluoghi con car sharing	<i>n.</i>	2013	16	2	2	20	9	17
			2017	23	3	5	31	12	26
	Veicoli disponibili in complesso per il car sharing	<i>n.</i>	2013	1.667	141	86	1.894	1.810	1.873
			2017	4.488	2.564	370	7.422	7.192	7.396
Veicoli a basse emissioni disponibili per il car sharing	<i>n.</i>	2013	199	10	40	249	226	240	
		2017	1.151	740	98	1.989	1.841	1.975	

**Tabella 3** - Interventi e infrastrutture a favore dell'ecosostenibilità (o ecocompatibili) nei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana - anni vari (*indicatori*)

Fonte: ISTAT, *Dati ambientali nelle città*

Settore di intervento	Oggetto	Unità di misura	Periodo anno o data	Nord	Centro	Mezzogiorno	Italia <sup>(a)</sup>	Totale capoluoghi di città metropolitana	Totale capoluoghi con Paes
INDICATORI									
<b>Efficientamento energetico edifici comunali</b>	Edifici comunali riqualificati	<i>n./anno</i>	1/1/2012-31/12/2017	231,3	116,2	69,5	417,0	165,0	363,5
<b>Produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile</b>	Pannelli fotovoltaici di proprietà comunale	<i>kW per 10.000 ab.</i>	31/12/2007	1,9	2,8	1,7	2,1	1,4	2,0
			31/12/2017	15,9	8,1	25,8	16,6	3,1	17,4
<b>Illuminazione pubblica stradale</b>	Totale punti luce	<i>n. per km<sup>2</sup></i>	2015	184,7	95,3	77,9	115,2	249,8	121,3
			2017	186,1	96,4	79,0	116,4	248,7	122,6
	Punti luce fotovoltaici	<i>n. per 1000 punti luce</i>	2015	2,6	0,2	1,6	1,8	0,7	0,5
			2017	37,7	0,1	0,1	18,4	45,8	21,3
	Punti luce con LED	<i>n. per 1000 punti luce</i>	2015	139,4	67,8	154,4	127,0	142,7	111,9
			2017	419,0	435,7	213,4	365,0	551,4	364,6
	Punti luce con lampade a vapori di mercurio o a incandescenza	<i>n. per 1000 punti luce</i>	2015	148,8	99,9	146,0	136,6	110,0	125,0
			2017	69,2	49,5	119,4	78,7	60,5	70,0
<b>TPL</b>	Autobus EURO 6 <sup>(b)</sup> utilizzati	<i>% della flotta</i>	2015	10,9	9,3	5,7	9,4	7,2	9,1
			2017	21,2	15,3	20,4	19,5	18,8	19,8
<b>Mobilità sostenibile</b>	Piste ciclabili	<i>km per 100 km<sup>2</sup></i>	2013	48,9	13,3	3,8	20,2	27,2	22,9
			2017	55,7	14,6	5,4	23,3	33,1	26,4
	Capoluoghi con bike sharing	<i>% di capoluoghi</i>	2013	34,9	11,0	6,4	52,3	7,3	42,2
			2017	33,0	8,3	8,3	49,5	8,3	41,3
	Biciclette del bike sharing	<i>n. per 10.000 ab.</i>	2013	10,6	1,7	0,9	5,2	5,1	5,3
			2017	24,7	11,1	1,1	13,9	20,6	14,9
	Capoluoghi con car sharing	<i>% di capoluoghi</i>	2013	14,7	1,8	1,8	18,3	8,3	15,6
			2017	21,1	2,8	4,6	28,4	11,0	23,9
	Veicoli disponibili in complesso per il car sharing	<i>n. per 10.000 ab.</i>	2013	22,1	2,9	1,6	10,7	19,3	11,9
			2017	58,7	50,6	6,9	41,1	75,1	46,1
Veicoli a basse emissioni disponibili per il car sharing	<i>% della flotta.</i>	2013	11,9	7,1	46,5	13,1	12,5	12,8	
		2017	25,6	28,9	26,5	26,8	25,6	26,7	

(a) Le diciture Nord, Centro, Mezzogiorno e Italia si riferiscono al complesso dei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana.

(b) Il dato include gli autobus a trazione elettrica integrale o altri a emissioni zero, considerati conformi allo standard più elevato.

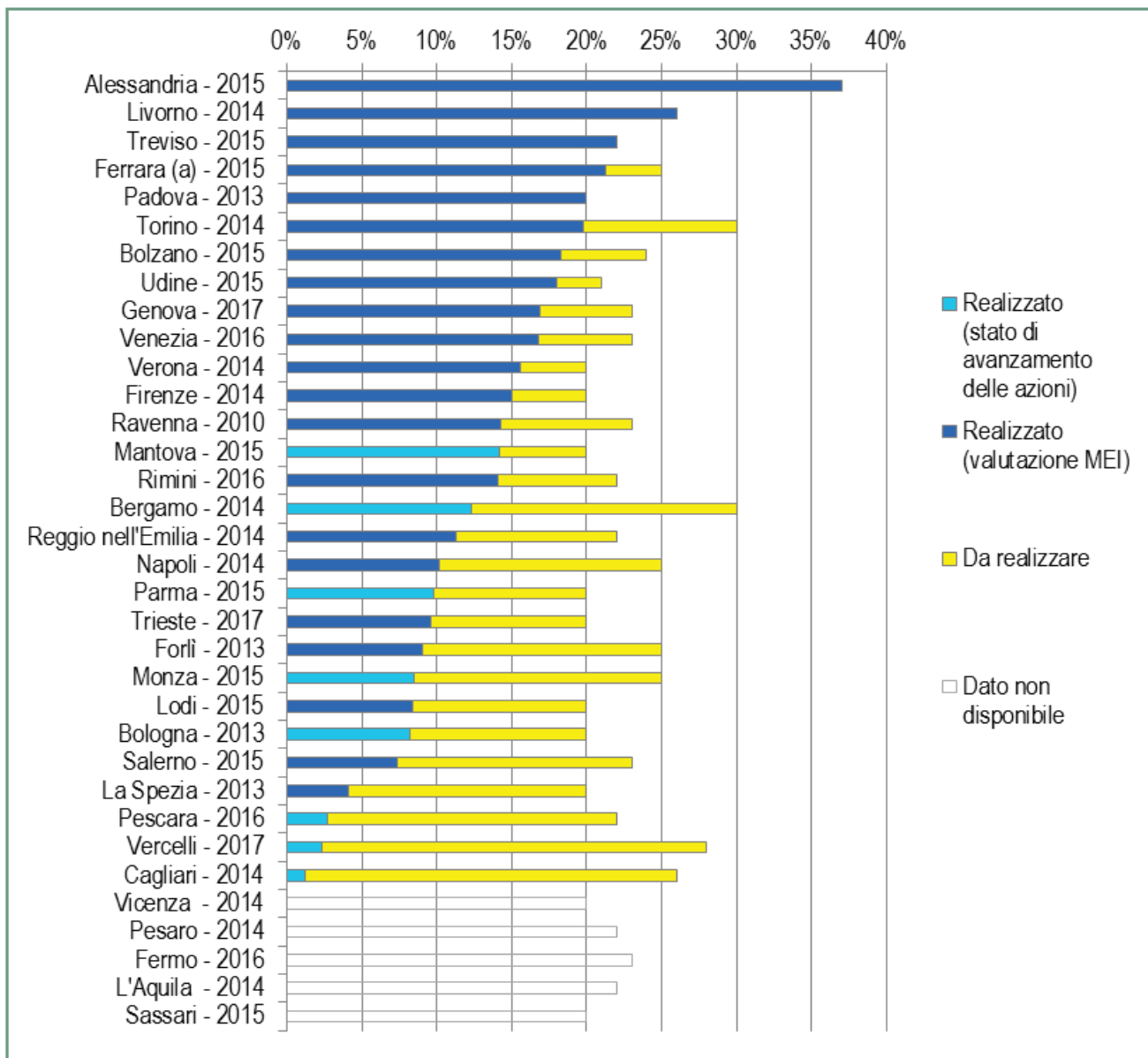
## I risultati del monitoraggio dei Paes

La prevista condivisione degli obiettivi con cittadini, associazioni e stakeholders e la prescrizione di un



monitoraggio per valutare i progressi compiuti nel raggiungimento di questi obiettivi, fanno dei Paes una forma di pianificazione viva e dinamica. Frequentemente, a seguito del monitoraggio, viene formulata una versione aggiornata del Paes in cui vengono rivisti sia gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> sia le azioni

prospettate per raggiungerli. Tra i comuni capoluogo questo si è verificato in particolare per Torino (ha modificato il suo obiettivo dal 40% al 30%). Il monitoraggio, dunque, non ha solo un ruolo di controllo su quanto è stato fatto ma anche di indirizzamento per quanto deve ancora avvenire.



**Grafico 5** - Raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> previsti dai Paes dei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana - anni vari (percentuale)

(a) Associazione Intercomunale Terre Estensi, composta dai comuni di Ferrara, Masi Torello e Voghiera.

Fonte: ISTAT, *Rilevazione Dati ambientali nelle città* ed elaborazione su dati Patto dei Sindaci



Il **Grafico 5** riporta l'anno di riferimento e lo stato dell'arte emerso dall'ultimo monitoraggio<sup>6</sup> disponibile per i 34 capoluoghi che lo hanno eseguito. Come si vede l'anno di riferimento non è molto recente, per lo più 2014 e 2015, tuttavia l'avvicinamento all'obiettivo risulta già buono. In effetti la mediana dei valori registrati come **percentuale di obiettivo raggiunto** è il 62,2%. Alessandria, Treviso, Padova e Livorno hanno raggiunto l'obiettivo che si erano fissati in anticipo sul 2020. Torino (65,9% dell'obiettivo) e Ferrara (85,2% dell'obiettivo), pur non avendo ancora raggiunto il proprio obiettivo, alla

data del monitoraggio sfiorano o superano il 20% di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto all'anno-base cioè il *target* minimo previsto dal Patto dei Sindaci. A seguire, riduzioni delle emissioni di CO<sub>2</sub> tra il 15% e il 20% si registrano per Genova (73,6% dell'obiettivo raggiunto), Bolzano (76,3%), Verona (77,9%), Venezia (73%), Udine (85,6%) e Firenze (75%). Torino, Genova, Venezia, Bologna, Firenze, Napoli e Cagliari sono i capoluoghi di città metropolitana che hanno monitorato il Paese.

## BIBLIOGRAFIA

Commissione europea, 2010. *Europa 2020 - Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva* COM(2010) 2020 definitivo.

Commissione Europea, 2014. *Quadro per le politiche dell'energia e del clima per il periodo dal 2020 al 2030* COM(2014) 15 final.

ISPRA, 2018. *Annuario dei dati ambientali*.

## SITOGRAFIA

Patto dei Sindaci <https://www.pattodeisindaci.eu/>

Commissione Europea: Quadro 2030 per il clima e l'energia  
[https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030\\_it](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_it)

Piano nazionale per l'energia e il clima  
<https://energiaclima2030.mise.gov.it/index.php/il-piano/inquadrimento-generale>

ISTAT: Dati ambientali nelle città  
<https://www.istat.it/it/archivio/ambiente+urbano>

Sono inoltre stati consultati i siti *web* dei capoluoghi di provincia/città metropolitana.

I siti riportati in questa sezione sono stati consultati nel settembre 2019.

<sup>6</sup> Il controllo riguarda due aspetti diversi. Poiché nei Paesi sono presenti sia l'inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub> dell'anno-base (*Baseline Emission Inventory* BEI) sia l'elenco dettagliato degli effetti<sup>(\*)</sup> attesi per ognuna delle azioni pianificate, il monitoraggio si può fare sia producendo un nuovo inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub> relativo all'anno di controllo (*Monitoring Emission Inventory* MEI) sia registrando il grado di avanzamento delle singole azioni. In entrambi i casi si può ottenere una stima della riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> all'anno di monitoraggio (da cui calcolare poi la percentuale di obiettivo raggiunto). Le due modalità non sono però equivalenti. Il MEI, previsto ogni 4 anni, rispecchia la situazione *reale* all'anno di monitoraggio - che può risultare migliorata o peggiorata rispetto all'anno-base a prescindere dall'implementazione delle azioni -; la valutazione dello stato di avanzamento delle azioni, prevista ogni 2 anni, porta invece a una riduzione *presunta* delle emissioni di CO<sub>2</sub>, che non è detto che nella realtà si sia verificata e che, nella pratica, è solo un modo per esprimere, appunto, la percentuale di realizzazione delle azioni del piano. Pur non essendo metodi e risultati confrontabili tra loro, sono comunque entrambi una spia dell'avvicinamento all'obiettivo e per tale ragione sono stati riportati insieme nel medesimo grafico (utilizzando il MEI per l'anno in cui erano disponibili entrambi).

<sup>(\*)</sup> Ogni scheda d'azione contiene il cronoprogramma e i valori stimati di: produzione di energia da fonti rinnovabili, riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e riduzione dei consumi energetici conseguenti alla realizzazione dell'azione.

# L'ADATTAMENTO CLIMATICO NEL GOVERNO URBANO

Sergio Castellari\* e Andrea Filpa\*\*

\*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (ora esperto nazionale distaccato all'European Environment Agency)

\*\*Università degli Studi di Roma Tre

L'adattamento climatico è destinato ad avere un peso crescente nelle agende urbane, ed è una pratica che ha già dimostrato di poter contribuire in maniera decisiva alla qualità dei luoghi ove vive la parte preponderante delle persone.

Il presente contributo intende in tal senso proporre in primo luogo una sintesi degli strumenti che - a livello nazionale, ma in stretto coordinamento con la UE - costituiranno il quadro di riferimento per l'azione diffusa a livello locale, e in seconda battuta riassumere i percorsi che la *European Environment Agency* (EEA) propone per la implementazione delle azioni di adattamento urbano, ovvero la metodologia di redazione di un *climate plan*. La parte finale del contributo è dedicata ad alcune riflessioni sulle evoluzioni recenti della situazione italiana, segnalando luci e ombre di processi che - per quanto oggettivamente in ritardo rispetto alle realtà nordeuropee - possiedono elementi di vitalità che fanno sperare in una celere comprensione delle potenzialità innovative - e della assoluta necessità - dell'adattamento climatico delle città italiane.

## L'EMERSIONE DELL'ADATTAMENTO CLIMATICO URBANO NELLE POLITICHE EUROPEE E ITALIANE

### La Strategia Europea di Adattamento

L'adattamento climatico è stato introdotto nelle politiche europee dal Libro Verde *L'adattamento ai cambiamenti climatici in Europa - quali possibilità di intervento per l'UE*, pubblicato dalla Commissione Europea nel 2007 (UE, 2007), cui è seguito nel 2009 il Libro Bianco intitolato *L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo* (UE, 2009), che ha fissato

quattro linee di azione che la successiva *Strategia Europea* avrebbe dovuto perseguire:

- sviluppare e migliorare la conoscenza di base sugli impatti dei cambiamenti climatici, la mappatura delle vulnerabilità e i costi e i benefici delle misure di adattamento;*
- integrare l'adattamento nelle politiche chiave europee (mainstreaming);*
- utilizzare una combinazione di strumenti politico-economici (strumenti di mercato, linee guida, partnership pubbliche e private) per assicurare l'effettiva riuscita dell'adattamento;*
- sostenere la cooperazione internazionale per l'adattamento assieme agli Stati Membri per integrare l'adattamento nella politica estera dell'UE.*

Dopo una fase preparatoria durata circa quattro anni, il lancio della *Strategia europea di adattamento* (UE, 2013) è avvenuto il 16 aprile 2013 presso la Commissione a Bruxelles. La *Strategia* individua tre aree prioritarie d'azione:

- promuovere e supportare l'azione da parte degli Stati Membri, incoraggiandoli a elaborare strategie di adattamento nazionali coerenti con i piani nazionali per la gestione del rischio di disastri naturali, inclusi delle questioni transfrontaliere. La Commissione si impegna a promuovere lo scambio di informazioni e buone pratiche tra le amministrazioni (in tal senso è stata istituita la piattaforma europea per l'adattamento *Climate-Adapt*<sup>7</sup>) e le invita a sottoscrivere un impegno sul modello del *Patto dei*

<sup>7</sup> <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

*sindaci denominato Mayors Adapt (The Covenant of Mayors initiative on adaptation to climate change)*<sup>8</sup>;

- b) assicurare processi decisionali informati, anche attraverso il programma di finanziamento dedicato alla ricerca e dell'innovazione *HORIZON 2020*;
- c) promuovere l'adattamento nei settori particolarmente vulnerabili, anche integrandolo nella Politica Agricola Comune (PAC), nella Politica di Coesione economica e sociale e nella Politica Comune della Pesca. Viene inoltre sottolineata la necessità che l'Europa conti su infrastrutture più resilienti attraverso

una revisione degli standard nei settori energia, trasporti e costruzioni.

In particolare, nel contesto della *Strategia europea di adattamento* la CE ha sostenuto il consolidamento delle capacità e rafforzare le azioni di adattamento in Europa con i fondi LIFE (2013-2020). Questi fondi sono stati fondamentali per le amministrazioni locali e regionali in Italia nel pianificare e attuare strategie e piani di adattamento.

#### **Progetto LIFE ACT (2010-2013) <sup>9</sup>:**

Il progetto ha avuto come obiettivo principale quello di sviluppare, attraverso un percorso partecipato e condiviso da tutti gli attori territoriali, una Strategia locale di adattamento ai cambiamenti climatici che valutasse gli impatti ambientali, sociali ed economici al fine di costruire città resilienti. Il progetto è stato coordinato dal Comune di Ancona e ha coinvolto i seguenti partner: l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) il Comune di Bullas (Spagna) e il Comune di Patrasso (Grecia). I principali risultati raggiunti dal progetto sono stati:

- la creazione di Local Adaptation Board - LAB (gruppi di lavoro) che hanno consentito di avviare un processo di partecipazione multilivello e di affrontare le problematiche in un'ottica di partnership pubblico-privato;
- l'elaborazione di una Road Map per supportare le città nell'attuazione di una strategia integrata di adattamento locale;
- la pubblicazione dell'analisi "Climate change impact assessment and local vulnerability" sugli impatti dei cambiamenti climatici sull'ambiente e sui sistemi socio-economici nelle città di Ancona, Bullas e Patrasso;
- la definizione di 3 Piani di Adattamento Locale ufficialmente approvati dai Consigli comunali delle 3 città pilota;
- la pubblicazione delle Linee guida per le municipalità "Planning for adaptation to climate change - guidelines for municipalities"<sup>10</sup>, strumento volto a fornire un supporto operativo alle amministrazioni pubbliche interessate ad avviare un processo verso l'adattamento ai cambiamenti climatici e in particolare alle autorità locali del bacino del Mediterraneo in cui le vulnerabilità sono risultate simili alle esperienze e alle aree indagate nel corso del progetto (Giordano *et al.*, 2013);
- la sensibilizzazione degli attori locali (industrie, cittadini, sanità, protezione civile ecc.) sulle problematiche legate ai cambiamenti climatici e rispetto alla strategia di adattamento.

#### **La Strategia Nazionale di Adattamento Climatico: contenuti e principi**

Nel 2012 è stata avviata dal Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), con il supporto della comunità scientifica coordinata dal Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), la fase

di elaborazione dei documenti preparatori per la redazione della *Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici* (SNAC), conclusasi nel 2014 e seguita dall'adozione della SNAC nel giugno 2015 (MATTM, 2015). Circa un anno dopo sempre il MATTM ha iniziato la fase di preparazione del *Piano Nazionale di*

<sup>8</sup> Le due iniziative sono state successivamente unificate.

<sup>9</sup> [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n\\_proj\\_id=3452](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=3452)

<sup>10</sup> [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=ACT\\_306-guidelinesversionefinale20.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=ACT_306-guidelinesversionefinale20.pdf)

*Adattamento ai Cambiamenti Climatici* (PNACC) sempre con il coordinamento scientifico del CMCC, il cui testo è stato posto in consultazione nel Luglio 2017 (PNACC, 2017) senza tuttavia ad oggi aver terminato il suo iter di approvazione.

La SNAC è costruita su tre documenti: lo *Stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici* (Castellari et al., 2014a), l'*Analisi della normativa per l'adattamento ai cambiamenti climatici: quadro comunitario e quadro nazionale* (Castellari et al., 2014b) contenente una analisi della Strategia Europea di Adattamento, delle strategie nazionali di adattamento già adottate e dell'*acquis communautaire* e sua attuazione in Italia e infine gli *Elementi per una Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici* (Castellari et al., 2014c) contenente una visione nazionale sulle necessità di adattamento da porre in essere nei diversi settori socio-economici e sistemi naturali, anche individuando un set di azioni per arginare gli effetti negativi dei cambiamenti climatici, aumentare la resilienza dei sistemi umani e naturali nonché trarre vantaggio dalle eventuali opportunità.

Nell'economia del presente contributo non è ovviamente possibile proporre una sintesi della SNAC (i Rapporti sono disponibili sul sito MATTM<sup>11</sup>) ma si ritiene

comunque utile accennare agli 11 principi che l'hanno ispirata, principi derivanti da indicazioni ed esperienze europee e che mantengono la loro validità per i percorsi di adattamento ai diversi livelli amministrativi, e dunque anche nel caso di singoli insediamenti urbani:

1. *adottare un approccio basato sulla conoscenza e sulla consapevolezza;*
2. *lavorare in partnership e coinvolgere gli stakeholder e i cittadini (multilevel governance);*
3. *lavorare in stretto raccordo con il mondo della ricerca e dell'innovazione;*
4. *considerare la complementarietà dell'adattamento rispetto alla mitigazione;*
5. *agire secondo il principio di precauzione di fronte alle incertezze scientifiche;*
6. *agire con un approccio flessibile;*
7. *agire secondo i principi della sostenibilità e della equità intergenerazionale;*
8. *adottare un approccio integrato nella valutazione dell'adattamento;*
9. *adottare un approccio basato sul rischio nella valutazione dell'adattamento;*
10. *integrare l'adattamento nelle politiche esistenti;*
11. *effettuare un regolare monitoraggio e la valutazione dei progressi verso l'adattamento.*

#### **Progetto BLUEAP (2013 - 2015)<sup>12</sup> :**

Il Comune di Bologna, in collaborazione con Ambiente Italia, ARPAe Emilia-Romagna e Kyoto Club, ha elaborato, attraverso il progetto BLUEAP, un Piano di adattamento locale al cambiamento climatico insieme alla sperimentazione di alcune azioni pilota, efficaci e concrete, da realizzare sul territorio al fine di rendere la città più resiliente. Le principali azioni del progetto sono state le seguenti:

1. Il Profilo Climatico Locale
2. Il Processo partecipativo
3. Il Piano di adattamento
4. Azioni pilota
5. Monitoraggio degli impatti delle azioni del progetto

## **I Key Messages della SNAC per il governo urbano**

<sup>11</sup> <https://www.minambiente.it/notizie/strategia-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0>

<sup>12</sup> <http://www.blueap.eu/site/>

La SNAC dedica ampio spazio all'adattamento climatico degli insediamenti urbani, coniugando le indicazioni della letteratura e delle esperienze internazionali con le prospettive nazionali e locali; attesa la centralità del tema - emersa con chiarezza nel corso dei numerosi incontri con le Regioni e con le parti sociali - e considerata l'urgenza di colmare un ritardo già al tempo ben percepibile (e oggi non certo diminuito) la SNAC (MATTM, 2015) lancia alcuni *key messages* utili per stimolare e orientare l'azione amministrativa in un campo fino ad allora sostanzialmente ignorato. Questi *key messages* mantengono la loro attualità, e si sintetizzano quindi brevemente di seguito.

a) *Basare le azioni di adattamento su di un affidabile Climate Resilience Study*

Le città presentano caratteristiche localizzative e dimensionali molto variabili e quindi le forme, la entità e gli impatti dei cambiamenti climatici possono presentarsi altrettanto variabili. Prima di passare all'azione, la SNAC sottolinea quindi l'esigenza di comprendere in primo luogo quelli che saranno i *drivers* degli impatti climatici - ovvero le mutazioni locali in termini di regimi delle piogge, di andamenti delle temperatura, della frequenza di eventi estremi, etc. - operando un *downscaling* delle proiezioni climatiche di area vasta e dunque definendo la *exposure*, per poi mettere a fuoco rischi e impatti attesi e di conseguenza le vulnerabilità da arginare considerando attentamente le criticità urbane già rilevabili nel passato, perché una delle caratteristiche del cambiamento climatico è quella di accentuare le criticità pregresse. Il complesso di queste attività è in letteratura denominato *Climate Resilience Study*, ed è considerato l'atto di avvio dei percorsi di adattamento.

b) *Considerare la redazione del Piano Urbano di Adattamento come la priorità numero uno*

La SNAC sottolinea che ogni insediamento urbano dovrà affrontare le criticità climatiche specifiche della propria realtà, e lo dovrà fare attraverso un insieme complesso di azioni di natura diversa (si accennerà di seguito alle

azioni *green*, *grey* e *soft*) governate da geometrie istituzionali di volta in volta variabili. In questo contesto così complesso sarà essenziale muoversi con un quadro di riferimento chiaro, e questo quadro sarà offerto dal Piano Urbano di Adattamento, che in quanto tale rappresenta il primo traguardo da raggiungere per una amministrazione locale.

c) *Considerare e comparare le differenti possibilità di azione*

La SNAC rammenta che le soluzioni per determinati problemi non sono necessariamente univoche, e che quindi, nell'impostare le azioni di adattamento, occorre considerare le possibili alternative. In particolare, occorre considerare che l'adattamento urbano, secondo una nomenclatura consolidata, può essere affrontato con interventi *green* (le cosiddette *nature based solutions*) - *grey* (ovvero gli interventi tecnici più tradizionali, di carattere edilizio) oppure *soft*, intendendo come tali un insieme di azioni che vanno dalla formazione alla informazione, dalla partecipazione dei cittadini all'utilizzo di ICT. Tipologie di intervento - occorre specificarlo - che non vanno intese come antagoniste bensì come complementari.

d) *Concepire l'adattamento urbano non come una onerosa necessità ma come una opportunità di miglioramento della città*

Le esperienze di molte città europee hanno mostrato non solo la convenienza economica degli interventi di adattamento climatico, ma anche le loro potenzialità in termini di incremento della qualità urbana: in altre parole, i vantaggi dell'adattamento climatico non risiedono esclusivamente nell'evitare i rischi o le perdite umane e materiali connesse con eventi estremi ma si manifestano anche nel quotidiano come valore aggiunto alle dotazioni urbane; le *water squares* <sup>13</sup>svolgono le loro funzioni regolatrici solo in occasione di particolare eventi meteorici, e per il tempo rimanente sono fruite come spazi di socializzazione e di gioco (EEA, 2016).

**Progetto RAINBO (2016 - 2019)<sup>14</sup> :**

<sup>13</sup> Notissima quella di Bentheplein a Rotterdam.

<sup>14</sup> <https://www.rainbolife.eu/>



Il progetto RAINBO nasce come attuazione delle azioni del progetto LIFE BLUEAP (*Bologna Urban Environment Adaptation Plan for a resilient city*), conclusosi nel 2015 con la realizzazione del Piano di Adattamento per la città di Bologna. Ha i seguenti obiettivi:

- sviluppare e migliorare metodologie e strumenti per la previsione degli eventi estremi di pioggia e del loro impatto, concentrandosi sulla risposta idrologica di piccoli corsi d'acqua presenti in area urbana (Bologna e Parma);
- realizzare una piattaforma software (on line e off line) per il monitoraggio degli eventi di pioggia intensa e la previsione dei potenziali impatti.

L'obiettivo finale è una maggiore resilienza di tali corsi d'acqua tramite un sistema di monitoraggio e modellizzazione che consentirà di prevedere eventi improvvisi di piena.

### Le indicazioni del PNACC per il governo urbano

Si è già detto della attuale *incompletezza* del PNACC (PNACC, 2017), in quanto il testo redatto dagli esperti di settore e terminato nel 2017 non ha finora maturato i passaggi istituzionali indispensabili per renderlo operativo; può comunque essere utile accennare ad alcuni suoi contenuti influenti sull'adattamento urbano, con l'avvertenza di considerarne la loro natura preliminare.

In primo luogo, va detto che il PNACC - grazie all'evoluzione delle conoscenze scientifiche maturate a valle della SNAC - ha operato un primo *downscaling*, suddividendo il territorio italiano in sei *aree climatiche omogenee*, intese come aree che in futuro dovranno fronteggiare anomalie climatiche simili. Operazione analoga ha portato alla individuazione di *macroregioni climatiche marine*.

Una seconda forma di *downscaling* contenuta nel PNACC riguarda l'*indice di rischio bidimensionale*; sviluppando gli esiti della ricerca ESPON, sono stati calcolati per ciascuna provincia il rischio potenziale di impatti climatici e la capacità di adattamento (**Grafico 1**). Si tratta di passaggi importanti che incrementano in maniera considerevole e sistematizzano alcune conoscenze in materia di cambiamento climatico, passaggi ancora intermedi rispetto a quelli necessari per impostare un *climate plan* di una singola realtà urbana ma che confermano e rafforzano quanto accennato in precedenza, ovvero la necessità di premettere alle azioni di adattamento una comprensione il più possibile approfondita dei problemi da affrontare.

La seconda parte del PNACC è dedicata alla individuazione delle azioni da porre in essere che, per

quanto riguarda il settore *Insedimenti Urbani*, sono in linea con quelle presentate dalla SNAC e così riassumibili:

- incentivare la ricerca sui cambiamenti climatici nei contesti urbani;
- aumentare conoscenza, educazione e formazione in materia di adattamento urbano;
- promuovere una pianificazione urbanistica attenta alla prevenzione dei rischi;
- promuovere interventi sperimentali di adattamento in aree periurbane, periferie, centri storici e spazi pubblici, con particolare riferimento al miglioramento del confort termico e della qualità dell'abitare, all'incremento della permeabilità dei suoli e all'efficienza delle reti idrauliche, all'approvvigionamento idropotabile;
- razionalizzare la spesa pubblica in una ottica di adattamento urbano.

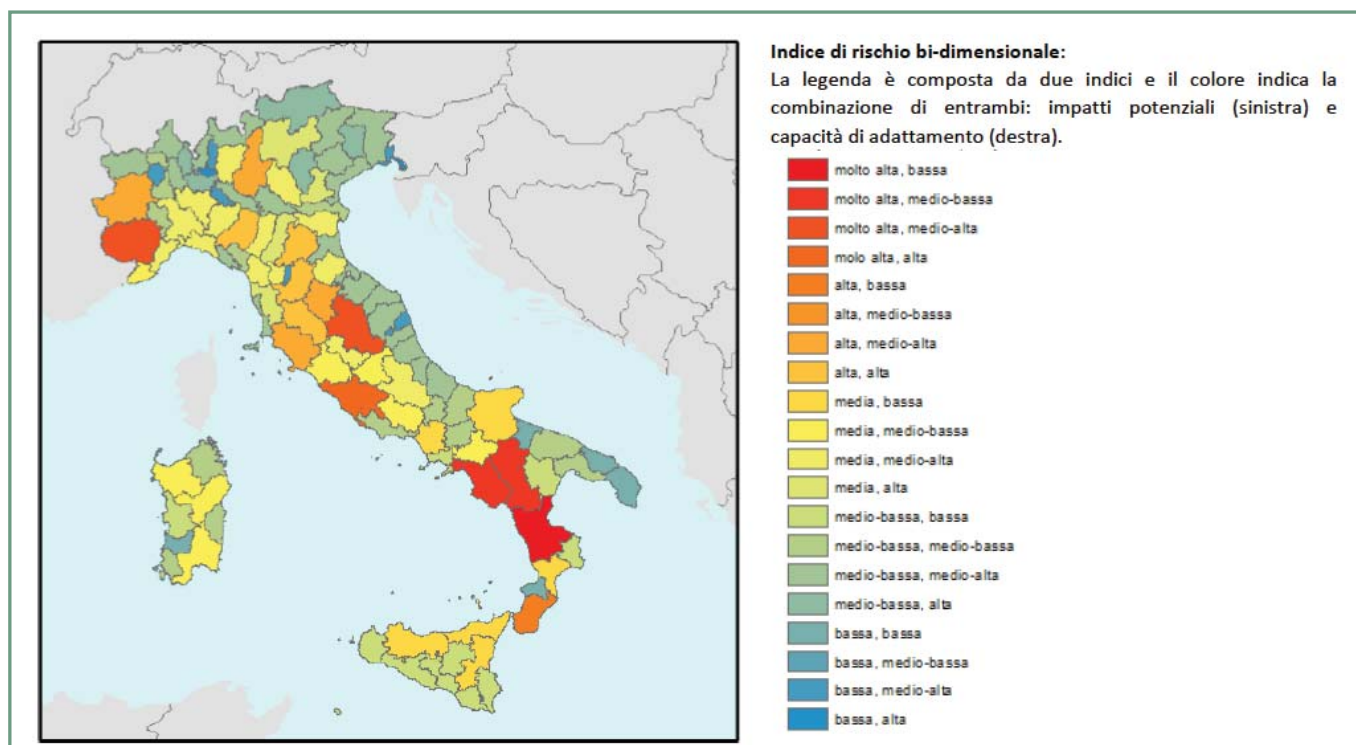
Queste azioni sono quelle che il PNACC afferisce specificamente agli insediamenti urbani, ma va detto che, ovviamente, il novero completo delle azioni di adattamento urbano può essere compreso soltanto considerando che un vasto insieme di azioni settoriali - da quelle riguardanti i trasporti a quelli in materia di risorse idriche, dalle zone costiere agli ecosistemi e alla biodiversità, dal dissesto idrogeologico al patrimonio culturale, dall'energia alla salute - hanno significative interazioni con il governo urbano, che si presenta fisiologicamente come il punto di condensazione più rilevante delle politiche e strategie di adattamento.

Come rafforzamento della sua natura operativa, il PNACC opera successivamente una *valutazione di*

*preferibilità* delle azioni di adattamento da porre in essere, operazione che presenta due profili di interesse. Il primo è di natura metodologica in quanto la procedura e i criteri di valutazione utilizzati dal PNACC possono costituire un utile guida per analoghe operazioni in ambito locale (attesa una data disponibilità di risorse, quali azioni di adattamento considerare prioritarie?). Il secondo profilo di interesse risiede nel fatto che 15 delle 16 azioni individuate dal PNACC in materia di insediamenti urbani risultano nella fascia più alta di preferibilità, segno evidente della centralità - pur

condivisa con altri settori - della dimensione urbana dell'adattamento.

Nelle sue parti finali, il PNACC tocca - tra gli aspetti legati alla sua possibile implementazione - quello delle risorse disponibili, lanciando un messaggio essenziale per il futuro dell'adattamento climatico in Italia; occorre puntare certo alla pianificazione e all'utilizzo di fondi specifici, ma la vera sfida per il futuro è integrare efficacemente l'adattamento nelle normali voci di spesa delle politiche pubbliche, come suggerito anche dalla SNAC e dalla Strategia Europea di Adattamento ai cambiamenti climatici.



**Grafico 1** - Mappa delle province italiane secondo l'indice di rischio bidimensionale con le classi di impatto potenziale e capacità di adattamento  
Fonte: PNACC, 2017, Figura 1.1-24

### Progetto PRIMES (2016 - 2018)<sup>15</sup> :

Il progetto si propone di ridurre i danni causati al territorio e alla popolazione da eventi come piene, alluvioni e mareggiate, dovuti a fenomeni meteorologici intensi sempre più frequenti. Il coordinatore è l'Agenzia di protezione civile della regione Emilia-Romagna e i partner sono ARP Ae Regione Emilia-Romagna - Servizio Idro-meteo-clima, la Direzione Ambiente Difesa del Suolo e della Costa della Regione Emilia-Romagna, la Regione Abruzzo, la Regione Marche e l'Università Politecnica delle Marche. Si è cercato di potenziare i sistemi di allertamento nelle tre

<sup>15</sup> <http://www.lifepimes.eu/>

regioni partner, attraverso lo sviluppo di procedure e sistemi informativi omogenei e integrati a livello interregionale, la definizione di scenari di rischio e la realizzazione di uno spazio web condiviso con le comunità locali. Nell'ambito del progetto sono state individuate alcune aree pilota nelle tre regioni: si tratta di Imola, Mordano, Lugo, Sant'Agata sul Santerno, Poggio Renatico (località Gallo), Ravenna (località Lido di Savio) in Emilia-Romagna; Senigallia e San Benedetto del Tronto nelle Marche; Scerne di Pineto e Torino di Sangro in Abruzzo.

In queste zone sono state realizzate:

- attività di informazione e conoscenza del rischio ed esercitazioni;
- si sono sperimentate modalità di partecipazione attiva da parte dei cittadini alle politiche locali di governo del territorio, attraverso la costruzione collettiva dei "piani civici" integrati nei piani comunali di emergenza;
- in alcuni comuni delle aree pilota si sono sperimentati "sistemi di allertamento partecipati" che permettono una rapida diffusione delle allerte in situazioni di alluvioni lampo e mareggiate, che si sviluppano in tempi rapidissimi.

## PERCORSI METODOLOGICI E OPERATIVI PER LA REDAZIONE DI UN CLIMATE PLAN URBANO

### *Urban Adaptation Support Tool (Covenant of Mayors for Climate and Energy)*

La realtà nazionale italiana, con alcune eccezioni virtuose cui è dedicata particolare attenzione del presente Focus, è in ritardo di circa un decennio rispetto alle realtà amministrative europee più sensibili ai temi dell'adattamento climatico urbano.

Questo ritardo ha certamente conseguenze negative - e, persistendo, di maggiori ne avrà in futuro - sulla qualità di vita dei cittadini (in particolare se appartenenti a fasce svantaggiate) ma presenta come aspetto positivo quello di poter contare, per colmare le lacune, sulle esperienze messe a disposizione dai soggetti più avanzati.

Svolge in tal senso un ruolo centrale la piattaforma europea di adattamento ai cambiamenti climatici "Climate-ADAPT" della European Environment Agency (EEA), che contiene un patrimonio di informazioni ampiamente sufficiente - se sondato con interesse da una amministrazione volenterosa - ad avviare i processi locali di adattamento urbano.

In questo paragrafo si illustreranno quindi sinteticamente i passaggi suggeriti dall'*Urban Adaptation Support Tool*, (UAST), sviluppato dal Covenant of Mayors for Climate & Energy<sup>16</sup> insieme all'European Environment Agency

con il duplice scopo di offrire da un lato i profili di innovazione indotti dal cambiamento climatico alle politiche urbane tradizionali, dall'altro di evidenziare come possa rilevarsi una positiva linea di continuità tra le nuove esigenze dell'adattamento e le più consapevoli politiche urbane del passato.

L'UAST ha lo scopo di assistere le municipalità e le istituzioni locali nello sviluppo e attuazione e monitoraggio di piani locali di adattamento ai cambiamenti climatici fornendo linee-guida e strumenti presentati in 6 fasi (**Grafico 2**).

### *Getting Started*

Questa parte preliminare dell'*Urban Adaptation Support Tool* suggerisce un percorso di consapevolezza, offrendo la possibilità di accedere ad un sistema complesso di conoscenze inerenti agli impatti del cambiamento climatico sulle città europee, un panorama delle misure di adattamento necessarie, un esame critico dei fattori di successo delle politiche urbane in materia. Nel complesso un insieme di informazioni che ogni amministratore pubblico dovrebbe conoscere.

<sup>16</sup> <https://www.covenantofmayors.eu/>





**Grafico 2** - La struttura in 6 fasi della metodologia di redazione dei Climate Plan proposta dall'Urban Adaptation Support Tool

Fonte: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-ast/step-0-0>

### *Preparing the ground of adaptation*

La prima fase proposta dall'UAST riguarda la costruzione delle premesse per procedere; il supporto politico, la disponibilità di conoscenze, le risorse umane da coinvolgere, le risorse economiche necessarie, il network istituzionale che alimenterà il processo e i suoi innesti nella società civile. La complessità di questi elementi fa comprendere come la redazione di un *climate plan* non sia una semplice operazione tecnica ma un percorso di grande rilievo tecnico-scientifico, sociale e amministrativo

### *Assessing climate change risks and vulnerabilities*

Questa fase ha natura tecnica ma anche di *auditing* sociale, e ha l'obiettivo di strutturare un quadro il più possibile affidabile dei problemi da affrontare. Come accennato in precedenza, avrà un ruolo importante il *downscaling* climatico - che potrà definire la natura e magnitudine dei cambiamenti climatici attesi - cui seguiranno le analisi di rischio e la conseguente

individuazione delle vulnerabilità da affrontare (metodologie di analisi efficaci hanno conosciuto un accelerato sviluppo nel recente passato, e sono spesso reperibili nelle *best practices* contenute nei siti dedicati).

### *Identifying adaptation options*

Nella terza fase del processo si entra nella fase progettuale, che può alimentarsi sia dal patrimonio di conoscenze consolidato nei precedenti *step* che dal ricchissimo (ed accessibile) spettro delle buone pratiche. Si tratta di una fase in cui sarà essenziale assicurare una dimensione pubblica alle scelte, poiché le esperienze concrete hanno dimostrato che nelle pratiche di adattamento non vi è determinismo tra problemi e loro soluzioni. Soluzioni che possono essere individuate ricorrendo a tipologie diverse - *green, grey, soft* - di volta in volta suscettibili di dare luogo a mix mirati, ma che l'esperienza dimostra debbano possedere un requisito fondamentale, quello di essere condivise dai cittadini.

### *Assessing and selecting adaptation options*

Questa fase affronta l'ineludibile orizzonte di ogni strategia, quello di strutturarsi in termini di tempo e di utilizzo delle risorse (intese *latu sensu*; sia economiche che organizzative). Un orizzonte che può essere costruito sul versante tecnico (analisi di priorità rispetto alle vulnerabilità da affrontare, analisi costi-benefici oppure costi-efficacia) ma che non potrà trascurare il versante sociale, e che di conseguenza dovrà operare in una logica *win-win* (tutti i soggetti coinvolti avranno dei benefici apprezzabili) e *non regret* (le azioni poste in essere avranno una validità più estesa di quella direttamente riconducibile all'adattamento climatico).

### *Implementing adaptation*

La fase di attuazione del piano avrà come ovvio maggiore o minore successo in base a quanto costruito in precedenza. La natura trasversale delle azioni di adattamento - che prevedibilmente interessano la quasi totalità della struttura amministrativa di una città, e che altrettanto prevedibilmente coinvolgono anche amministrazioni ulteriori rispetto a quella precedente<sup>17</sup>- rende auspicabile la istituzione di una *cabina di regia* dedicata.

### *Monitoring and evaluating adptation*

La natura circolare del processo suggerito dall'UAST comporta una fase di monitoraggio e valutazione intesa come momento di verifica e di riprogrammazione. Anche in questo caso non si tratta di una fase da interpretarsi con un esclusivo profilo tecnico bensì una fase aperta a forme di partecipazione allargata, propedeutiche ad una rimodulazione delle strategie di lungo periodo.

## **ADATTAMENTO URBANO COME MOTORE DI INNOVAZIONE DEL GOVERNO URBANO**

In questo terzo paragrafo, che contiene anche alcune riflessioni conclusive, si intende argomentare come l'adattamento climatico urbano rappresenti l'elemento di innovazione più significativo per il governo urbano contemporaneo.

Il ragionamento prenderà le mosse dal considerare la natura fortemente trasversale dell'adattamento urbano -

la sua pervasività nelle diverse componenti dell'urbano, inteso sia come *città di pietra* che come *città delle persone* - proseguirà considerando alcuni fattori frenanti che operano purtroppo nel contesto italiano ma anche - in positivo - evidenziando le interrelazioni tra adattamento climatico e altre importanti forme di innovazione che fanno sperare in virtuosi sinergismi suscettibili di favorire un concreto e rapido avvio delle pratiche di adattamento anche in Italia (EEA, 2016).

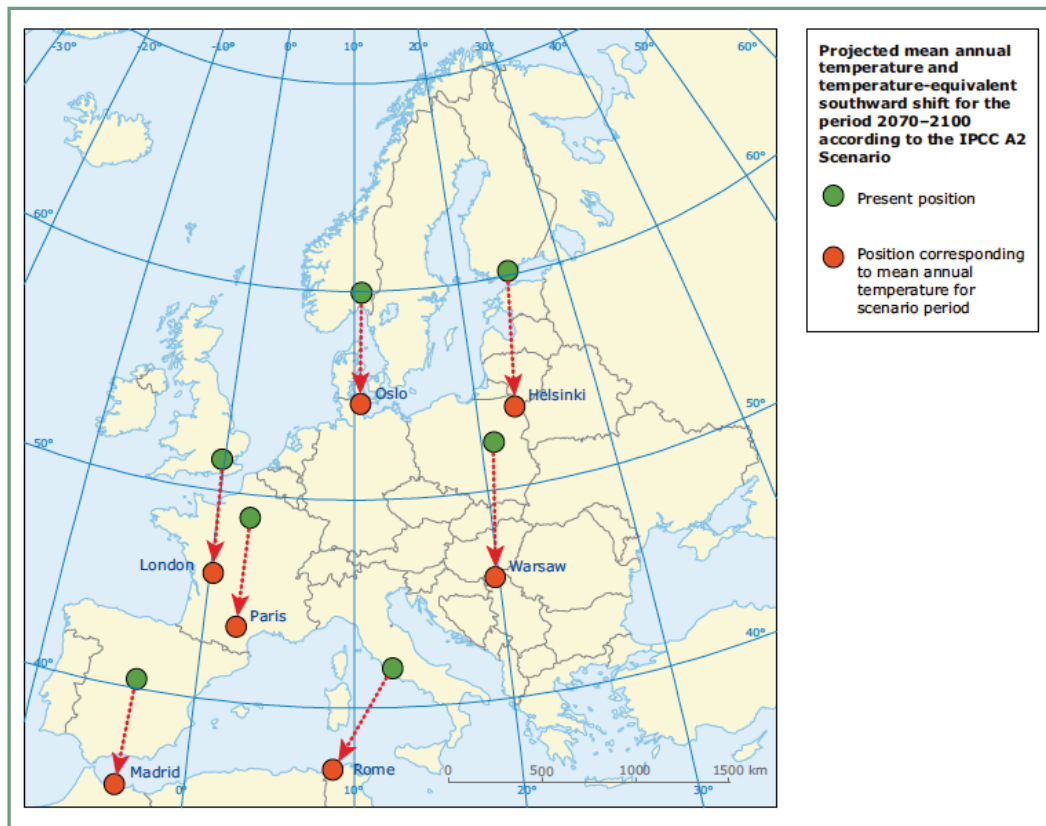
### **La natura pervasiva di un climate plan urbano**

La letteratura internazionale e le esperienze concrete di adattamento indicano con chiarezza come il cambiamento climatico abbia potenzialmente effetti sulla totalità delle componenti costitutive gli organismi urbani, e come di conseguenza le politiche e le azioni di adattamento non possano essere considerate settoriali; tutta la città può presentare vulnerabilità, tutta la città deve essere oggetto di adattamento (Filpa e Ombuen, 2014).

Sotto il profilo della comunicazione, hanno avuto un significativo impatto le mappe che mostrano il *southward shift* che avranno le città europee con l'avanzare del riscaldamento globale (**Grafico 3**).

La ragione di questa efficacia comunicativa è facilmente comprensibile; le mappe fanno riflettere sul fatto che il cambiamento climatico non inciderà su singole componenti, e a cambiare sarà l'intero organismo urbano, che per la prima volta nella sua lunga storia vedrà modificarsi le condizioni di contesto che lo hanno generato.

<sup>17</sup> Si veda in particolare la esperienza bolognese del progetto LIFE BlueAP, che ha posto attenzione particolare alle collaborazioni istituzionali indispensabili per assicurare efficacia alle azioni di adattamento.



**Grafico 3** - Apparente spostamento a sud di città europee a causa del cambiamento climatico (2070-2100)  
Fonte: Hiederer *et al.*, 2009. in EEA. Ensuring Quality of Life in Europe's Cities and Towns, EEA Report n° 5/2009 EEA, Copenhagen

Non si intende suggerire scenari catastrofici - ogni città manterrà certo sue caratteristiche peculiari - ma si vuole evidenziare che l'adattamento urbano non potrà ridursi ad interventi cosmetici, un po' più di verde e un po' meno asfalto.

La città andrà ripensata nel suo insieme; cambieranno risposte idrauliche e condizioni di socialità, si ridisegneranno le geografie della salute e della povertà assieme alle linee di costa, gli inquinamenti risulteranno amplificati nei loro effetti, le attività produttive faranno i conti con mutati contesti, le reti tecnologiche e di trasporto potranno registrare fragilità non previste negli standard progettuali originari, i consumi energetici migreranno da determinati settori ad altri.

Gli scenari aperti dal cambiamento climatico non sono necessariamente scenari di decadenza urbana, ma di certo sono scenari di cambiamento che aggiungono ai tradizionali *drivers* economici e sociali - quelli che da sempre fanno della città un organismo in continuo

cambiamento - una componente di accelerazione aggiuntiva i cui effetti sono decisamente rilevanti.

L'adattamento climatico potrà essere anche una opportunità, ma a patto di non essere confinato tra i numerosi *settori* del governo urbano; va di converso interpretato come una *sensibilità* che dovrà permeare tutte le politiche urbane, nessuna esclusa.

### Cosa frena l'adattamento urbano nel contesto italiano?

Il panorama nazionale in materia di adattamento urbano è oggettivamente molto più povero di quello della maggior parte delle nazioni europee. Non è tempo perso interrogarsi sulle ragioni di questo ritardo, anche se non è semplice formulare risposte convincenti.

Una prima causa appare la mancanza di piena consapevolezza delle rappresentanze democratiche. Chi

scrive fa parte di un gruppo di scienziati<sup>18</sup> che durante le ultime elezioni nazionali (2018) ha tentato di sensibilizzare tutti i gruppi politici in merito alle strette correlazioni tra questione climatica e i temi caldi della campagna elettorale (lavoro, immigrazione, sicurezza, fiscalità).

Nonostante alcuni impegni formali, il tema del clima (in particolare il tema specifico della prevenzione del rischio climatico in settori oltre quello idrogeologico) è rimasto sostanzialmente ignorato sia a livello del passato governo che di opposizione. Il Convegno organizzato insieme alla Vicepresidenza della Camera dei Deputati il 12 marzo 2019 dal titolo “Un clima da collaborazione - I cambiamenti climatici in Italia, i gravi rischi e le grandi opportunità che li accompagnano, richiedono un importante lavoro comune a tutte le forze politiche” è andato sostanzialmente deserto.

Non si hanno elementi per affermare che, a livello regionale e locale, vi sia nella maggior parte degli eletti una consapevolezza maggiore; basta confrontare il novero delle amministrazioni locali impegnate in efficaci percorsi di adattamento - poche decine - con il numero delle amministrazioni - circa 8 mila sono soltanto i Comuni, ma molti altri organismi potrebbero attivarsi - per trarre conclusioni non rosee.

Oltre alla pura e semplice ignoranza di quanto la scienza mette a disposizione per comprendere e governare il cambiamento climatico, va sottolineato che la presa di coscienza degli amministratori è ritardata anche da due convinzioni profondamente sbagliate ma molto diffuse (Filpa A., 2014).

La prima convinzione è che cause e impatti del cambiamento climatico non siano scientificamente provati - su questo la propaganda negazionista ha avuto presa, in un contesto di scarsa e frammentata conoscenza e disinteresse - e che ci sarà molto tempo per provvedere poiché, in fondo, gli scenari prospettati sono al 2050 e al 2100.

Per un amministratore poco consapevole del cambiamento climatico è quindi più comodo pensare che l'onere di avviare l'adattamento - con tutte le sue

incognite - sia più conveniente lasciarlo agli eletti che seguiranno.

Questa convinzione ha radici profonde nella ricorrente (e non recente) miopia dell'identificare l'arco temporale del proprio mandato elettorale con quello di riferimento per le scelte da operare; una miopia che ha prodotto danni considerevoli già in passato - pochissime realtà urbane italiane hanno conosciuto i benefici delle indispensabili strategie di lungo periodo che alimentano la vita delle città - ma che nell'era dell'adattamento climatico ne produrranno se possibile di peggiori.

Occorre affermare con forza in tutte le sedi utili che il tempo dell'azione è ora, e che soltanto con una continuità e coerenza di azione indifferente alle geometrie e alle convenienze elettorali si potrà tentare di scostare il futuro dagli scenari climatici peggiori per il 2050 e 2100.

La seconda convinzione errata riguarda i costi dell'adattamento, costi che - afferma una pericolosa vulgata - non sarebbe praticabile né ragionevole sostenere in un “tempo di vacche magre” quale l'attuale. Per chi ha una certa età - come chi scrive - sembra di tornare indietro di quaranta anni, quando occuparsi dei problemi ambientali era considerato dai più un frivolo vezzo di intellettuali poco coscienti della realtà concreta delle necessità di sviluppo.

La storia ha fatto giustizia di questi atteggiamenti superficiali e chi al tempo ha avvertito la rilevanza dei problemi ambientali urbani - e su di essi ha investito - si trova oggi a sperimentare una qualità insediativa che ha ampiamente capitalizzato quanto impiegato.

Sarebbe drammatico si ripetesse la stessa situazione con i percorsi di adattamento climatico, perché la sfida è se possibile ancora più ardua, di fatto aggiuntiva, rispetto a quella ambientale tradizionalmente intesa.

Due aspetti importanti vanno chiariti in merito ai costi dell'adattamento climatico.

Il primo è che il problema non risiede tanto nel reperire risorse aggiuntive, quanto nell'assumere una nuova ottica nell'impiego di quanto viene già speso. Una pianificazione urbanistica non costa di più se maggiormente attenta ai potenziali impatti climatici; una

<sup>18</sup> Si tratta dell'iniziativa “Scienza al Voto” ([www.lascienzaalvoto.it](http://www.lascienzaalvoto.it))

sistemazione stradale con più alberi e meno asfalto non costa di più di una progettata con criteri sorpassati; una manutenzione delle reti fognarie maggiormente attenta alle aree interessate con frequenza da fenomeni di allagamento non costa di più; si tratta soltanto di impiegare con maggiore intelligenza le risorse.

Nel tempo, certo, si porrà anche la necessità di mutare gli equilibri tra le poste di bilancio, ma questo fa parte della evoluzione fisiologica delle cose. Non è un dato immutabile che si debbano spendere ingenti risorse per l'incremento delle reti per la mobilità motorizzata e quasi nulla per le reti ciclabili oppure per infrastrutture *diverse* quali le reti ecologiche. Il vero spreco è il non percepire la mutazione delle esigenze in una città in evoluzione, e continuare a riproporre modelli obsoleti.

Il secondo aspetto riguarda la natura delle azioni di adattamento, che appartengono quasi invariabilmente alle ben note - e apprezzate - tipologie *no regret* e/o *win-win*.

Un esempio utile per chiarire questo versante è dato dagli interventi attuati nei quartieri Vesterbro e Ladergardsaen di Copenaghen (Danimarca), oggetto di una accurata analisi costi-benefici<sup>19</sup>. Il problema da affrontare era costituito dai ricorrenti allagamenti, e furono in tal senso predisposti due scenari progettuali che - in misura diversa - associavano misure *green* (*desealing*, *rain garden*, alberature, etc.) con misure *grey* (reti scolanti tradizionali).

L'analisi costi-benefici evidenziò come entrambi gli scenari presentassero un bilancio positivo per tutti gli attori; l'amministrazione comunale, assieme al gestore delle reti idropotabili, avrebbe assicurato la progettazione e la esecuzione dei lavori, anticipandone i costi che sarebbero stati tuttavia restituiti nel tempo dai residenti beneficiari attraverso una addizionale alle forniture idriche.

I costi aggiuntivi pagati dai residenti sarebbero stati ampiamente compensati dall'incremento di valore degli alloggi, in parte dovuto alla eliminazione del rischio di allagamento (danni evitati) e in parte dovuto all'incremento della attrattività dei due quartieri, che avrebbero beneficiato di un contesto urbano più ricco di aree verdi e di spazi pubblici.

Al di là del singolo caso, va sottolineato che la chiave del successo nelle operazioni di adattamento è quello di concepirle non come una *dolorosa necessità* bensì come una opportunità di miglioramento della città, miglioramento percepibile nel quotidiano e non solo in caso di eventi estremi.

### Sinergie e innovazione per l'avvio di percorsi di adattamento urbano

Le pratiche di adattamento climatico urbano hanno iniziato a diffondersi circa dieci anni fa, inserendosi in un contesto - almeno per la città europea - di relativo rallentamento delle dinamiche espansive ma di forte accelerazione di quella spesso definita come la *crescita della città nella città*, intesa come riutilizzo urbano di aree dismesse in applicazione del paradigma della *densificazione*, considerato un utile rimedio al consumo di nuovo suolo.

La pratica del recupero urbano - in tutte le sue accezioni; riqualificazione, riuso, rigenerazione, etc. - ha costituito in sé un'innovazione, ma nel corso del tempo è stata oggetto di riflessioni critiche che hanno reso meno solide le certezze sulle quali si fondava, in particolare il determinismo in base al quale gli usi urbani cessati avrebbero dovuto essere sostituiti da altri usi urbani, producendo *moneta urbanistica* che avrebbe assicurato la redditività delle operazioni urbanistiche private e, in alcuni casi virtuosi, anche la realizzazione di opere di utilità pubblica.

Accanto allo sviluppo del recupero urbano inteso come *operazione immobiliare*, infatti, stavano emergendo nuove sensibilità e comportamenti.

In particolare, nella redazione degli strumenti urbanistici - ma anche con la diffusione della *citizen science* - si sono accesi i riflettori sulle qualità ambientali presenti all'interno delle città (**Grafico 4**); il paradigma delle *green and blue infrastructures* (Kazmierczak *et al.*, 2010; GRaBS, 2011), nato per tutelare la biodiversità attraverso la continuità ambientale di area vasta, è stato applicato anche negli insediamenti urbani, dove le aree non edificate hanno iniziato ad essere oggetto di una attenzione del tutto simile a quella delle aree edificate.

Il verde urbano ha iniziato ad essere inteso non solo nella sua accezione tradizionale di standard urbanistico, ma

<sup>19</sup> Cloudburst Adaptation; a cost-benefit analysis (Rapporto redatto per la Municipalità di Copenaghen, 2013)



come servizio ecosistemico (TEEB, 2011). Ha di conseguenza assunto importanza inedita non solo la quantità ma anche la qualità degli habitat presenti in ambito urbano, e un recentissimo traguardo di questa concezione innovativa è testimoniato dalla istituzione nel luglio scorso del *London National Park City*, primo parco nazionale urbano del mondo.

Il superamento dell'antinomia urbano/naturale ha favorito il ricorso sempre più frequente alle *nature based solutions* e in tal senso appare di grande interesse l'esperienza *Room for the River* avviata fin dal 2007 nei Paesi Bassi, esperienza basata su una sorta di rivoluzione copernicana che non persegue la difesa *dal* fiume - difesa che storicamente si traduce nel sottrargli spazi costringendolo entro argini - bensì una difesa *del*

fiume tesa ad incrementarne gli spazi e di conseguenza i livelli di qualità e di sicurezza.

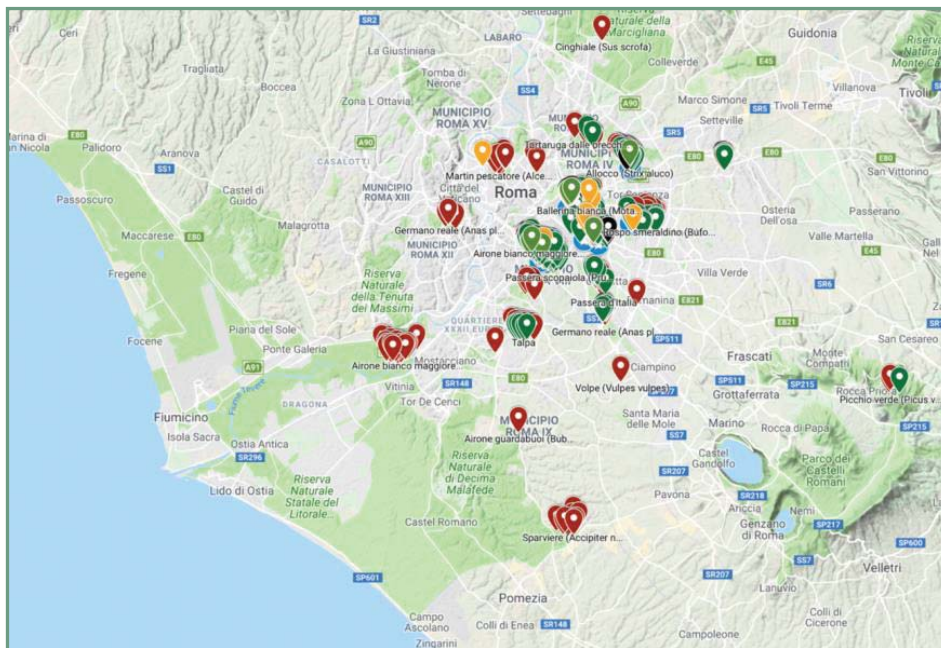
Concettualmente, la logica sottesa a *Room for the River* opera il passaggio da una *resilienza ingegneristica* - che assume come obiettivo quello di limitare l'impatto e la durata dei disturbi indotti dal fiume, per tornare successivamente allo stato iniziale - ad una *resilienza ecologica* che prefigura una risposta del sistema che ne consenta una stabilizzazione in uno stato diverso dal precedente.

Si sottolinea questo aspetto perché una parte consistente degli interventi di adattamento climatico - e di quelli di *disaster risk reduction* - si ispirano alle *nature based solutions*, e la loro incorporazione nei progetti di trasformazione urbana è un passaggio indispensabile della resilienza urbana.

**Progetto LIFE SEC ADAPT (2015 - 2019)<sup>20</sup> :**

SEC ADAPT si è proposto di aumentare la capacità di resilienza delle comunità locali al cambiamento climatico, facilitando così il passaggio verso un'economia a bassa emissione di carbonio. LIFE SEC ADAPT ha anche adottato e aggiornato il modello della "Comunità per l'Energia Sostenibile" (SEC), migliorando la governance del cambiamento climatico come best practice per lo sviluppo del virtuoso processo di adattamento degli enti locali sotto il coordinamento delle autorità e delle agenzie di sviluppo regionali. Il progetto, coordinato da Sviluppo Marche SpA, ha interessato 4 Stati membri dell'Unione Europea (Italia, Croazia, Spagna, Grecia) e ha coinvolto principalmente 20 Comuni europei (12 della Regione Marche, 6 della Regione Istriana (Croazia), 1 della Spagna e 1 della Grecia). Infine, il progetto ha facilitato l'adozione di politiche e azioni di adattamento e mitigazione del clima a livello transfrontaliero attraverso la redazione di un documento di raccomandazione politica comune per una implementazione territoriale coerente delle strategie climatiche ed energetiche.

<sup>20</sup> <http://www.lifeseCADAPT.eu/it/>



**Grafico 4 - Citizen science: il censimento della biodiversità urbana operato dal WWF Roma e Area Metropolitana, Gruppo Pigneto-Prenestino**  
Fonte: <http://wwfpignetoprenestino.blogspot.com/>

Si evidenzia il ruolo crescente della Natura nel governo urbano poiché rappresenta una premessa favorevole alla affermazione degli interventi di adattamento climatico. Ma gli aspetti tecnico-progettuali non sono i soli ad avere influenza, e quelli sociali appaiono oggi altrettanto promettenti. Si fa riferimento all'enorme eco internazionale sollevato di *Friday for Future* - non ci si dilunga perché a questo è dedicato uno specifico contributo del presente *Focus* -

che ha lanciato in tema di adattamento climatico tre messaggi importantissimi; (1) ascoltare gli scienziati, (2) operare in una logica di solidarietà intergenerazionale e (3) soprattutto di operare subito. Vi sono in sostanza oggi concrete premesse suscettibili di ridurre le ben note distanze qualitative tra le città italiane e quelle europee più avanzate. Ma occorre cogliere il messaggio di *Friday for Future*: operare subito

## BIBLIOGRAFIA

Castellari S., Venturini S., Ballarin Denti A., Bigano A., Bindi M., Bosello F., Carrera L., Chiriaco M.V., Danovaro R., Desiato F., Filpa A., Gatto M., Gaudio D., Giovanardi O., Giupponi C., Gualdi S., Guzzetti F., Lapi M., Luise A., Marino G., Mysiak J., Montanari A., Ricchiuti A., Rudari R., Sabbioni C., Sciortino M., Sinisi L., Valentini R., Viaroli P., Vurro M., Zavatarelli M. 2014a. *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

Castellari S., S. Venturini, B. Pozzo, G. Tellarini and F. Giordano. 2014b. *Analisi della normativa comunitaria e nazionale rilevante per gli impatti, la vulnerabilità e l'adattamento ai cambiamenti climatici*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

Castellari S., S. Venturini, F. Giordano, A. Ballarin Denti, A. Bigano, M. Bindi, F. Bosello, L. Carrera, M.V. Chiriaco, R. Danovaro, F. Desiato, A. Filpa, S. Fusani, M. Gatto, D. Gaudio, O. Giovanardi, C. Giupponi, S. Gualdi, F. Guzzetti, M. Lapi, A. Luise, G. Marino, J.

Mysiak, A. Montanari, D. Pasella, L. Pierantonelli, A. Ricchiuti, R. Rudari, C. Sabbioni, M. Sciortino, L. Sinisi, R. Valentini, P. Viaroli, M. Vurro and M. Zavatarelli, 2014c. *Elementi per una Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

EEA, 2009. *Ensuring Quality of Life in Europe's Cities and Towns*. EEA Report n° 5/2009, Copenhagen.

EEA, 2016. *Urban adaptation to climate change in Europe 2016 - Transforming cities in a changing climate*. EEA Report No 12/2016, Copenhagen.

Filpa A., Ombuen S., 2014. *La Carta della Vulnerabilità Climatica di Roma 1.0*. I Quaderni di Roma Tre n. 5.

Filpa A. 2014. *Recupero ed adattamento climatico come motori delle agende urbane*. In Filpa, A, Lenzi, S. (a cura di) *Riutilizziamo l'Italia*, WWF Italia (E-Book).

Giordano F., Capriolo A., Mascolo R., 2013. *Planning for adaptation to climate change – Guidelines for Municipalities*. Progetto LIFE ACT – Adapting to Climate change in Time. Disponibile a: [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=ACT\\_306-guidelinesversionefinale20.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=ACT_306-guidelinesversionefinale20.pdf)

GRaBS, 2011. *Climate Change Adaptation Action Plan Guidance*.

Hiederer, R. and Lavalle, C., 2009. *Geographic Position of Europe for End-of-Century Temperature Equivalent*. Special Publication JRC Pubsy N. 50603, European Communities.

Kazmierczak, A., Carter, J., 2010. *Adaptation to climate change using green and blue infrastructures - A database of case studies*. University of Manchester, for the Interreg IVC Green and blue space adaptation for urban areas and eco towns (GRaBS) project. Disponibile a:

[https://orca.cf.ac.uk/64906/1/Database\\_Final\\_no\\_hyp erlinks.pdf](https://orca.cf.ac.uk/64906/1/Database_Final_no_hyp erlinks.pdf)

MATTM, 2015. *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma. Disponibile a:

[https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/documento\\_SNAC.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/documento_SNAC.pdf)

PNACC, 2017. *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*, 2017. Prima stesura per la consultazione pubblica Luglio 2017. [https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio\\_i mmagini/adattamenti\\_climatici/documento\\_pnacc\\_luglio\\_2017.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio_i mmagini/adattamenti_climatici/documento_pnacc_luglio_2017.pdf)

TEEB, 2011. *The Economics of Ecosystem and Biodiversity*. Disponibile a: [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org)

UE, 2007. *Libro Verde della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni - L'adattamento ai cambiamenti climatici in Europa - quali possibilità di intervento per l'UE*. COM(2007) 354. Disponibile a: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0354&from=IT>

UE, 2009. *Libro bianco - L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo*. COM(2009) 147. Disponibile a: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009DC0147&from=IT>

UE, 2013. *Strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici*. COM(2013) 216. Disponibile a: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0216&from=IT>.



# GLI ASPETTI SOCIO-ECONOMICI CHE CONCORRONO ALLA VULNERABILITÀ AL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLE AREE URBANE

Francesca Vannoni

ISTAT, Ufficio territoriale per il Piemonte, la Valle d'Aosta e la Liguria, Sede del Piemonte e Valle d'Aosta

Le ricadute degli effetti prodotti sull'uomo dal cambiamento climatico in certi casi possono essere mitigate o, viceversa, essere aggravate a seconda dalle caratteristiche degli individui e del contesto in cui essi vivono. L'obiettivo del presente contributo consiste, pertanto, nel tracciare il quadro demografico e socio-economico delle aree urbane, sfruttando i dati e gli indicatori pubblicati dall'ISTAT a livello comunale e, quando quest'ultimo non è disponibile, con riferimento alle province. Ovviamente, per ragioni di sintesi, è operata una selezione, ma si rimanda alle relative pubblicazioni e tavole di dati per ulteriori approfondimenti.

Più nello specifico, limitatamente ai 120 comuni oggetto di questo Rapporto è descritto il bilancio demografico, mentre per le città metropolitane sono presentati alcuni indicatori del Benessere equo e sostenibile dei territori, mantenendo sempre sullo sfondo le tendenze in atto a livello nazionale<sup>21</sup>.

Infine, la panoramica sui comuni esaminati è arricchita attingendo alle statistiche sperimentali prodotte dall'ISTAT tramite la valorizzazione delle fonti amministrative, dal momento che per le statistiche ufficiali il dettaglio comunale è raggiunto solo da una minoranza di indicatori.

Per fornire una cornice entro cui considerare i punti di forza e di debolezza delle aree urbane, si possono esaminare le principali differenze negli indicatori statistici per il monitoraggio degli SDGs (*Sustainable Development Goals*) secondo il Grado di urbanizzazione (*Degree of urbanization*) definito da Eurostat, che distingue: i) le aree più densamente popolate (le grandi città), ii) le aree a densità intermedia di popolazione (città medie e cinture urbane) e iii) le aree rurali.

Da questo esame risulta che le grandi città offrono maggiori opportunità formative e quindi distaccano nettamente le città medie e le aree rurali sia per una quota molto più elevata di **laureati e altri titoli terziari** (nel 2018 34,5%, rispetto a 24,5% nelle città medie e 22,5% nelle zone rurali) sia per la partecipazione alla formazione continua<sup>22</sup> (nel 2018, rispettivamente, 10,1%, 7,4% e 6,2%).

Per contro, nelle grandi città si concentrano maggiormente i problemi legati ai costi delle abitazioni (nel 2017 il **tasso di sovraccarico del costo della casa**<sup>23</sup> è pari a, rispettivamente, 11,7%, 6,8% e 5,6%) e, di conseguenza, al **sovraffollamento abitativo** (nel 2017 31,4%, 25,2% e 24,4%). Il disagio abitativo è legato anche alla **presenza di problemi strutturali o di umidità nell'abitazione** per il 17,3% delle persone che vivono nelle grandi città e altrettanto per le zone rurali,

<sup>21</sup> I dati dei 120 comuni sono rappresentati attraverso delle mappe che sono state elaborate da Marco Pesce dell'ISTAT, Ufficio territoriale per il Piemonte, la Valle d'Aosta e la Liguria, Sede della Liguria.

<sup>22</sup> Percentuale di persone di 25-64 anni che hanno partecipato ad attività di istruzione e formazione nelle quattro settimane precedenti l'intervista sul totale delle persone di 25-64 anni.

<sup>23</sup> Individui in famiglie dove il costo totale dell'abitazione rappresenta più del 40% del reddito familiare.

mente questi problemi sono lievemente più contenuti nelle città medie e nelle cinture urbane (14,4%). Il 19,3% della popolazione delle grandi città, inoltre, vive in **abitazioni con rumore dai vicini o dalla strada**, il doppio di quanto rilevato nelle città medie (10%), a loro volta più sfavorite rispetto alle zone rurali (7%).

Nelle grandi città c'è anche una maggiore concentrazione di **popolazione in condizioni di povertà o esclusione sociale** (nel 2017 30,4%, 27,6% e 28,7%). Questo indicatore è multidimensionale e corrisponde alla quota di persone che presentano almeno una delle seguenti situazioni: 1) sono a rischio di povertà di reddito, 2) sono gravemente deprivate materialmente, 3) vivono in famiglie con una molto bassa intensità lavorativa. Più nel dettaglio, **la povertà di reddito**<sup>24</sup> colpisce il 21,1% della popolazione urbana, il 19,3% di quella delle città medie e della cintura urbana e il 20,8% delle persone che vivono nelle zone rurali. Inoltre nelle grandi città ci sono quote maggiori di popolazione che deve fare fronte a situazioni di **grave deprivazione materiale**<sup>25</sup> (nel 2017 11,9%, 9,6% e 8,7%), che **non può permettersi di riscaldare adeguatamente la casa** (nel 2017 15,8%, 14,8% e 15,1%), che **non ha effettuato cure mediche di cui aveva bisogno perché troppo costose** (nel 2007 1,7%, 1,3% e 1,5%) e di **persone che vivono in famiglie con una molto bassa intensità lavorativa**<sup>26</sup> (nel 2017 13,8%, 10,9%, 10,7%). Le differenze rispetto alle altre aree sono comunque lievi, segno che tanto le città medie e le cinture urbane quanto le zone rurali non sono immuni da questo tipo di problemi.

Infine, nelle grandi città le disuguaglianze **del reddito disponibile**<sup>27</sup> è più accentuata rispetto alle aree a

densità intermedia di popolazione e alle zone rurali (nel 2016 7,3%, 5,3% e 5,1%) e c'è una minore **variazione rispetto all'anno precedente del reddito familiare pro capite sia per il totale della popolazione**<sup>28</sup> (nel 2016 2,81 - 5,80 - 5,36) sia **per il 40% più povero della popolazione**<sup>29</sup> (nel 2016 2,39%, 2,48%, 3,84%).

## IL BILANCIO DEMOGRAFICO NEI 120 COMUNI

Nei 120 Comuni selezionati **risiedono 18.874.248 persone (Grafico 1), quasi un terzo della popolazione residente complessivamente in Italia (60.359.546)**. Quest'ultima è calata per il quarto anno consecutivo (dal 2015 sono oltre 400 mila i residenti in meno sull'intero territorio nazionale), ma **la tendenza alla diminuzione non è generalizzabile per tutti i 120 comuni**. Se infatti per questi comuni, limitandoci a considerare l'ultimo anno, la perdita complessiva supera i 37 mila residenti, tuttavia la riduzione si riscontra solo in 73 di essi. I cinque comuni in cui la diminuzione in valore assoluto è stata maggiore sono Roma (-16.667, con un decremento in termini percentuali dello 0,6%), Napoli (-6.956, cioè -0,7%), Torino (-6.825, pari a -0,8%), Palermo (-5.004, lo 0,7% in meno) e Bari (-2.508, ossia -0,8%). Viceversa, nei restanti 47 comuni la popolazione residente è aumentata, anche se in molti casi solo lievemente in valore assoluto senza mai superare le 1.400 unità, a parte Milano (+12.509, pari ad un aumento dello 0,9%) e Brescia (+ 1.800, cioè lo 0,9% in più).

In generale, sia a livello nazionale, sia nel complesso dei 120 comuni, **il calo riguarda esclusivamente la popolazione italiana**, con una perdita nei grandi comuni di 79 mila unità, pari al totale dei residenti di Varese,

<sup>24</sup> Percentuale di persone a rischio di povertà, con un reddito equivalente inferiore o pari al 60% del reddito equivalente mediano sul totale delle persone residenti.

<sup>25</sup> Percentuale di persone che vivono in famiglie con almeno 4 di 9 problemi considerati sul totale delle persone residenti. I problemi considerati sono: i) non poter sostenere spese impreviste di 800 euro; ii) non potersi permettere una settimana di ferie all'anno lontano da casa; iii) avere arretrati per il mutuo, l'affitto, le bollette o per altri debiti come per es. gli acquisti a rate; iv) non potersi permettere un pasto adeguato ogni due giorni, cioè con proteine della carne o del pesce (o equivalente vegetariano); v) non poter riscaldare adeguatamente l'abitazione; non potersi permettere: vi) una lavatrice vii); un televisore a colori; viii) un telefono; ix) un'automobile.

<sup>26</sup> Percentuale di persone che vivono in famiglie dove le persone in età lavorativa (tra i 18 e i 59 anni, con l'esclusione degli studenti 18-24) nell'anno precedente, hanno lavorato per meno del 20% del loro potenziale (con esclusione delle famiglie composte soltanto da minori, da studenti di età inferiore a 25 anni e da persone di 60 anni o più).

<sup>27</sup> Rapporto fra il reddito equivalente totale ricevuto dal 20% della popolazione con il più alto reddito e quello ricevuto dal 20% della popolazione con il più basso reddito.

<sup>28</sup> Tasso di variazione reale ad un anno del reddito familiare pro-capite per il totale della popolazione.

<sup>29</sup> Tasso di variazione reale ad un anno del reddito familiare pro-capite tra il 40% più povero.

giusto per esprimere un ordine di grandezza. Questo **calo è compensato dalla popolazione straniera che, invece, nel 2018 è aumentata** rispetto al 2017 di 42 mila unità (+2%) nei comuni selezionati. In percentuale, la popolazione straniera incide di più nei comuni urbani guardati nel loro complesso rispetto a quanto si registri in generale per l'intero territorio nazionale, ma con rilevanti differenze da un comune all'altro (**Grafico 1**). **La popolazione straniera infatti è maggiormente pesante nei comuni del Centro e Nord Italia** e in misura decisamente minore nel Sud e nelle Isole. La concentrazione maggiore di stranieri residenti in rapporto al totale della popolazione con quasi uno straniero su 5 si ha a Prato, Milano, Piacenza e Brescia. All'estremo opposto della classifica si trova invece Andria (1,9%), seguito da Carbonia, Taranto, Barletta e Potenza (dal 2,0% al 2,8%).

A livello nazionale prosegue il **calo delle nascite** in atto dal 2008 e nel 2018 si è registrato un nuovo minimo storico (439.747 nati) dall'Unità d'Italia, con una diminuzione di oltre 18 mila nascite rispetto al 2017 (pari ad una riduzione percentuale del 4%). Questo andamento decrescente è dovuto all'uscita dall'età riproduttiva delle generazioni del baby-boom e alla progressiva riduzione delle donne in età feconda come conseguenza del prolungato calo delle nascite osservate dalla metà degli anni Settanta. Il fenomeno si verifica in percentuale analoga **anche nel sottoinsieme dei 120 comuni**, nei quali complessivamente c'è stata una riduzione di 5.932 iscritti in anagrafe per nascita, sebbene non si possa generalizzare, visto che la riduzione percentuale superiore al 5% rispetto all'anno precedente riguarda solo una cinquantina di comuni con, tra l'altro, un'elevata variabilità da un comune all'altro. In testa figurano Asti, Isernia e Mantova con una riduzione di oltre il 15% delle nascite, ma non mancano i casi in cui, al contrario, c'è stato un aumento dei nati, come a Belluno, Fermo e Vibo Valentia, che presentano un incremento di almeno il 10% rispetto all'anno precedente, seguiti da una decina di altri comuni in cui l'aumento degli iscritti in anagrafe per nascita è pari o

superiore al 5% (fra questi, in ordine decrescente, Bolzano, Aosta, Piacenza e Busto Arsizio).

Fino al 2008 le **nascite** nel nostro Paese sono aumentate per il **contributo delle donne straniere**, che però si è **progressivamente ridotto** negli anni successivi a causa della riduzione dei flussi di donne straniere in entrata in Italia, del loro progressivo invecchiamento e dell'acquisizione della cittadinanza italiana. Nei 120 Comuni i nati stranieri nel 2018 (24.608, dato provvisorio) costituiscono il 18,2% del totale dei nati, una percentuale lievemente maggiore rispetto a quella relativa all'Italia nel suo complesso (14,9%). I **bambini stranieri nascono prevalentemente nei comuni del Nord-ovest e del Nord-est**, dove c'è una maggiore concentrazione di residenti stranieri. Prato e Piacenza sono i due comuni con la più alta percentuale di nascite di bambini stranieri (36,7%) sul totale dei nati nello stesso comune, seguiti in ordine decrescente da Brescia, Cremona, Imperia, Venezia, Novara e Lodi, tutte con almeno il 30% di nati stranieri. Le nascite di bambini stranieri sono invece **molto contenute nei comuni del Sud** e delle Isole. Il primato negativo è detenuto da Oristano (1,3%), Carbonia (1,7%) e Taranto (2,0%); Andria, Brindisi, Vibo Valentia, Barletta, Potenza, Trapani, Avellino, Salerno, Crotone, Quartu Sant'Elena e Benevento sono tutti comuni che non raggiungono neanche il 5% di nati stranieri sul totale dei nati.

Nel nostro Paese la riduzione delle nascite non permette di controbilanciare i decessi, pertanto il **saldo naturale** (differenza tra nati e morti) è **negativo**. Il **tasso di crescita naturale**<sup>30</sup> ammonta a -3,2 per mille e il quadro in generale non cambia molto nel sottoinsieme dei 120 Comuni (-3,6 per mille), dove il saldo naturale è negativo pressochè ovunque, tranne in rare eccezioni (Lamezia Terme, Andria, Crotone, Olbia, Guidonia Montecelio e Giugliano in Campania). Fra questi, solo negli ultimi tre comuni il tasso di crescita naturale è superiore a 1. I comuni con i **decrementi naturali** più accentuali sono Savona (-8,7), Ascoli Piceno e Genova (entrambi con -8,3), Ferrara (-8,1) e Gorizia (-8,0). Come accade in generale a livello nazionale, anche nei 120 comuni **selezionati il deficit delle nascite rispetto ai decessi**

<sup>30</sup> Il tasso di crescita naturale è dato dalla differenza tra il tasso di natalità (rapporto tra il numero dei nati vivi dell'anno e l'ammontare medio della popolazione residente, moltiplicato per 1.000) e il tasso di mortalità (rapporto tra il numero dei decessi nell'anno e l'ammontare medio della popolazione residente, moltiplicato per 1.000).

riguarda **solo la popolazione italiana** (-89.823 con un **tasso di crescita naturale** pari a -5,4 per mille), mentre **per quella straniera il saldo naturale è positivo** (+21.666) e il tasso di crescita naturale si attesta al 10,2 per mille. Ciò è dovuto alla bassissima mortalità grazie al profilo di età più giovane della popolazione straniera e alla maggiore natalità rispetto a quella italiana.

In Italia il sorpasso degli ultrasessantacinquenni sui minori fino a 14 anni di età si è verificato per la prima volta nel 1992. Oggi le proporzioni sono profondamente cambiate: con 173 persone di 65 anni e più ogni 100 giovani con meno di 15 anni l'Italia si contende, a livello mondiale, il record di invecchiamento con il Giappone e le dimensioni del fenomeno incidono pesantemente sul mercato del lavoro, sulla spesa pensionistica e su quella sanitaria. Dei comuni esaminati quasi un centinaio supera il valore medio nazionale, con inoltre un'elevata variabilità. L'indice di vecchiaia assume il valore più alto a Carbonia (293), Cagliari (283) e Ferrara (270) e quelli più bassi a Giugliano in Campania (70), Guidonia Montecelio (112) e Olbia (117) (**Grafico 1**).

All'invecchiamento della popolazione è legato l'aumento dei **decessi**, con un trend in crescita a partire dal 2012. Nel 2018 sono morte 203.715 persone residenti nei 120 comuni. In generale in questi comuni i decessi sono calati rispetto all'anno precedente di 6.349 unità perché nel 2017 c'è stato, come nel 2015, un picco di mortalità legato a condizioni climatiche avverse e alla virulenza di epidemie influenzali stagionali. Queste oscillazioni dei decessi osservate anche a livello nazionale dimostrano la necessità di interventi socio-sanitari in grado di proteggere le fasce più fragili della popolazione dalle condizioni di rischio congiunturali e ambientali. La **diminuzione del numero dei decessi rispetto al 2017**

**non è però generalizzata**: si rileva infatti in circa i tre quarti dei comuni, mentre nei restanti si rileva al **contrario un aumento dei decessi**, soprattutto in alcuni comuni del Nord-ovest (Novara, Cuneo, Varese, Sondrio e Busto Arsizio sono i cinque comuni con l'incremento maggiore di decessi rispetto al 2017).

Il **tasso di mortalità**<sup>31</sup> è pari a 10,5 per mille in tutta Italia e a 10,8 per mille nell'insieme dei 120 comuni, con ampie differenze legate alla struttura per età della popolazione: si passa dal minimo di Giugliano in Campania (5,9 per mille, seguito da Olbia, Crotone, Guidonia Montecelio, Andria e Barletta, tutti con un tasso inferiore all'8 per mille) al massimo di Savona (14,7 per mille) con, a poca distanza, Biella, Genova, La Spezia e Ferrara.

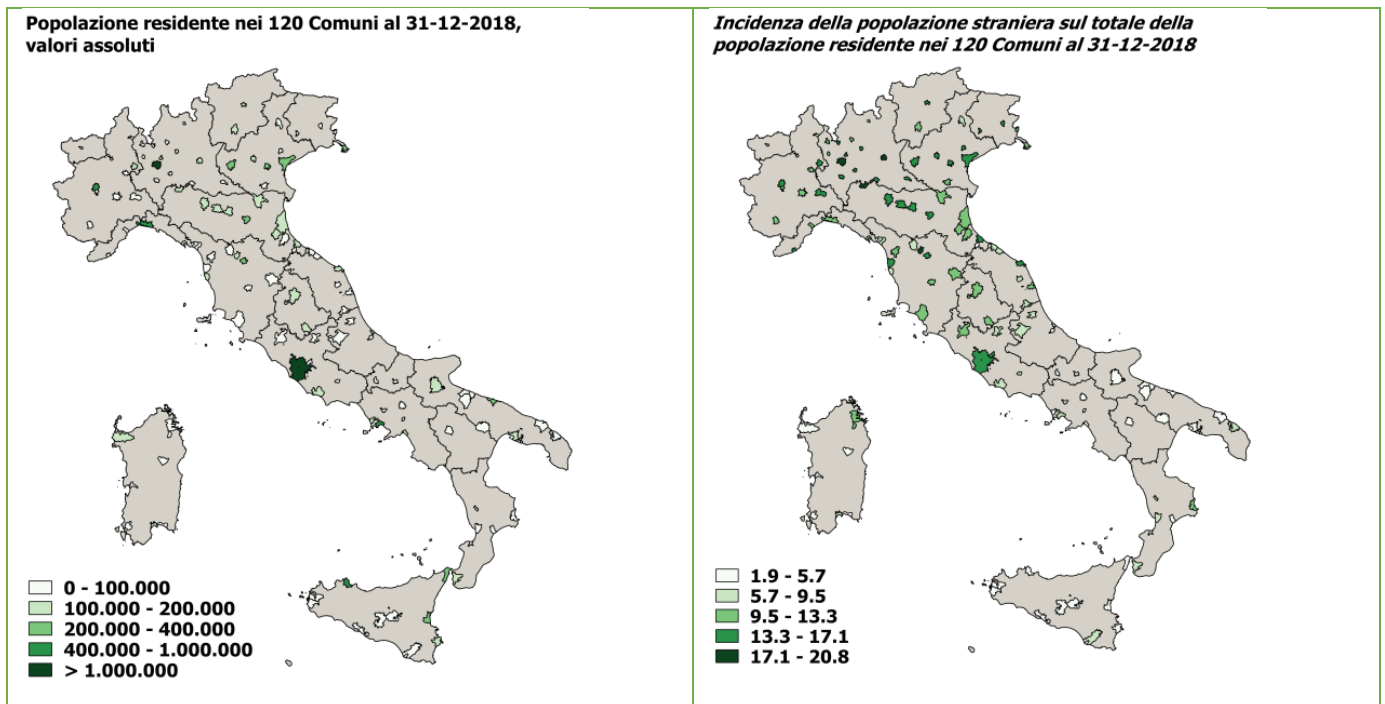
Per ragioni di sintesi, nell'economia del presente contributo, basta accennare che il saldo migratorio a livello nazionale, sebbene abbia subito una contrazione durante la crisi economica iniziata nel 2008, rimane positivo e quindi limita gli effetti del calo demografico dovuto al saldo naturale.

Il movimento migratorio interno nel 2018 è rimasto stabile rispetto all'anno precedente e ha riguardato lo spostamento delle persone soprattutto dalle regioni del Mezzogiorno verso quelle del Nord e del Centro. Nei comuni selezionati, il **tasso migratorio interno**<sup>32</sup> è negativo per la quasi totalità dei comuni del Sud e delle Isole, mentre per quelli del Centro e del Nord il quadro è più variegato: Pisa e Como, per esempio, rientrano nel gruppo dei 10 comuni con il tasso migratorio più intensamente negativo, con in testa Giuliano in Campania, Caltanissetta, Reggio Calabria, Crotone e Napoli. Pordenone, Lodi, Cesena, Sondrio, Pescara sono invece i primi cinque comuni col tasso migratorio interno più elevato.

<sup>31</sup> Cfr. nota 9.

<sup>32</sup> Differenza tra il numero degli iscritti per trasferimento di residenza da altro comune e il numero dei cancellati per trasferimento di residenza in altro comune.





**Grafico 1** - Popolazione residente in valori assoluti e incidenza percentuale della popolazione straniera nei 120 comuni al 31 dicembre 2018

Fonte: estrazione da tavole di dati pubblicate su “demografia in cifre” <http://demo.istat.it/>

## IL BENESSERE NELLE CITTÀ METROPOLITANE

A partire dal sistema di indicatori del Benessere equo e sostenibile nelle province e città metropolitane italiane è stata operata una selezione degli indicatori ritenuti più pertinenti per descrivere le condizioni che possono incidere sulla vulnerabilità al cambiamento climatico in ambiente urbano, con particolare riferimento ai domini i) Salute, ii) Istruzione e formazione, iii) Lavoro e conciliazione dei tempi di vita e iv) Benessere economico.

### Salute: speranza di vita alla nascita per sesso

Nelle 14 città metropolitane la **speranza di vita alla nascita**<sup>33</sup> nel 2017 rimane sostanzialmente stabile, così come si rileva per l'intero Paese, dove si attesta a 82,7 anni, nel quadro di un progressivo aumento che ha portato ad un guadagno medio di 2 anni rispetto al 2004. Permangono però nette differenze territoriali prevalentemente a favore del Centro e del Nord, con una

differenza di ben 3,3 anni fra Firenze (84,0) e Napoli (80,7), che si trovano, rispettivamente in cima e in fondo alla graduatoria per ordine decrescente di speranza di vita alla nascita nel 2017, mantenendo inalterate le posizioni che occupavano nella classifica del 2004. Sopra la media nazionale si collocano anche Milano (83,7), Cagliari e Bologna (entrambe con 83,5), Venezia con Bari (83,3) e Torino (82,9). Sul versante opposto, oltre a Napoli, le altre città metropolitane penalizzate in termini di speranza di vita alla nascita rispetto alla media nazionale sono, Messina (81,5), Palermo (81,6), Catania (81,8) e Reggio Calabria (82,2). Tra l'altro, considerando in generale le ripartizioni geografiche, il divario tra Nord e Mezzogiorno continua a crescere, con una distanza di 1,3 anni a favore del Nord, la più alta dal 2005.

Le donne hanno una speranza di vita maggiore rispetto agli uomini<sup>34</sup> (rispettivamente 84,9 e 80,6) ma questa differenza si sta accorciando nel corso degli ultimi anni (nel 2004 era di 5,7 anni) per un maggiore guadagno di anni di vita da parte degli uomini, anche se molto meno

<sup>33</sup> La speranza di vita esprime il numero medio di anni che un bambino che nasce in un certo anno di calendario può aspettarsi di vivere.

<sup>34</sup> Sebbene i dati non siano disponibili a livello provinciale, è bene comunque considerare che in generale, a livello nazionale, la maggiore longevità femminile è tuttavia accompagnata da condizioni di salute più precarie con limitazioni nello svolgimento delle attività quotidiane.

marcato nelle città metropolitane del Sud rispetto al resto del Paese. Gli uomini di Messina (la cui speranza di vita nel 2017 si attesta a 79,4 anni), Reggio Calabria (79,7) e Palermo (79,6) hanno potuto beneficiare di un aumento inferiore a 2 anni di speranza di vita dal 2004 al 2017, a fronte di un incremento superiore a 3 anni per gli uomini di Milano (81,7 anni si speranza di vita nel 2017), Roma (80,7) e Cagliari (81,3).

### Istruzione e formazione

I principali indicatori dell'istruzione e della formazione in Italia si mantengono significativamente inferiori a quelli della media europea anche se, in alcuni casi, il divario continua a ridursi, ma permangono ampie disuguaglianze territoriali a sfavore del Sud, dove la povertà educativa si somma a situazioni già di forte deprivazione. In generale, il panorama nazionale è inoltre caratterizzato da una leggera diminuzione della partecipazione al percorso formativo nell'ultimo decennio, a iniziare dalla scuola dell'infanzia, passando per l'abbandono scolastico precoce, per arrivare al problema dei giovani che non studiano e non lavorano.

**La partecipazione alla scuola dell'infanzia** si mantiene su livelli molto elevati (nell'a.s. 2016/2017 il 91,1% dei bambini di 4-5 anni ha frequentato la scuola dell'infanzia), ma varia sensibilmente a livello territoriale, senza tuttavia un gradiente netto, oscillando dal massimo di Venezia (95,4%) al minimo di Roma (84,4%). Nel gruppo delle città metropolitane con i tassi superiori alla media nazionale rientrano Bologna (94,2%), Firenze e Torino (entrambe con il 93,6%), Genova (93,4%), Cagliari (92%) e Napoli (91,7%). Sotto la media nazionale si trovano invece Palermo (86,7%), Messina (86,9%), Catania (87%), Reggio di Calabria (88,6%), Bari (89,8%) e Milano (90,3%). La partecipazione alla scuola dell'infanzia è diminuita nel corso dell'ultimo decennio in tutte le città metropolitane, soprattutto a Roma e Reggio Calabria con una riduzione intorno ai 10 punti percentuali, seguite da Messina e Catania (circa 8 punti in meno) e Milano (-6 punti). Il calo è decisamente più contenuto a Cagliari, Bologna e Venezia (rispettivamente -2,2, -2,4 e -2,8 punti percentuali) e a Palermo, Napoli e Torino (da -3 a -3,2 punti percentuali), mentre Bari,

Firenze e Genova sono in linea con la riduzione che si rileva in media in tutto il territorio nazionale (-4,5 punti percentuali).

Particolarmente critica rimane la quota molto elevata dei **giovani tra i 15 e i 29 anni che non lavorano e non frequentano alcun corso d'istruzione o formazione** (*Not in education, employment or training - Neet*) (24,1%), con una forte spaccatura fra le città metropolitane del Centro e Nord Italia da una parte e quelle del Mezzogiorno dall'altra. Il problema si concentra maggiormente, soprattutto in Sicilia, Campania e Calabria. Il record negativo è detenuto da Catania, Palermo e Napoli, dove circa il 40% dei giovani ricadono in questa condizione particolarmente sfavorevole e compromettente per le prospettive di vita future (**Grafico 2**), più del doppio di quanto accade nelle città metropolitane del Nord e del Centro.

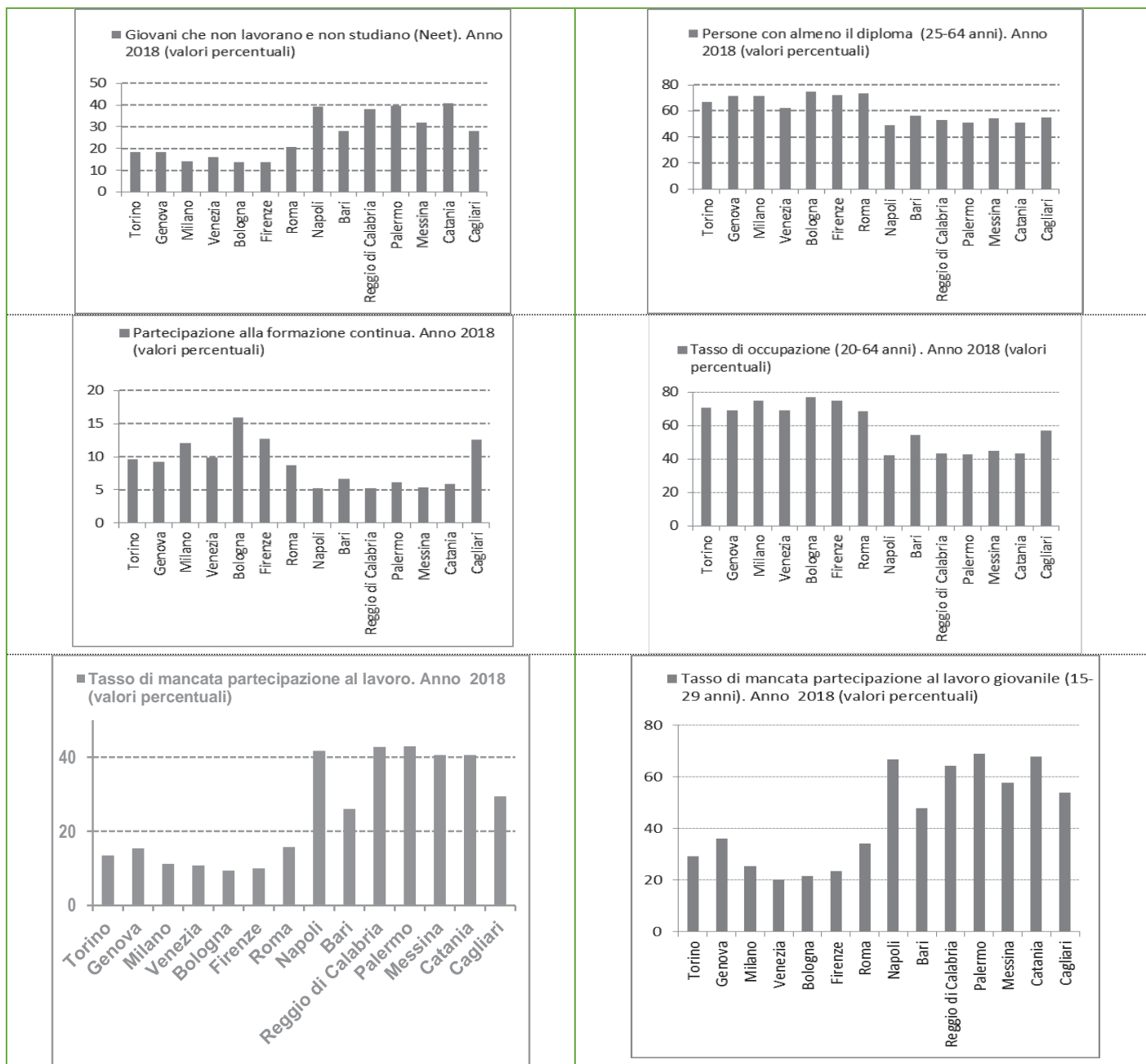
Un altro aspetto negativo riguarda il grande divario che separa il Sud dal Centro e dal Nord nei **punteggi medi sulle competenze alfabetiche e matematiche** degli studenti delle scuole superiori<sup>35</sup>. Nel 2018 ci sono 23 punti di differenza tra Milano (208,3) e Palermo (185,1) per le competenze alfabetiche. A poca distanza da Milano ci sono Bologna e Venezia (con poco più di 205) e poi Torino (204,5) e Genova (201,4). Tutte le altre città metropolitane si collocano sotto la media nazionale (198,5), e quelle del Mezzogiorno si concentrano nella coda della distribuzione: Cagliari (186,3) e Reggio di Calabria (186,4) precedono di poco Palermo; poco più su ci sono Messina, Napoli e Catania (intorno a 188), distaccate da Firenze (194), Bari (195) e Roma (197,2). I risultati divergono sensibilmente a favore dei ragazzi residenti nel Nord anche per le competenze matematiche, con 31 punti di differenza tra i due estremi della classifica. L'ordinamento delle città metropolitane è lo stesso delle competenze alfabetiche, a parte l'inversione tra Bologna e Milano, che slitta in seconda posizione, così come rimangono le stesse le città metropolitane con i punteggi superiori alla media nazionale.

In generale, comunque, migliora il livello di istruzione della popolazione con un aumento rispetto all'anno precedente per quanto riguarda il conseguimento del

<sup>35</sup> Punteggi ottenuti nelle prove di competenza alfabetica funzionale e nelle prove di competenza numerica degli studenti delle classi II della scuola secondaria di secondo grado (Fonte: Invalsi, Servizio nazionale valutazione).

diploma di scuola superiore e il completamento dell'istruzione terziaria. Nel 2017 in tutta Italia la quota di persone di 25-64 anni **con almeno il diploma superiore** è in aumento rispetto all'anno precedente

(rispettivamente 60,9% e 60,1%), anche se ciò non si verifica in tutte le città metropolitane: a Reggio Calabria, Messina, Venezia e Cagliari si rileva infatti una diminuzione rispetto al 2016.



**Grafico 2** - Alcune misure del benessere equo sostenibile nelle 14 città metropolitane

Fonte: estrazione dalle tavole di dati delle *Misure del Bes dei territori* - Edizione 2019 [https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilità/la-misurazione-del-benessere-\(bes\)/il-bes-dei-territori](https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilità/la-misurazione-del-benessere-(bes)/il-bes-dei-territori)

La percentuale di persone con almeno il diploma superiore resta significativamente più bassa della media europea (Ue28) pari al 77,5% (solo Spagna, Malta e

Portogallo presentano percentuali inferiori rispetto all'Italia) anche quando si guarda alle singole città metropolitane (**Grafico 2**). Quelle che si avvicinano di più

sono Bologna (74,9%), Roma (73,2%) e Firenze (72,4%) con quasi tre quarti di diplomati mentre le città metropolitane del Mezzogiorno si allontanano molto da questi valori, visto che appena la metà o poco più delle persone di 25-64 anni possiede almeno il diploma.

L'Italia sembra divisa in due anche per il **tasso di passaggio dalla scuola all'università** dei giovani diplomati (50,5% in media in Italia, stabile rispetto all'anno precedente), che è molto più alto nelle città metropolitane del Nord con Milano in testa (56,1%), in confronto a quelle del Mezzogiorno, dove le più sfavorite risultano Napoli e Catania (entrambe 42,2%). A Genova, Roma, Torino, Bologna e Firenze il tasso assume valori compresi tra 55,6% di Genova a 53,9% di Firenze, mentre a Palermo, Bari, Cagliari, Messina e Reggio Calabria meno di un giovane diplomato su due si iscrive all'università.

Di riflesso, le disuguaglianze territoriali riguardano anche la quota di persone di 30-34 anni **che conseguono una laurea o altro titolo di studio di livello terziario**. Per il completamento dell'istruzione terziaria l'Italia ha ampiamente raggiunto l'obiettivo nazionale previsto da Europa 2020 (il 26-27%) ma il valore rimane di molto inferiore alla media europea (39,9%) e tra i paesi Ue28 è superiore soltanto a quello della Romania. Bologna e Milano tuttavia superano abbondantemente non solo la media nazionale ma anche quella europea; Firenze è in linea con la quota di laureati rilevata nel complesso dei paesi Ue, seguita a breve distanza da Roma, Torino, Genova e Venezia con almeno il 30%. Ampiamente sfavorite e tutte con meno del 20% di laureati sono invece Palermo, Napoli, Catania, Reggio Calabria e Messina (quest'ultima con 17,5%, la percentuale più bassa delle 14 città metropolitane).

Lo svantaggio rispetto agli altri paesi Ue è invece più contenuto per quanto riguarda la formazione continua: nel 2017 l'Italia occupa il 18° posto con il 7,9% di adulti partecipanti alle attività di istruzione e formazione contro il 10,9% della media europea (Ue28). La **partecipazione alle attività di istruzione e formazione nelle ultime 4 settimane**, che è importante per incrementare le probabilità di trovare lavoro, è cresciuta nel 2014 rispetto agli anni precedenti e da allora oscilla senza rilevanti variazioni da un anno all'altro, ma si sono ampliate le differenze geografiche a sfavore del Sud. Nel 2018 nella città metropolitana di Bologna la percentuale di adulti che

hanno seguito attività formative (15,9%) è tre volte maggiore rispetto a quella di Reggio Calabria (5,2%) e di Napoli (5,3%), tanto per considerare gli estremi della classifica (**Grafico 2**). Inoltre, mentre a Bologna la partecipazione alla formazione continua è cresciuta di 2,6 punti percentuali rispetto all'anno precedente, a Reggio Calabria, al contrario, è diminuita di 1,6 punti percentuali).

### Lavoro e conciliazione dei tempi di vita

Nel 2018 il **tasso di occupazione italiano nella fascia di età con 20-64 anni** è salito al 63%, crescendo per il quinto anno consecutivo senza risentire pesantemente del rallentamento ciclico dell'economia e tornando ai livelli pre-crisi. Questo recupero è avvenuto con un ritardo di due anni rispetto alla media europea (Ue28), che rimane considerevolmente più elevata rispetto a quella nazionale: nel 2017 lo scarto è pari a 10 punti percentuali e l'Italia si colloca al penultimo posto della graduatoria, seguita solo dalla Grecia.

Nonostante il miglioramento del livello di partecipazione in tutto il Paese, nel Mezzogiorno le condizioni del mercato del lavoro rimangono più difficili. Per le città metropolitane del Sud e delle Isole tutti gli indicatori qui considerati sono peggiori rispetto alla media nazionale e, per contro, quelle del Centro e del Nord se ne discostano positivamente. Il tasso di occupazione di Napoli (42,6%), ultima nella graduatoria, è 34 punti percentuali più basso di quello di Bologna (77%), che è in testa alla classifica; stesso scarto c'è tra Palermo (42,9%) e Bologna (9,4%) per quanto riguarda la mancata partecipazione al lavoro, mentre per quest'ultimo indicatore riferito alla popolazione giovanile (15-29 anni) la penalizzazione è ancora maggiore (49 punti percentuali di differenza tra Palermo e Bologna). Bologna, Firenze e Milano sono sempre nelle prime quattro posizioni; Genova e Roma in quelle medie; Reggio di Calabria, Catania, Palermo e Messina nella coda della distribuzione.

Le asimmetrie strutturali del mercato del lavoro italiano sono particolarmente evidenti nella netta suddivisione che si rileva tra le città metropolitane del Nord e del Centro, dove la quota di **occupati 20-64enni** ha già raggiunto il target 2020 fissato al 67% e quelle del Mezzogiorno dove arriva al massimo al 57% a Cagliari e al 54,2% a Bari, per scendere di almeno altri 10 punti



percentuali nelle rimanenti città metropolitane (**Grafico 2**).

**Il tasso di occupazione giovanile (15-29 anni)**, che nel 2018 è pari a 30,8%, invece, ha continuato a diminuire dal 2008 fino al 2015. Dopo l'uscita dalla recessione è rimasto quasi stagnante, visto che ha ripreso leggermente ad aumentare dal 2016, restando comunque inferiore di circa 9 punti percentuali rispetto al 2007. Per tornare ai livelli pre-crisi del 2007 ci vorrebbero quindi ancora circa dieci anni proseguendo a questo ritmo. Così come l'Italia è fanalino di coda per la quota di laureati tra i giovani, lo è anche per l'occupazione giovanile, collocandosi tra l'altro addirittura sotto la Grecia. Le differenze territoriali all'interno del Paese continuano ad essere molto rilevanti, a svantaggio del Mezzogiorno: a Palermo, Catania, Napoli, Reggio di Calabria meno di un giovane su cinque è occupato, la metà di quanto invece accade a Venezia e a Bologna, le due città ai primi posti della graduatoria, seguite, a poca distanza da Milano (37,7%).

Il tasso di mancata partecipazione al lavoro è più esteso rispetto al tasso di disoccupazione perché include anche la popolazione inattiva potenzialmente disponibile a lavorare, in cui rientrano gli scoraggiati che non ricercano più attivamente un lavoro e coloro che rimangono in attesa degli esiti di passate azioni compiute per trovare un'occupazione. **La mancata partecipazione al lavoro**, espressione dunque della forza lavoro potenziale non assorbita dalla domanda, è cresciuta nel decennio dal 15,6% al 19,7% nel 2018 e, sebbene continui a calare leggermente dal 2015, presenta valori quasi doppi rispetto al tasso di disoccupazione, con differenze più consistenti rispetto al resto d'Europa (nel 2017 +9,2 punti percentuali rispetto alla media Ue28, uno scarto doppio rispetto a quello che si osserva per il tasso di disoccupazione). Le città metropolitane di Bologna, Firenze e Venezia sono allineate con la media europea e quelle di Milano, Torino, Genova e Roma la superano di poco. Sono le città metropolitane del Sud a distanziarsi enormemente da quanto avviene a livello internazionale: a Palermo, Reggio di Calabria, Napoli, Catania e Messina il tasso di mancata partecipazione al lavoro (che è compreso tra il 42,9% di Palermo al 40,6% di Messina)

è addirittura quattro volte tanto la media europea ed il doppio di quella nazionale.

Le differenze geografiche sono ancora più accentuate per la **mancata partecipazione dei giovani al lavoro**: a Milano, Firenze, Bologna e Venezia al massimo un giovane su quattro è escluso dal mercato del lavoro e a Torino, Roma e Genova grosso modo uno su tre. A Bari e Cagliari i giovani che non lavorano salgono a circa la metà e arrivano ad essere almeno sei su dieci nelle altre città metropolitane del Sud.

L'indicatore relativo alle **giornate retribuite nell'anno** esprime il livello effettivo di partecipazione all'occupazione per i lavoratori dipendenti ed è dato dal rapporto tra la percentuale delle giornate di lavoro effettivamente retribuite nell'anno a ciascun dipendente e il massimo teorico di giornate annue di un dipendente occupato a tempo pieno. Nel 2018 la media nazionale è pari al 77,9% e ha subito delle lievi oscillazioni negli anni precedenti. Le giornate retribuite sono maggiori nelle città metropolitane del Nord, con in cima Milano, Bologna, Torino (82%) e sono inferiori in quelle del Mezzogiorno con valori compresi tra il 71% e il 74%, a parte Messina dove si attesta al 66,2%.

### Benessere economico

Il **reddito medio disponibile pro capite**<sup>36</sup> costituisce una stima delle risorse a disposizione delle famiglie, derivanti dal complesso dei redditi di lavoro (che rappresentano il capitolo più significativo) e da capitale, dei proventi delle attività di autconsumo e dei trasferimenti netti ottenuti dalle famiglie. Nel 2016 il **reddito medio disponibile pro capite** è stimato pari a circa 18.200 euro ed è cresciuto tra il 2014 e il 2016 del 3,6% (circa 600 euro in più per residente, in valori correnti), più nel Mezzogiorno che nelle altre ripartizioni geografiche. Ciononostante, le differenze territoriali restano ampie come conseguenza delle diverse caratteristiche del mercato del lavoro, delle condizioni socio-economiche della popolazione e dei territori e dell'azione redistributiva dello Stato e degli Enti Locali. Il reddito medio disponibile pro capite è più elevato al Nord (21.300 euro circa) e al Centro (19.000 euro circa) in confronto al Mezzogiorno (13.500 euro). Divergenze

<sup>36</sup> Rapporto tra il totale del reddito disponibile delle famiglie consumatrici e il numero totale di persone residenti (in euro correnti). Fonte: Istituto Tagliacarne, Stime provinciali degli aggregati macroeconomici.

analoghe si ripresentano anche quando si confrontano le città metropolitane: Il reddito medio disponibile pro capite di Milano (26.700 euro) o di Bologna (25.400 euro) è circa il doppio di quello di Catania o di Reggio Calabria (entrambi stimati pari a circa 12.600 euro). Nelle rimanenti città metropolitane del Nord il reddito medio disponibile è superiore a quello medio nazionale, mentre nelle città metropolitane del Mezzogiorno arriva al massimo a 16.700 euro di Cagliari. Differenze di analogo ordine di grandezza si riscontrano anche per quanto riguarda la **retribuzione media annua dei lavoratori dipendenti**<sup>37</sup>.

La situazione delle famiglie italiane in termini di attività reali e finanziarie è migliorata, dopo un triennio di risultati negativi, confermando una rilevante specificità del nostro Paese nel panorama europeo: la ricchezza netta, alla fine del 2017, è risultata pari a 8 volte il loro reddito disponibile, un rapporto più elevato di quello osservato nei principali paesi europei (ISTAT, *Rapporto annuale 2019*). La stima del patrimonio pro capite<sup>38</sup>, che comprende le attività reali (fabbricati, terreni) e finanziarie, nel 2016 in Italia ammonta a 153.300 e al Nord è circa il doppio (201.600 euro circa) di quella del Mezzogiorno (circa 100 mila euro pro capite in media) con marcate differenze territoriali: i residenti della città metropolitana di Milano possono contare su un patrimonio pro capite triplo rispetto a quello dei residenti di Reggio di Calabria, di Catania e di Napoli. Milano

distacca nettamente anche le altre città metropolitane del Nord e del Centro, che comunque superano tutte la media nazionale, al contrario delle città metropolitane del Mezzogiorno che invece si collocano tutte al di sotto.

## LE STATISTICHE SPERIMENTALI CON LIVELLO DI DETTAGLIO COMUNALE

"*A misura di Comune*" è un sistema informativo statistico multi-fonte nel quale vengono valorizzate fonti di carattere sperimentale accanto ad altre più consolidate per fornire un articolato set di indicatori utili per i compiti di pianificazione, programmazione e gestione degli Enti Locali<sup>39</sup>.

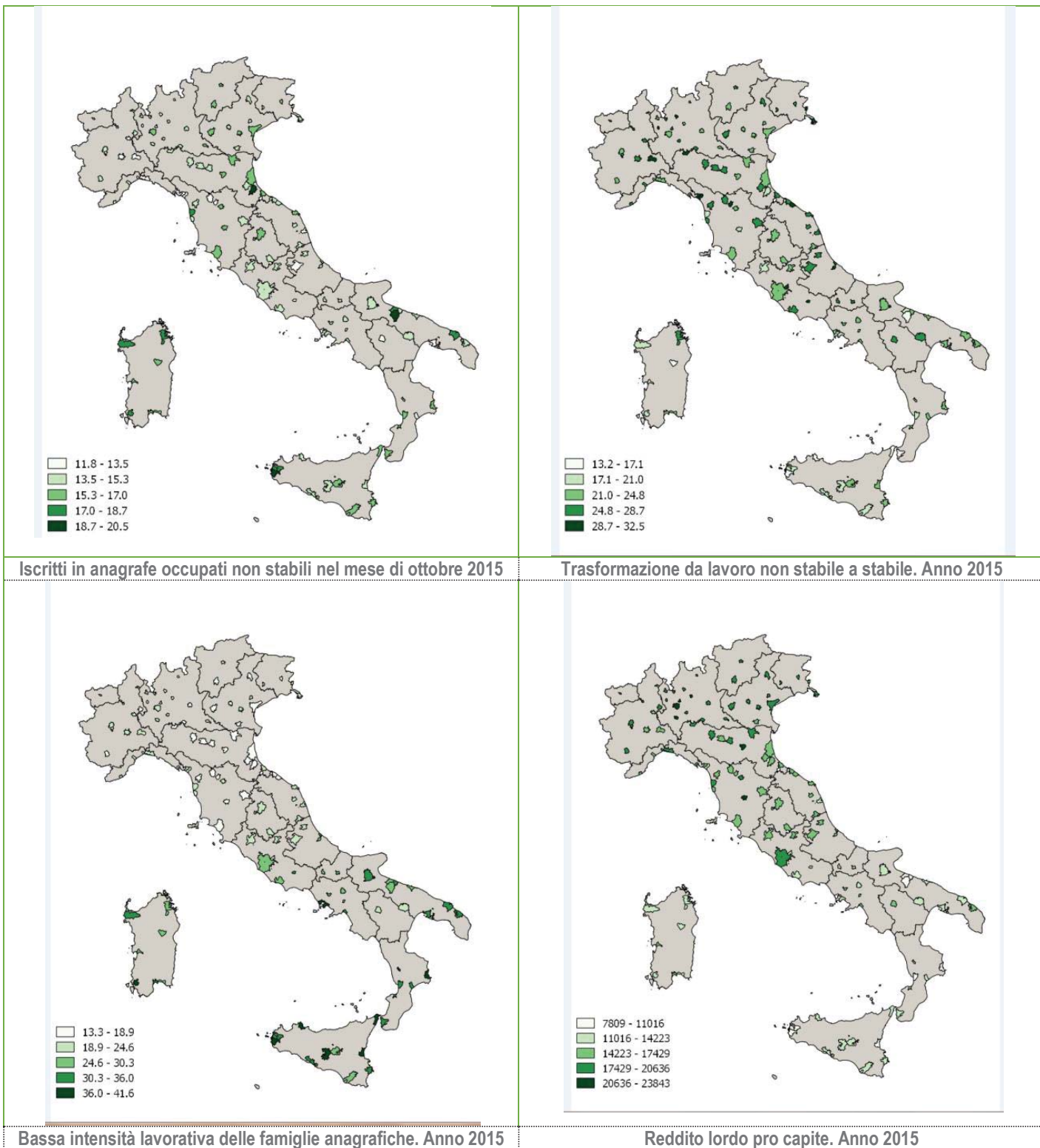
Tramite questo sistema è possibile integrare il quadro delineato finora per le città metropolitane con gli indicatori sulle condizioni socio-economiche nei 120 comuni. Con riferimento al sottinsieme di indicatori considerati<sup>40</sup>, molto sinteticamente, si rileva che i comuni del Mezzogiorno si confermano più svantaggiati per il minore benessere economico e per la più bassa partecipazione al mercato del lavoro, anche se per quanto riguarda la precarietà lavorativa e la possibilità di convertire il lavoro da non stabile a stabile l'articolazione dei profili territoriali non è sovrapponibile al tradizionale gradiente nord-sud (**Grafico 3**). Per la consultazione di ulteriori indicatori, si rimanda al sito.

<sup>37</sup> Rapporto tra la retribuzione totale annua (al lordo Irpef) dei lavoratori dipendenti del settore privato non agricolo assicurati presso l'Inps e il numero dei lavoratori dipendenti (in euro). Elaborazioni ISTAT su dati Inps - Osservatorio sui lavoratori dipendenti.

<sup>38</sup> Rapporto tra l'ammontare totale del patrimonio delle famiglie, in migliaia di euro correnti, e la popolazione residente. Il patrimonio comprende le attività reali (fabbricati, terreni) e finanziarie (depositi bancari e postali, titoli e fondi comuni di investimento, azioni e partecipazioni, riserve tecniche varie). Stime dell'Istituto Tagliacarne; dati in termini nominali.

<sup>39</sup> "*A misura di Comune*" rientra tra le finalità del Protocollo d'intesa tra ISTAT, Associazione Nazionale dei Comuni Italiani (ANCI) e Unione delle Province italiane (UPI), che prevede, tra l'altro, "lo sviluppo di basi di dati e di sistemi informativi integrati e tra loro armonizzati, di elevato dettaglio territoriale"

<sup>40</sup> Fra tutti gli indicatori disponibili sono stati selezionati quelli attinenti ai domini del benessere considerati nel paragrafo precedente per le città metropolitane e sono stati scartati quelli che avevano dei dati mancanti per qualcuno di 120 comuni. Di conseguenza la rosa di indicatori esaminati è composta da: Iscritti in anagrafe di 20-64 anni occupati nel mese di ottobre; Iscritti in anagrafe occupati non stabili nel mese di ottobre; Trasformazioni da lavoro non stabile a stabile; Reddito lordo pro-capite; Famiglie anagrafiche monoreddito con bambini di età inferiore a 6 anni; Bassa intensità lavorativa delle famiglie anagrafiche; Divari nel reddito al lordo delle imposte; Famiglie anagrafiche con reddito lordo equivalente inferiore all'importo dell'assegno sociale; Contribuenti IRPEF con reddito complessivo inferiore a 10.000 euro.



**Grafico 3** - Alcuni indicatori sulle condizioni sociali ed economiche nei 120 comuni

Fonte: estrazione dati dal sistema "a misura di comune" <http://amisuradicomune.istat.it/aMisuraDiComune/>

## BIBLIOGRAFIA

ISTAT, 2017. *Forme, livelli e dinamiche dell'urbanizzazione in Italia*, Roma: ISTAT.

<https://www.istat.it/it/archivio/199520>.

ISTAT, 2018. *Rapporto Bes 2018. Il benessere equo e sostenibile in Italia*, Roma: ISTAT.

<https://www.istat.it/it/archivio/224669>.

ISTAT, 2019 a. *Rapporto annuale 2019. La situazione del Paese*, Roma: ISTAT.

<https://www.istat.it/it/archivio/230897>.

ISTAT, 2019 b. *Rapporto SDGs. Informazioni statistiche per l'Agenda 2030 in Italia*, Roma: ISTAT.

<https://www.istat.it/it/archivio/229565>.

ISTAT, 2019 c. *Le differenze territoriali di benessere - Una lettura a livello provinciale*, Roma: ISTAT.

<https://www.istat.it/it/archivio/233243>.

## SITOGRAFIA

*Gli indicatori dell'ISTAT per gli obiettivi di sviluppo sostenibile*

<https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/obiettivi-di-sviluppo-sostenibile/gli-indicatori-istat>

Tavole di dati estratti da *Demografia in cifre*  
<http://demo.istat.it/>

[Tavole di dati](#) delle *Misure del Bes dei territori - Edizione 2019* [https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-\(bes\)/il-bes-dei-territori](https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-(bes)/il-bes-dei-territori)

Tavole di dati ricavati dalle statistiche sperimentali *A misura di comune*

<http://amisuradicomune.istat.it/aMisuraDiComune/>



# GLI INDICATORI DI IMPATTO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLE AREE URBANE

F. Giordano<sup>1</sup>, G. Antolini<sup>2</sup>, D. Berti<sup>1</sup>, A. Boccardi<sup>3</sup>, V. Bonati<sup>4</sup>, A. Cingolani<sup>5</sup>, O. Cazzuli<sup>6</sup>, F. Crosato<sup>1</sup>, F. Flapp<sup>7</sup>, I. Leoni<sup>1</sup>, M. Lucarini<sup>1</sup>, U. Morra di Cella<sup>8</sup>, A. Motroni<sup>9</sup>, M. Nicoletta<sup>10</sup>, L. Onorato<sup>4</sup>, M. Pantaleoni<sup>1</sup>, R. Pelosini<sup>10</sup>, A. Salmeri<sup>1</sup>, S. Viti<sup>1</sup>, M. Zanetti<sup>6</sup>

<sup>1</sup>ISPRA, <sup>2</sup>ARPAe Emilia-Romagna, <sup>3</sup>Infrastrutture Lombarde SpA, <sup>4</sup>ARPA Liguria, <sup>5</sup>ARPA Umbria, <sup>6</sup>ARPA Lombardia, <sup>7</sup>ARPA Friuli-Venezia Giulia, <sup>8</sup>ARPA Valle d'Aosta, <sup>9</sup>ARPA Sardegna, <sup>10</sup>ARPA Piemonte

Gli insediamenti urbani sono al contempo causa e sistemi molto sensibili al cambiamento climatico e ai suoi impatti: in essi si concentrano, infatti, le principali fonti delle emissioni climalteranti ma le città rappresentano anche i luoghi dove la concentrazione di popolazione e attività economiche amplifica gli effetti dei cambiamenti climatici.

Le città si trovano oggi a dover affrontare eventi climatici sempre più estremi in termini di durata, intensità e frequenza con conseguenze su: i) salute dei cittadini, con l'aumento dell'effetto "isola di calore urbano" e del rischio di mortalità e morbilità associata alle ondate di calore, ii) domanda energetica per il raffrescamento degli ambienti, iii) gestione della fornitura elettrica, iv) approvvigionamento idropotabile nelle stagioni siccitose, v) funzionamento delle infrastrutture urbane, vi) qualità della vita, con particolare riferimento alle fasce svantaggiate della popolazione, vii) rischi associati ai fenomeni di dissesto idrogeologico, agli incendi e agli allagamenti nelle aree costiere.

Con il crescente manifestarsi di tali problematiche di natura ambientale, e considerando le ricadute sociali ed economiche, è oggi sempre più urgente mettere a punto metodi e strumenti che consentano di misurare gli effetti che il riscaldamento globale sta producendo e produrrà negli ambienti urbani. Aumentare la conoscenza dei fenomeni, infatti, rappresenta un passo indispensabile al fine di ottimizzare la diagnosi precoce e approntare opportune e tempestive misure di adattamento ai cambiamenti del clima.

## L'ATTIVITÀ IN CORSO DEL SISTEMA NAZIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

Nel 2015 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ha adottato la Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti climatici (SNAC) come primo passo finalizzato a elaborare un quadro nazionale sulle problematiche legate ai cambiamenti climatici in corso e definire le azioni e le politiche di adattamento necessarie per fronteggiarle (MATTM, 2015).

Più recentemente il MATTM ha avviato il percorso di realizzazione del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC), quale strumento di indirizzo e supporto alle istituzioni nazionali, regionali e locali ai fini dell'integrazione dell'adattamento negli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale. Già nel 2015 la SNAC menzionava il Sistema delle Agenzie ipotizzando che esso "[...] potrebbe essere investito per norma della valutazione integrata di indicatori per la stima degli impatti e per la misura dell'efficacia delle misure di adattamento". Tale orientamento trova una conferma operativa anche nel documento sottoposto a consultazione del PNACC (MATTM, 2017) in cui il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) viene identificato come il possibile responsabile della "definizione e popolamento di set di indicatori di impatto dei cambiamenti climatici, afferenti a tutti i sistemi ambientali ed ai settori socio-economici previsti dal PNACC".

In quest'ottica l'SNPA nel 2016 ha istituito un Gruppo di Lavoro su "Impatti, vulnerabilità e adattamento ai

*cambiamenti climatici*<sup>41</sup> incaricato di definire un set di indicatori di impatto dei cambiamenti climatici a livello nazionale<sup>42</sup>, con l'obiettivo di migliorare il quadro quantitativo e colmare i gap conoscitivi sugli impatti dei cambiamenti climatici in corso nel nostro paese, supportare i processi decisionali, aumentare la consapevolezza dei cittadini sui possibili rischi e, infine, contribuire a stabilire uno scenario di riferimento rispetto al quale poter monitorare l'efficacia delle azioni di adattamento. Ad oggi in Italia non esiste, infatti, un sistema di indicatori omogeneo e standardizzato che consenta una rappresentazione evolutiva nel tempo dei principali effetti dei cambiamenti climatici sulle risorse ambientali e sui settori socio-economici (MATTM, 2017). A partire dagli esiti della SNAC, che ha fornito un'approfondita analisi di tipo qualitativo degli impatti in

corso per il territorio nazionale sui sistemi ambientali e sui settori socio-economici più sensibili ai cambiamenti climatici<sup>43</sup>, e in linea con analoghe esperienze in corso a livello internazionale, è stato definito un portfolio di circa 150 "potenziali indicatori di impatto dei cambiamenti climatici", di cui 32 considerati di interesse per l'ambiente urbano (**Tabella 1**).

In particolare, essi comprendono sia indicatori di impatti fisici che possono costituire una sorgente di pericolo per la città (ad es. innalzamento del livello del mare) che indicatori riferiti ad impatti indiretti di tipo sociale ed economico (ad es. costi relativi all'interruzione di servizi di pubblica utilità). Va tenuto inoltre presente che tale set di indicatori non va inteso come elenco completo e definitivo ma in continua evoluzione che si consoliderà nella successiva fase operativa di implementazione.

**Tabella 1** - Indicatori potenziali di impatto dei cambiamenti climatici di interesse per le aree urbane - anno 2018  
 Fonte: SNPA

SETTORE	CATEGORIA DI IMPATTO	INDICATORE
Risorse idriche	Modifica/diminuzione disponibilità idriche/Modifiche del ciclo idrologico	Siccità fluviali
	Riduzione della disponibilità delle risorse idropotabili	Consumo di acqua potabile
Dissesto idrogeologico	Modifica della frequenza/distribuzione spaziale degli eventi franosi	Numero di eventi franosi per anno
	Aumento del rischio idraulico	Numero di esondazioni/Numero di eventi alluvionali
		Numero di allagamenti urbani
	Aumento dei danni legati al rischio idrogeologico	Danni a beni pubblici e privati
Ambiente naturale	Modifiche del ciclo vitale (fenologia), della composizione delle comunità ecologiche e della distribuzione geografica delle specie; aumento di specie aliene/invasive	Stagione pollinica dell' <i>Ambrosia artemisifolia</i>
		Diffusione di specie vegetali aliene/invasive termofile
		Diffusione di specie animali aliene/invasive termofile

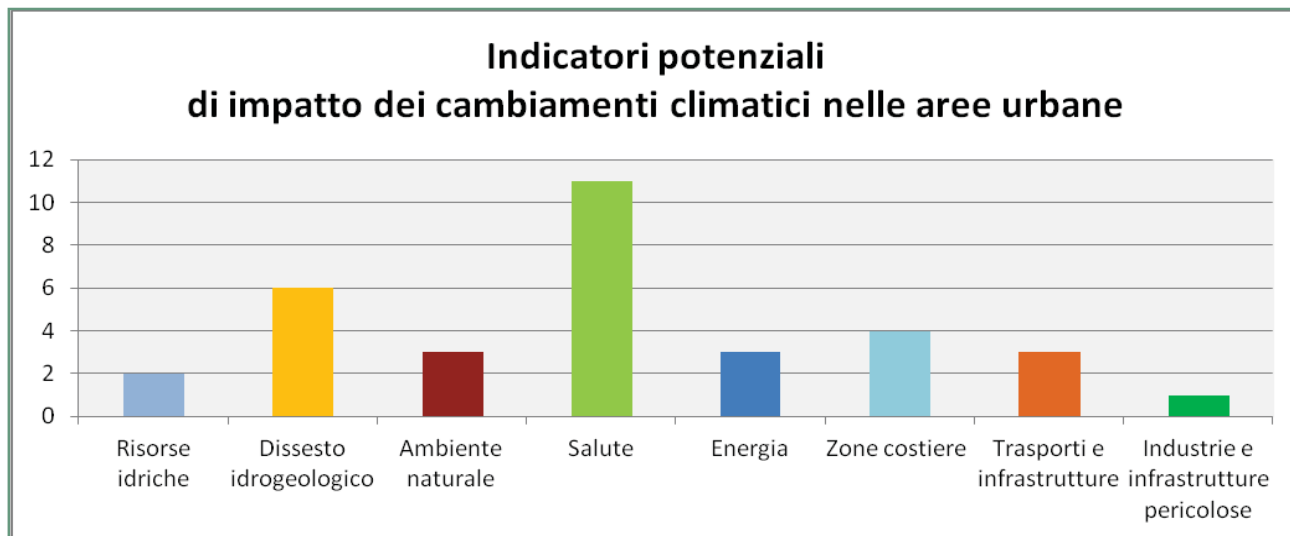
<sup>41</sup> Nella prima fase della programmazione (2016-2017) il Gruppo di lavoro, coordinato da ISPRA, ha coinvolto le seguenti Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente: ARPA Valle d'Aosta, ARPA Piemonte, ARPA Liguria, ARPA Friuli-Venezia Giulia, ARPA Veneto, ARP Ae Emilia-Romagna, ARPA Toscana, ARPA Sardegna, ARPA Campania (Osservatore).

<sup>42</sup> A differenza degli "indicatori climatici", finalizzati a descrivere il clima e i suoi cambiamenti nel corso del tempo, gli "indicatori di impatto dei cambiamenti climatici" hanno l'obiettivo di descrivere le conseguenze che le variazioni climatiche producono sulle funzioni ecologiche, sociali ed economiche nonché sulla salute umana ed animale (EEA, 2012).

<sup>43</sup> Sistemi ambientali e settori socio-economici sensibili ai cambiamenti climatici in Italia: risorse idriche; desertificazione, degrado del territorio e siccità; dissesto idrogeologico; biodiversità ed ecosistemi (terrestri, marini, acque di transizione); salute; foreste; agricoltura e produzione alimentare; pesca marittima; acquacoltura; energia; aree costiere; turismo; insediamenti urbani; patrimonio culturale; trasporti; industrie e infrastrutture pericolose; area alpina e appenninica; distretto idrografico padano (MATTM, 2015).

Salute e benessere	Incremento della morbilità in relazione alle ondate di calore	Ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a ondate di calore
		Costi dei ricoveri per patologia attribuibili a ondate di calore
	Incremento della mortalità in relazione alle ondate di calore	Mortalità per esposizione a ondate di calore
		Aumento dell'incidenza di allergopatie polliniche in relazione alle variazioni di quantità e distribuzione temporale dei pollini allergenici
	Variazione della quantità e della distribuzione temporale dei pollini allergenici	
	Incremento della prevalenza delle allergopatie polliniche	Accesso alle strutture sanitarie (ricoveri/accessi al Pronto Soccorso/ambulatori) per riacutizzazione sintomatologia asmatico-allergica
		Aumento dell'incidenza di malattie infettive da vettore
	Numero di specie vettori	
	Numero di generazioni del vettore	
Aumento dei rischi per la salute dovuti al dissesto idrogeologico	Numero di morti/feriti a seguito di eventi franosi e alluvionali	
Aumento dei rischi per la salute associati alle mareggiate	Numero di morti/feriti a seguito di mareggiate	
Energia	Modifica dei consumi energetici	Punta oraria di fabbisogno energia elettrica nei mesi estivi
		Consumi elettrici nei mesi estivi e invernali
	Variabilità della fornitura energetica	Interruzioni/indisponibilità di fornitura elettrica dovuta a cause meteorologiche
Zone costiere	Variazione del livello del mare	Innalzamento del livello del mare
	Variazione del livello del mare/ingressione marina	Erosione costiera
	Variazione del clima ondoso/frequenza mareggiate	Aumento delle superfici inondate nelle città costiere
Danni a beni pubblici e privati dovuti a eventi estremi/mareggiate		
Trasporti e infrastrutture	Aumento dei danni alle infrastrutture e dei disservizi a causa di un evento meteorologico estremo/mareggiate o di una conseguenza (frane/alluvioni)	Chiusura di una infrastruttura al traffico
		Danni alle infrastrutture urbane
		Danni alle infrastrutture costiere
Industrie e infrastrutture pericolose	Incremento danni a componenti ambientali e salute umana a seguito di incidenti dovuti ad eventi meteorologici estremi	Magnitudo (entità) dei danni a componenti ambientali e salute umana a seguito di incidenti dovuti ad eventi meteorologici estremi in uno stabilimento industriale o in una infrastruttura con coinvolgimento di sostanze pericolose





**Grafico 1** - Numero di indicatori e distribuzione per settore della SNAC degli indicatori potenziali di impatto dei cambiamenti climatici di interesse per le aree urbane - anno 2018  
 Fonte: SNPA

Dal **Grafico 1**, che illustra la distribuzione per settore della SNAC degli indicatori descritti in **Tabella 1**, si evince come, nell'attuale fase di avanzamento del lavoro, gli impatti dei cambiamenti climatici possano essere letti, a livello urbano, soprattutto attraverso indicatori afferenti ai settori "salute" e "dissesto idrogeologico".

Con l'obiettivo di selezionare gli indicatori prioritari di impatto dei cambiamenti climatici, ivi inclusi quelli di interesse per le aree urbane, sono state identificate le due seguenti categorie di criteri (**Tabella 2**):

- i. criteri per l'identificazione degli impatti chiave, ossia degli impatti dei cambiamenti climatici che possiedono caratteristiche tali da richiedere un'attenzione prioritaria per un efficace monitoraggio, valutazione e supporto alle politiche di adattamento ai cambiamenti climatici;
- ii. criteri per l'identificazione degli indicatori prioritari, ossia degli indicatori che possiedono caratteristiche tali da dover essere utilizzati primariamente rispetto ad altri ai fini di un'attività di reporting sugli impatti dei cambiamenti climatici.

**Tabella 2** - Criteri per la prioritizzazione degli impatti e degli indicatori - anno 2018

Fonte: SNPA

Criteri per la prioritizzazione degli impatti e degli indicatori	
Criteri per l'identificazione degli impatti chiave	Relazione causa-effetto: intende verificare quanto sia nota e scientificamente documentata la relazione causa-effetto tra cambiamento climatico e suo (eventuale) effetto, tenendo presente che molti fenomeni vengono determinati da diversi fattori, anche di natura non climatica, concatenati fra loro.
	Intensità dell'impatto: mira a valutare in termini di numero di persone colpite, numero di specie a rischio, danno economico, ecc. l'intensità dell'impatto, considerando che più rilevante sarà l'intensità dell'impatto, maggiore sarà l'urgenza con cui esso dovrà essere trattato.
	Orizzonte temporale: intende distinguere gli impatti che sono già in corso o che si manifesteranno nel breve termine, da quelli che potrebbero accadere in un lasso di tempo più lungo, consentendo in questo caso di costruire nel tempo una opportuna capacità di adattamento.

Criteri per la selezione degli indicatori prioritari	Tasso di accadimento: è finalizzato a differenziare gli impatti improvvisi da quelli destinati a manifestarsi gradualmente, poiché nel caso dei primi sarà più limitata la capacità sia dei sistemi umani che di quelli naturali di adeguarsi.
	Persistenza/reversibilità: mira a distinguere un impatto persistente e, soprattutto, potenzialmente irreversibile che richiederà quindi un'attenzione prioritaria, rispetto ad un impatto transitorio e reversibile, poiché potrà progredire nel tempo o solo a seguito di opportune misure di adattamento.
	Probabilità: sulla base degli output dei modelli in grado di prevedere il manifestarsi di determinati fenomeni, il criterio è finalizzato a distinguere gli impatti che hanno maggiore probabilità di accadimento da quelli meno probabili.
	Valore delle risorse potenzialmente a rischio: intende stimare il valore delle risorse potenzialmente a rischio come elemento da considerare per l'attribuzione delle priorità (ad es. habitat unico in cui vivono specie endemiche, rare o minacciate; risorse dalle quali dipende la sopravvivenza di molte persone, ecc.).
	Disponibilità dei dati: condizione indispensabile per un indicatore di impatto dei cambiamenti climatici è che esso possa essere popolato sulla base di una serie storica adeguatamente lunga rispetto al fenomeno che intende rappresentare. Anche a livello spaziale viene richiesta una disponibilità di dati sufficiente alla rappresentazione del fenomeno e a supportare politiche nazionali e regionali.
	Sensibilità: l'indicatore dovrà essere in grado di distinguere differenze significative nelle condizioni del fenomeno da misurare e nei suoi cambiamenti.
	Tempestività: l'indicatore dovrà essere in grado di evidenziare cambiamenti nei sistemi in un lasso di tempo adeguato per i decisori politici e permettere loro di assumere le decisioni più opportune.
	Aggiornamento dei dati: l'indicatore dovrà essere aggiornato con una frequenza adeguata all'osservazione di uno specifico fenomeno.
	Affidabilità della metodologia: l'indicatore deve essere realizzato secondo una metodologia scientificamente solida, chiara e replicabile.
	Utilizzo nel contesto europeo: il criterio si basa sul confronto dell'indicatore rispetto a quelli utilizzati a livello europeo, con particolare riferimento ai paesi che sono potenzialmente affetti da problematiche simili e presentano vulnerabilità comparabili.
	Target/rilevanza per i decisori politici: la capacità dell'indicatore di valutare il conseguimento di specifici obiettivi e di verificare il raggiungimento di un target rappresenta un elemento fondamentale nella selezione dell'indicatore, sebbene in materia di adattamento ai cambiamenti climatici non sia ancora condiviso l'uso di veri e propri target quantitativi.
	Costi: il criterio mira a valutare i costi di realizzazione e aggiornamento dell'indicatore che dovranno essere sostenibili nel tempo.

Nella seconda fase della programmazione (2019-2020), il Sottogruppo Operativo V/03-02 denominato “Indicatori di impatto dei cambiamenti climatici”<sup>44</sup> sta proseguendo l'attività condotta dal GdL precedente ponendosi come obiettivo finale quello di mettere a sistema gli indicatori di

impatto già esistenti all'interno del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e di sviluppare quelli considerati prioritari.

Allo stato attuale dell'attività pochi indicatori risultano popolabili nel breve-termine e, tra quelli già disponibili,

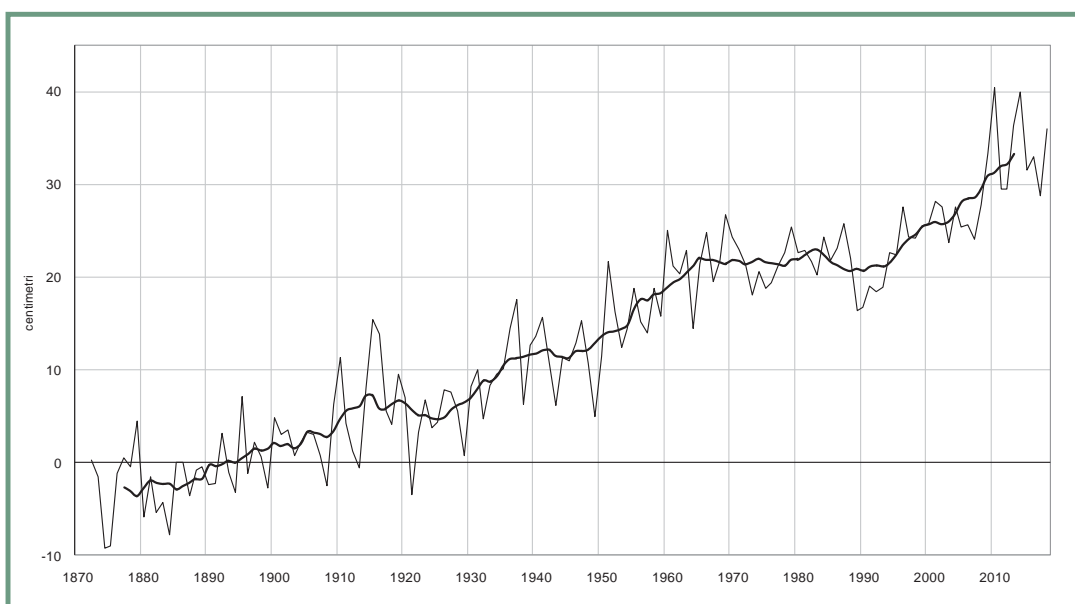
<sup>44</sup> Il Sottogruppo Operativo V/03-02 “Indicatori di impatto dei cambiamenti climatici” opera all'interno del GdL “Indicatori ambientali” del Tavolo Istruttorio del Consiglio “Sinanet, reportistica, comunicazione, formazione, educazione ambientale”. Il gruppo, coordinato da Ispra, è costituito da: ARPA Calabria, ARP Ae Emilia-Romagna, ARPA Friuli-Venezia Giulia, ARPA Lazio, ARPA Liguria, ARPA Piemonte, ARPA Puglia, ARPA Sardegna, ARPA Umbria, ARPA Valle d'Aosta e Appa Bolzano come osservatore.

ne vengono riportati alcuni di seguito, a titolo di esempio, elaborati in diverse città: innalzamento del livello medio del mare a Venezia (zone costiere), dissesti geologico-idraulici a Genova (dissesto idrogeologico), consumi di energia da teleriscaldamento a Milano (energia) e incremento della mortalità e della morbilità in relazione alle ondate di caldo a Torino (salute).

### ZONE COSTIERE: INNALZAMENTO DEL LIVELLO MEDIO DEL MARE A VENEZIA

L'“innalzamento del livello medio del mare a Venezia” è un indicatore di elevato interesse per l'osservazione dei fenomeni associati ai cambiamenti climatici nelle città costiere, poiché esso rappresenta una sorgente di

pericolo per edifici, beni storico-culturali, infrastrutture, persone e sistemi naturali presenti nell'area urbana. L'indicatore ha quindi come obiettivo quello di misurare le variazioni di medio/lungo periodo (1872-2018) del livello medio marino a Venezia, dovute all'effetto combinato dei fenomeni dell'eustatismo (innalzamento del livello medio del mare dovuto ai fenomeni di riscaldamento globale del pianeta) e della subsidenza (abbassamento del piano di campagna a seguito del compattamento dei suoli) legata alla particolarità della geologia della costa alto adriatica italiana. L'interpretazione che ne deriva deve pertanto necessariamente tenere presente la combinazione di entrambi i fenomeni, non potendo attribuire esclusivamente al cambiamento climatico la causa della tendenza in corso (**Grafico 2**).



**Grafico 2** - Innalzamento del livello medio del mare a Venezia - anni 1872-2018  
Fonte: ISPRA

L'analisi del trend in corso denota un aumento del livello medio del mare a Venezia sin dal 1872. In particolare, la rapida crescita registrata tra gli anni '50 e '60, ma già iniziata tra gli anni '20 e '30 del secolo scorso, è stata messa in relazione con la subsidenza di natura antropica causata dall'attività di emungimento delle falde presso la zona industriale di Porto Marghera. Successivamente alla chiusura dei pozzi, avvenuta agli inizi degli anni '70, la situazione si è stabilizzata sino alla prima metà degli

anni '90, quando è ricominciata la salita del livello medio mare. A partire dal 2009 il ritmo di crescita ha subito un'ulteriore forte accelerazione, con la registrazione dei valori massimi del livello medio del mare dall'inizio della serie storica: il valore massimo assoluto è stato registrato nel 2010 con 40,5 cm sullo Zero Mareografico di Punta della Salute 1897 (ZMPS), mentre il secondo massimo è riferito al 2014 con 40,0 cm.

Le proiezioni future di innalzamento del livello del mare su scala globale (eustatismo) confermano un trend in crescita nel corso del XXI secolo, con tassi anche più elevati di quelli registrati negli ultimi decenni: le città costiere, e Venezia in particolare vista la subsidenza cui è soggetta, saranno quindi chiamate necessariamente ad approntare misure di adattamento in grado di ridurre la vulnerabilità dei sistemi ambientali e socio-economici sempre più a rischio.

### EVENTI ALLUVIONALI IN AMBIENTE URBANO: I DISSESTI GEOLOGICO-IDRAULICI A GENOVA

Sul territorio nazionale negli ultimi decenni divengono sempre più evidenti gli effetti al suolo dei fenomeni alluvionali causati da un aumento di frequenza di episodi con precipitazioni concentrate in tempi brevi (eventi estremi). I conseguenti fenomeni di dissesto geoidrologici sembrano essere maggiormente eclatanti nelle aree urbane, dove l'espansione urbanistica ha quasi completamente alterato soprattutto il reticolo idrografico. In particolare, proprio i settori in cui sono avvenute importanti modifiche alla rete idrografica, l'alterazione del grado di permeabilità dei terreni, la sottrazione di aree golenali, il restringimento delle sezioni idrauliche di deflusso, la canalizzazione forzata degli alvei naturali, sembrano patire le conseguenze più gravi in seguito ad eventi meteorici intensi. Il cambiamento climatico, quindi, sembra in grado di esaltare gli effetti al suolo dei fenomeni estremi proprio nelle aree maggiormente modificate dall'azione dell'uomo.

L'indicatore "Eventi alluvionali in ambiente urbano" viene elaborato con lo scopo di analizzare proprio la reciproca interazione tra attività antropiche e i fenomeni estremi dovuti ai cambiamenti climatici, in termini di crescente pericolosità ambientale in aree ad elevata sensibilità fenomenologica e con dinamiche geologiche fortemente alterate. Con tale scopo sono sinora state analizzate, per un intervallo temporale di 19 anni, le principali

informazioni reperibili sugli effetti al suolo e sui danni socio-economici innescati da eventi alluvionali provocati da intensi fenomeni meteorici avvenuti in ambiente urbano in Italia (RAU presente Edizione - SNPA, 2019). La catalogazione sistematica degli eventi di dissesto alluvionale in aree urbane può fornire indicazioni di *trend* la cui analisi può contribuire ad una più efficace mitigazione del rischio idrogeologico a livello territoriale e a definire valide strategie di adattamento alle modificazioni del regime pluviometrico.

Tra i vari casi già in corso di studio sul territorio nazionale viene qui preso in esame quello relativo alla città di Genova, dove la peculiare conformazione geomorfologica del territorio, posizionato al centro dell'omonimo golfo, con ampi settori collinari o montuosi che si affacciano sul mar Ligure, rappresenta un fattore predisponente al dissesto geologico-idraulico. Tale propensione viene esaltata dal progressivo abbandono delle sistemazioni dei versanti ad uso agricolo e forestale e anche a seguito dei numerosi incendi che hanno coinvolto quelle aree (APAT, 2005). Nell'area cittadina l'espansione urbanistica ha quasi completamente alterato forme e processi legati alle dinamiche di versante, fluviali e costiere (Brandolini *et al.*, 2012). Questo fenomeno, iniziato già dalla fine dell'ottocento, ha determinato l'incremento delle superfici impermeabilizzate, una diminuzione della capacità di infiltrazione dei terreni e un netto calo dei tempi di corrivazione delle piene dei corsi d'acqua, anche in relazione alla costruzione di numerosi punti di restringimento delle sezioni di deflusso e/o tombinamento degli alvei. In un contesto antropico sviluppatosi con quartieri residenziali, insediamenti produttivi e infrastrutture posizionati nel mezzo di un reticolo idrografico così tanto alterato, in presenza di precipitazioni intense e di breve durata, si verificano marcati effetti geologico-idraulici sul territorio.

**Tabella 3** - Elenco degli eventi alluvionali avvenuti nella città di Genova dal 2000 al 2018

Fonte: SNPA, RAU 2019

DATA EVENTO	TIPOLOGIA DI FENOMENO	DANNI (M €)	VITTIME
14-15/9/2006	I	10,5	0
1/6/2007	I, F	2	0
5/10/2010	I, F	2,7	0
4/11/2011	I, F	500	6
17-21/1/2014	I	*	0
19-20/8/2014	I	*	0
9-10/10/2014	I	*	1
9-16/11/2014	I	*	1
13-14/9/2015	I, F	27,654	0
27-30/10/2018	I, F, C	41,4	0

Note: I= Fenomeno Idraulico; F= Fenomeno Franoso; C= Fenomeno Costiero. \* = 300 Milioni di Euro stimati per gli eventi occorsi nel 2014.

Riguardo il caso di Genova, come si evince dall'esame della **Tabella 3**, nell'arco temporale che va dal 2000 al 2018, sono stati censiti 10 eventi alluvionali significativi in termini di effetti al suolo intesi come dissesti idraulici, frane e dissesti costieri, danni economici, perdite materiali e di vite umane. Sette eventi tra questi si sono verificati negli ultimi 8 anni, ossia tra il 2011 e il 2018; tra questi, si pone in particolare evidenza l'alluvione del novembre 2011, che ha provocato le conseguenze più devastanti, con oltre 500 milioni di euro di danni e la perdita di 6 vite umane.

Questo dato, che già indica un evidente aumento di frequenza dei fenomeni attivi in tempi recenti, dovrà essere confermato estendendo la serie di analisi temporale al periodo precedente all'anno 2000 e agli anni futuri.

### ENERGIA: CONSUMI DI ENERGIA DA TELERISCALDAMENTO A MILANO

L'indicatore relativo ai "consumi di energia da teleriscaldamento" è stato sviluppato recentemente da ARPA Lombardia, come applicazione dell'indicatore "Consumi elettrici nei mesi estivi e invernali".

Il teleriscaldamento è un sistema di produzione centralizzata di calore che viene distribuito direttamente

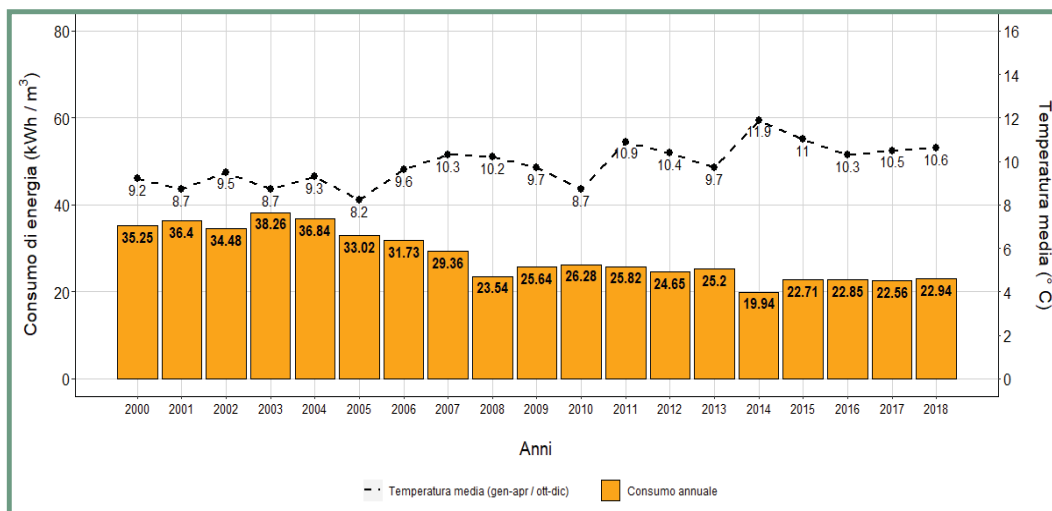
alle utenze per mezzo di acqua surriscaldata, mediante una rete di doppie tubazioni interrate.

Nella città di Milano è stato sviluppato da A2A Calore & Servizi a partire dagli anni '90 con la realizzazione di alcune centrali di cogenerazione e relative reti: i primi impianti realizzati sono stati quelli presso l'area Bicocca (Tecnocity) e l'area Famagosta (A2A Calore & Servizi, s.d.). Dai dati dell'annuario dell'Associazione Italiana Riscaldamento Urbano (AIRU, s.d.), la volumetria teleriscaldato nella città metropolitana di Milano è passata da poco meno di 6 milioni di m<sup>3</sup> (2000) a oltre 43 milioni di m<sup>3</sup> (2018). A fronte di questo aumento l'energia termica prodotta all'utenza è arrivata a toccare, sempre nel 2018, circa 1000 GWht.

L'indicatore che viene utilizzato è il consumo di energia da teleriscaldamento, specifico per m<sup>3</sup>.

Nel **Grafico 3** l'indicatore viene associato con il dato di temperatura media, ricavato dai valori di temperatura minima e massima registrati quotidianamente. Vengono presi in considerazione solamente i mesi nei quali il teleriscaldamento trova il suo maggiore utilizzo, ossia nel periodo gennaio-aprile e successivamente da ottobre a dicembre. Il dato sul consumo annuale è comprensivo dell'energia utilizzata per riscaldamento e acqua calda sanitaria.





**Grafico 3** - Città metropolitana di Milano: energia da teleriscaldamento e temperatura media  
 Fonte: ARPA Lombardia, Infrastrutture Lombarde SpA, AIRU

Nei 18 anni presi in esami si evidenzia un generale calo dei consumi specifici, maggiormente evidente dopo il 2005. Andando più nel dettaglio è possibile notare una buona correlazione che associa l'andamento annuale dei consumi con la temperatura media registrata nello stesso anno. Risulta quindi ben evidente l'andamento altalenante dal 2000 al 2005, come anche il calo dei consumi in relazione all'aumento termico a partire dal 2006 con picco tra il 2007 e il 2008. Risulta altresì evidente il consumo minimo della serie di dati nel 2014, concomitante con il picco "record" di temperatura. Lievi oscillazioni sono presenti negli anni successivi. Oltre alla temperatura dell'aria ci sono ovviamente altri fattori che incidono sui consumi annuali, in particolare il miglioramento dell'efficienza energetica, non tenuto in considerazione in questa analisi, incentivato nell'ultimo decennio dall'applicazione delle normative sul risparmio energetico degli edifici. A questo proposito, si sottolinea che dal 2007 è entrato in vigore l'obbligo di dotazione dell'attestato di certificazione energetica in caso di nuove edificazioni, ristrutturazioni edilizie importanti, edifici della pubblica amministrazione, contratti di servizio energia e contratti di locazione.

Con l'innalzamento delle temperature previsto dagli scenari climatici da qui alla fine del secolo, con ogni probabilità i consumi energetici associati al riscaldamento degli edifici tenderanno a diminuire mentre saranno destinati ad aumentare

considerevolmente quelli relativi al raffrescamento degli edifici nei mesi estivi.

### INCREMENTO DELLA MORTALITÀ E DELLA MORBILITÀ IN RELAZIONE ALLE ONDATE DI CALDO A TORINO

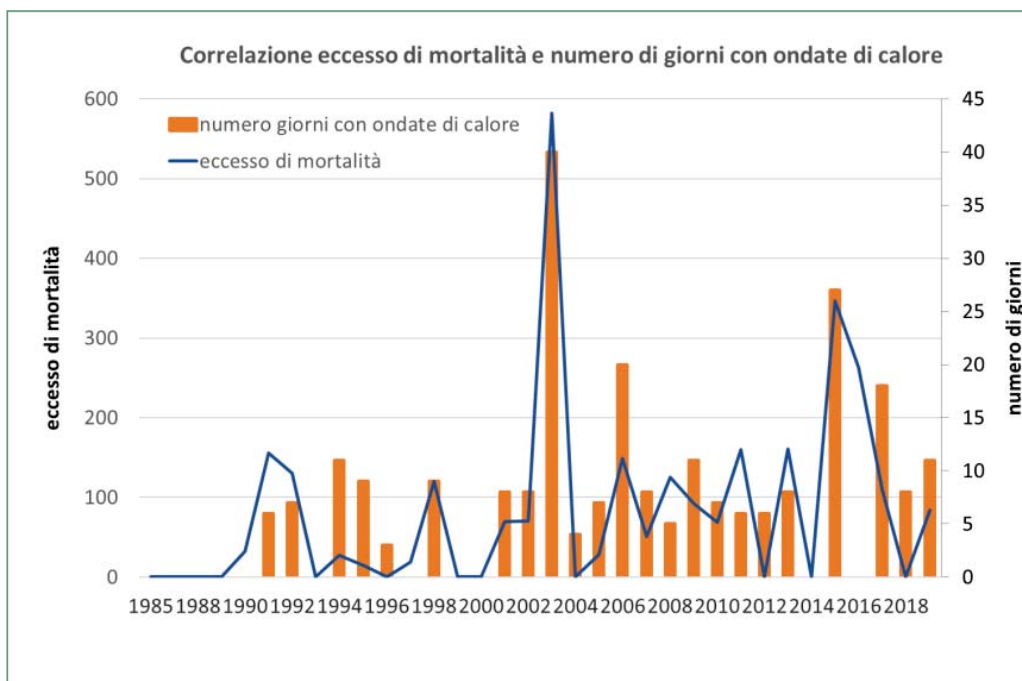
Per analizzare la connessione tra cambiamento climatico, aumento delle temperature e rischi derivanti dagli impatti delle ondate di calore a Torino è stata effettuata un'analisi preliminare, che ha permesso di evidenziare la buona correlazione (0,8) tra il numero di giorni estivi in ondata di calore e l'incremento dell'eccesso di mortalità nella classe di età anziana (>64 anni). I giorni estivi caratterizzati da ondata di caldo sono stati calcolati utilizzando l'indice *Excess Heat Factor* (EHF), suggerito dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale e dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, che tiene conto implicitamente della capacità di adattamento a condizioni di caldo estremo.

Nel **Grafico 4** è rappresentato l'andamento del numero di giorni in ondata di caldo e l'eccesso di mortalità rispetto all'atteso nella classe di età anziana, che consente di valutare in modo qualitativo la relazione tra le due variabili. Si evidenziano in particolare l'estate del 2003, che è stata dominata dall'ondata di caldo più rilevante dell'ultimo secolo, e ha determinato soltanto in Italia più di 20.000 vittime (WMO, 2014), seguita da quella del 2015, che è stata la terza estate più calda degli ultimi 60



anni, ma la seconda per il numero di giorni in ondata di caldo. Nella sola città di Torino nel 2003 si è registrato

un eccesso di mortalità del 33% nella classe over 65 (+600 decessi) e del 22,9% nel 2015 (+ 477 decessi).



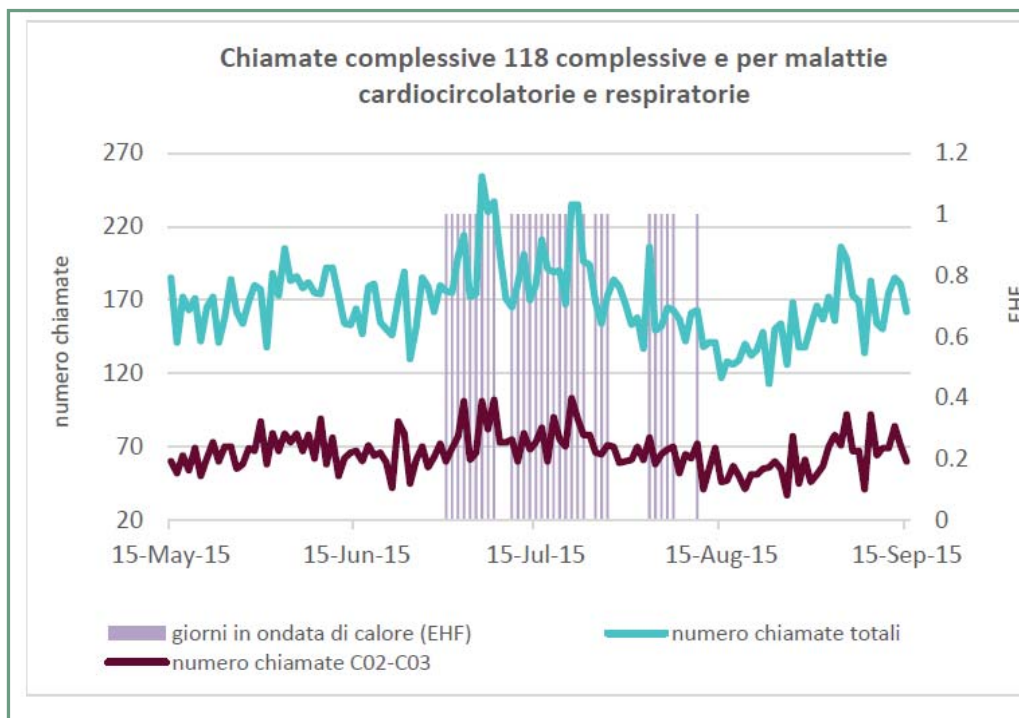
**Grafico 4** - Andamento annuale del numero di giorni in ondata di caldo ed eccesso di mortalità - anni 1985-2019  
 Fonte: ARPA Piemonte

L'analisi effettuata consente di quantificare l'impatto delle ondate di caldo sulla mortalità e individuare una prima relazione che può essere utilizzata anche considerando gli scenari climatici futuri.

Un'altra analisi è stata effettuata per valutare l'effetto delle ondate di caldo sulla morbilità. Considerando i dati sanitari, quali i ricoveri ospedalieri, gli accessi al pronto soccorso e le chiamate d'emergenza e tenendo conto delle patologie potenzialmente connesse agli eventi estremi di temperatura, si rileva come, nell'andamento della serie storica, prevalgano gli effetti di provvedimenti e politiche sanitarie, rispetto all'evoluzione climatica. Analizzando per esempio i dati relativi ai ricoveri ospedalieri (serie storica 2003-2016), si osserva una decisa diminuzione nel corso degli anni, ad eccezione per la classe over 65, per la quale si ha un aumento dell'1% annuo di ricoveri, che comunque non mostra una relazione attendibile con le variabili climatiche. Se invece

si considerano i dati relativi agli accessi al pronto soccorso (serie storica 2006-2016) è evidente l'esistenza di alcune fragilità dovute a patologie specifiche che risentono delle ondate di caldo (individui soggetti a malattie che si ritengono positivamente correlate al caldo estremo, si recano in ospedale in misura maggiore nei periodi di ondata di calore, con lag temporale di 1-2 giorni).

La correlazione più importante è quella tra il numero delle chiamate d'emergenza e il numero di giorni in ondata di caldo, che è risultata statisticamente significativa: in particolare nell'estate 2015, la media delle chiamate nelle giornate di ondata di calore è infatti superiore alla media con un incremento del 16% delle chiamate complessive e del 18% delle chiamate relative alle sole cause cardiocircolatorie e respiratorie. Inoltre, si sono riscontrati il 3% in più degli accessi al pronto soccorso per le ondate di caldo nell'estate 2015 (**Grafico 5**).



**Grafico 5** - Andamento delle chiamate complessive effettuate al 118 totali e per le due patologie selezionate (cardiocircolatorie e respiratorie) - anno 2015  
Fonte: ARPA Piemonte

Questi risultati, anche se preliminari, sono concordi con la letteratura scientifica che stima un impatto sulla salute del riscaldamento globale quantificabile in termini di mortalità e morbilità. Sono pertanto necessarie attività di prevenzione specifiche, che comportano costi inferiori al danno sanitario che ne potrebbe derivare senza politiche adeguate. Ulteriori approfondimenti riguardanti l'età, l'invecchiamento della popolazione, la distribuzione sociale, il livello economico e l'istruzione sarebbero necessari per ottenere una stima robusta degli impatti del cambiamento climatico. Tuttavia, va ricordato che l'adozione di azioni di protezione della popolazione più fragile ed esposta implica una serie di co-benefit a livello sociale che migliorano la qualità della vita e concorrono al raggiungimento degli obiettivi dello sviluppo sostenibile.

## DISCUSSIONE E SVILUPPI FUTURI

Definire un sistema di indicatori di impatto dei cambiamenti climatici rappresenta una sfida di elevato interesse scientifico ma tutt'altro che semplice e di

immediata fattibilità. Le barriere che oggi si presentano sono, infatti, molteplici e di varia natura.

Nella maggior parte dei casi i fenomeni che si manifestano sul nostro territorio sono il risultato della combinazione di un insieme di fattori, non esclusivamente di natura climatica. Valutare, quindi, quanto incida la componente climatica rispetto ai fattori di altra origine è ancora oggi una questione aperta, in particolare per quanto riguarda alcuni specifici settori di impatto. La corretta interpretazione dei trend dovrà, quindi, tenere necessariamente in considerazione questo aspetto, al fine di evitare di trarre conclusioni inappropriate e attribuire al cambiamento climatico la responsabilità di eventi derivanti perlopiù da stress ambientali, sociali o economici di altro tipo.

Un'ulteriore barriera è rappresentata dalla disponibilità di dati: la definizione corretta di un indicatore di impatto richiede di poter disporre di adeguate e sufficienti serie temporali e di un'adeguata copertura spaziale sul territorio.

Quando esistenti, le serie storiche sono spesso brevi e recenti, discontinue e irregolarmente aggiornate.

La messa a punto di indicatori corretti, significativi e adeguati richiede quindi solide evidenze scientifiche, che confermino prioritariamente la relazione causa-effetto tra i cambiamenti climatici e l'eventuale manifestarsi di un fenomeno e forniscano gli elementi necessari per la verifica dei criteri sopra descritti.

Con il popolamento dei primi indicatori, in aggiunta a quelli già oggi disponibili, l'iniziativa SNPA intende

consolidare un percorso finalizzato a contribuire alla costruzione di una base conoscitiva quantitativa e scientificamente valida che consenta di supportare adeguatamente la predisposizione di strategie e piani di adattamento ai cambiamenti climatici e rafforzare così la resilienza dei sistemi urbani rispetto alle minacce climatiche.

## BIBLIOGRAFIA

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2015. *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti climatici*.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2017. Documento sottoposto a consultazione pubblica del *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*.

EEA Report, 2017. *Climate change impacts and vulnerability in Europe 2016*. An indicator-based report. EEA 1/2017.

SNPA, 2018. *Introduzione agli indicatori di impatto dei cambiamenti climatici: concetti chiave, indicatori*

*candidati e criteri per la definizione degli indicatori prioritari*. Manuali e Linee Guida 178/2018.

APAT, 2005. *Qualità dell'Ambiente Urbano*. Rapporto APAT.

Brandolini P., Cevasco A., Firpo M., Robbiano A., Sacchini A., 2012. *Geo-hydrological risk management for civil protection purposes in the urban area of Genoa (Liguria, NW Italy)*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 12, 943-959.

SNPA, 2019. *Qualità dell'Ambiente Urbano*, in stampa.

WMO, 2014. *Atlante della mortalità e delle perdite economiche dovute al clima 1970-2012*.

## SITOGRAFIA

A2A Calore & Servizi. (s.d.). Tratto da [http://www.a2acaloreservizi.eu/home/cms/a2a\\_caloreservizi/teleriscaldamento/cosa\\_trl/index.html](http://www.a2acaloreservizi.eu/home/cms/a2a_caloreservizi/teleriscaldamento/cosa_trl/index.html)

AIRU. (s.d.). Tratto da AIRU: <http://www.airu.it/>

[www.areeurbane.isprambiente.it](http://www.areeurbane.isprambiente.it)

[www.regione.liguria.it](http://www.regione.liguria.it)

[www.rendis.isprambiente.it](http://www.rendis.isprambiente.it)

## RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento a Giulia Reynaud per il contributo all'elaborazione dell'indicatore *Incremento di mortalità e morbilità in relazione alle ondate di caldo a Torino* che ha sviluppato nella sua tesi di laurea.

**FOCUS: CAMBIAMENTI CLIMATICI  
ANALISI DEGLI IMPATTI E INIZIATIVE DI MITIGAZIONE  
E DI ADATTAMENTO NELLE AREE URBANE**

# LE CITTÀ SUI FIUMI: ALLUVIONI IN AMBITO URBANO

Luca Ferraris  
Fondazione CIMA

Le alluvioni, intese come allagamento temporaneo di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua, comprese le inondazioni causate da fiumi, torrenti di montagna, corsi d'acqua temporanei mediterranei e le inondazioni marine delle zone costiere, e che può escludere gli allagamenti causati dagli impianti fognari (Direttiva 2007/60/CE), sono un fenomeno naturale che contribuisce al modellamento del territorio. L'esempio più noto è quello della formazione della pianura Padana, la più grande del nostro Paese, creatasi grazie all'accumulo dei sedimenti del fiume Po e dei suoi affluenti. Ma le alluvioni hanno consentito anche la formazione di alcune splendide spiagge del nostro territorio: è il caso della spiaggetta di San Fruttuoso di Camogli, in Liguria, nata nel 1915 a seguito di un'alluvione lampo, a sua volta dovuta a un fenomeno di precipitazioni intense (Parodi A. *et al.*, 2017). Tuttavia, in ambiente urbano le alluvioni possono avere conseguenze catastrofiche. Sono numerosi gli esempi, nazionali e internazionali, di gravi alluvioni dal pesante costo sia in termini di vite umane sia in termini economici. Le sole alluvioni che hanno colpito la Lombardia nell'estate del 2019 hanno richiesto lo stanziamento di 3,5 milioni di euro per far fronte ai danni<sup>45</sup>. Per l'alluvione che ha colpito la città di Genova nel 2014, causando un morto e tre feriti, la Regione ha invece stimato 200 milioni di euro in danni per la parte pubblica, cui sommare altri 100 milioni per le attività commerciali e produttive (Ansa, 2014).

Tali conte dei danni riflettono gli effetti di un uso del territorio che sembra credere di poter imbrigliare i fenomeni naturali in modo completo e definitivo. I corsi d'acqua, pur rappresentando fin dall'inizio della nostra civiltà un'importante risorsa, sono visti in ambiente

urbano come un ostacolo allo sviluppo, la sottrazione di uno spazio che potrebbe essere impiegato per la costruzione di edifici e infrastrutture utili alla città. Per appropriarsi di questo spazio, l'essere umano ha sottoposto fiumi e torrenti a interventi di varia natura, tra cui "tombature", regimazioni e rettificazioni. Il corso d'acqua in ambiente urbano non rappresenta più quindi una risorsa ambientale, la cui natura lo porta a eventi ciclici di piena o di magra; è, piuttosto, un elemento da addomesticare. E un elemento che in taluni casi può diventare una minaccia.

## Urbanizzazione e cambiamenti climatici

Sull'entità di tale minaccia influiscono purtroppo anche i cambiamenti climatici. Le alluvioni non sono influenzate solo dalle caratteristiche del territorio, come urbanizzazione o capacità di drenaggio del suolo, ma anche da diverse caratteristiche delle precipitazioni, come ad esempio intensità, durata e dimensioni del bacino idrografico. Al cambiare di queste ultime, dunque, cambieranno anche le caratteristiche delle alluvioni. Un recentissimo studio (Blöschl G. *et al.*, 2019), pubblicato su *Nature* a fine agosto e condotto dalla Vienna University of Technology, ad esempio, analizza i dati raccolti tra il 1960 e il 2010, mostrando come nell'Europa meridionale i fenomeni alluvionali tendano a diminuire in frequenza nei bacini medio-grandi a causa dell'aumento delle temperature (che determinano una maggior evaporazione dell'acqua dal suolo) e della diminuzione delle precipitazioni. Gli autori aggiungono però che le alluvioni potrebbero aumentare nei piccoli bacini (non indagati nello studio, ma dove si trova la maggior parte delle città della costa del Mediterraneo) a causa del

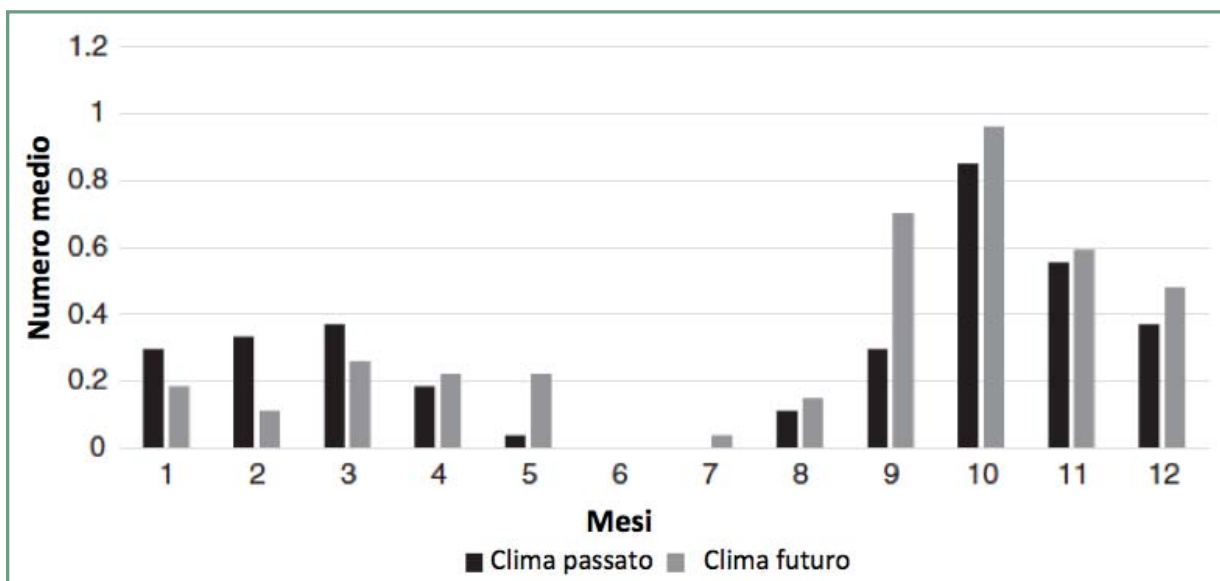
<sup>45</sup> Maltempo: 3,5 milioni per danni alluvione Brescia, Lecco e Sondrio. Regione Lombardia, 20 agosto 2019. URL: <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/lombardia-notizie/DettaglioNews/2019/08-agosto/19-25/foroni-danni-alluvione-bs-lc-so>. Ultima consultazione: 28/8/2019.



previsto aumento di frequenza di temporali convettivi localizzati e molto intensi.

A tal proposito, un'altra ricerca (Gallus W. et al., 2017), pubblicata nel 2017 e condotta dai ricercatori di Fondazione CIMA, analizza il possibile impatto dei cambiamenti climatici sui temporali forti organizzati che colpiscono il Mar Ligure e che hanno determinato gravi

alluvioni nella regione che vi si affaccia. Lo studio, condotto analizzando il dataset proveniente dal progetto europeo EXPRESS-HYDRO, suggerisce che i temporali aumenteranno in frequenza del 30 per cento (**Grafico 1**) nello scenario di clima futuro (la previsione è riferita agli anni 2023-2049), soprattutto nei mesi tra settembre e dicembre.



**Grafico 1** - Confronto tra l'andamento dei temporali nel clima passato e nel possibile clima futuro

Fonte: adattato da Gallus W. et al., 2017

Un aumento della frequenza degli eventi alluvionali e dei rischi a essi collegati non può che far percepire i corsi d'acqua come ancora più minacciosi.

Bisogna inoltre tenere in considerazione che sempre più persone vivranno in ambienti urbani. Secondo le stime delle Nazioni Unite, entro il 2050 il 68 per cento della popolazione mondiale vivrà in aree urbane (United Nations, 2019). Ciò significa che un numero ancora maggiore di persone sarà esposto al rischio determinato dalle alluvioni in città.

### Riscrivere i fiumi e la convivenza con il rischio

La difesa dalle alluvioni si è spesso basata su interventi strutturali, quali possono essere, fra gli altri, l'innalzamento degli argini di un torrente o la realizzazione di scolmatori o diversivi che vengono utilizzati per deviare parte della portata di piena di un corso d'acqua. Tuttavia, **tali interventi non sono comunque in grado di annullare completamente i rischi**. Paradossalmente, anzi, potrebbero aumentarli

creando un falso senso di sicurezza (un fenomeno denominato *levee effect* - Ferdous Md R et al., 2019) che può demotivare i cittadini nel prendere precauzioni e soprattutto portare a un ulteriore sviluppo urbanistico nelle aree a rischio.

È dunque necessario riportare i corsi d'acqua alla quotidianità delle persone, e fare così in modo che le alluvioni non siano più viste come fenomeni straordinari (e straordinariamente dannosi), bensì come eventi naturali che non possono essere risolti in modo definitivo, con cui è necessario imparare a confrontarsi. Serve, in sostanza, **creare una cultura della resilienza**, definita come la capacità di un sistema, di una comunità o di una società esposta a un rischio di resistervi e riprendersi dai suoi effetti in modo tempestivo ed efficiente, anche grazie a una gestione del rischio che consenta la tutela e il recupero delle strutture e funzioni essenziali (UN Office for Disaster Risk Reduction, 2017).

Nelle comunità che da sempre convivono con il fenomeno, questa resilienza è già osservabile e non si basa tanto su grandi opere idrauliche, quanto sulla conoscenza dell'ambiente, sulla consapevolezza del rischio da parte dei cittadini, sulla corretta destinazione d'uso del costruito, sull'assistenza dell'amministrazione e sull'iniziativa personale. Laddove invece il problema delle alluvioni è nato con i processi di urbanizzazione in tempi più recenti, questa cultura è ancora assente. Al fine di capire come la presenza d'acqua (soprattutto, ma non solo, dei torrenti) nelle aree urbane possa essere "ripensata" per promuoverne la convivenza da parte dei cittadini, è utile analizzare alcuni esempi delle due diverse condizioni.

### UNA RESILIENZA STORICA: VENEZIA E L'ACQUA ALTA

L'esempio veneziano è riferito ad alluvioni provocate dal mare, ben differenti da quelle causate dai corsi d'acqua che sono oggetto di questo capitolo. È tuttavia un esempio paradigmatico di una cultura storica di resilienza che può essere d'aiuto per individuare i pilastri su cui si dovrebbe basare la convivenza con il rischio: l'approfondita conoscenza del territorio in cui si vive e si lavora, che consenta di relazionarsi prendendo misure di prevenzione sia a livello individuale sia a livello amministrativo.

I picchi di maree che determinano il fenomeno dell'acqua alta hanno con Venezia una storia secolare. La città, che è stata tra le più potenti e ricche del Mediterraneo, e quindi con un esposto di notevole valore, ha dovuto convivere con un fenomeno naturale al quale non era possibile porre rimedio. Eppure, l'acqua alta non è stata un ostacolo per lo sviluppo di Venezia, le cui ricchezze culturali e storiche ne hanno determinato l'inserimento tra i patrimoni dell'umanità dell'UNESCO.

La città e i suoi abitanti sono abituati a confrontarsi con il fenomeno, che si verifica con una certa frequenza: nel solo 2018, gli episodi di marea sostenuta (tra gli 80 e i 110 centimetri) sono stati 121 (ANSA, 2019). Per un veneziano è normale dotarsi di paratie stagne per proteggere i locali in cui vive e lavora, così come è normale per l'amministrazione comunale allestire percorsi pedonali su passerelle nel periodo tra settembre e aprile, quando è più probabile che si presenti l'acqua

alta. La destinazione d'uso dei locali è stata fortemente influenzata dal fenomeno, e si è sviluppato tutto un settore industriale che produce soluzioni *ad hoc* per la difesa dall'acqua alta e delle inondazioni, come le paratie automatiche o modulari e le serrande a tenuta stagna. A queste strategie si affianca il sistema di allertamento e d'informazione della popolazione, basato su diversi canali di comunicazione, dalle applicazioni per smartphone ai pannelli luminosi.

Per la città sono comunque previsti anche lavori per la realizzazione di grandi opere idrauliche, e nello specifico il progetto MOSE. Quest'ultimo prevede la costruzione di barriere mobili per separare la laguna dal mare, ed è progettato per far fronte a maree fino a tre metri. Il MOSE è fondamentale per tutelare una città dell'importanza di Venezia anche dagli eventi più rari (come quello di novembre 2019), ma senza per questo sostituirsi a tutte le buone pratiche descritte in precedenza per gli eventi più frequenti.

Naturalmente, ciò non significa che i problemi legati alle alluvioni si annullino. Restano i disagi per i cittadini, anche perché non tutte le strategie di cui abbiamo parlato sono perfettamente messe in atto; inoltre, la città deve affrontare gli effetti dell'eustatismo (ossia l'innalzamento del livello medio del mare) e della subsidenza (l'abbassamento del suolo, dovuto a cause naturali e antropiche). Storicamente, però, si può dire che Venezia convive con le alluvioni (almeno con quelle più frequenti), invece di combattere contro di esse, e che le misure attuate finora rispecchiano il concetto di resilienza della città all'acqua alta.

### GENOVA, UNA RESILIENZA IN COSTRUZIONE

Pur essendo da sempre soggetta alle alluvioni, il rischio da queste causato è per Genova un fenomeno dell'ultimo secolo. Il confronto della città con i rischi alluvionali non ha una storia di lunga data come quella tra Venezia e l'acqua alta, perché il problema nasce dall'urbanizzazione che, a partire dal XIX secolo, ha portato all'occupazione della piana del torrente Bisagno. Le alluvioni, che prima colpivano gli orti o al più le case rurali, hanno quindi acquisito un forte impatto solo in tempi relativamente recenti. Numerose sono quelle che hanno colpito la città dall'Ottocento a oggi; ci limiteremo

qui a indicare che, solo negli ultimi sessant'anni, Genova ha subito cinque importanti alluvioni (nel 1953, 1970, 1992 e quindi ancora nel 2011 e nel 2014) che hanno avuto nel torrente e i suoi affluenti i principali protagonisti. Si tratta di una storia troppo giovane per aver generato una cultura della resilienza paragonabile a quella veneziana. Sebbene anche a Genova siano in fase di realizzazione grandi opere idrauliche, il rifacimento della copertura del Bisagno e lo scolmatore, il rischio rappresentato dai quasi cento rii secondari "tombati" resta presente; inoltre, come detto in precedenza, nemmeno le migliori opere probabilmente azzereranno in modo completo e definitivo i rischi.

Come altrove, anche il sentire comune dei genovesi sembra ritenere che siano le sole amministrazioni a dover risolvere in modo definitivo i rischi causati dalle alluvioni, un aspetto che ritorna, come vedremo in seguito, anche nella narrativa mediatica degli eventi alluvionali. Questo agevola una dinamica di deresponsabilizzazione rispetto ai singoli comportamenti e sembra dimostrare come manchi ancora la capacità di riconoscere il rischio come un elemento con cui imparare a convivere. Molte le buone pratiche che potrebbero essere messe in atto: magazzini a oggi interrati, per non andare incontro ai danni causati dalle alluvioni, dovranno essere trasferiti ai piani superiori, e si possono immaginare accordi tra gli ordini professionali e i cittadini per progettare la soluzione più idonea alla tutela dei diversi locali. Inoltre, non poche iniziative stanno andando anche nella direzione di rendere partecipi i cittadini di come i fenomeni alluvionali si producono ed evolvono, e quali siano le strategie per affrontarli; non ultima l'esercitazione di protezione civile dedicate a tutte le scuole di ordine e grado del Comune di Genova<sup>46</sup>, oppure la partecipazione del Comune al progetto Agenda Urbana Europea.

Gli esempi dell'efficacia di tali strategie sono in parte già visibili nel confronto tra due parcheggi sotterranei, entrambi in aree allagabili. Si tratta del parcheggio di Piazza della Vittoria, realizzato con ingressi e prese d'aria ad altezza superiore a quelle raggiunte dall'acqua nell'alluvione della 1992, e di quello, poco distante e

all'incirca coevo, dello Starhotel President in Corte Lambruschini, privo di queste misure di sicurezza. Il primo si è dimostrato resiliente alle alluvioni del 2011 e del 2014, che hanno invece causato ingenti danni al secondo. Solo dopo l'ultimo evento alluvionale, anche quest'ultimo posteggio è stato reso stagno.

## PERCHÈ È DIFFICILE COSTRUIRE LA CULTURA DELLA RESILIENZA?

Come mai misure semplici come quelle che possono rendere stagno un posteggio vengono tanto spesso messe in atto solo a disastro avvenuto? Perché è così difficile costruire la cultura della resilienza? Non vogliamo certo negare che la cultura della resilienza sia un elemento complesso della società, e che siano necessari diversi fattori e lungo tempo per modellarla. Parte della risposta a queste domande può comunque ritrovarsi nell'analisi della narrativa sui media in occasione di un disastro naturale.

Le alluvioni genovesi, oltre a fornire l'esempio di una cultura della resilienza ancora da costruire, sono state anche l'occasione d'indagare il ruolo dei media (telegiornali e giornali in particolare) nella comunicazione del rischio. L'alluvione del 2014, in particolare, è stata lo spunto per due studi proprio su questo tema. Entrambi hanno preso in analisi i venti giorni successivi all'alluvione, il primo concentrandosi sull'analisi dei titoli dei giornali e dei telegiornali (Bracco F. *et al.*, 2017) e il secondo sulla copertura dell'evento da parte della televisione (Bracco F. *et al.*, 2018).

I risultati delle due analisi evidenziano come la narrativa mediatica dell'alluvione sia affetta da diversi tipi di *bias* cognitivi, tutti rilevanti nel definire la percezione del rischio della popolazione. Ad esempio, la tendenza a considerare un evento più prevedibile di quanto non fosse quando ormai questo è già avvenuto (Roese N.J. and Vohs K.D., 2012) (*hindsight bias*, traducibile in italiano con "*bias* del senno di poi") si riscontra in diversi dei titoli analizzati dai ricercatori: la prevedibilità dell'alluvione è considerata ovvia, e l'incapacità di coglierla è dovuta all'inerzia delle istituzioni.

<sup>46</sup> Esercitazione di protezione civile nelle scuole - 16 maggio 2018. Protezione civile - Comune di Genova. URL: <http://www.comune.genova.it/content/esercitazioni-di-protezione-civile-nelle-scuole-16-maggio-2018>. Ultima consultazione il 17/9/2019

L'analisi testuale della narrativa sui media dopo l'alluvione genovese rivela temi d'interesse relativi soprattutto agli aspetti sociali e in particolare alla "ricerca del colpevole" (chi e come ha sbagliato), sulla scia di una condizione emotiva che, pur comprensibile dal punto di vista umano, impedisce di valutare la situazione nella sua complessità e di promuovere la resilienza del territorio attraverso (anche) la corretta percezione del rischio, che consente ai cittadini di mettere in atto comportamenti di auto-protezione. Percezione dei rischi e comportamenti di autoprotezione sono mediati anche dalla fiducia nelle istituzioni, un elemento fondamentale per la comunicazione del rischio e caratterizzata dalla

fragilità (Slovic P., 1999): sono necessari molto tempo e risorse per costruirla, mentre basta poco per perderla. Anche i media possono giocare un ruolo nella perdita di fiducia nelle istituzioni, che diventano sostanzialmente un capro espiatorio del disastro.

Questa "ricerca di un capro espiatorio" trascura un aspetto fondamentale della gestione del rischio: che **la resilienza e la sicurezza di un territorio non possono basarsi esclusivamente su amministrazioni, istituzioni o grandi opere**. Anche la popolazione deve essere parte attiva nei processi di gestione e mitigazione del rischio. Come renderla tale?

**Tabella 1** - Il processo emotivo e cognitivo che porta dalle reazioni post evento sino alla sfiducia verso le istituzioni e, in ultima analisi, a scarsa preparazione nella gestione di eventi futuri.

Fonte: adattato da Bracco F., *et al.*, 2017

Evento ⇒	Emozioni ⇒	Bias ⇒	Colpa ⇒	Sfiducia ⇒	Preparazione
Alluvione (danni alle persone e alle cose)	Shock post-evento	Lettura distorta degli eventi a posteriori	Attribuzione di colpe	Cinismo	Non conoscenza dei comportamenti di auto-protezione
	Rabbia		Ricerca del capro espiatorio	Diffidenza	Assunzione di rischi
	Frustrazione			Rifiuto	Passività e delega
	Desiderio di giustizia				

## LA PARTECIPAZIONE COME ELEMENTO IMPRESCINDIBILE DELLA RESILIENZA

Con il D. Lgs 1/2018, la partecipazione dei cittadini, singoli o associati, alla costruzione del piano di protezione civile è diventata obbligatoria. In particolare agli articoli 18, 31, 32 e 38 si legge che "È assicurata la partecipazione dei cittadini, singoli o associati, al processo di elaborazione della pianificazione di protezione civile" (art. 18); " Il Servizio nazionale promuove iniziative volte ad accrescere la resilienza delle comunità, favorendo la partecipazione dei cittadini, singoli e associati, anche mediante formazioni di natura professionale, alla pianificazione di protezione civile" (art. 31); "la partecipazione del volontariato all'attività di predisposizione e attuazione di piani di protezione civile ed alle attività di previsione, prevenzione, gestione e

superamento delle situazioni di emergenza" (art. 32) e "Il volontariato organizzato (...) prende parte alle attività di predisposizione e attuazione dei piani di protezione civile, secondo forme e modalità da concordare con l'autorità competente" (art. 38).

Ma già la "Direttiva alluvioni" europea (Direttiva 2007/60/CE), recepita in Italia con il D. Lgs 49/2010, promuoveva il coinvolgimento del pubblico nella pianificazione di protezione civile.

Tali tentativi di inquadramento legislativo derivano dal **riconoscimento del valore che la partecipazione può rivestire nel campo della mitigazione del rischio, in particolare la sua relazione con la resilienza locale**.

Il legame tra resilienza e partecipazione è contenuto in una dinamica nella quale la comunità è stata attivamente coinvolta nella gestione del rischio, ha potuto esprimere



il suo punto di vista ed è stata ascoltata, in un processo di responsabilizzazione che la porta a essere attore attivo e non soggetto passivo.

La partecipazione dei cittadini può attuarsi in diversi gradi, il più adeguato dei quali dipende dal contesto (Sturloni G., 2018). Il coinvolgimento di tutti gli stakeholder rende possibile pianificare e costruire le azioni nel modo più coerente e adatto alle necessità del contesto territoriale anche tenendo conto delle risorse presenti sul territorio. Per questa ragione, nel percorso partecipato devono essere compresi tutti i portatori d'interesse, in modo che possano fornire diverse prospettive e collaborare alla costruzione del piano di protezione civile: la partecipazione assume in questo caso il valore di tipo collaborativo-decisionale.

### Il valore aggiunto della partecipazione

Quando si tratta di protezione civile, il processo partecipativo può diventare la base fondamentale per rendere i cittadini informati sulle buone pratiche da mettere in atto, per fornire loro le conoscenze scientifiche di base e discutere e costruire insieme scenari di rischio e azioni per la salvaguardia. In questo modo può consentire l'accettazione del rischio e rendere auto-responsabile la comunità e i singoli individui e favorire la credibilità delle istituzioni, chiamate a dialogare o comunque interagire in modo diretto con il cittadino.

Due esempi positivi di percorso partecipativo per la costruzione/aggiornamento del Piano di Protezione Civile e per la riduzione del rischio lo costituiscono le esperienze condotte da Fondazione CIMA a Quiliano, in provincia di Savona, e ad Arenzano (Genova), che hanno portato alla revisione del piano d'emergenza comunale. Il prodotto di tale lavoro va ben oltre l'atto amministrativo obbligatorio per legge, perché rappresenta l'impegno che l'intera comunità si è assunta per la revisione del piano, e quindi per acquisire la consapevolezza nell'affrontare e nel convivere con il rischio con il territorio.

La partecipazione può inoltre divenire strumento per stabilire strategie più ampie in grado di far convergere le politiche di riduzione del rischio, adattamento al cambiamento climatico e di sviluppo economico, sociale, territoriale, ambientale e infrastrutturale, anche a scala

urbana, così come previsto dal *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*.

### IL CORSO D'ACQUA COME VALORE

Come si è detto nell'Introduzione, i corsi d'acqua in ambiente cittadino sono spesso visti come un ostacolo allo sviluppo, e le alluvioni che possono comportare fanno sì che possano essere percepiti come una minaccia. Se si pensa all'evoluzione della nostra società, tuttavia, ci si accorge come fiumi e torrenti hanno da sempre rivestito un ruolo fondamentale per lo sviluppo delle attività umane: fornivano una fonte di cibo e acqua, gli allagamenti erano funzionali alle coltivazioni, rappresentavano un mezzo di trasporto e così via. Non è un caso che molte città si siano sviluppate proprio sui corsi d'acqua. Tutt'oggi **potrebbero rappresentare un valore paesaggistico, storico e ambientale** per le persone che abitano in luoghi fortemente urbanizzati, cosa che già avviene soprattutto nei parchi naturali che sorgono lungo i fiumi italiani in contesti rurali o poco urbanizzati (si pensi al Parco fluviale Gesso e Stura, o al Delta del Po, solo per citare due esempi).

### I contratti di fiume

Come valorizzare il fiume e, contemporaneamente, renderlo parte della vita delle persone? Una possibilità può venire dai contratti di fiume, strumenti volontari per la gestione dei corsi d'acqua basati proprio sulla partecipazione e sulla programmazione strategica e negoziata.

Nati in Francia come *contrat de rivière* all'inizio degli anni Ottanta, i contratti di fiume raggiungono il Belgio nel 1988 e l'Italia a partire dagli anni Duemila. Tra le esperienze più significative nel nostro Paese, ricordiamo qui il contratto di fiume Olona-Bozzente-Lura, tra i primi a essere sottoscritti. Molteplici le attività previste e in gran parte già realizzate, dalla riqualificazione spondale alle creazioni di sistemi verdi, fino agli interventi per la riduzione del rischio idraulico.

In Italia, il riconoscimento statale dei contratti di fiume arriva solo nel 2015, quando i contratti di fiume vengono compresi nel Testo Unico Ambientale (L. 221/15 art. 68 bis 152/6), che recita: "I contratti di fiume concorrono alla definizione e all'attuazione degli strumenti di pianificazione di distretti a livello di bacino e sottobacino



idrografico, quali strumenti volontari di programmazione strategica e negoziata che perseguono la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali, unitamente alla salvaguardia del rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale di tali aree”.

Si tratta quindi di una definizione che rispecchia in pieno quanto auspicabile per i corsi d'acqua, siano torrenti o fiumi, che attraversano le aree urbane: la valorizzazione dell'ambiente e, insieme, la riduzione del rischio per contribuire allo sviluppo.

### **Pensare a un nuovo approccio per riscrivere la convivenza**

L'esempio dei contratti di fiume è uno dei differenti strumenti che raccolgono in sé molti degli elementi che riteniamo essenziali per stabilire una “convivenza pacifica” con l'acqua in città e, su questa, iniziare un processo di sviluppo sostenibile. Sebbene non siano applicabili a ogni contesto e siano, anzi, pensati soprattutto per fiumi e non specificatamente per i torrenti e i rii urbani, forniscono uno spunto concettuale anche per ripensare all'approccio tra i torrenti, le città e i loro abitanti. Tale rapporto tra torrenti e cittadini dovrà essere rivisto in un'ottica multidisciplinare e che tenga in considerazione la partecipazione dei diversi stakeholder;

## **BIBLIOGRAFIA**

ANSA, 2014. *Alluvione a Genova. I numeri: danni milionari e sfollati* (7 novembre 2014).

Blöschl G. et al. 2019. *Changing climate both increases and decreases European river floods*. *Nature*, 2019 DOI: 10.1038/s41586-019-1495-6.

Bracco F., Modafferi C., Ferraris L., 2017. *Piove, governo ladro. Emozioni e cognizione nell'analisi dei rischi a seguito di un evento alluvionale*. Sistemi intelligenti, rivista quadrimestrale di scienze cognitive e di intelligenza artificiale. DOI: 10.1422/87758.

Bracco F., Modafferi C., Ferraris L., 2018. *The role of media in community resilience: Hindsight bias in media narratives after the 2014 Genoa flood*. Geopolitical,

è dunque necessario anche un nuovo rapporto tra tecnici, cittadini e amministrazione.

A oggi, non siamo in grado, da soli, di indicare strategie che assicurino una diversa, e migliore, convivenza con il corso d'acqua. Infatti, il suggerimento di tali strategie sarebbe ora una soluzione tecnica, proposta con un approccio *top-down*, proprio laddove abbiamo evidenziato come, in realtà, siano diversi gli elementi da prendere in considerazione quando si parla di cultura della resilienza. In quest'ultima, infatti, rientrano non solo gli aspetti tecnici del rischio con cui una comunità si confronta, ma anche le caratteristiche sociali, politiche e storiche di quella stessa comunità. Allo stesso tempo, e ancora più importante, alle strategie proponibili mancherebbe l'essenziale contributo dei cittadini. È per queste ragioni che non vogliamo indicare soluzioni, bensì suggerire un nuovo approccio che consenta di "riscrivere" il rapporto tra l'ambiente urbano, i suoi abitanti e i corsi d'acqua, che possa unire le necessità e la sicurezza dei cittadini alla valorizzazione dei torrenti e sviluppo sostenibile delle città. È possibile, sulla base della multidisciplinarietà e della partecipazione, ricostruire un corretto rapporto tra i cittadini e il corso d'acqua? Si può pensare, al posto di un "contratto di fiume", a un "patto con il corso d'acqua" per le città? Ci auspichiamo che la questione possa essere approfondita in futuro.

Social Security and Freedom Journal. DOI: <https://doi.org/10.2478/gssfj-2018-0007>.

Direttiva 2007/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio ("Direttiva alluvioni") del 23 ottobre 2007, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.

Ferdous Md. R., Wesselink A., Brandimarte L., Di Baldassarre G. and Rahman Md. M., 2019. *The levee effect along the Jamuna River in Bangladesh*. *Water International*. DOI: 10.1080/02508060.2019.1619048.

Gallus W., Parodi A., and Maugeri M., 2017. *Possible impacts of a changing climate on intense Ligurian Sea rainfall events*. *International Journal of Climatology*. <https://doi.org/10.1002/joc.5372>.

Parodi A., Ferraris L., Gallus W., Maugeri M., Molini L., Siccardi F. e Boni G., 2017. *Ensemble could-resolving modelling of a historical back-building mesoscale convective system over Liguria: the San Fruttuoso case of 1915*. *Climate of the past*. DOI: <https://doi.org/10.5194/cp-13-455-2017>.

Roese N.J., Vohs K.D., 2012. *Hindsight bias*. *Perspectives on Psychological Science*. DOI: <https://doi.org/10.1177/1745691612454303>

Slovic P., 1999. *Trust, Emotion, Sex, Politics and Science: Surveying the Risk-Assessment Battlefield*.

## SITOGRAFIA

121 casi acqua alta a Venezia. ANSA, 4 gennaio 2019. URL: [http://www.ansa.it/veneto/notizie/2019/01/04/121-casi-acqua-alta-a-venezia-nel-2018\\_f446791e-c032-4c84-889e-cb85c78999ae.html](http://www.ansa.it/veneto/notizie/2019/01/04/121-casi-acqua-alta-a-venezia-nel-2018_f446791e-c032-4c84-889e-cb85c78999ae.html). Ultima consultazione: 9/9/2019.

Alluvione a Genova. I numeri: danni milionari e sfollati. ANSA, 7 novembre 2014. URL: [http://www.ansa.it/liguria/notizie/2014/11/07/alluvione-genova-i-numeri-danni-milionari-e-sfollati\\_fe24a3d3-6d4b-4e9e-8ced-c1a9d6b88035.html](http://www.ansa.it/liguria/notizie/2014/11/07/alluvione-genova-i-numeri-danni-milionari-e-sfollati_fe24a3d3-6d4b-4e9e-8ced-c1a9d6b88035.html). Ultima consultazione: 17/9/2019

Esercitazione di protezione civile nelle scuole - 16 maggio 2018. Protezione civile - Comune di Genova. URL: <http://www.comune.genova.it/content/esercitazioni-di->

## RINGRAZIAMENTI

Ringrazio caldamente tutti coloro che mi hanno aiutato nella redazione di questo documento, e in particolare Chiara Franciosi e Marina Morando, di Fondazione CIMA, che hanno messo a disposizione le loro competenze ed esperienze in tema di processi partecipati.

Risk Analysis, 198 (4). DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1999.tb00439>.

Sturloni G., 2018. *La comunicazione del rischio per la salute e per l'ambiente*. Mondadori Università, p. 111. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Urbanization Prospects: the 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*. New York: United Nations

[protezione-civile-nelle-scuole-16-maggio-2018](#) Ultima consultazione: 17/9/2019

Maltempo: 3,5 milioni per danni alluvione Brescia, Lecco e Sondrio. Regione Lombardia, 20 agosto 2019. URL: <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/lombardia-notizie/DettaglioNews/2019/08-agosto/19-25/foroni-danni-alluvione-bs-lc-so>. Ultima consultazione: 28/8/2019.

MOSE, Progetto. URL: <https://www.mosevenezia.eu/mose/>. Ultima consultazione il 17/11/2019.

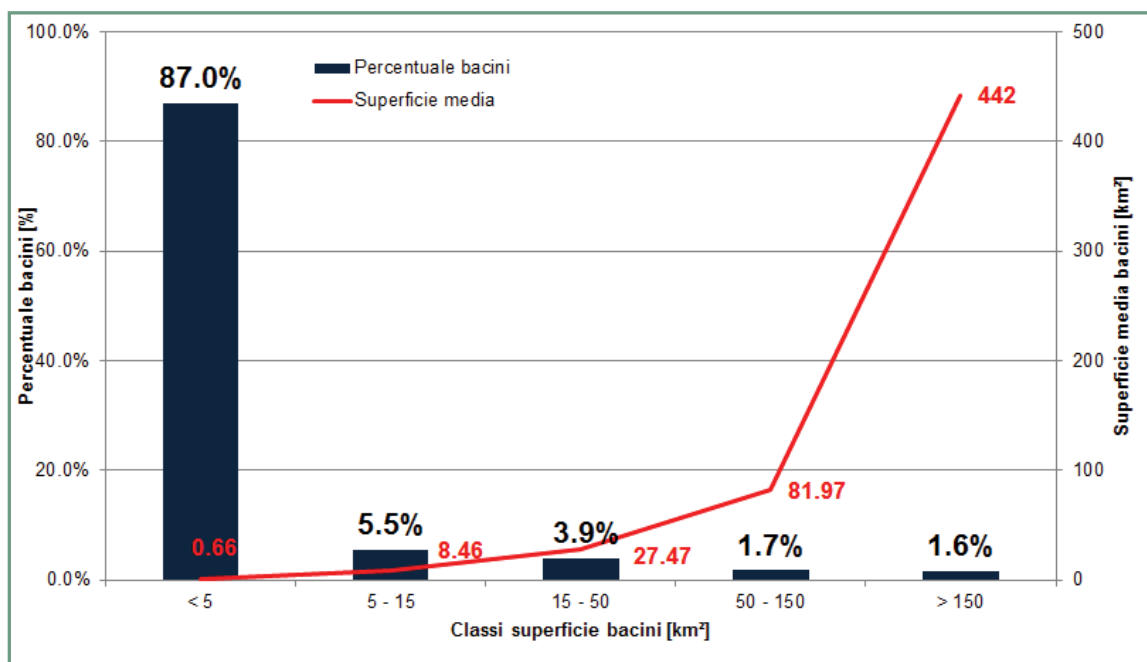
UN Office for Disaster Risk Reduction, 2017. URL: <https://www.unisdr.org/we/inform/terminology#letter-r>. Ultima consultazione: 16/9/2019.

# PROTEZIONE DAI FENOMENI DI PRECIPITAZIONE INTENSA: SISTEMA DI MONITORAGGIO E EVOLUZIONE A BREVISSIMO TERMINE SU BACINI PICCOLI E PICCOLISSIMI IN LIGURIA

Federica Martina, Francesca Giannoni  
ARPA Liguria

Gli ultimi anni hanno visto la Liguria e in particolare la città di Genova protagoniste per il susseguirsi di eventi alluvionali: tali eventi calamitosi, caratterizzati da precipitazioni molto intense sulle brevi durate, hanno causato risposte repentine dei bacini più piccoli (*flash floods*) con allagamenti diffusi, oltre che causare l'esondazione di bacini come il Bisagno (area drenata 100 km<sup>2</sup>) e Polcevera (140 km<sup>2</sup>). Nei casi più gravi, oltre ai numerosi danni a proprietà e infrastrutture, si sono avute perdite di vite umane.

La conformazione territoriale della Liguria rappresenta di per sé una criticità in quanto si tratta di una regione stretta e lunga in cui i rilievi montuosi sono molto vicini alla costa. I bacini idrografici liguri sono tipicamente a regime torrentizio con grandi pendenze che caratterizzano gran parte dell'asta del corso d'acqua ed hanno area drenata per la maggior parte molto piccola (inferiore ai 15 km<sup>2</sup>, **Grafico 1**).



**Grafico 1** - Percentuale di bacini suddivisi per classe di superficie (barra blu) e superficie media per classe (linea rossa)

Fonte: ARPAL, elaborazione del dato vettoriale regionale relativo ai bacini idrografici

Molti di questi corsi d'acqua, di dimensioni anche dell'ordine del chilometro quadrato, scompaiono quando raggiungono le aree urbanizzate lungo la costa, in quanto tombinati. Si tratta di rii quasi invisibili per la maggior parte dell'anno che, in particolari circostanze, possono diventare estremamente pericolosi. L'elevato grado di urbanizzazione e cementificazione costituisce un'altra criticità in un territorio già fragile come quello ligure. La città di Genova si colloca in pieno all'interno di questa problematica in quanto nel corso del secolo scorso sono stati progressivamente sottratti spazi ai corsi d'acqua perché il tessuto urbano potesse ampliarsi.

In conseguenza alle alluvioni occorse in regione dal 2010 in avanti, negli ultimi anni sono stati messi in atto una serie di interventi di tipo strutturale volti alla mitigazione del rischio. Tali interventi andranno a ridurre la vulnerabilità del territorio urbano, ma non potranno annullare completamente il rischio di alluvioni.

In parallelo, è necessario dotarsi di strumenti che permettano di gestire l'evento calamitoso e l'emergenza. Per far fronte a eventi temporaleschi intensi che danno luogo ad esondazioni improvvise, il Centro Funzionale Meteo Idrologico della Protezione Civile della regione Liguria (CFMI-PC) negli ultimi anni si è dotato, in via sperimentale, di un modello idrologico anche per bacini piccoli e piccolissimi. L'obiettivo è quello di agevolare il monitoraggio in corso d'evento, identificando i corsi d'acqua, anche di piccolissime dimensioni, che possono causare criticità, e, utilizzando un algoritmo di *nowcasting* da radar (Metta, 2009), riuscire ad individuare una possibile evoluzione a brevissimo termine di quelle che possono essere le aree interessate da possibili effetti al suolo. Nel proseguo del presente articolo verrà descritto nel dettaglio lo strumento modellistico, verranno mostrati alcuni esempi su eventi estremi avvenuti in passato e verrà descritto il possibile utilizzo del modello in corso d'evento per la gestione dell'emergenza anche a scala comunale.

### CATENA PICCOLI BACINI

Il primo passo per l'implementazione di una procedura atta al monitoraggio degli eventi intensi sui piccolissimi

bacini ha riguardato il controllo e l'aggiornamento sistematico delle informazioni di base, l'identificazione dettagliata dei bacini stessi e il reperimento sul territorio delle caratteristiche geomorfologiche note. L'attenzione è stata rivolta in particolare ai bacini liguri drenanti il versante marittimo (zone di allertamento A, B, C) costituito da tutti i bacini indipendenti con foce al Ligure e ai sottobacini del tratto urbanizzato dei corsi d'acqua maggiori anche appartenenti al bacino del Po. L'identificazione dei bacini è avvenuta utilizzando tutte le fonti cartografiche disponibili. In particolare, è stata consultata la cartografia dei Piani di Bacino (1:10000), la Cartografia Tecnica Regionale (CTR) 1:5000 e lo strato informativo del reticolo idrografico (fonte ISPRA ricavato nel 2008 da cartografia 1:10000) disponibile su Dewetra<sup>47</sup>. Una volta identificata visivamente dalla cartografia, la successiva individuazione dello spartiacque e del relativo reticolo di drenaggio è stata effettuata a partire da dati digitali di elevazione del territorio (DTM) con risoluzione 30m utilizzando routine disponibili e in uso operativo presso il CFMI-PC. Tali routine, basate su un filtro con significato morfologico, utilizzano come dato di ingresso le informazioni derivanti dai DTM sotto forma di dati di quota, area drenata e un sistema di puntatori per l'individuazione del percorso di drenaggio (Giannoni F., 2002, Giannoni F. *et al.*, 2005). Il risultato è la classificazione di ogni cella appartenente al bacino in cella-versante o cella-canale e la determinazione della distanza parziale da una cella a quella successiva secondo la via indicata dal puntatore. È stato così possibile individuare univocamente la direzione dell'acqua attraverso le celle, ricostruendo il percorso dell'acqua all'interno del bacino cioè il reticolo idrografico. Sono stati individuati 212 bacini aventi area compresa fra 1 e 15 km<sup>2</sup>.

I bacini sono stati inoltre caratterizzati da un punto di vista fisico-morfologico-idraulico, individuando in base alle caratteristiche fisiche i parametri concentrati medi sul bacino indispensabili per la modellazione idrologica, quali ad esempio la capacità di infiltrazione del suolo necessaria a trasformare la pioggia lorda in pioggia efficace attraverso la metodologia proposta dal *Soil*

<sup>47</sup> DEWETRA è un sistema integrato, del Centro Funzionale Centrale del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (DPC) - Presidenza del Consiglio dei Ministri, per la previsione, monitoraggio e sorveglianza, in tempo reale, di tutti i rischi ambientali sviluppato da Fondazione CIMA per conto del DPC.

*Conservation Service* (McCuen, 1982). È stata inoltre necessaria un'identificazione dei parametri idraulici di ogni bacino necessari alla determinazione delle portate di soglia da utilizzare nella catena modellistica per discriminare situazioni potenzialmente pericolose.

### Input di precipitazione

Nella catena modellistica implementata, la precipitazione, input fondamentale del modello afflussi deflussi, è rappresentata da un ingresso concentrato costituito da uno ietogramma tempo variante su ogni bacino. Tale ietogramma, avente lo step temporale di 10 minuti, è costituito da due parti. La prima parte, di durata pari a 6 ore è desunta dal campo di precipitazione osservato ottenuto dalla combinazione di campo di precipitazione da radar e da interpolazione spaziale dei dati pluviometrici; a questa viene aggiunta in coda una seconda parte che si ipotizza essere della durata di 1 ora (in coerenza con il tempo di corrivazione massimo di bacini così piccoli e con i limiti intrinseci dell'algoritmo di *nowcasting* utilizzato) con un campo di precipitazione previsto a breve termine utilizzando una proiezione stocastica delle ultime immagini del radar. L'algoritmo è basato sulla trasformazione non lineare empirica dei campi di precipitazione e sull'evoluzione stocastica dei campi trasformati nello spazio spettrale, partendo da due campi di precipitazione consecutivi da radar (Metta, 2009).

Si sottolinea la necessità di fare tale operazione alla scansione temporale di 10 minuti, computazionalmente molto onerosa, per via delle modeste dimensioni dei bacini oggetto di studio, contraddistinti da tempi di risposta brevissimi (inferiori all'ora-mezz'ora) o addirittura circa contemporanei alla precipitazione stessa: la catena modellistica deve necessariamente essere sollecitata da input a scala temporale estremamente fine. Altro aspetto da sottolineare è la parte di precipitazione desunta dalla previsione a breve termine, che permette di avere un preavviso, seppur breve, su una possibile criticità, permettendo di mettere in atto misure speditive, precedentemente definite sui territori interessati.

### Modello idrologico e descrizione del processo di infiltrazione

La determinazione della portata defluente viene calcolata mediante una rappresentazione semplificata del processo di formazione della piena attraverso il noto modello di Nash (Nash, J. E. e Sutcliffe, J. V., 1970). Tale modello schematizza i processi che interessano il bacino idrografico, come una successione di  $n$  serbatoi lineari in cascata caratterizzati da una stessa costante di svuotamento  $k$ . Il primo bacino riceve un afflusso istantaneo che fa passare istantaneamente, cioè per  $t=0$  il volume invasato da 0 a  $V_0$  e la portata uscente da 0 a  $Q_0$ . La portata in uscita dal primo serbatoio  $Q_1(t)$  invasa il secondo serbatoio, dal quale è derivata, in uscita, la portata  $Q_2(t)$  e così via. A questa equazione si associa la consueta equazione di continuità.

Il processo di generazione del ruscellamento viene simulato nel modello utilizzando il metodo proposto dal *Soil Conservation Service*, SCS-CN, (McCuen, 1982). Tale metodo bene si integra con il modello semplificato in uso utilizzando un'informazione concentrata su ogni singolo piccolo bacino costituita dal *Curve Number* (CN). Il CN è un parametro adimensionale legato alla natura e all'uso del suolo, al tipo di copertura vegetale, il cui utilizzo implica la conoscenza delle condizioni di umidità del suolo antecedenti la precipitazione. Il CN è derivato in base alle caratteristiche geo-podologiche del suolo, alla copertura vegetale e al tipo di sistemazione.

### Determinazione delle portate di soglia

Per l'operatività della catena di monitoraggio durante un evento intenso è necessario definire dei valori di riferimento delle portate ( $Q_{pre-allarme}$  e  $Q_{allarme}$ ) da confrontare con le portate calcolate dal modello in maniera puntuale su ognuno dei bacini considerati.

Perché lo strumento modellistico sia efficace, soprattutto nel monitoraggio e previsione a brevissimo termine, è fondamentale che le soglie di portata siano correlate alle sezioni più critiche dei corsi d'acqua considerati. Tali soglie sono state calcolate utilizzando le informazioni desunte dalle verifiche idrauliche dei Piani di Bacino, anche in collaborazione con gli uffici competenti provinciali e regionali, oltre che con la collaborazione di alcuni Comuni che utilizzano in via sperimentale la catena modellistica descritta.



Si precisa che nel presente studio per  $Q_{pre-allarme}$  e  $Q_{allarme}$  si intende:

- $Q_{pre-allarme}$ : portata che defluisce nella sezione più critica del tratto analizzato con 1,5m di franco idraulico (ridotto fino a 1 m in sezioni particolarmente strette).
- $Q_{allarme}$ : portata che defluisce nella sezione più critica del tratto analizzato con 1,0m di franco idraulico (ridotto fino a 0,5 m in sezioni particolarmente strette).

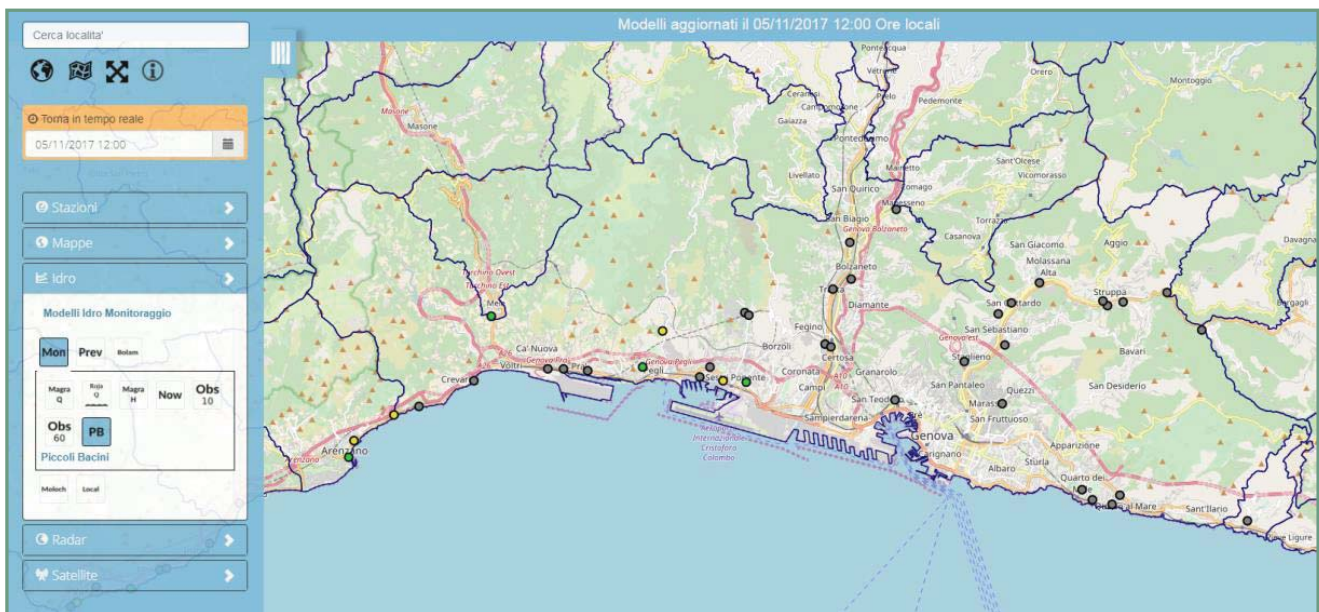
Tali soglie permettono di prevedere la possibile criticità lasciando ancora un breve lasso di tempo prima dell'esondazione del corso d'acqua.

### Attivazione catena piccoli bacini e visualizzazione risultati

Il modello ha una soglia di attivazione (intensità di precipitazione e cumulata) variabile in funzione delle piogge antecedenti, in modo da tenere conto delle

condizioni di imbibimento del terreno. In caso di superamento della soglia viene effettuato il *run* idrologico. Il controllo sull'eventuale superamento della soglia viene effettuato ogni 10 minuti. Si è scelto di inserire una soglia di attivazione sia per motivi computazionali sia per rendere più efficace la modellazione.

Il grafico relativo ad uno specifico bacino viene salvato e quindi visualizzato solo nel caso in cui il picco di portata stimato dalla modellazione sia almeno pari al 10% della portata soglia di pre-allarme. In questo caso si considera il bacino come attivato, ma con portata ancora sotto soglia. La visualizzazione in fase di monitoraggio è effettuata in modo da mettere in evidenza i bacini dove si stiano verificando precipitazioni intense: il pallino relativo ad un bacino che si è attivato si colora di verde, mentre se il bacino non è attivo resta grigio. Il pallino diventa giallo nel caso in cui venga superata la soglia di pre-allarme e arancione nel caso di superamento della soglia di allarme (**Grafico 2**).



**Grafico 2** - Visualizzazione della catena piccoli bacini  
Fonte: ARPAL run delle 12 UTC del 5/11/2017

### Due casi studio: evento del 10 Novembre 2014 ed evento del 15 Novembre 2014

Il 10 Novembre 2014 il Tigullio è stato interessato da precipitazioni intense e persistenti, e in particolare la città di Chiavari (GE) è stata invasa dall'acqua e dal fango,

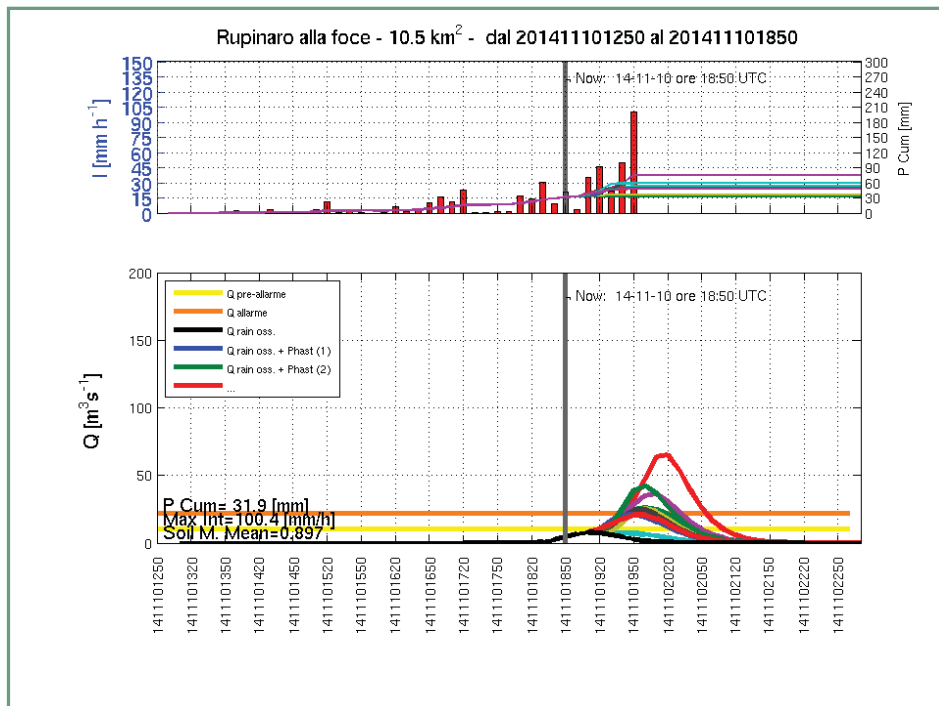
per la quasi contemporanea esondazione dei rii Campodonico e Rupinaro.

Di seguito vengono riportate alcune immagini significative relative al torrente Rupinaro (10 km<sup>2</sup>) nel corso di questo evento (**Grafico 3** e **Grafico 4**).

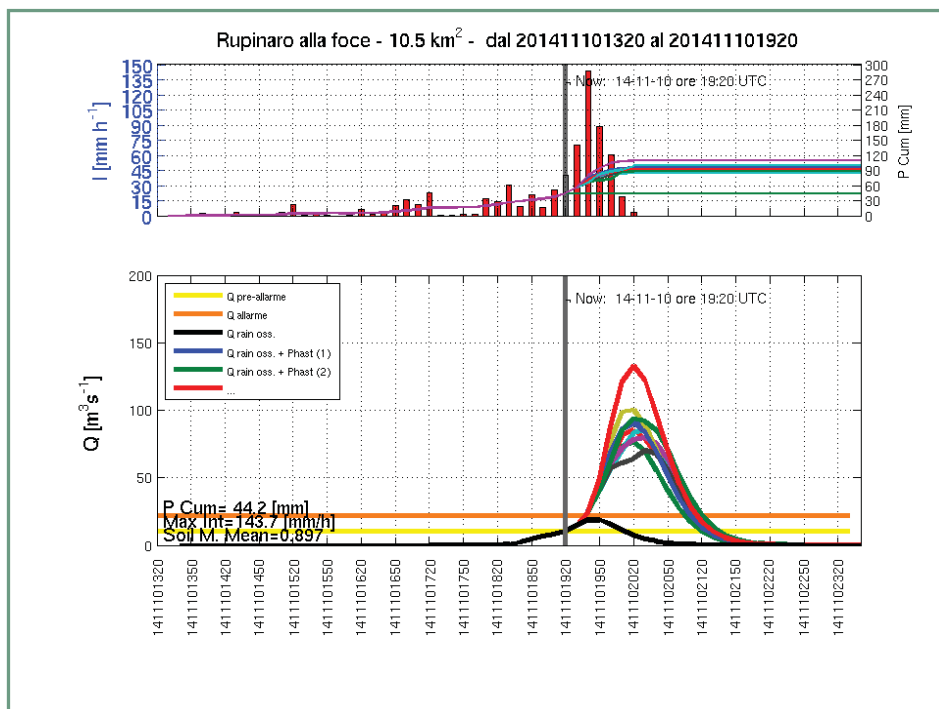
L'immagine è costituita da due box. Nel grafico superiore del pannello viene riportato lo ietogramma (10 min) a scala di bacino delle precipitazioni osservate e interpolate insieme alla cumulata. Per gli istanti successivi relativi alla previsione a breve termine per lo ietogramma viene rappresentato lo scenario che dà la massima cumulata, mentre tutte le cumulate dei diversi scenari sono rappresentate con linee di colori differenti. Il grafico inferiore riporta su una scala di tempi in ascissa l'idrogramma prodotto dalla modellazione con le piogge osservate (curva nera), e dopo una serie di idrogrammi ognuno relativo ai possibili scenari futuri secondo le elaborazioni dell'algoritmo di *nowcasting*.

Il primo grafico (18:50 UTC, **Grafico 3**) rappresenta il primo istante in cui il modello si è attivato per il bacino

del Rupinaro: da sottolineare nel box inferiore la curva nera, che rappresenta l'idrogramma ricavato dalle precipitazioni osservate fino all'istante di riferimento, e gli idrogrammi colorati che rappresentano gli scenari previsti a breve termine. La previsione a breve termine mostra un intensificarsi delle precipitazioni con quasi tutti gli scenari che mostrano un superamento della soglia di allarme. Nella figura successiva (**Grafico 4**), relativa alle 19:20 UTC, l'idrogramma relativo alle piogge osservate risulta essere ancora sotto la soglia di allarme, mentre la previsione a breve termine mostra un'ulteriore intensificazione delle piogge con conseguenti picchi di portata ben oltre la soglia di allarme. Lo strumento modellistico ha dato un segnale significativo circa un'ora prima che il torrente Rupinaro esondasse.



**Grafico 3** - Visualizzazione dello ietogramma (box superiore) e dell'idrogramma (box inferiore) ottenuto dalla modellazione  
 Fonte: ARPAL, run delle 18:50 UTC del 10/11/2014 per il Rupinaro (Chiavari, GE)



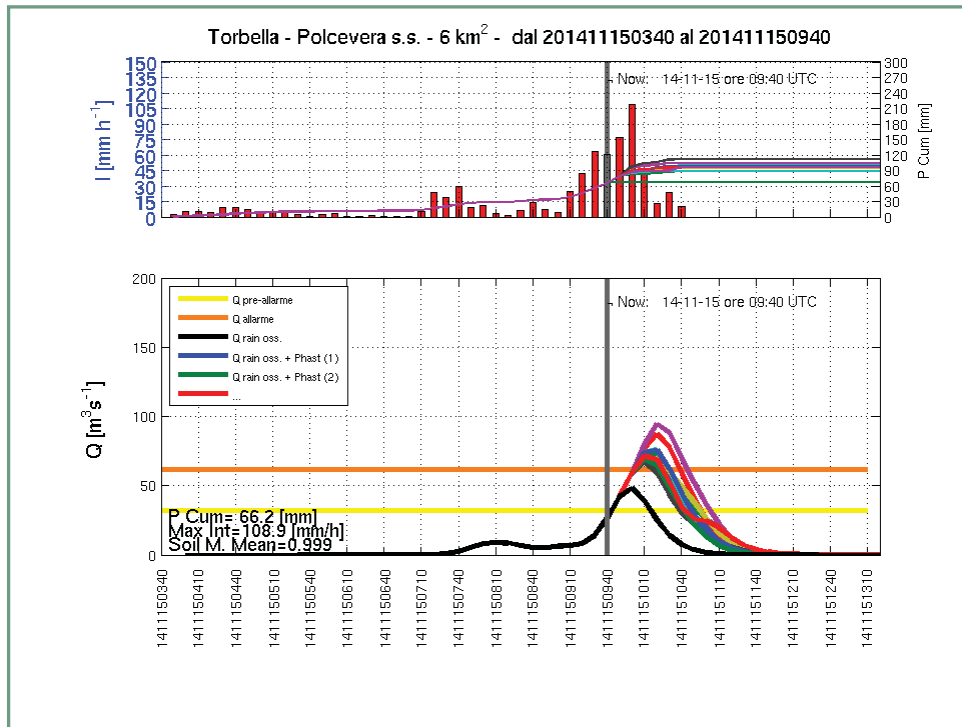
**Grafico 4** - Visualizzazione dello ietogramma (box superiore) e dell'idrogramma (box inferiore) ottenuto dalla modellazione  
 Fonte: ARPAL, run delle 19:20 UTC del 10/11/2014 per il Rupinaro (Chiavari, GE)

L'evento del 15 Novembre 2014 ha interessato diffusamente la regione Liguria. Le precipitazioni occorse durante l'evento hanno causato numerosi effetti al suolo dal Ponente al Centro della regione e relativi entroterra. Si sono verificati degli allagamenti nell'albenganese, finalese e savonese, principalmente ad opera di piccoli rii. Numerose criticità hanno interessato la città di Genova. Si è allagata la parte occidentale della città, dove oltre a piccoli rii è esondato il torrente Cerusa nella zona Fabbriche di Voltri, creando gravi disagi allo stesso abitato di Voltri. Il Polcevera è esondato a Pontedecimo e Bolzaneto, e sono esondati anche alcuni suoi affluenti, il Rio Fegino a Borzoli e il Rio Torbella a Rivarolo. Si sono verificati allagamenti ingenti nei quartieri di Pontedecimo, Bolzaneto, Rivarolo, Certosa, Pegli, Sestri Ponente, Cornigliano e Sampierdarena. Infine anche l'entroterra della regione è stato colpito:

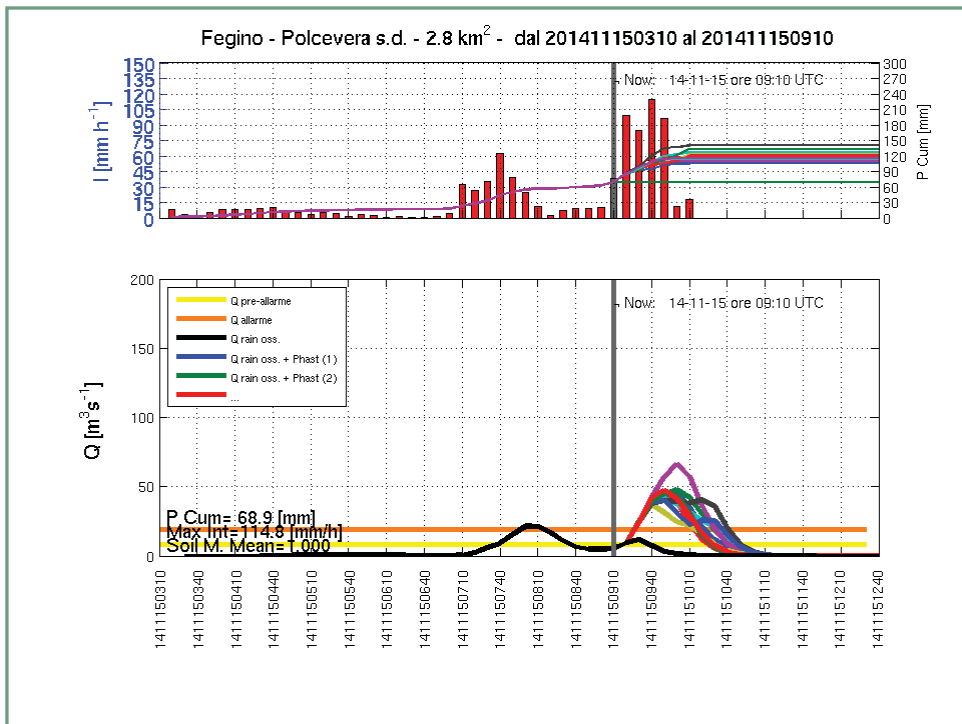
sono esondati molti corsi d'acqua nei comuni di Serra Riccò, Busalla e Mignanego, dove un uomo è deceduto travolto dalla piena.

Nelle successive immagini si possono vedere i risultati che ha restituito il modello per il Rio Torbella (6 km<sup>2</sup>, **Grafico 5**) e Rio Fegino (3 km<sup>2</sup>, **Grafico 6**), entrambi affluenti del torrente Polcevera, modellati all'interno della catena piccoli bacini proprio perché possono dare criticità in aree fortemente urbanizzate nei pressi della confluenza con il corso d'acqua principale.

In entrambi i casi la modellazione idrologica, anche grazie alla precipitazione prevista a breve termine dall'algoritmo di *nowcasting*, permette di avere un'indicazione della gravità del fenomeno in atto, dando un preavviso fino all'ora anche sulla successiva possibile esondazione.



**Grafico 5** - Visualizzazione dello ietogramma (box superiore) e dell'idrogramma (box inferiore) ottenuto dalla modellazione  
 Fonte: ARPAL, run delle 09:40 UTC del 15/11/2014 per il Torbella (Genova)



**Grafico 6** - Visualizzazione dello ietogramma (box superiore) e dell'idrogramma (box inferiore) ottenuto dalla modellazione  
 Fonte: ARPAL, run delle 09:10 UTC del 15/11/2014 per il Fegino (Genova)

### Utilizzo operativo

La catena sui piccoli bacini è operativa presso il CFMI-PC dal 2013. In corso d'evento, durante la fase di monitoraggio, personale idrologo ARPAL presente nella Sala Operativa Regionale della Protezione Civile (SOR), utilizza anche la catena modellistica qui descritta per segnalare agli operatori di SOR, in contatto con le amministrazioni locali, eventuali criticità in essere o previste nell'immediato anche laddove non siano disponibili dati idrometrici.

L'attività di monitoraggio che si effettua in SOR, anche se è volta a localizzare i possibili effetti al suolo, è comunque svolta ad un livello regionale. Per questo motivo negli ultimi anni, si stanno gettando le basi per una collaborazione, ancorché sperimentale, con alcuni comuni virtuosi, in modo che, anche grazie alla approfondita conoscenza del loro territorio, possano mettere in atto tutte le azioni necessarie volte alla mitigazione del rischio in corso d'evento.

Il coinvolgimento diretto dei Comuni assicurerà un sensibile miglioramento dello strumento modellistico.

Infatti, in alcuni casi, le soglie di portata identificate dal CFMI-PC sulla base dei PdB possono risultare troppo o troppo poco cautelative. Grazie alla collaborazione dei tecnici delle amministrazioni comunali, che dispongono di una approfondita conoscenza del territorio, potranno essere revisionate tutte le soglie, anche effettuando nuovamente la modellazione idraulica. Alla base del monitoraggio comunale diretto sul territorio, potranno essere identificati dei percorsi di monitoraggio specifico da svolgersi da parte di volontari e addetti alla vigilanza sui corsi d'acqua ricadenti sul territorio comunale in modo da tener conto delle uscite modellistiche. Inoltre, è possibile integrare le uscite modellistiche con sistemi di monitoraggio in-situ, quali per esempio aste graduate in corrispondenza delle sezioni critiche, correlando i livelli di allarme alle portate soglia della modellistica. L'idea per il futuro, visto che l'utilità dello strumento modellistico è stata verificata su molti eventi verificatisi negli ultimi anni, è di provare ad estenderne l'utilizzo ai Comuni come supporto alla gestione delle emergenze.

### BIBLIOGRAFIA

Giannoni, F., 2002. *Morphologic analysis of natural drainage networks targeted to the characterization of the hydrologic response*. Tesi dottorato.

Giannoni F., Roth G. e R. Rudari, 2005. *A Procedure for drainage network identification from geomorphology and its application to the prediction of the hydrologic response*. *Advances in Water Resources*, 28(6), 567-581.

McCuen R.H., 1982. *A guide to hydrological analysis using Soil Conservation Service (SCS) methods*. Published by Prentice-Hall in Englewood Cliffs N.J.

Metta, S., von Hardenberg, J., Ferraris, L., Rebora, N., Provenzale, A., 2009. *Precipitation Nowcasting by a Spectral-Based Nonlinear Stochastic Model*. American Meteorological Society. DOI: 10.1175/2009JHM1120.1.

Nash, J. E. e Sutcliffe, J. V., 1970. *River flood forecasting through conceptual models I: a discussion of principles*. *J. Hydrol.*, 10, 282-290.



# SEGNALI DI CAMBIAMENTO CLIMATICO IN VENETO: L'INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE A VENEZIA

Adriano Barbi, Francesco Rech  
ARPA Veneto, Centro Meteorologico di Teolo

Le aree costiere rappresentano sistemi vulnerabili fortemente influenzati dai potenziali impatti legati ai rischi climatici conseguenti alla crescita del livello del mare e all'aumento dell'erosione costiera.

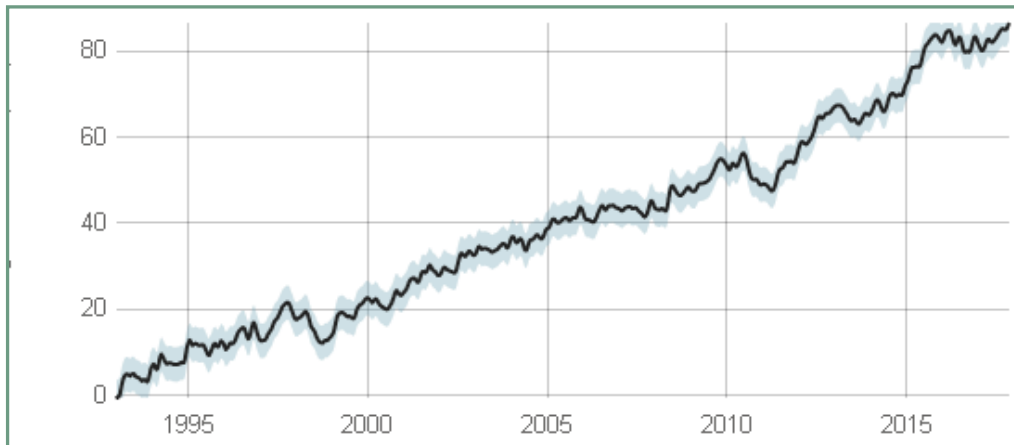
In Veneto l'attuale fase di cambiamento climatico, strettamente connessa al generale aumento delle temperature globali e riscontrabile in modo significativo anche a livello locale, mostra tra i suoi effetti sul territorio più evidenti e impattanti, l'innalzamento del livello medio del mare da un lato e la riduzione dei ghiacciai dall'altro. In ambito urbano in particolare, la crescita del livello del mare assume una rilevanza assoluta e del tutto peculiare nel caso di una città d'acqua, riconosciuta tra le più belle del mondo e Patrimonio dell'umanità, come Venezia.

tale innalzamento stia accelerando, portandosi a tassi anche superiori a 3 mm/anno (NASA, 2019). Le cause principali di questa accelerazione sono probabilmente dovute alla crescita registrata negli ultimi 25 anni dell'apporto di ghiaccio continentale disciolto, soprattutto a carico della Groenlandia. Secondo uno degli ultimi rapporti dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA, 2017) la perdita di ghiaccio media annua in Groenlandia è passata da circa 34 Gt/anno nel periodo 1992-2001 a circa 215 Gt/anno nel periodo 2002/2011, contribuendo ad incrementare ulteriormente l'innalzamento del livello globale del mare di quasi 1 cm tra il 1992 e il 2015, circa il doppio del contributo dovuto allo scioglimento dei ghiacci antartici nello stesso periodo (EEA, 2016).

## IL RISCALDAMENTO GLOBALE E L'INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE

Il riscaldamento dell'atmosfera e dei mari, registrato a scala globale negli ultimi 150 anni, ha avuto tra le principali conseguenze il progressivo e generale innalzamento del livello medio dei mari e degli oceani. Il fenomeno, noto anche come **eustatismo**, è dovuto a varie cause tra le quali emergono come dominanti due fattori: da una parte la dilatazione termica degli oceani, che per effetto dell'aumento della loro temperatura aumentano di volume, dall'altra l'apporto di nuova massa liquida derivante dalla fusione delle calotte glaciali continentali (Groenlandia e Antartide su tutte).

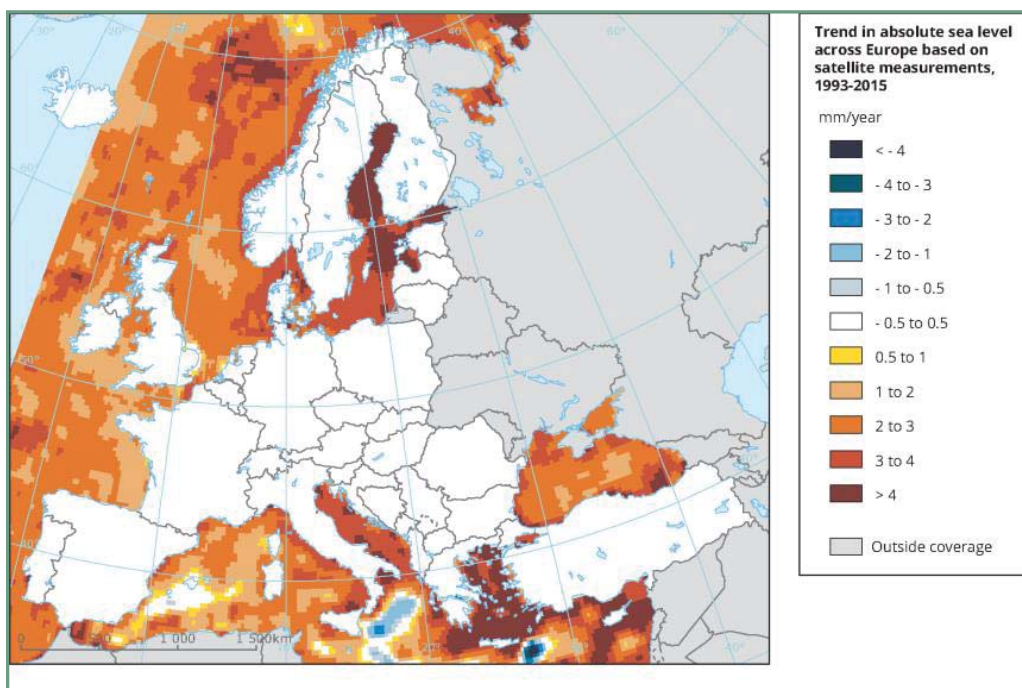
Secondo l'ultimo rapporto sui cambiamenti climatici redatto dall'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2014), nell'ultimo secolo, dal 1901 al 2010, l'altezza media del mare a livello globale è cresciuta di 0,19 m (+/- 0,02 m) corrispondente ad un tasso medio di 1,7 mm/anno (+/- 0,2 mm). Da recenti analisi compiute anche attraverso misure satellitari, sta emergendo come



**Grafico 1** - Variazione del livello medio del mare [mm] calcolata a scala globale sulla base dei dati satellitari dal 1993 al 2019. Il tasso medio di crescita nel periodo è stimato in circa 3,3 mm/anno (+/- 0,4 mm)  
Fonte: NASA Goddard Space Flight Center, <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/> (aggiornamento aprile 2019)

In Europa, seppure con significative variazioni a livello locale, la maggior parte delle aree costiere hanno registrato incrementi assoluti del livello del mare. Anche i valori estremi del livello del mare sono per lo più aumentati lungo le coste europee ma tali incrementi

sembrano principalmente connessi all'innalzamento medio del mare piuttosto che a cambiamenti nelle attività di sistemi meteorologici quali tempeste o cicloni (EEA, 2017).

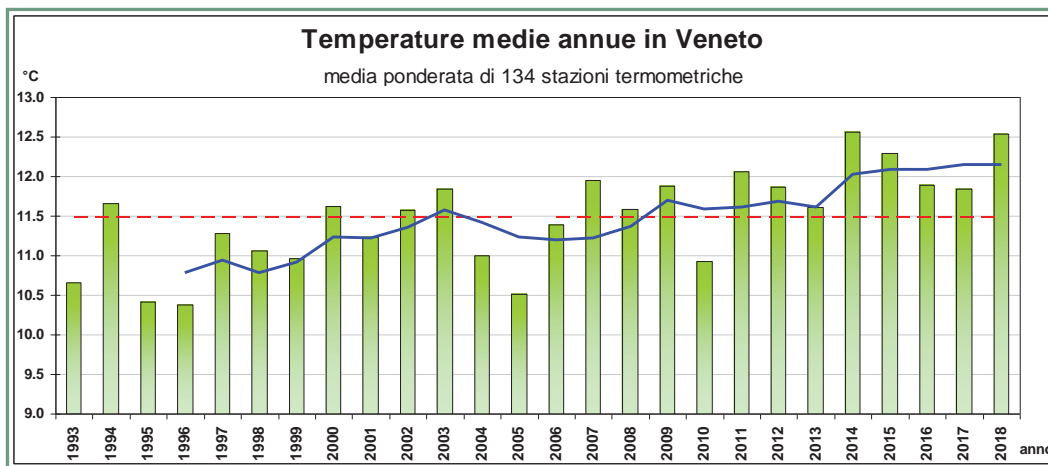


**Grafico 2** - Trend del livello assoluto del mare in Europa basato sulle misure da satellite nel periodo 1993-2015. In legenda a destra sono rappresentate le classi di trend medio espresse in mm/anno.  
Fonte: EEA - Agenzia Europea per l'Ambiente

## CAMBIAMENTI CLIMATICI IN VENETO E LIVELLO DEL MARE A VENEZIA

Alla scala regionale i cambiamenti climatici più significativi osservati nell'ultimo cinquantennio riguardano la temperatura dell'aria mentre per le precipitazioni i segnali risultano molto meno evidenti e

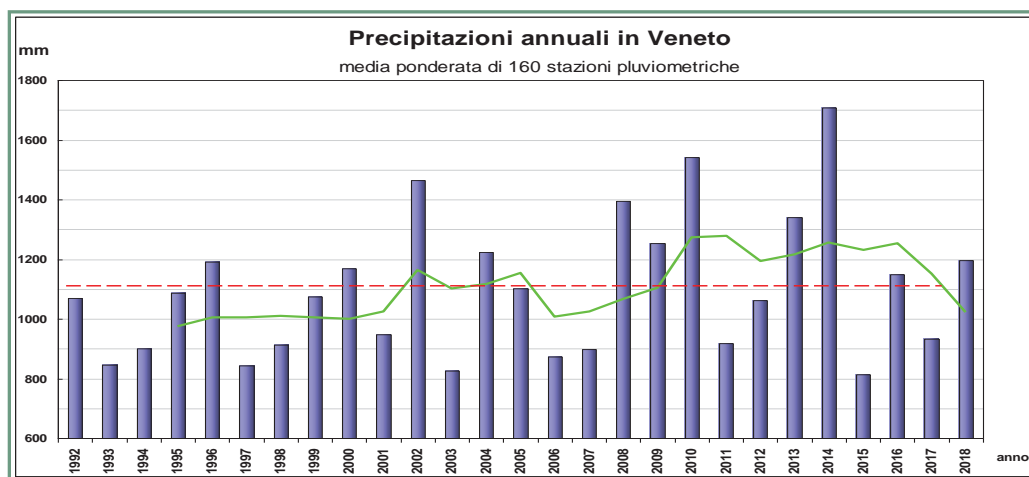
maggiormente influenzati da una forte variabilità interannuale. Le analisi dei dati meteorologici registrati in Veneto negli ultimi 25 anni evidenziano in particolare una crescita significativa della temperatura media annua con un trend stimato pari a 1,3 °C/25 anni (ARPAV, 2018).



**Grafico 3** - Andamento delle temperature medie annue in Veneto (media ponderata rispetto alle fasce altimetriche di 134 stazioni termometriche di ARPAV operative nel Veneto) per il periodo 1993-2018

La linea continua rappresenta l'andamento della media mobile su 4 anni. La retta rossa tratteggiata rappresenta la media dell'intero periodo. Il trend è in netto aumento. Gli anni più caldi sono stati, in ordine decrescente, il 2014, il 2018 e il 2015. Gli anni più freddi sono stati il 1996, il 1995 e il 2005.

Fonte: ARPAV



**Grafico 4** - Andamento delle precipitazioni annue in Veneto (media ponderata sul territorio regionale di 160 stazioni pluviometriche di ARPAV) per il periodo 1993-2018

La linea continua rappresenta l'andamento della media mobile su 4 anni. La retta rossa tratteggiata rappresenta la media dell'intero periodo. Non si registrano trend significativi mentre si osserva una forte variabilità interannuale, maggiormente evidente nella seconda parte del periodo. Gli anni più piovosi sono stati, in ordine decrescente, il 2014, il 2010 ed il 2002; gli anni meno piovosi sono stati il 2015 il 2003 e il 1997.

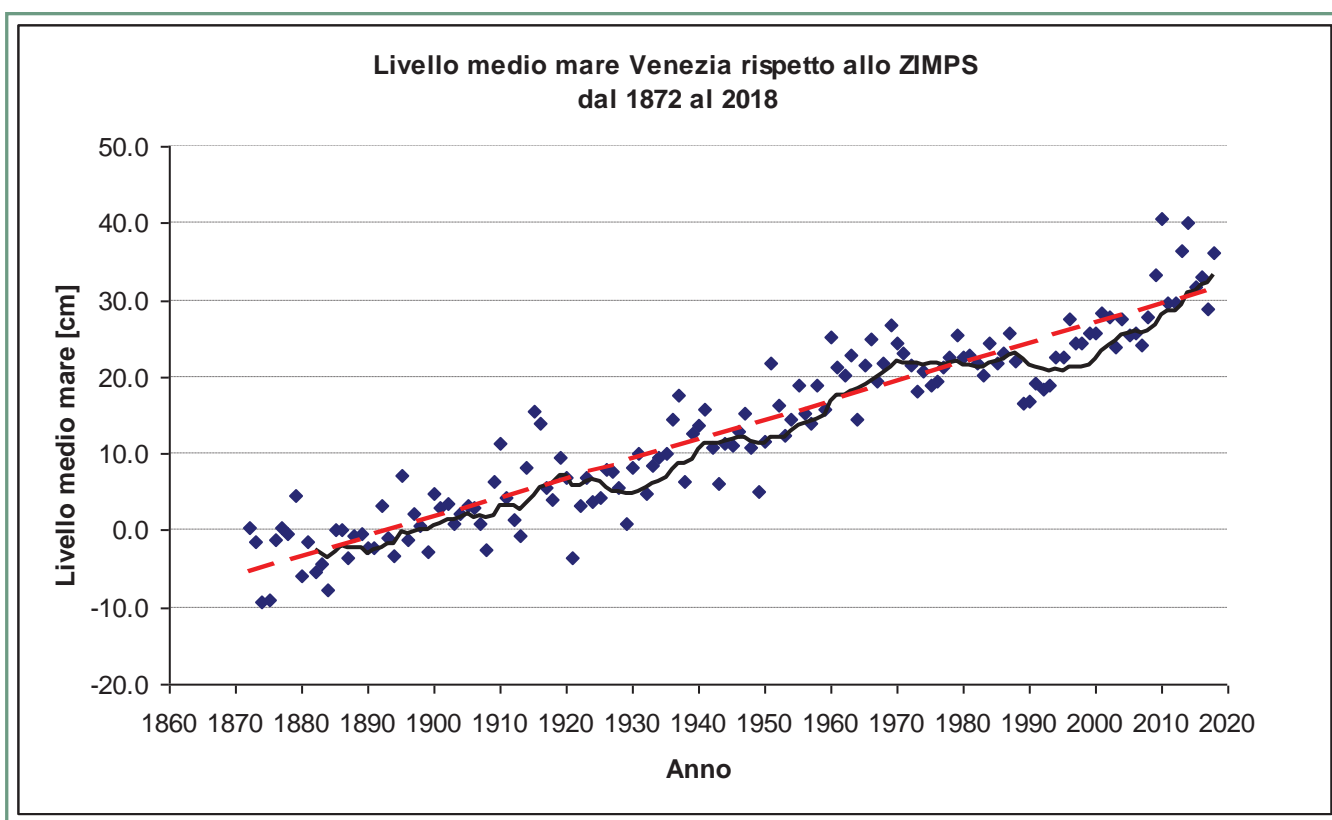
Fonte: ARPAV

Tra gli effetti più evidenti, e direttamente connessi all'aumento delle temperature, non solo dell'aria ma anche degli oceani e dei mari a scala globale, è riscontrabile anche in Veneto il significativo incremento del livello del mare.

Il Mar Mediterraneo e quindi i mari italiani, hanno infatti subito un innalzamento del loro livello medio nel corso dell'ultimo secolo, paragonabile a quello registrato a scala globale. Sulla base dei dati del CNR-ISMAR

(Centro Nazionale delle Ricerche-Istituto delle Scienze Marine), il tasso medio di innalzamento del mare registrato dal 1890 al 2016 a Trieste, e del tutto simile a quello registrato a Genova, è stato stimato in 1.4 mm/anno ma con un significativo incremento fino ad oltre 3 mm/anno nel periodo 1994-2016.

In Veneto la stazione mareografica storica di riferimento è quella di Venezia Punta Salute.



**Grafico 5 - Livello del medio mare a Venezia Punta Salute dal 1872 al 2018**

*I punti indicano i valori medi annui, la linea continua rappresenta l'andamento della media mobile su 11 anni, la retta tratteggiata la tendenza media stimata nell'intero periodo.*

Fonte Elaborazione ARPAV su dati Ispra

I valori medi annuali, rappresentati graficamente nel **Grafico 5**, evidenziano l'andamento crescente del livello medio del mare (l.m.m.) osservato a Venezia negli ultimi 147 anni. I dati di livello sono riferiti al piano di riferimento denominato Zero Mareografico di Punta della Salute (ZMPS), piano adottato come riferimento convenzionale per la misura dei livelli di marea in tutta la Laguna di Venezia, calcolato mediando 25 anni di osservazioni, dal 1885 al 1909. L'andamento del l.m.m. evidenzia una crescita non sempre omogenea nel tempo ma

caratterizzata da alcuni periodi in cui risulta particolarmente marcata e da altri in cui risulta pressoché nulla o addirittura leggermente negativa, con un tasso di crescita medio valido per l'intero periodo, 1872-2018, pari a 2,52 mm/anno (corrispondente a oltre 25 cm in 100 anni). Tale tasso di crescita risulta quindi significativamente più elevato rispetto a quello medio globale e quasi doppio rispetto a quello di Trieste. La ragione principale di tale differenza è attribuibile al fenomeno della **subsidenza**, manifestazione

caratteristica dell'area veneziana che consiste nel progressivo abbassamento del piano di campagna ossia di cedimenti di quota del terreno dovuti alla compattazione degli strati di suolo sottostanti, sia per cause naturali che antropiche (per estrazione ad es. di gas, acqua, ecc.).

Analizzando in particolare l'ultimo venticinquennio della serie, si nota come, pur rimanendo nell'ambito di una

spiccata variabilità interannuale, anche la stazione mareografica di Venezia abbia registrato, un tendenziale e significativo incremento del tasso di crescita stimabile in circa 5,1 mm/anno nel periodo 1994-2018, valore che, specie per la realtà veneziana, assume un significato particolarmente importante e preoccupante.

## BIBLIOGRAFIA

ARPAV, 2018. *A proposito di...Cambiamenti climatici*. ARPAV.

Baldin G., Crosato F., 2017. *L'innalzamento del livello medio del mare a Venezia: eustatismo e subsidenza*. ISPRA, Quaderni - Ricerca Marina 10/2017, Roma.

Church, J.A. & White, *Sea-Level Rise from the Late 19th to the Early 21st Century*, N.J. Surv Geophys, 2011. 32: 585.  
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10712-011-9119-1>.

EEA, 2016. *Indicator Assessment (CLIM 009)* Created 23 Nov 2016 Published 20 Dec 2016 Last modified Dec 2016 <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/greenland-ice-sheet-3/assessment>.

EEA, 2017. *Global and European sea level (CLIM012)* Created 8 Nov 2017 Published 27 Nov 2017 Last modified 27 Nov 2017  
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/sea-level-rise-5/assessment/>.

IPCC, 2014. *Fifth Assessment Report - AR5*. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/index>.

Jevrejeva S., Moore J.C., Grinsted A., Matthews A.P., Spada G., 2014. *Trends and acceleration in global and regional sea levels since 1807*, Global and Planetary Change, vol 113, doi:10.1016/j.gloplacha.2013.12.004.

NASA, 2019. *Global Mean Sea Level* <https://sealevel.nasa.gov/understanding-sea-level/key-indicators/global-mean-sea-level>.

NASA, 2019. *Goddard Space Flight Center*, <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>

Richard D. Ray, Bruce C. Douglas, 2011. *Experiments in reconstructing twentieth-century sea levels*. Progress in Oceanography, Elsevier, December <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079661111000759?via%3Dihub>



# CALDO IN CITTÀ: IL CASO DI TORINO

Renata Pelosini\*, Mariaelena Nicolella\*, Simona Barbarino\*, Mirella Iacono\*\*

\*ARPA Piemonte, \*\*Comune di Torino

Anche in Piemonte si osservano cambiamenti nel clima locale: un'aumentata variabilità, con frequenti eventi "fuori stagione" e una rapida alternanza degli estremi, un'esacerbazione degli eventi intensi, una mutata condizione della montagna, in particolare alle quote alte, che determina una serie di impatti indotti sull'attività agro-silvo-pastorale, sul turismo, sui rischi naturali, sulla riserva idrica. Si registra un aumento delle temperature, in particolare della massima estiva e delle temperature autunnali, che causano un aumento delle condizioni favorevoli allo sviluppo e alla propagazione degli incendi boschivi e minacciano le riserve idriche più durature, rappresentate dai ghiacciai, dalla neve e dal permafrost. Le aree urbane soffrono, in particolare, degli effetti delle ondate di calore, periodi prolungati di condizioni di caldo intenso associato a elevate umidità. Gli effetti principali si misurano sulla salute, con un aumento della mortalità e della morbilità, un prolungato e anticipato periodo di pollinazione con l'insorgenza di nuovi casi di allergopatie e con la diffusione di malattie trasmesse da vettori favoriti dal riscaldamento dell'atmosfera. Ma le ondate di caldo nelle città determinano effetti aggiuntivi anche in altri ambiti, come la gestione del verde pubblico e la disponibilità idrica, la diminuzione della portata e della qualità dei corsi d'acqua che attraversano le città, aumentano lo stress a cui sono sottoposti i processi industriali, e incrementano la richiesta energetica per il condizionamento. In una città non adeguatamente preparata peggiora la qualità della vita e il benessere degli abitanti, diminuisce la fruizione degli spazi pubblici e dei sistemi di trasporto collettivi e la dimensione sociale della città si modifica.

Le ondate di caldo sono stimate aumentare con il riscaldamento globale e l'effetto combinato con le caratteristiche termiche e radiative delle aree urbanizzate porta ad estremi di temperatura molto elevati e alla mancanza di refrigerio notturno. Il numero di giorni estivi in ondata di caldo sono attesi quasi triplicare a metà secolo per poi incrementare ancora di un 30% a fine secolo, adottando azioni significative di riduzione delle

emissioni di gas serra. Se questo non avverrà e si continuerà a emettere gas climalteranti con l'intensità attuale, i giorni estivi in ondata di caldo quadruplicheranno a metà secolo e, a fine secolo, praticamente tutti i giorni estivi saranno classificabili come giorni in ondata di caldo. Gli effetti potenziali sulla mortalità dei soggetti più fragili sono impressionanti, anche senza tenere conto dell'invecchiamento della popolazione, che porterà a un aumento della percentuale di popolazione più vulnerabile. Effetti acuti di inquinamento da ozono e altri inquinanti secondari, come quelli prodotti dal biossido di azoto, accompagnano questi periodi di caldo estremo, con effetti evidenti sul sistema sanitario, in termini di accessi al pronto soccorso e chiamate di emergenza, già riscontrabili oggi.

In questo contesto, che è atteso diventare sempre più critico, la Città di Torino sta lavorando per la definizione di un Piano di Adattamento che, basandosi sulle caratteristiche climatiche della città e sulla loro possibile evoluzione, individua misure di adattamento per minimizzare gli impatti, prevede una revisione della pianificazione settoriale e del governo del territorio che tenga conto del cambiamento climatico e, insieme, tende a dare alla dimensione cittadina caratteristiche ambientali e urbanistiche che ne migliorino la qualità della vita e l'attrattività.

L'analisi che segue si focalizza sulle ondate di caldo estive a Torino e descrive sia la valutazione climatica effettuata per quantificare l'impatto futuro, sia il processo che ha portato alla definizione delle misure di contrasto che possono essere messe in campo, sia dall'amministrazione sia da tutti i portatori di interesse, per rendere la città più resiliente.

## LE ONDATE DI CALDO A TORINO

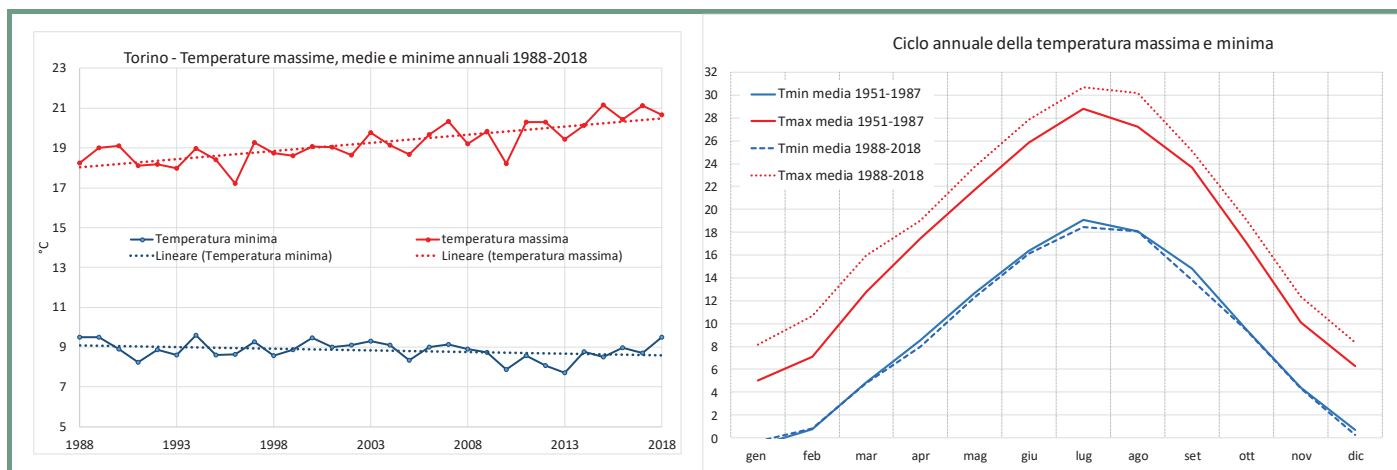
In un clima mediamente più caldo stanno aumentando anche i valori estremi di temperatura, in particolare quelli positivi, e la frequenza con cui questi si presentano.

Analizzando le serie storiche di dati meteorologici sulla città di Torino, si evidenzia una tendenza all'aumento del numero, della durata e dell'intensità delle ondate di caldo nel periodo estivo, e, negli ultimi anni, un anticipo del primo periodo in cui il caldo estivo si manifesta. Nelle città gli impatti delle ondate di caldo, diretti, indiretti, cumulativi e sinergici coinvolgono tutti i comparti del sistema socio-economico e ambientale. Anche gli scenari futuri, pur con elementi di incertezza, mostrano una tendenza all'aumento dei periodi di caldo intenso che, anche intraprendendo le più efficaci azioni di mitigazione, caratterizzeranno le estati almeno fino alla metà del secolo. Senza una riduzione delle emissioni dei gas serra, che consenta di mantenere l'aumento di temperatura a fine secolo entro 1,5°C rispetto a periodo preindustriale, l'intero periodo estivo potrà essere in condizioni di "ondata di caldo". Sulla base dei riscontri degli effetti delle ondate di caldo sulla salute, che sono sistematici per la città di Torino a partire dall'anno 2003, e con queste prospettive di incremento nei prossimi anni, nell'ambito del gruppo di lavoro intersettoriale che l'amministrazione della città ha definito per individuare e

implementare le azioni di adattamento al cambiamento climatico, un tema centrale affrontato è stato quello dell'analisi degli impatti e delle azioni per prevenire o attenuare i rischi derivanti dalle ondate di caldo. Questa attività ha portato alla definizione di 78 azioni, che saranno inserite nel Piano di Adattamento al cambiamento climatico in via di costruzione e consentiranno una ridefinizione della città e dei suoi servizi maggiormente adeguata a minimizzare gli impatti che ne potranno derivare.

### L'andamento della temperatura a Torino

Analizzando la serie storica delle temperature registrate a Torino, sia considerando un periodo più lungo (dal 1950) quando le misure sono più disomogenee, sia considerando un periodo relativamente più breve (dal 1988) ma con misure omogenee, si osserva una tendenza significativa all'aumento delle temperature massime, mentre le temperature minime risultano pressoché stazionarie o in lievissima diminuzione, peraltro non significativa dal punto di vista statistico (**Grafico 1**).



**Grafico 1** - Andamento delle temperature massime e minime medie annuali a Torino dal 1988 al 2018 (a sinistra) e ciclo annuale delle temperature massime e minime nei periodo 1957-1987 e 1988-2018 (a destra)

Fonte: ARPA Piemonte

In particolare, le **temperature massime** mostrano un trend significativo (intervallo di confidenza del 95%) pari a circa 0,8°C ogni 10 anni negli ultimi 30 anni, ed evidenziano come proprio gli ultimi 30 anni siano quelli che hanno maggiormente contribuito al riscaldamento. Considerando infatti la serie più lunga, dal 1951, la

tendenza, sempre positiva, si riduce a 0,6°C ogni 10 anni.

L'aumento delle temperature massime è distribuito nel corso dell'intero anno, con un valore superiore nei primi tre mesi dell'anno e nel mese di agosto, in cui la differenza tra il valore degli ultimi 30 anni e il periodo precedente supera i 3°C.

Analizzando in particolare l'andamento degli incrementi della temperatura massima negli ultimi 30 anni nelle diverse stagioni, si evidenziano ancora la stagione estiva, in particolare per il contributo del mese di giugno,

e quella autunnale, per il contributo di settembre. Nella stagione primaverile è il mese di aprile a registrare un trend più elevato, in assoluto il mese dove la tendenza all'aumento è superiore (pari a 1,7°C in 10 anni).

**Tabella 1** - Tendenza della temperatura massima in °C ogni 10 anni per il periodo dal 1987 al 2019  
 Fonte: ARPA Piemonte

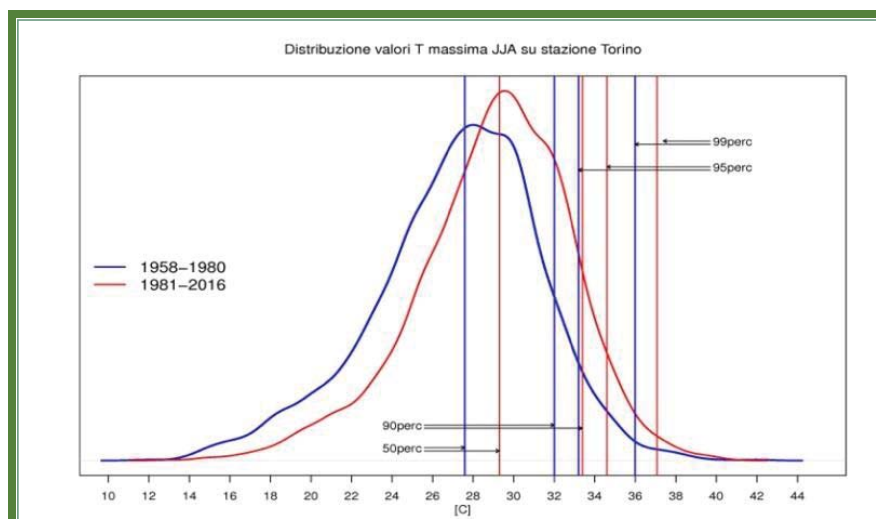
Tendenza della temperatura massima (°C ogni 10 anni) negli ultimi 30 anni	
DJF	0,17°C
MAM	0,84°C
JJA	1,25°C
SON	1,15°C

Interessante è osservare come l'effetto del riscaldamento diurno si rifletta anche sulla forma della distribuzione in frequenza della temperatura stessa, modificandone così non solo il valore medio ma anche gli estremi.

Confrontando, ad esempio, la **distribuzione della temperatura massima giornaliera estiva** del periodo 1981-2016 con quella del periodo 1958-1980 si evidenzia un aumento della mediana e di tutti i percentili

più elevati: del 95° percentile di circa 1°C e del 99° percentile di circa 1.5°C (**Grafico 2**).

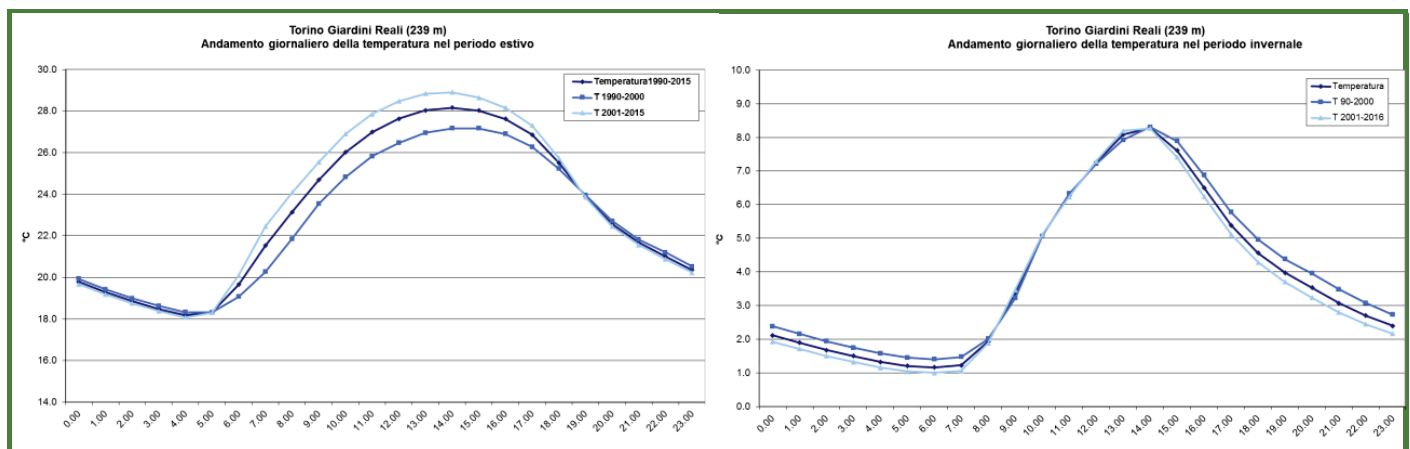
Il valore del 50° percentile del primo periodo (pari a 27,6°C, valore che viene raggiunto nel 50% dei giorni), nella distribuzione più recente si verifica solo il 32% dei giorni. Il valore del 95° percentile (pari a 33,2°C) e del 99° percentile (pari al 35.99°C) del primo periodo si presentano rispettivamente l'11% e il 2% dei giorni.



**Grafico 2** - Distribuzione dei valori di temperatura massima nel periodo estivo a Torino nel periodo 1958-1980 (blu) e 1981-2015 (rosso). Le linee verticali rappresentano i percentili (50°, 95° e 99°) delle due distribuzioni  
 Fonte: ARPA Piemonte

Anche il ciclo giornaliero della temperatura mostra un chiaro segnale di aumento nelle ore diurne negli ultimi 30 anni, in particolare in estate, mentre durante l'inverno

sono le temperature notturne a vedere un decremento, anche se di entità decisamente inferiore (**Grafico 3**).



**Grafico 3** – Ciclo diurno della temperatura della stazione di Torino Giardini Reali nel periodo estivo (a sinistra) e invernale (a destra) per il periodo complessivo 1990-2015, e i due periodi intermedi 1990-2000 e 2001-2015

Fonte: ARPA Piemonte

Le alte temperature estive, dovute alla concomitanza di forte irraggiamento solare e alla persistenza di strutture anticicloniche estese di origine africana, che favoriscono l'ingresso di masse d'aria caldo-umide dai quadranti

meridionali, determinano condizioni di disagio per il benessere psico-fisico degli abitanti, che si misura attraverso indicatori bio-meteorologici specifici riportati nella **Tabella 2**.

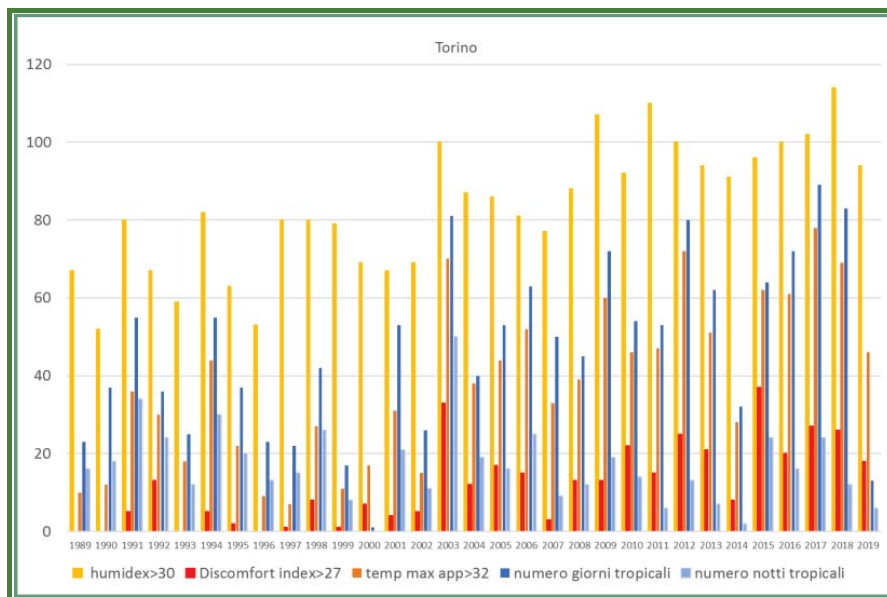
**Tabella 2** - Indici biometeorologici e soglie di riferimento

Fonte: ARPA Piemonte

<b>Temperatura apparente</b> - stima il disagio fisiologico dovuto all'esposizione a condizioni meteorologiche caratterizzate da alte temperature ed elevati livelli igroscopici dell'aria, nonché da ridotta velocità del vento a 10 m dal suolo.	Quando è superiore a 32°C si è in condizioni di estrema cautela per la salute
Indice di Thom o <b>Discomfort index</b> - è uno degli indici più utilizzati per la stima della temperatura percepita e dipende solo da temperatura e umidità relativa	Quando è superiore a 27°C si è in condizioni di estrema cautela per la salute
<b>Humidex</b> - valuta il benessere climatico nei giorni caldi ed umidi e si basa su una relazione empirica che prende in considerazione la temperatura dell'aria e la tensione di vapore	Quando è superiore a 30°C si è in condizioni di estrema cautela per la salute
<b>Giorni tropicali</b> : numero di giorni con temperatura massima dell'aria maggiore di 30°C nel periodo estivo	
<b>Notti tropicali</b> : numero di giorni con temperatura minima dell'aria maggiore di 20°C nel periodo estivo	

Analizzando l'intera serie storica degli indicatori sulla città di Torino, nel periodo estivo, si osservano delle tendenze significative dei giorni di estrema cautela, con un incremento di 1,5 giorni all'anno per Humidex e

Temperatura apparente e 1,2 giorni/anno per i giorni tropicali. Il discomfort index, anche se non evidenzia un trend uniforme, assume valori superiori a partire dagli anni 2000 (**Grafico 4**).



**Grafico 4** - Andamento degli indici biometeorologici valutati per la città di Torino nel periodo estivo dal 1989 al 2019

Fonte: ARPA Piemonte

Si evidenzia l'anno caldo del 2003, quando anche il numero di notti tropicali è stato molto elevato (pari a 50, il maggiore dell'intera serie) e gli anni 2015 e 2017, con valori diurni degli indici molto elevati. Il 2017 e il 2015 sono stati gli anni più caldi sia per l'intera regione, sia per la città di Torino degli ultimi 60 anni, considerando sia la temperatura massima sia la temperatura media. Limitandoci al periodo estivo rimangono gli anni più caldi nel capoluogo per quanto riguarda la temperatura massima, seguiti dal 2018 e 2003.

### Le ondate di caldo - i dati storici

Secondo la World Meteorological Organization (WMO) e la World Health Organization (WHO) il numero di eventi estremi correlati alle temperature aumenterà con frequenza sempre maggiore. Uno dei rischi previsti con maggiore probabilità in relazione alla salute della popolazione è legato alla frequenza delle ondate di caldo e alla loro durata. Con questo termine ci si riferisce a un fenomeno naturale che determina situazioni di pubblica emergenza, come nell'estate del 2003, e che, anche quando si manifesta in modo meno grave, determina impatti sulla salute rilevanti e misurabili.

Pur trattandosi di un evento abbastanza ricorrente nel periodo estivo, non solo in Italia, non è ancora stata

individuata una definizione univoca a livello internazionale.

Nonostante questo, la comunità scientifica internazionale ha convenuto che l'ondata di caldo sia un periodo con una durata minima di almeno due/tre giorni, in cui si verifica una situazione di caldo intenso, dove la temperatura è generalmente più elevata della media, sia in condizioni asciutte sia umide.

L'intensità, la durata e il contenuto di umidità dell'aria sono tre fattori caratterizzanti che determinano la gravità dell'impatto sulla popolazione. Le ondate di caldo che determinano un impatto sulla salute in una città come Torino sono le cosiddette *Moist Heatwave* - ondate di calore umide - che sono caratterizzate da temperature estreme, condizioni umide sia durante il giorno sia durante la notte, con la presenza di nubi durante il periodo notturno, che non favoriscono la dispersione del calore accumulato durante il giorno, e condizioni di scarsa ventilazione (WMO, 2015).

Le ondate di caldo sono tra gli eventi estremi più diffusi e possono ricoprire un'area piuttosto ampia nello stesso momento. La caratteristica principale che le differenzia dagli altri eventi estremi sta nel fatto che non lasciano una chiara catena di distruzione lungo il loro percorso, per questo vengono chiamate *Silent Killers*, cosa che le rende alquanto pericolose (Luber G. *et. al.*, 2008).



Vengono ritenute il disastro naturale legato alla meteorologia e al clima che determina il maggior numero di vittime (WMO, 2014).

Per studiare il fenomeno delle ondate di calore nella città di Torino è stato utilizzato un indice proposto dal World Meteorological Organization e dal World Health Organization (WMO-WHO, 2015), semplice ma

*responsive* rispetto all'impatto sulla salute, basato solo su dati meteorologici, per cui applicabile anche in un contesto di scenari futuri.

Sulla base del calcolo giornaliero di tale indice è possibile valutare gli attributi di un'ondata di calore che ne quantificano l'intensità e l'effetto nel tempo, come riassunti nella **Tabella 3**.

**Tabella 3** - Caratteristiche di una ondata di caldo

Fonte: ARPA Piemonte

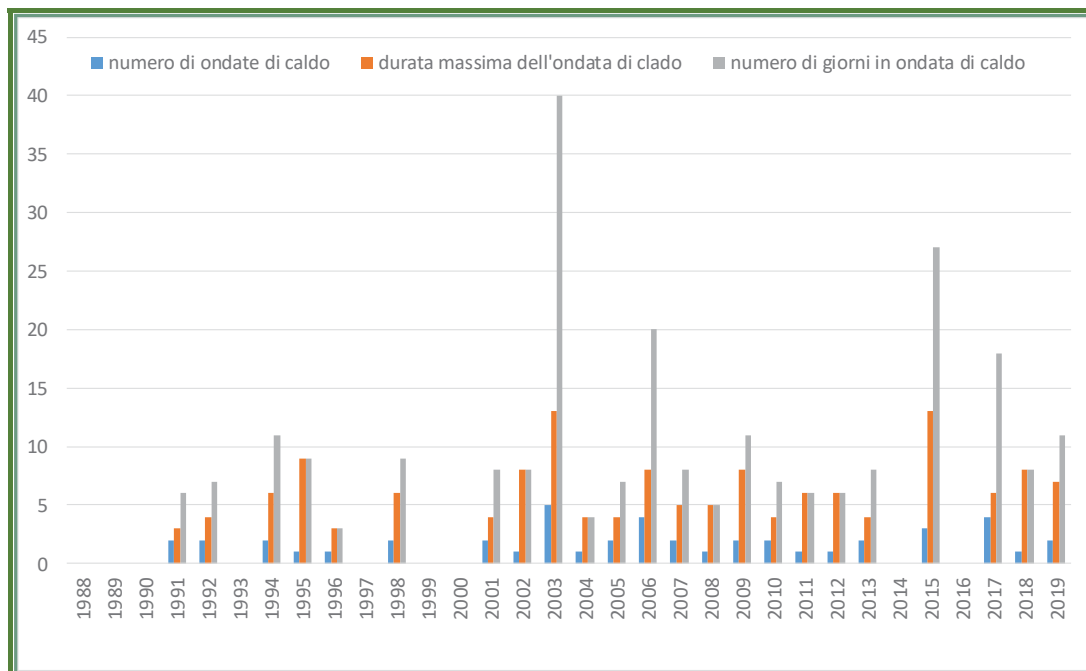
<b>1. HWN (HEAT WAVE NUMBER)</b>	Il numero annuale di ondate di calore durante il periodo estivo (maggio-settembre)	Numero di eventi
<b>2. HWD (HEAT WAVE DURATION)</b>	La lunghezza dell'ondata di calore più lunga del periodo estivo (maggio-settembre)	Giorni
<b>3. HWF (HEAT WAVE DAY FREQUENCY)</b>	Il totale del numero di giorni del periodo estivo (maggio-settembre) in cui si verifica un'ondata di calore	Giorni

L'indice scelto nell'analisi è l'indice *Excess Heat Factor* (EHF) che definisce un'ondata di calore quando si verificano per 3 o più giorni consecutivi le condizioni positive di *Excess Heat Factor* ( $EHF \geq 0$ ). Il fattore di eccesso di calore (EHF) è stato definito nel 2011 dalla Commissione per la Climatologia (CCL) della World Meteorological Organization (WMO), un team di esperti a livello internazionale sul rischio climatico e su indici settoriali specifici (ET CRSCI) per migliorare il processo decisionale nella pianificazione, nella gestione del rischio e nelle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici. In particolare, l'indice EHF è stato utilizzato in diversi studi basati sulla relazione calore-salute (Keggenhoff I. *et al.*, 2015). La scelta di questo indice, a discapito di quelli più complessi utilizzati per il Bollettino di Previsione delle Ondate di Calore emesso nella stagione estiva da ARPA Piemonte, è dovuta principalmente alla possibilità di essere calcolato anche per gli scenari futuri, dove la disponibilità delle variabili meteorologiche è limitato nella tipologia e nella frequenza temporale.

L'*Excess Heat Factor* (EHF) è definito come il prodotto della combinazione di due indici: *EHI<sub>sig</sub>*, che misura il calore in eccesso, ossia la deviazione della temperatura media giornaliera rispetto al 95° percentile della

temperatura media calcolata sul periodo di riferimento 1971-2000, e *EHI<sub>accl</sub>*, ossia la deviazione della temperatura media da quella dei precedenti 30 giorni, che rappresenta una componente di acclimatazione nel breve periodo, dove la dimensione dell'anomalia fornisce il livello di stress termico. L'indice incorpora indirettamente l'effetto dell'umidità sulla tolleranza al calore, usando la temperatura media, piuttosto che la massima giornaliera. I valori dell'indice EHF sono calcolati su una media di 3 giorni per ricavare un indice di intensità dell'onda di calore (Keggenhoff I. *et al.*, 2015). I valori positivi dei EHF indicano il verificarsi di un evento ondata di caldo, che per essere tale deve protrarsi per almeno 3 giorni. Si tratta di un indice piuttosto severo, in grado di discriminare le ondate di caldo più significative.

Per questo indice e per il periodo 15 maggio - 15 settembre (1951-2016), sono state valutate nella città di Torino il numero annuo delle ondate di calore, la lunghezza dell'evento più lungo e la somma dai giorni in cui si verifica un'ondata di caldo. L'andamento di questi tre parametri per la serie più omogenea, dal 1988, è rappresentato nel **Grafico 5**.



**Grafico 5** - Indice Excess Heat Factor (EHF) della città di Torino calcolato sul periodo 15 maggio - 15 settembre (1988-2019). In blu il numero di ondate di calore, in arancione la massima lunghezza e in grigio il numero di giorni in ondata di caldo  
 Fonte: ARPA Piemonte

Dal grafico si osserva che l'indice è concorde alle reali condizioni climatiche verificate. L'anno 2003 è chiaramente quello maggiormente soggetto alle ondate di calore: se ne stimano 5, la più lunga ha una durata di 13 giorni (dal 1° al 13 agosto), per un totale di giorni caratterizzati da un'ondata di caldo pari a 40, distribuiti nei mesi di giugno, luglio e agosto. Il secondo anno più caldo, il 2015, presenta 3 ondate di calore con una durata massima di 13 giorni (dall'11 al 23 luglio) e un totale di giorni cumulati in cui si verifica l'ondata pari a 27. Un altro anno, secondo questo indice, che merita di essere nominato è il 2006, con un numero di ondate di calore pari a 4, quella con la massima lunghezza è stata di 8 giorni (dal 18 al 25 luglio) per un totale di giorni in ondata pari a 20. Dal **Grafico 5** non si evidenzia un trend statisticamente significativo, anche se si può osservare come le estati più critiche dal punto di vista del caldo si siano verificate nel nuovo millennio e come negli ultimi anni ci sia quasi sempre almeno un'ondata di caldo definita attraverso questo indice.

### Le ondate di caldo - gli scenari futuri

Attraverso l'utilizzo della modellistica climatica (globale e regionale), e tenendo conto degli scenari di sviluppo

socioeconomico e delle ipotesi sulle azioni di mitigazione dei gas serra che verranno intraprese, è possibile delineare degli scenari futuri relativi alle variabili climatiche. Le simulazioni sono affette da incertezze, dettate dalla limitata capacità dei modelli nel descrivere esplicitamente tutti i processi e le interazioni fra le variabili che influenzano il clima, inclusi i meccanismi di feed-back, dall'accuratezza degli scenari socio-economici, dalla rilevanza e dalla tempistica con cui verranno attuate le misure di mitigazione, nonché da altri fattori difficilmente prevedibili, come la dinamica della popolazione, le migrazioni, le modifiche degli stili di vita, l'evoluzione tecnologica.

Ciò nonostante è importante disporre di stime, anche quantitative, sul cambiamento del clima, al fine di valutare gli impatti, definire le azioni di contrasto e di adattamento, anche puntuali, e assegnare le priorità alle misure di prevenzione e protezione da intraprendere per limitare i danni.

Per una prima analisi di come sarà il clima estivo della città nel corso del XXI secolo, sono state utilizzate le simulazioni ad alta risoluzione ottenute con il modello climatico regionale COSMO-CLM (a 8 km di risoluzione

orizzontale) prodotte dal Centro Euro Mediterraneo per il Cambiamento Climatico, le medesime simulazioni utilizzate per la Strategia Nazionale di Adattamento al Cambiamento Climatico (Ministero per l'Ambiente) e già utilizzate in ambito scientifico (Mercogliano P. *et al.*, 2014).

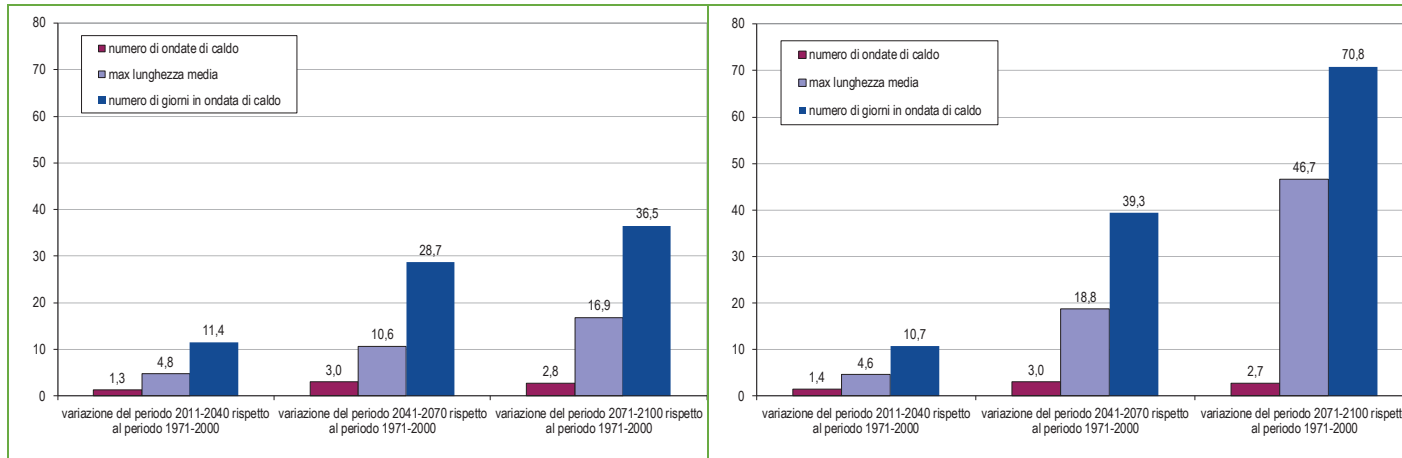
Utilizzando tali scenari, unitamente all'applicazione di tecniche di rimozione degli errori sistematici, è stato possibile effettuare delle valutazioni sull'andamento del clima a Torino nei prossimi decenni, fino a fine secolo.

Le simulazioni utilizzano come riferimento i due scenari emissivi indicati dall'IPCC (Panel Intergovernativo per i Cambiamenti Climatici): lo scenario RCP 4.5 (intermedio, con azioni di mitigazione significative, che prevedono una stabilizzazione della concentrazione della CO<sub>2</sub> in atmosfera dopo la metà del secolo e limitano l'aumento della temperatura globale al di sotto dei 2°C, in linea con l'accordo di Parigi) e lo scenario RCP 8.5 (senza azioni di mitigazione, considerato lo scenario tendenziale),

prendendo in considerazione il periodo temporale dai nostri giorni fino al 2100.

Utilizzando l'indice *Excess Heat Factor* (EHF), è possibile valutare come varierà la frequenza, l'intensità e la durata delle ondate di calore nel futuro e, attraverso analisi degli impatti attuali e della loro correlazione con il clima, stimare gli impatti futuri.

L'analisi mostra come è attesa aumentare in particolare la durata delle ondate di caldo e il numero di giorni estivi complessivo in ondata di caldo, che tenderà a raddoppiare a metà del secolo e triplicare a fine secolo nello scenario RCP4.5, mentre in quello RCP8.5 tenderà quasi a quadruplicare a metà del secolo per poi continuare ad aumentare successivamente. Nello scenario in linea con l'Accordo di Parigi, le ondate di caldo potranno durare fino a 15-16 giorni a metà del secolo per arrivare fino a 21-22 a fine secolo. Nello scenario tendenziale, le ondate di caldo potranno durare fino a 23-24 giorni a metà del secolo per arrivare fino a 51-52 a fine secolo (**Grafico 6**).



**Grafico 6** - Stima della variazione del numero, della durata e del numero di giorni estivi in ondata di caldo nei trentenni 2011-2040, 2041-2070 e 2091-2100 rispetto al trentennio di riferimento 1971-2000, secondo l'indice EHF, a Torino. A sinistra lo scenario RCP 4.5, a destra lo scenario RCP 8.5

Fonte: ARPA Piemonte

Gli impatti derivanti dalle ondate di caldo saranno inaspriti e resi più gravosi da questo cambiamento del clima estivo stimato e nuovi scenari di rischio, inattesi e non completamente identificabili, potranno delinearsi.

Utilizzando, ad esempio, la relazione tra le ondate di caldo e l'eccesso di mortalità, senza tenere conto dell'invecchiamento della popolazione e delle specifiche politiche di prevenzione che potranno essere adottate, si

osserva l'eccesso di mortalità nella popolazione più fragile incrementa in entrambi gli scenari, con eccessi medi che arrivano a superare quello del 2003 nell'ultimo trentennio del secolo, nello scenario climatico peggiore.

Sulla base di questa prima analisi, inoltre, si stima che il 3% in più degli accessi al pronto soccorso che si è riscontrato per le ondate di caldo nell'estate 2015, potrebbe arrivare anche al 30% (RCP 4.5) o al 60% (RCP

8.5) entro fine secolo. Per quanto questi risultati possano essere considerati preliminari, sono concordi con la letteratura scientifica che stima un impatto sulla salute del riscaldamento globale quantificabile in termini di mortalità e morbilità.

### Gli impatti

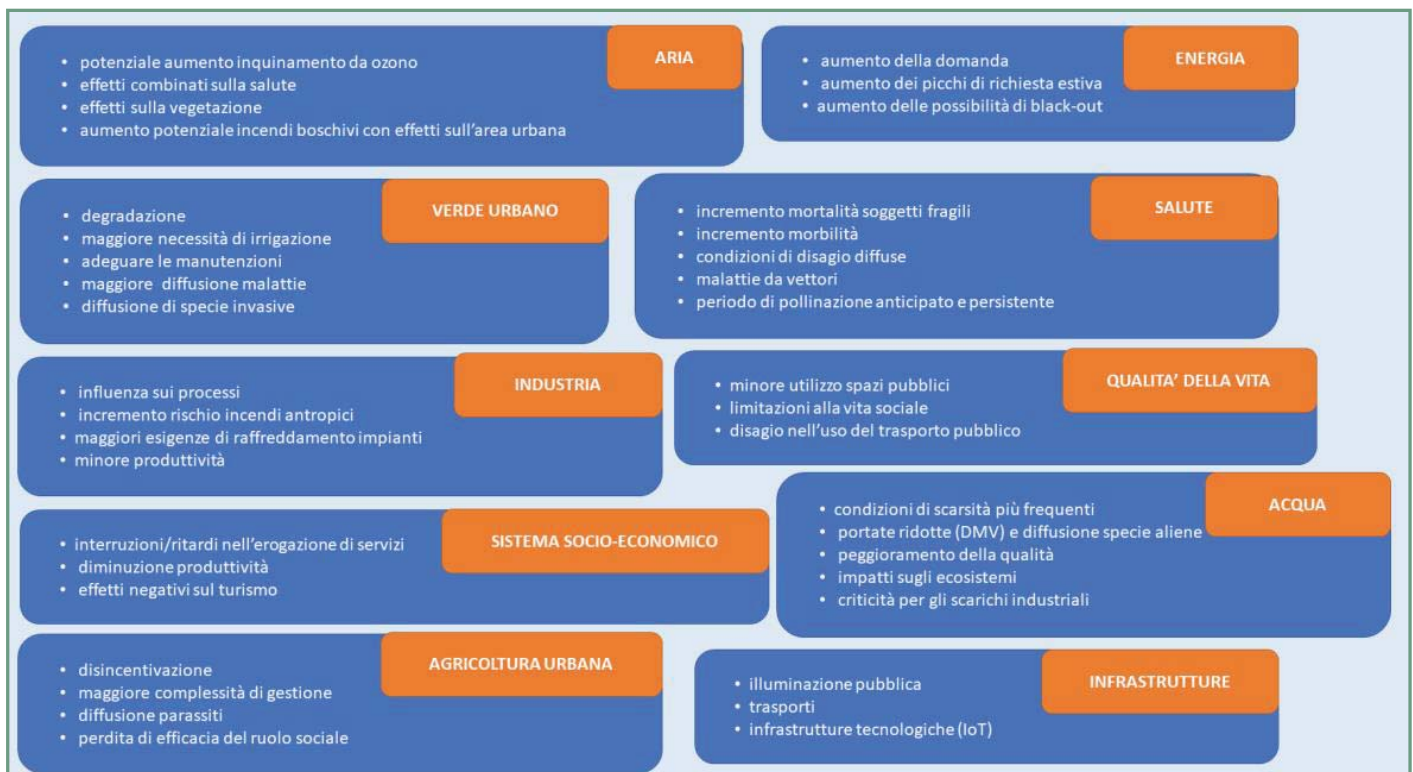
Le manifestazioni del cambiamento climatico a maggior impatto sulle aree urbane sono quelle relative ai periodi estivi di caldo intenso e prolungato, le ondate di caldo, insieme agli eventi di precipitazione intensa localizzata, connessi ai temporali, a carattere improvviso e spesso imprevedibili. Associati agli episodi di caldo estremo estivo prolungati nel tempo, si verificano spesso situazioni di scarsità idrica, che anche nelle città possono determinare effetti importanti.

Per identificare gli impatti dovuti all'aumento del numero e della durata delle ondate di caldo, volendo considerare sia gli impatti diretti sia quelli indiretti, anche solo in modo qualitativo, l'amministrazione della Città ha costituito un gruppo di lavoro intersettoriale, che ha coinvolto anche i principali *stakeholder* esterni all'amministrazione, con il quale ha condiviso un percorso di co-design per identificare le vulnerabilità della città e relativi rischi derivanti dai driver di origine climatica.

Mentre la valutazione degli impatti diretti risulta in qualche modo guidata da principi fisici, istruita da quanto successo nel passato e quindi maggiormente quantificabile, così come lo sono le conseguenti azioni di adattamento, gli impatti indiretti, ossia quelli derivati da impatti diretti (attraverso la cosiddetta "catena degli impatti"), o mediati da una matrice ambientale (terra, aria, acqua) o da una matrice socio-economica, o dovuti a effetti diretti di una variazione climatica che avviene in luoghi lontani o, ancora, derivati da politiche o azioni di adattamento al cambiamento climatico non vantaggiose sotto tutti gli aspetti, sono decisamente più complicati da affrontare. Complessa è la loro genesi così come la stima quantitativa, che è affetta da maggiore incertezza. Gli impatti indiretti possono essere sinergici, possono agire attraverso l'aumento della vulnerabilità, hanno un carattere più «globale» e «integrale», le azioni di contrasto non sono sempre evidenti o risultano troppo complesse da implementare, richiedono visione e prospettiva a lungo termine, così come un commitment politico importante e un sistema di governance integrata.

Questa difficoltà intrinseca nell'affrontare gli impatti indiretti necessita di un lavoro intersettoriale multiscala e multilivello, che coinvolga tutti i portatori di interessi, che siano i soggetti più a rischio di subire gli impatti, gli attori coinvolti nel processo pianificatorio e decisionale, gli esperti di settore, o soltanto chi può essere influenzato anche marginalmente da un'azione di adattamento, chi è in grado di creare consenso e accettazione da parte del contesto esterno, chi fornisce supporto per prendere decisioni in condizioni di incertezza.

Con l'istituzione del Gruppo di lavoro intersettoriale, la Città di Torino ha agito in quest'ottica, individuando gli impatti diretti e indiretti delle ondate di caldo sulla città e sui suoi abitanti e, convertendo le sfide definite dalla catena degli impatti in obiettivi strategici, ha delineato le possibili azioni di adattamento.



**Grafico 7** - Scheda di sintesi degli impatti delle ondate di caldo sulla città di Torino individuate dal gruppo di lavoro, per comparti

Fonte: ARPA Piemonte, Comune di Torino

## LE AZIONI DI CONTRASTO E ADATTAMENTO

Il percorso seguito per individuare le azioni che possono essere messe in campo non solo dall'amministrazione della Città, ma anche dagli altri Enti che governano il territorio a vario livello, dalle aziende che erogano i servizi, dai privati, alle associazioni, alle comunità scolastiche, alle aziende, fino ai singoli cittadini ha visto una fase iniziale di formazione, una successiva di discussione settoriale per ogni comparto identificato come sensibile al cambiamento climatico per identificare le prime azioni, valorizzando quanto già esistente o in progetto e una successiva in cui le singole azioni settoriali sono state condivise per trovare sinergie e punti in comune.

Per l'identificazione delle azioni si è partiti dall'analisi degli impatti connessi al forzante climatico, trasformando le potenziali conseguenze negative del cambiamento climatico in obiettivi strategici positivi da perseguire e si sono delineati i passi necessari per

raggiungerli. Si è tenuto conto non solo della forzante climatica ma anche delle caratteristiche della città e della sua vulnerabilità, dell'esposizione dei beni e dei sistemi socio-economici e ambientali al rischio.

Una riflessione è stata fatta sul potenziale che le diverse misure hanno di contribuire allo sviluppo positivo a lungo termine dell'area urbana nel suo complesso, cercando di definire una visione della "città del futuro", e individuare quali fossero già ricomprese o da introdurre nella politica di sviluppo territoriale.

Sono state analizzate le difficoltà nell'implementazione delle misure, siano esse di natura finanziaria, di governance, di complessità istituzionale, di cultura e pratica amministrativa, identificando via via percorsi che portassero a una soluzione o a un aggiramento dell'ostacolo.

Sono state identificate complessivamente 78 misure di dettaglio relativamente alle ondate di caldo, che sono state classificate secondo due principali linee di azione, obiettivi e categorie, come rappresentato nel **Grafico 8**.



COME PREPARARSI		COME ADATTARE LA CITTA'	
AMMINISTRAZIONE RESILIENTE	AMMINISTRAZIONE CHE GESTISCE LE EMERGENZE	UNA CITTA' PIU' FRESCA	UNA CITTA' PIU' VIVIBILE
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Adeguamento della norme urbanistiche</li> <li>✓ Coordinamento e governance</li> <li>✓ Pianificazione</li> <li>✓ Formazione</li> <li>✓ Monitoraggio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Comunicazione</li> <li>✓ Piani di gestione</li> <li>✓ Aumentare la protezione sanitaria e sociale delle persone</li> <li>✓ Favorire piani di adattamento aziendali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Adattare l'edificato per migliorare la qualità della vita e per contenere la richiesta energetica</li> <li>✓ Incrementare l'infrastruttura verde e le superfici fresche</li> <li>✓ Fare del verde un rifugio climatico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rendere più confortevoli edifici e scuole</li> <li>✓ Rendere più confortevoli gli spostamenti e favorire l'uso del trasporto pubblico</li> <li>✓ Preparare i cittadini e favorire la partecipazione</li> </ul>

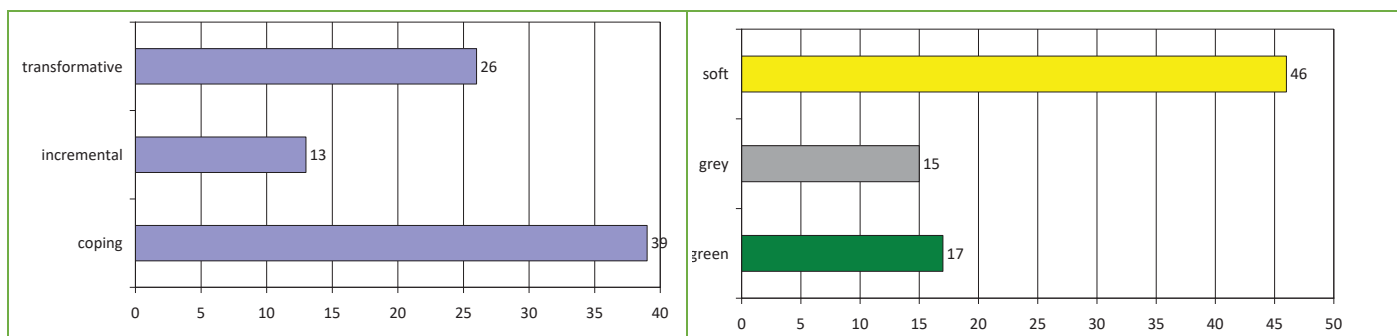
**Grafico 8** - Schema di organizzazione delle azioni di adattamento alle ondate di calore secondo linee di azione, obiettivi e categorie  
 Fonte: ARPA Piemonte, Comune di Torino

Le azioni sono poi state classificate secondo alcuni parametri (tempo di implementazione, caratteristica secondo le indicazioni dall'Agenzia Europea per l'Ambiente - EEA, lo stato di implementazione, eventuali criticità, la responsabilità dell'implementazione, i coinvolgimenti necessari).

Interessante è la distribuzione delle azioni secondo la classificazione suggerita da EEA (**Grafico 9**, a sinistra), in azioni coping, cioè che permettono di affrontare un problema con l'approccio emergenziale, per cui ogni attività di protezione o mitigazione del danno andrà reiterata se il problema si ripropone, oppure incremental,

cioè che tendono ad aumentare una opera di protezione o un sistema di prevenzione già in atto, per affrontare problematiche che aumentano in magnitudo, oppure transformative, cioè che consentono una trasformazione di elementi urbanistici in modo da risolvere in modo definitivo la problematica e, nello stesso tempo, tendono a disegnare una città più resiliente e attrattiva.

La consapevolezza che l'azione per l'aumento della resilienza della città determinasse come co-benefit un incremento della sua attrattività ha infatti costituito un concetto che ha guidato le attività del Gruppo di Lavoro.

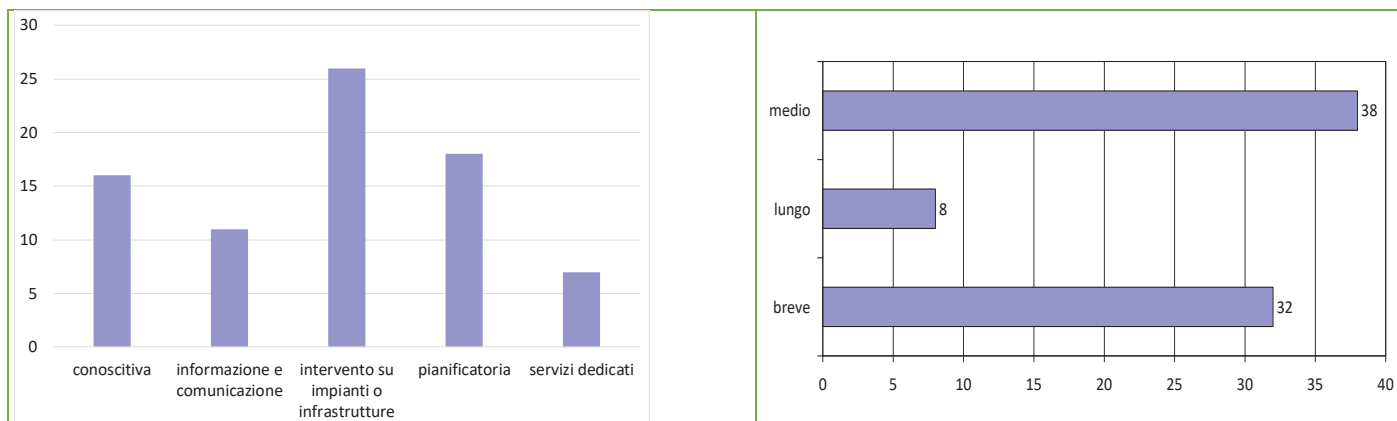


**Grafico 9** - Classificazione delle 78 azioni individuate secondo le due categorizzazioni indicate da EEA  
 Fonte: ARPA Piemonte, Comune di Torino

Le azioni sono anche state classificate in modo più standar in azioni soft, cioè immateriali, grey, di tipo infrastrutturali, e green, relative alle infrastrutture verdi (**Grafico 8**, a destra).

Il **Grafico 10** riporta invece (a sinistra) la tipologia di azione secondo una classificazione definita

internamente, che risulta utile per valutare il bilanciamento dell'impegno tra i settori dell'amministrazione coinvolti (azioni di tipo conoscitivo, di comunicazione, relative ad interventi infrastrutturali, di pianificazione o di creazione di servizi) e secondo il tempo previsto di implementazione (a destra).



**Grafico 10** - Classificazione delle 78 azioni individuate secondo la tipologia e il tempo di implementazione  
Fonte: ARPA Piemonte, Comune di Torino

Le azioni di contrasto e adattamento al cambiamento climatico relative alle ondate di caldo sono attualmente oggetto di una rilettura insieme a quelle relative ad altre tipologie di forzanti climatiche, ad esempio gli eventi estremi, per individuare sinergie e co-benefit, e saranno incluse nel Piano di Adattamento della Città di Torino, in via di definizione.

La costruzione e l'applicazione del Piano di Adattamento al cambiamento climatico della Città di Torino e il grado

di penetrazione della problematica climatica nella pianificazione ordinaria a livello di amministrazione comunale, consentiranno di rendere la città più resiliente al cambiamento climatico, proteggendo gli abitanti, il patrimonio storico e naturale e le infrastrutture presenti, con ricadute importanti sulla salute, sulla qualità della vita e sull'equità sociale.

## BIBLIOGRAFIA

Baccini M., Biggeri A., Accetta G., Kosatsky T., Katsouyanni K., Analitis A., Anderson HR., Bisanti L., D'Ippoliti D., Danova J., Forsberg B., Medina S., Paldy A., Rabczenko D., Schindler C., Michelozzi P., 2008. *Heat effects on mortality in 15 european cities*. *Epidemiology* 19(5), pag. 711-719.

EEA Report, N° 12/2016, *Urban adaptation to climate change in Europe 2016, Transforming cities in a changing climate*.

Keggenhoff I., Elizbarashvili M., King L., 2015. *Heat Wave Events over Georgia Since 1961: Climatology, Changes and Severity*. *Climate* 2015, 3, pag. 308-328.

Luber George *et al.*, 2008. *Climate Change and Extreme Heat Events*. *American Journal of Preventive Medicine*, Volume 35, Issue 5, 429 - 435.

Mercogliano P. *et al.*, 2014. *High-resolution climate simulations with COSMO-CLM over Italy: performance evaluation and climate projections for the 21st century*, CMCC.

World Meteorological Organization (WMO), 2014. *Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970–2012)*.

World Meteorological Organization (WMO), 2015. *Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development*.

World Meteorological Organization (WMO), 2016. *Guidelines on the definition and monitoring of extreme weather and climate events*.

## SITOGRAFIA

[www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/documento\\_SNAC.pdf](http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/documento_SNAC.pdf)

[www.ipcc.com](http://www.ipcc.com)

[www.cmcc.it](http://www.cmcc.it)

[www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/approfondimenti/effetti-sulla-salute/biometeorologia/temperatura\\_apparente.html](http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/approfondimenti/effetti-sulla-salute/biometeorologia/temperatura_apparente.html)

Relazione sullo stato dell'ambiente, <http://relazione.ambiente.piemonte.gov.it>

[www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/ambiente-e-salute/prevenzione-e-previsione-dei-rischi-sanitari/monitoraggio-ondate-di-calore/documentazione-sulle-ondate-di-calore-e-sullimpatto-sulla-salute](http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/ambiente-e-salute/prevenzione-e-previsione-dei-rischi-sanitari/monitoraggio-ondate-di-calore/documentazione-sulle-ondate-di-calore-e-sullimpatto-sulla-salute)

CCM, 2016: Piano nazionale per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute [www.ccm-network.it](http://www.ccm-network.it)

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la Dott.ssa Giulia Reynaud per il lavoro di tesi svolto presso l'Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Economia e Statistica "Cognetti de Martiis", Corso di Laurea Magistrale in Economia dell'Ambiente, della Cultura e del Territorio.

# ONDATE DI CALORE E MORTALITÀ ESTIVA NELLA CITTÀ DI TORINO: ESTATE 2019

Cristiana Ivaldi, Cecilia Scarinzi, Barbara Cagnazzi  
ARPA Piemonte

Gli eventi “estremi” quali alluvioni, uragani e variazioni repentine delle temperature (sia innalzamenti che riduzioni), sono eventi meteorologici sempre più frequenti dovuti ai cambiamenti climatici che stanno interessando il nostro pianeta, e che provocano importanti impatti non solo sull'ambiente ma anche sulla salute dell'uomo, in termini di incremento di morbosità e di mortalità. Al fine di prevenire o mitigare questi impatti, in particolare quelli dovuti al caldo, sono stati messi in atto, dopo l'estate del 2003, in tutti i Paesi, programmi di Prevenzione degli effetti sulla salute provocati dalle ondate di calore, rivolti in particolare ai soggetti più fragili, gli anziani over 65 anni.

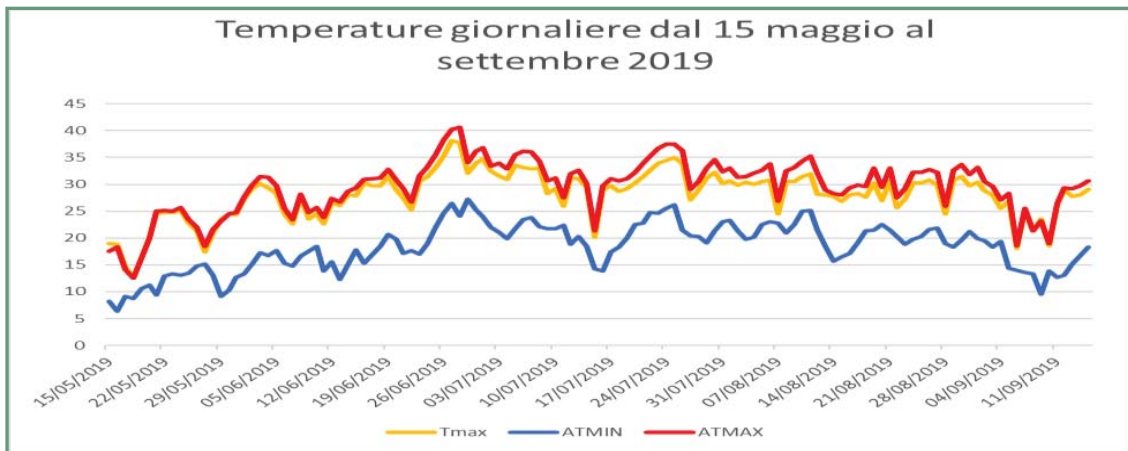
In Regione Piemonte a partire dal 2004 è stato attivato un sistema di Sorveglianza per la prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute, attivo su tutto il territorio regionale.

Il sistema è stato messo a punto da ARPA (Dipartimento Sistemi Previsionali - SS “Meteorologia e Clima” e dalla SS di Epidemiologia Ambientale) e consiste in un modello previsionale in grado di quantificare gli effetti delle condizioni meteorologiche sulla mortalità, finalizzato a istituire un sistema di sorveglianza e allarme che consenta l'attivazione tempestiva di misure di prevenzione idonee. ARPA Piemonte, in recepimento della DGR n 2-5947 del 28/5/07, nell'ambito delle attività previste per la prevenzione degli effetti sulla salute delle ondate di calore, ogni anno predispone, nel periodo 15 maggio - 15 settembre, uno specifico bollettino per la città di Torino e uno per tutti gli altri capoluoghi di provincia della regione, che pubblica quotidianamente sul proprio sito e diffonde mediante invio giornaliero a una mailing list di Soggetti ed Enti che si occupano di sanità e assistenza (ospedali, asl, cooperative di volontariato, medici di base etc.). Contestualmente all'emissione dei bollettini, ARPA si occupa di raccogliere

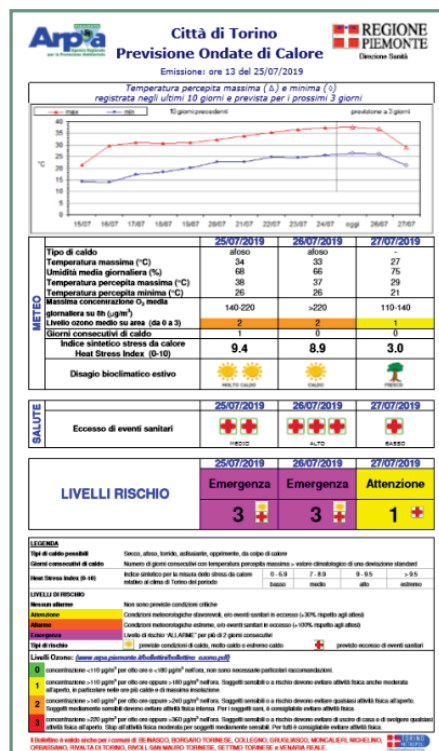
quotidianamente i dati relativi alla mortalità giornaliera, al fine di effettuare un'attività di Sorveglianza e Monitoraggio degli effetti sulla salute delle ondate di calore, con particolare attenzione agli anziani ultrasettantacinquenni, volta ad attuare interventi tempestivi di prevenzione. Al termine della stagione vengono effettuate le analisi statistiche e le valutazioni epidemiologiche le cui risultanze sono di seguito rappresentate.

## ANALISI CLIMATOLOGICA ESTATE 2019

L'estate 2019 fin dal suo esordio si è presentata con condizioni meteorologiche e temperature rilevanti che possono impattare sulla salute della popolazione soprattutto dei soggetti fragili, ed è risultata la quarta più calda nella distribuzione storica delle stagioni estive dal 1958 ad oggi, con un'anomalia termica positiva di circa 2.1°C nei confronti della norma del periodo 1971-2000. Tutti i tre mesi hanno avuto una temperatura superiore alla norma, luglio è stato il mese più caldo mentre giugno, pur avendo avuto la temperatura meno elevata, ha registrato la maggiore anomalia termica con 3,2 °C. Il 27 giugno 2019 è risultato il giorno più caldo degli ultimi 62 anni in Piemonte, a Torino è stato registrato il valore massimo di 38,6°C (**Grafico 1**).



**Grafico 1** - Città di Torino. Andamento delle temperature massime, massime apparenti e minime giornaliere dal 15 maggio al 15 settembre 2018  
 Fonte: ARPA Piemonte



**Grafico 2** - Bollettino di previsione delle ondate di calore emesso da ARPA Piemonte nel periodo 15 maggio - 15 settembre

### ANALISI DELLA MORTALITÀ A TORINO

Nel periodo estivo oggetto di analisi sono stati registrati nella città di Torino 2.767 decessi, pari al 3,16% della popolazione residente alla fine del 2018. In particolare, dei decessi totali registrati nei 4 mesi in studio circa il

89.63%, pari a 2.480, sono decessi di persone con un'età non inferiore di 65 anni (Tabella 1). Se si considerano solamente i grandi anziani (persone di età maggiore o uguale a 75 anni) i decessi risultano essere 2.143, pari al 77,4% del totale. L'andamento della mortalità



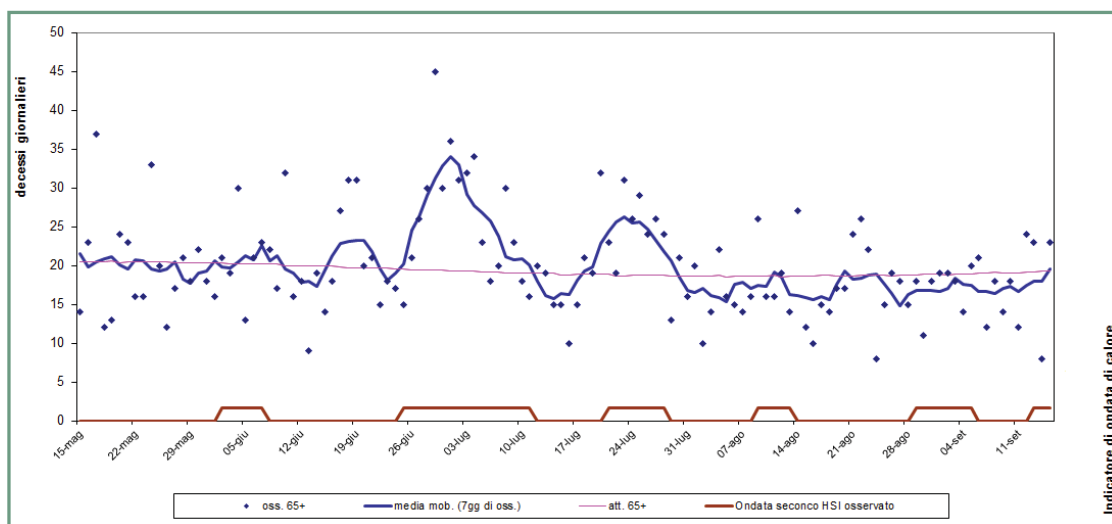
giornaliera nei residenti over 65 in relazione alla rilevazione dell'Indice di Stress Termico (HSI) osservato<sup>48</sup> sono riassunti nel **Grafico 3**.

**Tabella 1** - Città di Torino. Statistica descrittiva, distribuzione di frequenza assoluta della popolazione residente e dei decessi, per tutte le età e per la sotto-coorte degli over 65

Fonte: ARPA Piemonte

Popolazione residente	Decessi 15 maggio -15 settembre 2019
Tutte le età	
875.698	2.767
Over 65	
225.620	2.480

(1) Popolazione residente al 31/12/2018. Fonte: BDDE Regione Piemonte



**Grafico 3** - Città di Torino. Mortalità (osservata, attesa e media mobile a base 7) nella sottocoorte degli ultrasessantacinquenni e indicatore di ondate di calore nell'estate 2019

Fonte: ARPA Piemonte

Nel periodo in analisi si sono osservate sei ondate di calore:

- prima ondata dal 2 al 7 giugno
- seconda ondata dal 25 giugno al 11 luglio
- terza ondata dal 21 al 28 luglio
- quarta ondata dal 9 al 13 agosto

- quinta ondata dal 29 agosto al 5 settembre
- sesta ondata dal 13 al 15 settembre (finita il 20 settembre)

L'effetto sanitario più rilevante si è verificato nei primi 78 giorni di osservazione, fino al 31 luglio 2019. La seconda ondata del 2019, per intensità e durata, pare avere avuto

<sup>48</sup> Per il calcolo del HSI il periodo di riferimento climatologico va dal 1991 al 2015 mentre è stata stimata nella primavera del 2019 l'equazione che formalizza l'effetto sul HSI delle variabili predittive. Inoltre, la definizione di ondata di calore fa riferimento ai valori di HSI al minimo pari a 7, per un minimo di 3 giorni consecutivi e protraendo il periodo per i due giorni successivi, sotto l'ipotesi di effetto sanitario "prolungato" dello Stress Termico.

maggior impatto sulla mortalità degli anziani over 65 anni (**Grafico 4**). Tra il 15 maggio ed il 15 settembre si confermano le significative variazioni della percentuale di decessi osservati nei giorni con presenza di ondata di calore rispetto all'atteso negli stessi giorni (rispettivamente pari a 42.7% e 37.6%).

(**Tabella 2**). Nel dettaglio dei singoli mesi, a giugno e a luglio i decessi osservati risultano essere, rispettivamente, 9,8% e 19,2% superiori agli attesi, con significatività del 10% e del 5% rispettivamente (**Tabella 3**).

**Tabella 2** - Città di Torino. Distribuzione di frequenze assolute dei decessi, sotto-coorte ultrasessantacinquenni, osservate e attese, stratificate in funzione della presenza/assenza di ondata di calore

Fonte: ARPA Piemonte

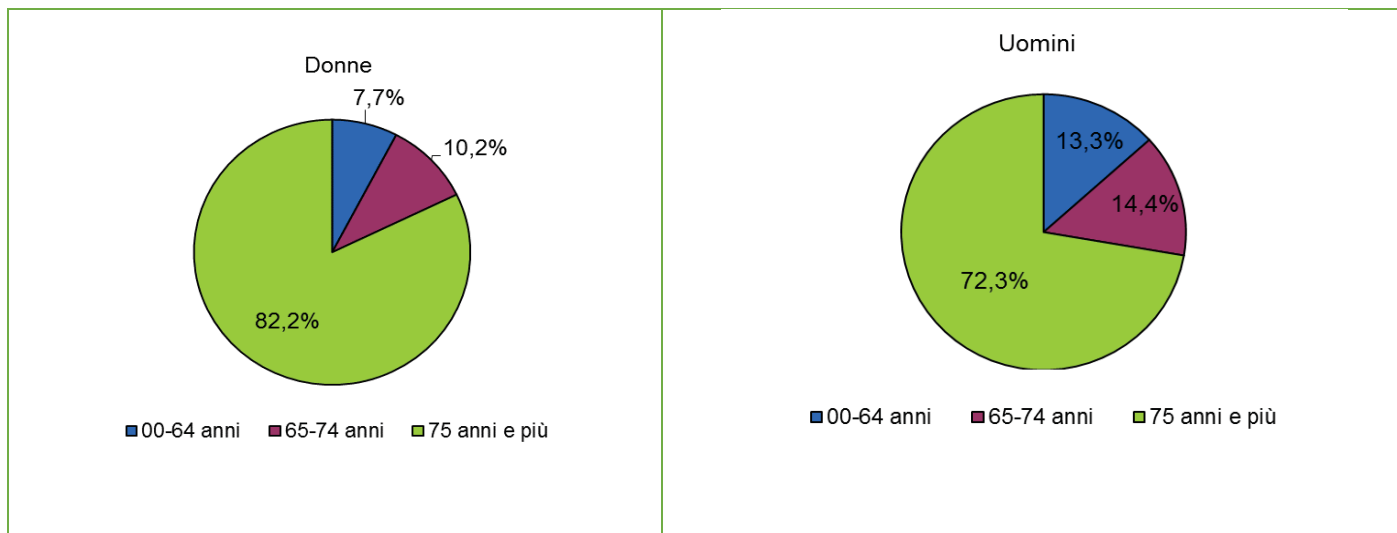
Ondate di calore	Osservati	Attesi	Eccesso
Con ondata di calore	1.059	901,0	158,0
Senza ondata di calore	1.421	1.494,9	-73,9
<b>Totale</b>	<b>2.480</b>	<b>2.395,9</b>	<b>84,1</b>

**Tabella 3** - Città di Torino. Mortalità osservata e attesa e relativi eccessi (ultrasessantacinquenni)

\*proporzione significativa con  $\alpha=0.1$  \*\*proporzione significativa con  $\alpha=0.05$

Fonte: ARPA Piemonte

Periodo	Osservati	Media giornaliera osservati	Attesi	Media giornaliera attesi	Eccesso (Osservati - Attesi)	% eccesso
Maggio (dal 15 al 31)	339	19,9	347,5	20	-8,5	-2,44
Giugno	655	22	596,4	20	58,6	9,83*
Luglio	699	23	586,6	19	112,4	19,16**
Agosto	524	17	579,7	19	-55,7	-9,60**
Settembre (dal 1° al 15)	263	18	285,7	19	-22,7	-7,96**
<b>Totale</b>	<b>2.480</b>	<b>20</b>	<b>2.396</b>	<b>19</b>	<b>84,1</b>	<b>3,51</b>



**Grafico 4** - Città di Torino. Distribuzione della percentuale di decessi per classi di età stratificata per sesso

Fonte: ARPA Piemonte

Per quanto riguarda la differenza tra i due generi rispetto alla distribuzione di età al decesso, nella fascia di età fino a 65 anni, la percentuale di decessi tra le donne è del 7,7% e del 13,3% tra gli uomini, con 65 casi di differenza (111 donne e 176 uomini), nella fascia di età tra i 65 e i 75 anni il numero di decessi tra gli uomini è pari a 14,4% verso il 10% tra le donne e tra i grandi anziani si registra un netto incremento della mortalità femminile che si attesta poco superiore all'82% mentre tra gli uomini è 72,3% dei casi. Le donne quindi mostrano una mortalità maggiore in età più avanzata, dai 75 anni in poi, rispetto agli uomini. Rispetto al luogo del decesso, poco più di un quarto dei casi risulta deceduto presso la propria abitazione mentre quasi due terzi dei casi è deceduto in ospedale o case di riposo.

## CONCLUSIONI

Per quanto riguarda la città di Torino, che ha il 66% della popolazione residente sul totale degli otto capoluoghi

della regione ed è l'unica realtà metropolitana in Piemonte, l'andamento della mortalità risulta abbastanza sensibile alle variazioni dei livelli di rischio, e quindi alle ondate di calore, che hanno avuto un particolare impatto sui soggetti fragili (over 65 anziani e over 75-grandi anziani) nel mese di giugno e luglio. Approfondendo l'analisi della distribuzione della mortalità, risultano significative le variazioni della percentuale di decessi osservati nei giorni con presenza di ondata di calore rispetto all'atteso negli stessi giorni.

Le grandi realtà urbane, con il fenomeno delle isole di calore, presentano criticità ulteriori rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici e in particolare delle ondate di calore, che dovranno essere tenute presenti nelle pianificazioni degli interventi di mitigazione che dovranno ripensare a progettare le città e /o riqualificarle tenendo in considerazione questi aspetti di vulnerabilità ambientale.

# ANALISI DEI SEGNALI DI CAMBIAMENTO DELLA STAGIONE DI POLLINI E SPORE AERODISPERSI IN EMILIA-ROMAGNA

Stefano Marchesi  
ARPAe Emilia-Romagna

Il modo in cui le piante rispondono alle variazioni meteorologiche di una certa area geografica rappresenta un aspetto che sta ricevendo ormai da parecchi anni una grande attenzione, in presenza di effetti molto evidenti e documentati, in gran parte riconducibili al *climate change* (EEA Report 1/2017).

Un importante ambito di studio dell'impatto del *climate change* sulla vegetazione si basa sull'analisi dei dati di concentrazione di pollini e di spore fungine aerodispersi, in quanto documentano la presenza in atmosfera di queste particelle e, in maniera indiretta, le fasi associate alla fioritura delle piante cosiddette anemofile, che affidano al trasporto atmosferico del polline o delle spore la possibilità di riprodursi.

La disponibilità di lunghe e robuste serie temporali basate sui dati raccolti dai campionatori delle stazioni di monitoraggio aerobiologico rappresenta un importante contenuto informativo, che consente, da un lato, di costruire una sorta di atlante relativo all'area in cui si trovano le stazioni, dall'altro rappresenta una base per l'indagine delle variazioni temporali associate alla presenza di pollini/spore, in modo tale da evidenziarne i segnali di cambiamento.

Il periodo dell'anno in cui si trovano in atmosfera i pollini di una certa famiglia o di un certo tipo di spore fungine prende il nome di stagione, che rappresenta un concetto fondamentale per gli studi in ambito aerobiologico, anche se si possono trovare definizioni molto variegata in funzione del focus che si sta considerando, ponendo l'accento sugli aspetti ambientali della dispersione in atmosfera oppure sul periodo in cui sono più rilevanti gli aspetti allergenici ed allergologici.

Gli studi presenti in letteratura scientifica sulle variazioni della stagione di pollini/spore mostrano situazioni piuttosto diversificate a scala locale, con risposte delle

piante che dipendono sia dalla posizione geografica, che dai taxa considerati. Accanto a studi che indagano la specificità di situazioni locali sono disponibili anche studi di maggiore respiro, che confrontano gli andamenti in aree più estese, dalla scala europea alla scala emisferica, nei quali emergono alcuni segnali abbastanza omogenei, quali la tendenza all'aumento della quantità di polline (Ziello *et al.*, 2012; Ziska *et al.*, 2019) e la tendenza all'anticipo della data di inizio stagione e della sua lunghezza (Ziska *et al.*, 2019).

La Regione Emilia-Romagna dispone di una rete regionale di stazioni per il monitoraggio aerobiologico gestita dall'Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia (ARPAe) che funziona da oltre un trentennio. Il database dei valori giornalieri di concentrazione di pollini e di spore fungine aerodispersi raccolti dai campionatori della rete rappresenta un patrimonio importante di dati nell'ambito della Rete Italiana di Monitoraggio Aerobiologico POLLnet del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA).

Nel seguito sono mostrati alcuni risultati ottenuti in Emilia-Romagna come evoluzione di un'indagine preliminare presentata in un precedente Focus (Marchesi *et al.*, 2014), che riguardava soltanto famiglie polliniche, per mettere in evidenza i segnali di cambiamento nel tempo delle stagioni relative. In questo sviluppo del lavoro, oltre ad un'estensione del periodo di analisi dei dati pollinici delle principali famiglie monitorate con particolare riferimento alla loro importanza da un punto di vista allergologico, sono prese in considerazione anche le spore di *Alternaria*, che rappresentano a loro volta un aspetto molto importante per i problemi sanitari

che causano sugli esseri umani e per l'effetto nocivo sulla vegetazione e sull'agricoltura.

Le stazioni che sono state considerate nell'analisi sono quelle che dispongono del database più lungo nella rete di monitoraggio regionale dell'Emilia-Romagna (Piacenza, PC1; Parma, PR2; Reggio Emilia, RE1, Modena, MO1; Bologna, BO1; Ferrara, FE1; Ravenna, RA3; Forlì, FO1; Cesena, FO2; Rimini, RN1): le serie temporali giornaliere di concentrazione delle famiglie polliniche coprono il periodo che va dal 1991 al 2017 (per un totale di 27 anni), mentre quelle relative alla concentrazione di *Alternaria* coprono il periodo dal 1999 al 2017 (per un totale di 19 anni).

## METODI

L'analisi delle variazioni delle principali caratteristiche della stagione di pollini/spore si basa sulla costruzione di alcuni indicatori a scala annuale che sintetizzano queste caratteristiche. Dal punto di vista della produzione di pollini/spore, indicatori essenziali per caratterizzare la stagione sono il quantitativo che viene prodotto nell'arco dell'anno (l'indice pollinico) e il valore massimo della concentrazione giornaliera (il valore di picco), considerando che questo picco sia associabile alla fase di massima fioritura delle piante. Per quanto riguarda, invece, la fenologia della pianta, sono considerati elementi essenziali per la sua caratterizzazione la data di inizio e di fine stagione, la lunghezza della stagione, che rappresenta il numero di giorni compreso tra le due date precedenti, e la data di picco, che rappresenta il giorno in cui si raggiunge il valore di picco. In questo ambito si considera come stagione il periodo dell'anno delimitato dai giorni in cui si raccoglie il 5% (data di inizio stagione) e il 95% (data di fine stagione) dell'indice pollinico annuale: in altre parole, la stagione si riferisce al periodo in cui si raccoglie il 90% della concentrazione annuale del polline o della spora fungina.

I valori giornalieri della concentrazione per tutti gli anni nel periodo di analisi concorrono a determinare il valore dell'indicatore annuale. Le serie temporali degli indicatori annuali sono poi sottoposte a test statistici per mettere in evidenza il segnale specifico su cui viene focalizzata l'attenzione nel seguito dell'analisi, che riguarda la

presenza di un trend lineare: in particolare, il test non parametrico di Kendall e il calcolo dello stimatore di Theil-Sen rappresentano la base dell'analisi statistica.

Il primo test valuta la presenza di un trend monotono (in aumento o in diminuzione) nella serie temporale degli indicatori annuali. Il segno negativo (positivo) del coefficiente  $\tau$  di Kendall è associato ad un trend in diminuzione (aumento) oppure in anticipo (posticipo) dell'indicatore associato. Un aspetto importante riguarda l'individuazione dei casi in cui i valori dei coefficienti  $\tau$  di Kendall sono sostanzialmente omogenei nelle 10 stazioni, situazione che si può considerare associata alla presenza di un segnale prevalente nell'insieme delle stazioni. Un modo per quantificare l'omogeneità è quello di considerare la mediana della distribuzione dei valori e verificare se risulta significativamente diversa da zero (test di Mann-Whitney): il segno della mediana della distribuzione dei  $\tau$  di Kendall rappresenta il comportamento prevalente nell'insieme di stazioni.

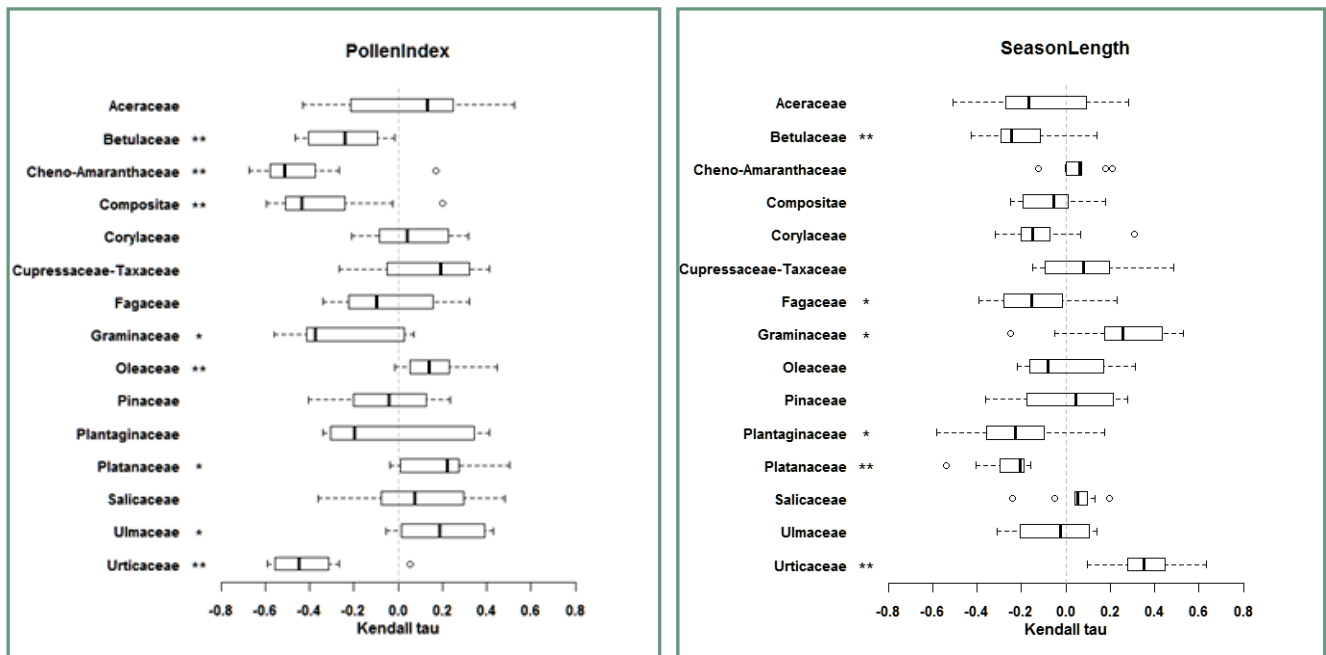
Lo stimatore di Theil Sen quantifica, invece, la variazione unitaria (in questo caso, annuale) di un indicatore in una stazione di monitoraggio: si tratta di una tecnica non parametrica che si dimostra indipendente dalla presenza di dati anomali (ad es., outlier) e, come tale, di grande interesse in questo ambito. Inoltre, può essere significativamente più accurata di una regressione lineare ai minimi quadrati, avendo una buona performance anche con dati che non seguono una distribuzione normale.

## RISULTATI

Nel seguito sono presentati alcuni risultati emersi dalle analisi degli indicatori annuali di 15 famiglie polliniche considerate in Emilia-Romagna, che risultano quelle più importanti da un punto di vista allergologico e della loro diffusione nella regione (Marchesi, 2019a).

Nello specifico, nel **Grafico 1** sono mostrate le distribuzioni dei coefficienti  $\tau$  di Kendall relativi all'indice pollinico e alla lunghezza della stagione, mentre nel **Grafico 2** sono presentate quelle per la data di inizio stagione e di picco.





**Grafico 1** - Box-plot della distribuzione dei coefficienti  $\tau$  di Kendall relativi alle serie temporali dell'indice pollinico nel periodo 1991-2017 (PollenIndex, a sinistra) e della lunghezza della stagione (SeasonLength, a destra). I simboli vicini alla famiglia pollinica indicano che la mediana della distribuzione è diversa da zero in modo statisticamente significativo (“\*”: p level < 0.05; “\*\*”: p level < 0.01)

Fonte: dati ed elaborazione ARPAE Emilia-Romagna

Come si può vedere, un numero notevole di distribuzioni (poco meno della metà) presenta una mediana significativamente diversa da zero (indicata dalla presenza di asterischi accanto al nome della famiglia, come specificato in didascalia), che indica un comportamento omogeneo tra le stazioni di monitoraggio considerate. In generale, per le famiglie di Graminaceae e di Urticaceae sono presenti le variazioni più rilevanti dal punto di vista della numerosità dei segnali statisticamente significativi: per entrambe le famiglie è presente una diminuzione del quantitativo di polline nel corso di una stagione che tende ad allungarsi (per Urticaceae, quest'ultimo segnale si riscontra in tutte le stazioni di monitoraggio), principalmente a causa della tendenza all'anticipo della data di inizio stagione; anche la data del picco annuale tende ad anticipare in modo rilevante. Il segnale di anticipo della data di inizio e della data di picco è presente in tutte le stazioni per entrambe le famiglie.

Gli altri taxa caratterizzati da specie erbacee (Compositae, Plantaginaceae, Chenopodiaceae-

Amaranthaceae) mostrano a loro volta una prevalente diminuzione del quantitativo di polline, anche se sono presenti indicazioni contrastanti in relazione alla lunghezza della stagione. In particolare, la stagione di Plantaginaceae tende ad accorciarsi (con una data di picco che tende ad anticipare), mentre nessun segnale rilevante caratterizza la durata della stagione per le altre due famiglie. Per Compositae, inoltre, sia la data di inizio che la data di fine (non mostrata) tendono a posticipare, con un effetto netto di spostamento in avanti, verso la fine dell'anno, della stagione di questa famiglia, senza che compaiano segnali importanti sulla variazione della durata.

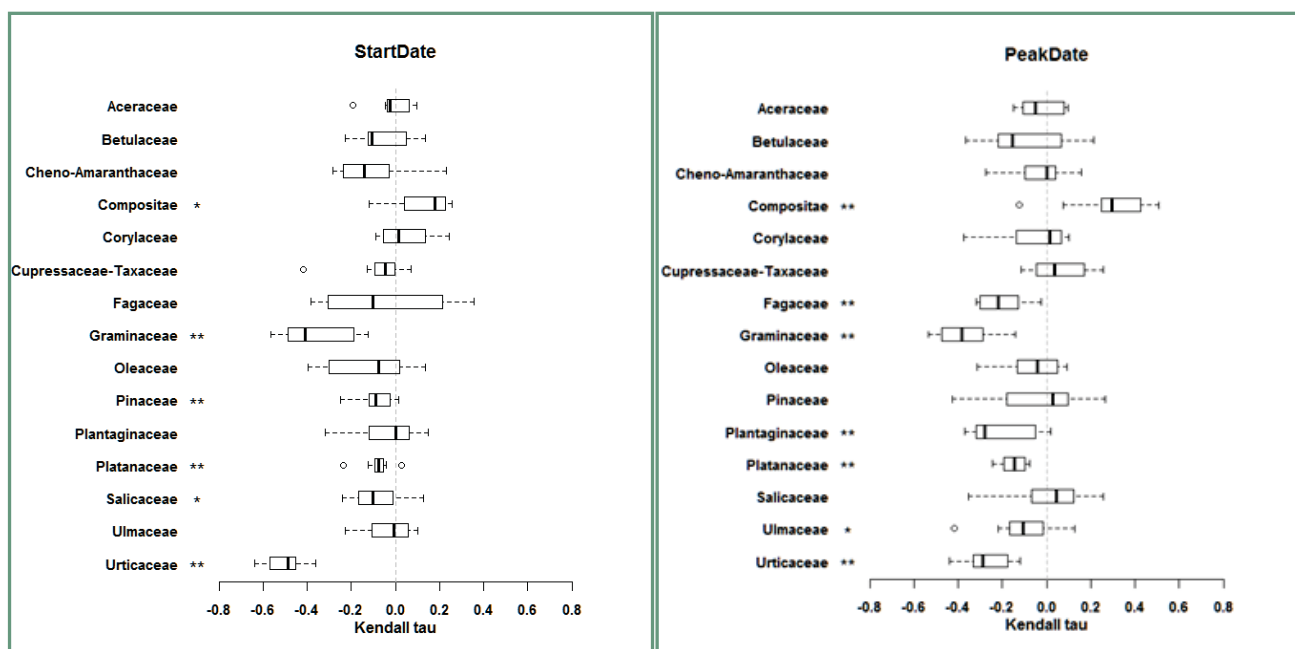
Per quanto riguarda i taxa caratterizzati da specie arboree, quello che si osserva è un prevalente aumento della produzione pollinica, che raggiunge la significatività statistica per alcune di queste famiglie (Oleaceae, p level < 0.01; Platanaceae ed Ulmaceae, p level < 0.05). Si tratta di un segnale presente anche in altri studi focalizzati sul continente europeo (Ziello *et al.*, 2012) e sulla Spagna (Galan *et al.*, 2016). Dal punto di vista delle

caratteristiche fenologiche della stagione pollinica, la famiglia di Platanaceae è quella caratterizzata dal numero più rilevante di variazioni significative, che riguardano data di inizio e di picco (entrambe in anticipo) e lunghezza della stagione (in accorciamento). Fra le altre famiglie di specie arboree, meritano una citazione le Betulaceae, il cui indice pollinico tende a diminuire molto significativamente (il valore del  $\tau$  di Kendall è negativo in tutte le stazioni).

Per diverse famiglie del sottogruppo caratterizzato da specie arboree si ha una tendenza alla riduzione della durata della stagione pollinica (Betulaceae, p level < 0.01, e Fagaceae, p level < 0.05). Anticipi della data di inizio stagione e di picco caratterizzano anche altre

famiglie (Fagaceae, Pinaceae, Salicaceae, Ulmaceae), senza, però, che emergano segnali rilevanti sulla lunghezza della stagione.

Prendendo in considerazione gli indicatori annuali associati alla concentrazione in atmosfera delle spore di *Alternaria*, l'andamento nel corso del periodo 1999-2017 mette in evidenza principalmente un segnale legato all'allungamento del periodo in cui queste spore sono presenti insieme ad una prevalente diminuzione del loro quantitativo, anche se quest'ultimo segnale risulta meno evidente del precedente (Marchesi, 2019b). In **Tabella 1** sono riportati i valori dello stimatore di Theil-Sen per gli indicatori relativi alla stagione di *Alternaria*.



**Grafico 2** - Box-plot della distribuzione dei coefficienti  $\tau$  di Kendall, per la data di inizio stagione (StartDate, a sinistra) e la data di picco (PeakDate, a destra).  
 Fonte: dati ed elaborazione ARPAE Emilia-Romagna

**Tabella 1** - Valore del Theil-Sen estimator nel periodo 1999-2017 per gli indicatori della stagione di *Alternaria* spp. Per i primi 4 indicatori, l'unità di misura è giorni/anno; per gli altri, spore/anno. Il simbolo a fianco dello stimatore rappresenta il livello di significatività statistica (\*\*: p level < 0.05; \*\*\*: p level < 0.01).

Fonte: dati ed elaborazione ARPAE Emilia-Romagna

Indicatore	PC1	PR2	RE1	MO1	BO1	FE1	RA3	FO1	FO2	RN1
StartDate	-0.8*	-0.75	-0.4	-0.2	0.3	-0.7*	-0.1	-1.0	-0.7	-0.2
EndDate	1.2	0.6	0.4	0	1.0*	1.0**	1.0*	0.2	0.7	0.5
SeasLength	2.1*	1.4*	1.2*	0	0.5	1.7*	1.0	1.0	1.5	0.3
PeakDate	0.8	-0.6	-2.0	-0.5	-1.6	-0.3	-3.2	-0.9	1.0	1.7
PeakValue	-34	-41	-48	-7	-16	-41	-26**	3	3	-7
SporeIndex	177	-454	-1260*	-395	-99	-389	-732**	218	416	-416

Un allungamento della stagione di oltre 1 giorni/anno è presente nella maggior parte delle stazioni (il valore più elevato si riscontra nella stazione di Piacenza e supera di poco il valore di 2 giorni/anno). A questo segnale contribuiscono sia il prevalente posticipo della data di fine stagione (fino a +1,2 giorni/anno, sempre a Piacenza) che il segnale di anticipo della data di inizio stagione (generalmente meno marcato del precedente). L'altro segnale rilevante che emerge in **Tabella 1** riguarda la prevalente tendenza alla diminuzione sia per il valore del picco annuale (fino a qualche decina di spore/m<sup>3</sup> in meno), che per il valore cumulato annuale (qualche centinaio di spore/anno in meno, fino al valore massimo di oltre 1000 spore/anno in meno a Reggio Emilia).

## DISCUSSIONE

L'analisi della presenza di segnali di cambiamento relativi alla stagione di pollini/spore fungine in Emilia-Romagna mette in evidenza la presenza di numerosi segnali omogenei che caratterizzano gli indicatori annuali definiti nell'insieme delle stazioni di monitoraggio aerobiologico della regione.

Dal punto di vista dell'impatto del *climate change*, i segnali associati agli indicatori legati alla produzione di pollini/spore, per quanto sicuramente importanti, non possono essere considerati ottimali. Le variazioni delle quantità di polline/spore possono, infatti, essere associati ad una molteplicità di concause, non sempre direttamente riconducibili al *climate change* (ad es., variazioni nell'uso del suolo in aree urbane, piantumazioni, pubbliche e private, a scopo di arredo urbano). Questo problema è tanto più rilevante quando

l'arco temporale in cui sono disponibili i dati aerobiologici non è particolarmente lungo e le variazioni a scala locale non possono essere trascurate.

Diverso è il discorso se si considerano i segnali associati agli indicatori fenologici, che appaiono certamente più robusti come indici di impatto delle variazioni climatiche, nella misura in cui la vegetazione che caratterizza una certa zona risponde in modo diretto alle variabili meteorologiche (principalmente, temperatura e precipitazione) ed ai relativi cambiamenti nel tempo.

Analizzando i trend lineari relativi alle varie famiglie polliniche si nota in Emilia-Romagna una situazione abbastanza diversa tra i taxa caratterizzati da specie erbacee (che mostrano quantità di pollini generalmente in diminuzione nelle stazioni della rete), in contrapposizione ai taxa caratterizzati da specie arboree (che, invece, mostrano alcuni segnali significativi di aumento della concentrazione pollinica). I segnali associati alla fenologia delle varie famiglie considerate risultano più disomogenei, anche se si può affermare che risultano prevalentemente associati ad un anticipo sia della comparsa del polline in atmosfera, che della fase di picco della produzione.

Anche per la spora fungina analizzata in dettaglio (*Alternaria*) sono presenti alcuni segnali rilevanti, con una tendenza alla diminuzione del quantitativo di spore, che, però, risultano presenti in atmosfera per un periodo più lungo.

In conclusione, si può affermare che i risultati ottenuti in Emilia-Romagna, pur con alcune specificità che caratterizzano l'area, mostrano comunque numerose similitudini con i risultati emersi anche da altri studi presenti in letteratura.

## BIBLIOGRAFIA

EEA Report, No 1/2017. *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 - An indicator-based report*. <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>.

Galan C., Alcazar P., Oteros J., Garcia-Mozo H., Aira M.J., Belmonte J., et al., 2016. *Airborne pollen trends in the Iberian Peninsula*. *Science of the Total Environment*, 550, 53-59.

Marchesi S., Lauriola P., De Gironimo V., 2014. *Indagine preliminare sui trend temporali di indicatori associati alla presenza dei pollini allergenici nella Regione Emilia-Romagna in relazione ai cambiamenti climatici*. Focus su Le città e la sfida dei cambiamenti climatici, X Rapporto Qualità dell'ambiente urbano.

Marchesi S., 2019(a). *Trend analysis of aerobiological indicators associated with allergenic*

*pollens in Emilia-Romagna, Northern Italy*. *Aerobiologia*, <https://doi.org/10.1007/s10453-019-09608-9>.

Marchesi S., 2019(b). *Alternaria spores in Emilia-Romagna, Northern Italy: current diffusion and trends*. submitted to *Aerobiologia*.

Ziello C., Sparks T., Estrella N., Belmonte J., Bergmann K.C., et al., 2012. *Changes to airborne pollen counts across Europe*. *PLoS ONE*, 7(4), e34076, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034076>.

Ziska L. H., Makra L., Harry S.K., Bruffaerts N., Hendrickx M., Coates F., et al., 2019. *Temperature-related changes in airborne allergenic pollen abundance and seasonality across the northern hemisphere: a retrospective data analysis*. *Lancet Planet Health*, 3, e124-31. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30015-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30015-4).

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutti gli operatori coinvolti a qualsiasi titolo nelle attività connesse alla rete regionale di monitoraggio aerobiologico gestita da ARP Ae Emilia-Romagna, per il lavoro costante volto al funzionamento e allo sviluppo della rete, ma anche e soprattutto al mantenimento della stessa secondo gli standard di qualità più elevati.

# MONITORAGGIO AEROBIOLOGICO IN PIEMONTE E CAMBIAMENTI CLIMATICI: NUOVE SFIDE PER NUOVI SCENARI

Cecilia Scarinzi, Cristiana Ivaldi  
ARPA Piemonte

Dal 2002 ARPA Piemonte ha attivato una Rete di Monitoraggio dei pollini allergenici a livello regionale, in collaborazione con l'Università di Torino, con 6 stazioni, di cui 5 collocate in aree urbane nei capoluoghi di provincia e una (Omegna-Lago Maggiore) situata in un'area di particolare interesse per le caratteristiche climatiche e vegetative.

L'obiettivo principale della Rete è il monitoraggio costante delle concentrazioni polliniche e fungine in atmosfera, al fine di predisporre un bollettino pollinico settimanale che fornisca informazioni tempestive e utili a coloro che soffrono di allergie respiratorie e agli allergologi che possano così predisporre indicazioni terapeutiche più mirate. Dal 2013 sono anche disponibili i calendari pollinici, che illustrano l'andamento annuale delle concentrazioni per le diverse famiglie polliniche (sito ARPA Piemonte). Infatti, le allergie si posizionano ai primi posti come malattie croniche con una prevalenza, secondo i dati dell'Oms, che si attestano tra il 10 e il 40% della popolazione, a seconda delle aree. In Italia la prevalenza si stima tra il 10-20%, a seconda delle zone e delle stagioni, con un trend che sembra essere in crescita negli ultimi anni (sito web Federasma e allergie), in particolare questa patologia sta ora interessando anche un sottogruppo di popolazione prima non a rischio, ossia gli over 70.

Le variazioni nelle concentrazioni polliniche e nel periodo di fioritura, nei periodi di massima concentrazione possono essere messe in relazione con numerosi fattori tra cui i cambiamenti climatici e le connesse variazioni delle temperature e del bilancio idrico, in particolare, con conseguenti impatti sulla salute dei soggetti allergici.

## CAMBIAMENTI CLIMATICI E VARIAZIONI DELLE CONCENTRAZIONI DI POLLINI ALLERGIZZANTI

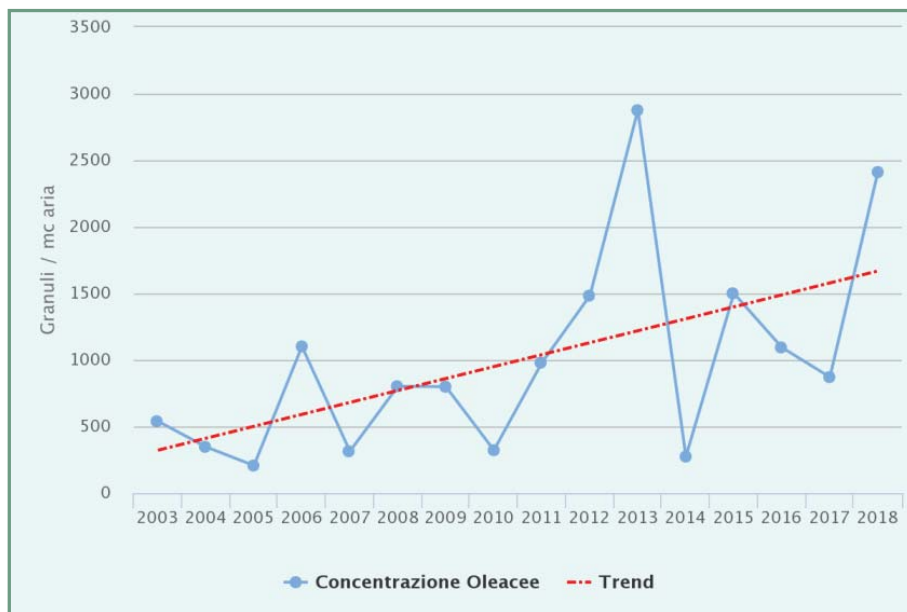
Dall'osservazione dell'andamento dei pollini dal 2002 è stato possibile effettuare un'analisi del trend di alcune famiglie polliniche. In particolare, su tutto il territorio piemontese, si è riscontrato un aumento delle concentrazioni di alcune famiglie polliniche arboree in parte dovuto anche all'aumento delle coltivazioni di alcune piante, come olivo e nocciolo.

A questo proposito si segnala che in Piemonte, nel 2018, la coltivazione di olivo è presente in tutte le province per una estensione complessiva di 4 volte rispetto a quella del 2003. Il fenomeno può essere letto come conseguenza dell'innalzamento delle temperature che tende a favorire la possibilità di coltivare questa specie arborea anche in aree in cui in precedenza le temperature non ne consentivano la sopravvivenza, specie nelle zone settentrionali d'Italia.

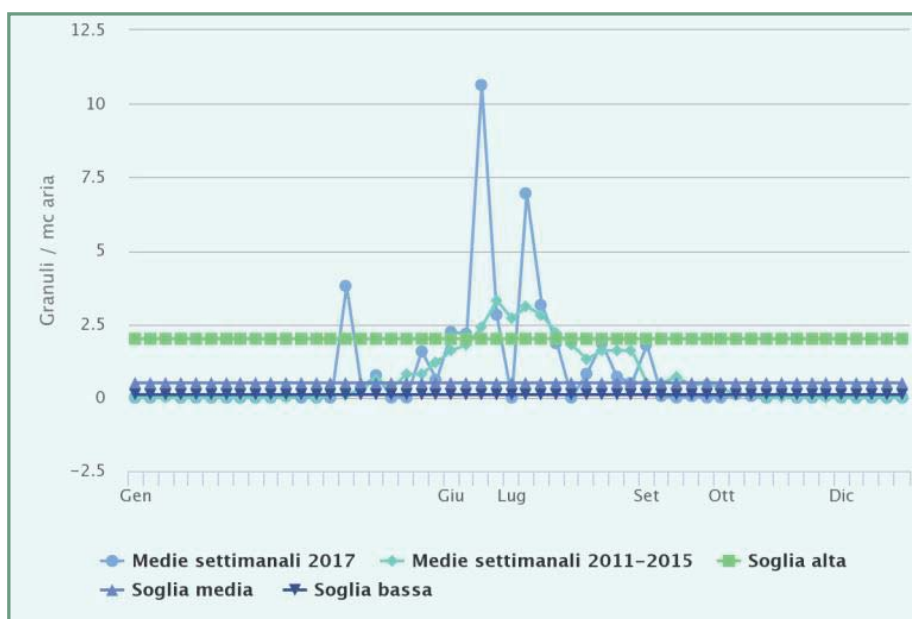
Focalizzando l'attenzione sulla provincia di Cuneo, i dati mostrano che nel 2018 l'area coltivata ad olivo copre una superficie doppia rispetto a quella di quindici anni prima. Questo fenomeno è stato rilevato anche attraverso il monitoraggio aerobiologico regionale; si è riscontrata infatti una produzione di pollini di Oleaceae media annua, quintuplicata presso la stazione di Cuneo negli ultimi 15 anni (**Grafico 1**).

Sempre in relazione all'aumento in media delle temperature degli ultimi anni, emerge un anticipo di inizio emissione dei pollini, ne sono esempi le serie storiche delle Gramineae ad Alessandria e delle Plantaginaceae a Novara nel 2017 (**Grafico 2**).





**Grafico 1** - Distribuzione della concentrazione totale di pollini di Oleaceae nella stazione di Cuneo - anni 2003-2018  
 Fonte: elaborazione ARPA Piemonte su dati della Rete di monitoraggio



**Grafico 2** - Distribuzione della concentrazione media settimanale di pollini di Plantaginaceae nella stazione di Novara. Media 2017 in confronto alla media della serie storica 2011-2015  
 Fonte: elaborazione ARPA Piemonte su dati della Rete di monitoraggio

All'opposto (come confermato anche dal contributo di Stefano Marchesi per l'Emilia-Romagna), rispetto all'andamento dei pollini di ulivo e delle altre specie arboree, in tutta la regione le concentrazioni di polline di *Ambrosia* manifestano un trend decrescente (**Grafico 3**)

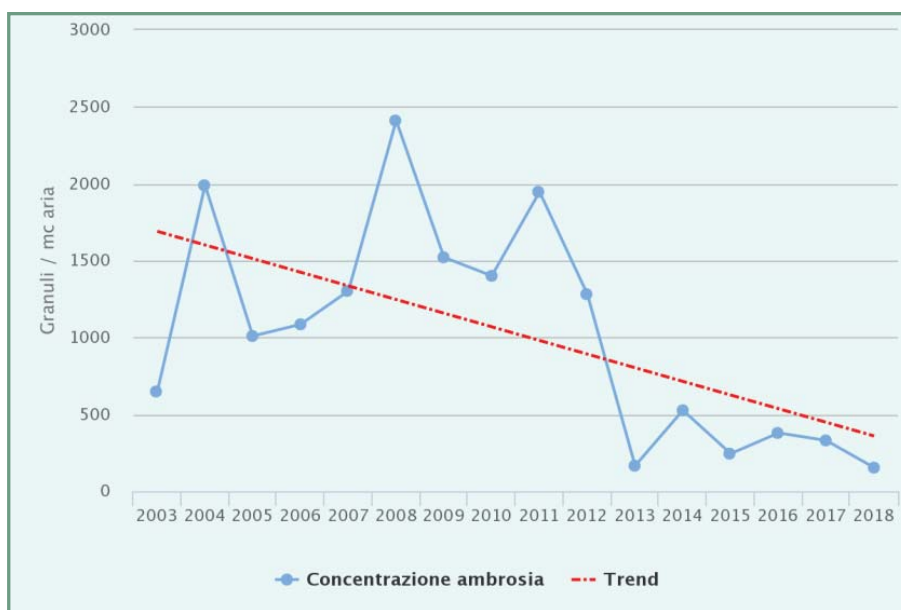
anche se nel periodo tra la seconda quindicina di agosto e la prima settimana di settembre del 2019 sono stati registrati dei valori mediamente più alti rispetto allo storico. Infatti, come in altre regioni italiane tra agosto e settembre si è riscontrata anche in Piemonte una

presenza di *Ambrosia* a livelli più elevati rispetto agli anni precedenti con intensità e durata variabile a seconda delle zone. A Novara, per esempio, la concentrazione più alta si è raggiunta in quattro giorni; il 20 agosto (concentrazioni pari a 61 pollini/m<sup>3</sup>), il 27 agosto (concentrazioni pari a 62 pollini/m<sup>3</sup>) e il 29 e 30 agosto (concentrazioni pari a 26 e 79 pollini/m<sup>3</sup>).

Tra le varie cause indagate ci sono il trasporto a lunga distanza di polline proveniente dai Balcani, le eventuali

interferenze sul ciclo vitale di *Ophraella* e/o di *Ambrosia* ma anche variazioni sul livello di umidità del primo strato di terreno, fenomeno strettamente correlato con le variazioni in intensità e durata delle piogge.

A questo proposito sono in corso nuovi studi e approfondimenti che possano meglio definire la relazione tra umidità del terreno e differenze nell' emissione pollinica, dato molto importante ai fini dei modelli previsionali e soprattutto preventivi.



**Grafico 3** - Distribuzione della concentrazione media settimanale di polline di *Ambrosia* nella stazione di Novara - anni 2003-2018  
Fonte: elaborazione ARPA Piemonte su dati della Rete di monitoraggio

## SITOGRAFIA

<https://www.federasmaeallergie.org/sitoFA/index.php/malattie-respiratorie-ed-allergiche/allergie?id=246>

<https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/ambiente-e-salute/prevenzione-e-previsione-dei-rischi-sanitari/monitoraggio-pollini-allergenici>

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano gli operatori della rete di monitoraggio di ARPA Piemonte: Elisabetta Benigni, Andrea Bertola, Marilena Calciati, Lucrezia D'Arnese, Raffaella Dell'Eva, Lidia Ferrara, Enrico Gastaldi, Alessandro Giraud, Salvatrice Leone, Paola Molineri, Valentina Pizzo.

# AGRICOLTURA IN AMBITO URBANO

Enrico Rivella\*, Giorgio Quaglio\*\*

\*ARPA Piemonte, \*\*SEAcop srl Torino

## AGRICOLTURA URBANA: DEFINIZIONE ED ELEMENTI CARATTERIZZANTI

Nel corso della storia l'agricoltura si è integrata all'ambiente urbano in diversi modi, influenzata dalle condizioni ambientali e dalle innovazioni tecnologiche e agronomiche, e oggi costituisce un elemento essenziale nella pianificazione della maggior parte delle città del mondo. Di recente l'agricoltura urbana è cresciuta rapidamente nel mondo anche grazie al supporto della Fao (Progetto FAO, 2015). Moustier (1998) ha definito l'agricoltura urbana come un'attività destinata alla produzione agricola svolta all'interno o alla periferia di una città su superfici per le quali destinazioni d'uso non agricole possono rappresentare un'opzione concreta. Al contrario l'agricoltura rurale sarebbe quella esercitata nelle aree in cui destinazioni d'uso alternative non risultano realistiche.

I numerosi aspetti che contribuiscono a differenziare i diversi modelli di agricoltura urbana che vengono ad oggi praticati nel mondo si possono ricondurre ai seguenti (Mougeot L. J.A., 2000; Branduini P. *et al.*, 2016):

- rapporto con il tessuto urbano: è opportuno in primo luogo distinguere tra agricoltura intraurbana, che si esercita nel tessuto urbano consolidato, e agricoltura periurbana che risulta a più stretto contatto con le zone rurali. Le espressioni agricoltura urbana e periurbana sono ormai regolarmente adottate dalle agenzie delle Nazioni Unite come UNPD e FAO.
- tipologia di aree su cui viene esercitata: aree residenziali, aree con destinazioni non residenziali, aree abbandonate, aree di proprietà pubblica o privata, su suolo o su substrati artificiali (ad es. orticoltura sui tetti, agricoltura idroponica), aree in cui l'attività agricola è regolamentata e autorizzata, aree occupate abusivamente, ecc.;

- obiettivi strategici: sono frequenti situazioni in cui la produzione agricola rappresenta uno strumento per perseguire finalità di natura non strettamente economica, spesso di carattere sociale (in questo caso alcuni autori fanno riferimento alla denominazione di "Urban food gardening"). Ma altrettanto importanti sono le situazioni in cui vengono invece perseguiti i tradizionali obiettivi di economia aziendale e per le quali la prossimità con la città costituisce un'opportunità per la valorizzazione di prodotti agricoli o di servizi (Simon-Rojo M. *et al.*, 2016).
- apporto di lavoro: si distinguono situazioni in cui l'apporto di lavoro risulta integrativo di impieghi extra-agricoli e situazioni in cui i conduttori si dedicano a tempo pieno alle attività direttamente o indirettamente connesse alla coltivazione;
- tipologia di prodotti: nella maggior parte dei casi l'agricoltura urbana sembra orientata alla produzione di derrate destinate al consumo alimentare, ma non mancano produzioni vivaistiche, colture arboree da legno, colture per le produzioni di biomasse come fonte energetica, colture cosiddette industriali;
- sistemi di produzione: pratiche agroecologiche, tecniche colturali convenzionali;
- destinazione di prodotti e scala di produzione: finalizzata all'autoconsumo, rivolta al mercato.

Evidentemente per tutti questi aspetti caratterizzanti è possibile riscontrare sul campo una vasta gamma di situazioni intermedie.

L'agricoltura urbana (di seguito intesa sia come intraurbana sia come periurbana) è oggetto di analisi da almeno tre decenni in quanto si ritiene che possa assumere sempre più importanza per assicurare la sicurezza dell'approvvigionamento di cibo in molte aree

del mondo e segnatamente nelle metropoli dei paesi a basso reddito (Chihambakwe M. *et al.*, 2019).

Ad esempio, sul fronte istituzionale la Fao, nel 2001, ha inaugurato l'iniziativa *Food for Cities* che riunisce quasi centoquindici paesi e affronta le complesse problematiche che si instaurano nel rapporto tra sistemi agroalimentari e urbanizzazione.

Più di recente, in concomitanza con l'Esposizione Universale di Milano 2015, dedicata al tema "Nutrire il Pianeta", 113 città del mondo hanno sottoscritto il *Milan Food Policy Pact* con il quale le amministrazioni comunali hanno assunto l'impegno di rendere i sistemi alimentari urbani più equi e sostenibili. Al documento hanno aderito otto città italiane: Alessandria, Bari, Bologna, Genova, Milano, Roma, Torino e Venezia.

L'agricoltura urbana può anche avere un ruolo chiave per la costituzione di un modello d'interazione dei diversi ambiti del consumo, della produzione e dell'apprendimento.

Si tratta di ripensare un modello produttivo che sia decentrato e capace di far fronte ad una frammentazione organizzativa e gestionale, ripensando la produttività agricola, soprattutto metropolitana, in termini plurali o, come si dice tecnicamente, in chiave "multifunzionale". Un'agricoltura multifunzionale significa allora associare al modello produttivo incentrato sulla produzione colturale, anche servizi di tipo "ecosistemico" e/o a sfondo sociale, integrati nelle stesse politiche pubbliche di sviluppo urbano. Occorre prevedere un allargamento pianificato delle aree verdi e ortive funzionali, ad esempio, alla costruzione di corridoi ecologici per favorire e promuovere la biodiversità, oppure volti a contrastare il consumo di suolo ad uso prevalentemente edilizio delle città (residenziale e/o commerciale), con conseguente impermeabilizzazione dello stesso, fattore quest'ultimo importante per la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, per evitare, ad esempio, alluvioni e frane, ma anche in funzione di regolazione della temperatura urbana nei mesi estivi, ecc.

### AGRICOLTURA URBANA: LA DIMENSIONI DEL FENOMENO A LIVELLO NAZIONALE

I dati ISTAT relativi all'estensione del verde urbano mostrano un aumento del 3,7% tra il 2011 e il 2016, all'interno del quale le superfici dedicate ad orto urbano si sono decisamente impennate (+51% dal 2011). Nel

2013 Nomisma stimava in circa 2,7 milioni i coltivatori di orti in Italia mentre, secondo Coldiretti/Censis (2017), sarebbero addirittura 20 milioni coloro che, in un modo o nell'altro, con la bella stagione approcciano orti, giardini e terrazzi in Italia, un po' per passione (10%) o per risparmiare (4,8%), ma soprattutto per la voglia di mangiare prodotti sani e genuini (25,6%). Nel 2014, 64 amministrazioni comunali hanno previsto gli orti urbani tra le modalità di gestione delle aree del verde, segnando un +4,9% rispetto all'anno precedente e un +18,5% rispetto al 2011.

Questo vero e proprio boom si produsse quando Michelle Obama creò un orto biologico dentro i giardini della Casa Bianca per coltivare le verdure destinate alla sua famiglia. Un messaggio forte e chiaro per la popolazione americana, afflitta da obesità infantile e dalla necessità di ripensare ai propri consumi. L'aumento del numero degli orti urbani nel territorio nazionale ha conseguenze positive sul tessuto metropolitano: nel loro insieme questi orti possono avere la funzione di recupero delle aree degradate o abbandonate, costituendo piccoli polmoni verdi in centri urbani spesso congestionati.

Un aspetto dell'attività agricola urbana che apre ad una prospettiva di servizio pubblico e utilità collettiva è quello dell'agricoltura sociale che risponde ad una concezione plurale, decentralizzata e "diffusa" del modello di welfare ormai ampiamente radicata e sostenuta da una specifica legislazione (dalla modifica del titolo V della Costituzione alle più recenti e specifiche leggi in materia di riordino del terzo settore e dell'agricoltura sociale). Si tratta di quell'insieme di attività che impiegano le risorse dell'agricoltura a misura d'uomo e favoriscono la presenza di piccoli gruppi, familiari e non, che operano per promuovere azioni terapeutiche, di riabilitazione, di co-terapia, di inclusione sociale e lavorativa, di educazione, di ricreazione e di servizi utili per la vita quotidiana

Il *Rapporto agricoltura sociale 2017* evidenzia come attività di agricoltura sociale abbiano avuto un vero e proprio boom negli ultimi 10 anni, interessando per lo più cooperative sociali (46%) che si occupano, ad esempio, di disabilità (54%), disoccupazione con disagio (31%), ecc.

Questi aspetti fanno capire che, in ambito urbano, si intende l'attività agricola come un modo per riconquistare una relazione con la natura che lo spazio costruito di fatto

nega. Grazie agli orti urbani l'agricoltura torna a riappropriarsi di spazi cittadini, con effetti positivi sull'umore, sulla salute e dal punto di vista sociale. Le motivazioni non sono strettamente economiche: coltivare e mangiare i prodotti del proprio orto permette, oltre a un certo risparmio, di conoscere con certezza cosa si mangia.

Tale esigenza risponde a una generale cultura dell'alimentazione, un concetto che è tenuto sempre più in considerazione dai consumatori. Gli orti sociali, inoltre, dedicati ad autoproduzione e auto-sostentamento, sono quindi svincolati da coltivazioni intensive e sfruttamento della terra per raggiungere il massimo rendimento possibile. In generale gli orti sociali potrebbero essere una delle vie per rigenerare socialmente le metropoli e riappropriarsi come cittadini di luoghi spersonalizzati che abbondano nelle città. Prendersi cura di un orto in forma collettiva significa prendersi cura della comunità a cui si sente di appartenere e dei beni comuni di cui quella comunità dispone. Oltre a tale funzione civica, l'agricoltura urbana coinvolge anche e sempre di più lo sviluppo dei servizi relativi al terziario avanzato proprio delle economie urbane, ad esempio, in termini di servizi ricreativi, educativi. L'orticoltura urbana pertanto, lungi dal rappresentare soltanto un trend o moda passeggera, va interpretata piuttosto come modello necessario per affrontare le sfide economiche, ambientali e sociali delle future città sostenibili. Tali pratiche sono perciò destinate a proliferare e, soprattutto, a strutturarsi come modelli di riferimento di stili di vita urbani duraturi.

A livello globale due fenomeni sono profondamente intrecciati con il rapporto tra l'agricoltura e la città contemporanea: da un lato il progressivo aumento della popolazione mondiale, stimata al 2050 in circa 9 miliardi di persone e, dall'altro lato, la concentrazione di persone nelle aree urbane, da anni ormai - e per la prima volta nella storia dell'uomo - superiore al numero delle persone che vivono in aree rurali. In questo momento storico la maggioranza assoluta della popolazione mondiale, sia del Nord (paesi ex-sviluppati) sia del Sud del mondo, vive in grandi aggregati urbani. In questo genere di contesto, dare un valore aggiunto alla natura in città sembra l'unico modo per riavvicinarsi ad essa.

Seppure questi due fenomeni assumano dinamiche anche molto diverse tra Paesi di prima industrializzazione e Paesi in via di sviluppo, essi

rappresentano questioni ampiamente condivise e che vanno nella medesima direzione, ossia la crescita esponenziale delle città e del loro "metabolismo". La città può essere paragonata ad un organismo che, nel suo processo di crescita economica, ingurgita risorse di ogni tipo, prime fra tutto risorse alimentari ed energetiche, eliminando prodotti di scarto (rifiuti).

L'agricoltura metropolitana e l'orticoltura urbana, allora, possono concretamente contribuire, *in primis* a questo metabolismo urbano, producendo direttamente quota parte del cibo per sfamare la città, invece che alimentare il divario tra territori rurali "produttori" e territori urbani "consumatori".

### GLI IMPATTI A CARICO DELL'AGRICOLTURA URBANA ESERCITATI DAI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Con riferimento al tema dei cambiamenti climatici, occorre tenere presente in primo luogo che l'agricoltura urbana è un potenziale recettore degli impatti da questi originati, nonostante l'agricoltura in generale sia responsabile in quota parte dell'effetto serra che l'ha determinato.

L'agricoltura mondiale - estesa su circa il 45% delle terre emerse del pianeta - rilascia in atmosfera una quantità considerevole di gas serra (anidride carbonica, metano e protossido d'azoto): la Fao stima che il contributo globale del comparto contribuisca per il 14% alle emissioni GHG; a livello nazionale il comparto agricolo risulta il terzo settore che contribuisce alle emissioni di gas serra per un 7,2% (di cui il 2% derivante dal protossido di azoto). Per quanto riguarda il contributo di metano e protossido d'azoto può essere interessante il dato dell'inventario emissioni della Regione Piemonte che attribuisce al metano un contributo del comparto agricolo del 58% delle emissioni totali regionali di metano (in particolare la zootecnia) e al 74% delle emissioni di protossido di azoto (per l'utilizzo di fertilizzanti), con un complessivo 12% in termini di CO<sub>2</sub> equivalente.

Se da un lato l'agricoltura è uno dei settori a maggiori emissioni di gas serra, d'altro lato è in grado di contribuire significativamente all'assorbimento del carbonio e sequestrarlo nel suolo e nella vegetazione.

I cambiamenti climatici stanno producendo alterazioni significative sugli ecosistemi agricoli, le specie e i genotipi che li costituiscono. Ciò avviene principalmente



attraverso l'aumento delle temperature medie, la modificazione dei modelli di precipitazione, le modifiche della stagionalità, la maggior frequenza di eventi estremi (grandine, venti estremi, ondate di caldo, gelate fuori stagione). Le anomalie climatiche fin qui registrate hanno portato a modificazioni dei processi fisiologici (fotosintesi, respirazione, crescita delle piante, efficienza di utilizzo dell'acqua, composizione dei tessuti, aumento di malattie e parassiti, metabolismo e decomposizione) che influiscono direttamente sulla produttività agricola

attraverso la quale i cambiamenti climatici minano la sicurezza alimentare e la stabilità sociale. Per la regione mediterranea, a fronte di scenari climatici di riduzione delle precipitazioni (specialmente nel periodo estivo) e dell'aumento della temperatura al di sopra dei valori previsti per la scala globale, si prevede un'espansione degli adiacenti sistemi aridi e semi-aridi. In estrema sintesi tali impatti, condivisi in gran parte con l'agricoltura rurale, sono visualizzabili nella **Tabella 1**.

**Tabella 1** - Impatti sull'agricoltura della variabilità climatica

Fonte: Elaborazione degli autori

Variazioni del clima	Impatti sull'agricoltura
Da variazioni medie del clima	Modificazione dei cicli colturali
	Carenza idrica durante fasi di sviluppo critiche (fioritura, impollinazione, riempimento del frutto) aggravata dall'aumento di traspirazione dalle piante e di evaporazione dal terreno
	Incremento dei costi delle pratiche irrigue
	Incremento delle fitopatologie
	Accelerazione della decomposizione naturale della sostanza organica
Da eventi estremi	Danni da gelate precoci o tardive
	Fenomeni di saturazione d'acqua nei suoli
	Allettamento o sradicamento delle colture sensibili
	Danni diretti agli apparati deputati alla fotosintesi
	Perdite di frutti pendenti

Gli impatti del cambiamento climatico sull'agricoltura urbana non variano sostanzialmente da quelli dell'ambiente rurale. La frequenza e l'intensità dei fenomeni possono essere accentuati a causa del fenomeno dell'isola di calore che notoriamente caratterizza gli habitat urbani.

L'ambiente urbano sostanzialmente si differenzia per la scarsa reperibilità di suolo coltivabile essendo lo spazio urbano non concepito per la produzione di derrate alimentari e destinato ad essere trasformato, anche più volte, per i più svariati usi, con conseguente distruzione o drastica riduzione della fertilità naturale, per l'elevato

rischio di contaminazione chimica che anche i suoli apparentemente meno disturbati possono aver subito. Inoltre per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico a scopo irriguo, l'agricoltura urbana fa ricorso alla rete acquedottistica potabile, con spreco di una risorsa pregiata destinata al consumo umano.

In riferimento all'assorbimento del carbonio gran parte del potenziale economico di mitigazione è legato alle pratiche di fissazione di carbonio nel suolo, vale a dire a quelle pratiche (quali la minima e la non-lavorazione, la rotazione e l'avvicendamento colturale, il sovescio, l'uso

di ammendanti, l'inerbimento, il miglioramento della gestione dei pascoli, la gestione integrata degli elementi nutritivi, il *set-aside*) che consentono il 'ritorno' del carbonio nei suoli agricoli.

Il suolo contiene il maggiore *stock* di carbonio organico: nel suolo a livello planetario è presente circa il doppio del carbonio contenuto in atmosfera e 3 volte quello trattenuto dalla vegetazione, per cui è fondamentale agire con adeguate pratiche gestionali o culturali sul suolo per aumentare la capacità di assorbimento.

Nei paesi industrializzati la maggior parte dei suoli agricoli ha perso da 30 a 40 tonnellate di carbonio per ettaro e in generale l'attuale *stock* di carbonio organico è molto al di sotto della capacità potenziale. I suoli urbani, spesso di riporto, hanno *performance* in questo senso ancora più scarse.

Un aumento di pochi punti percentuali del carbonio catturato dal suolo, grazie ad adeguate pratiche colturali, darebbe un contributo al bilancio del carbonio di un centro urbano senza tuttavia spostarne l'impatto emissivo.

Per questo motivo, l'agricoltura urbana assume più rilevanza come azione di adattamento promuovendo la pianificazione urbana del cibo come cooperazione sociale, scientifica e tecnologica a servizio di uno sviluppo indipendente e sostenibile della città. Un nuovo modo di ripensare il cibo come bene comune, suggerisce di guardare in modo profondamente mutato al ruolo di una pluralità di politiche locali, specie in un orizzonte che vede le popolazioni concentrarsi nelle città e il cibo divenire progressivamente più scarso su scala mondiale. L'innovazione sociale della visione umana sul cibo riguarda la capacità di rileggere e integrare quegli interventi che su scala locale, a diverso titolo, possono fare la differenza nella costruzione di un approccio nuovo e responsabile dei cittadini e sperimentare nuove forme di economia collaborativa e circolare.

Elemento innovativo chiave è quello di legare la produzione di cibo naturale - che implica gestione e contatto con i cicli biologici, vegetali e animali - con l'erogazione di servizi a persone e comunità in un contesto di innovazione e di elevazione della qualità e del benessere umano.

Le politiche sociali e della salute, quelle dell'educazione, la gestione delle mense, le politiche del lavoro, quelle della pianificazione territoriale e del commercio, quelle di

gestione dei rifiuti e ambientali, ciascuna, in modo diverso, si legano al cibo, alla sua produzione, al suo consumo, ai significati culturali che incidono sulle scelte di consumo e di vita, alla salubrità e all'impatto sulla salute oltre che sull'ambiente.

## AGRICOLTURA URBANA E MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Chiarito che con l'espressione "agricoltura urbana" si intendono una pluralità di pratiche che danno origine ad una varietà di coperture vegetali del suolo, sottolineato inoltre che la stessa agricoltura urbana è evidentemente soggetta agli impatti derivanti dai cambiamenti climatici, occorre considerare se e come la stessa agricoltura urbana sia in grado di svolgere un ruolo nella mitigazione dei fenomeni che sono all'origine dei cambiamenti climatici. Detto altrimenti si tratta di comprendere se e come l'agricoltura praticata nelle città o in loro prossimità sia in grado di contenere l'emissione di gas climalteranti o di incrementarne l'assorbimento.

A questo proposito è bene ricordare che l'agricoltura si esercita attivando una complessa serie di interazioni tra caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche del suolo, condizioni climatiche stagionali, pratiche gestionali (lavorazioni, fertilizzazioni, irrigazioni, controllo dei parassiti ecc.) e copertura vegetale, che può essere erbacea, arbustiva o arborea (o una varia combinazione tra queste) a seconda degli ordinamenti colturali prescelti.

Il contributo alla mitigazione può in primo luogo essere originato dal suolo agricolo e dalle pratiche di gestione. Il contenuto di carbonio nei primi 40 cm di profondità dei suoli (il cosiddetto "strato arabile" nella maggior parte dei nostri terreni) è stimato pari a 800 Gt circa equivalente al contenuto attuale di carbonio dell'atmosfera. Per questa ragione i suoli destinati all'agricoltura, se coinvolti da perturbazioni antropogeniche, a seguito di processi di mineralizzazione della materia organica e respirazione microbica, possono originare emissioni. Al contrario, se correttamente gestiti, possono significativamente contribuire allo stoccaggio di carbonio. Il contenuto di carbonio nei suoli agricoli può in particolare essere incrementato adottando le cosiddette pratiche di gestione raccomandate ("*Recommended Management Practices*", RMP), di cui un elenco è riportato nella **Tabella 2** (Lal R., 2004).

**Tabella 2** - Pratiche di gestione raccomandate per incrementare il contenuto di carbonio nei suoli agricoli  
 Fonte: Lal R., 2004

Metodi ordinari/convenzionali	Pratiche di gestione raccomandate (RMP)
Combustione delle biomasse e rimozione dei residui colturali	Recupero dei residui come pacciame di superficie
Aratura convenzionale	Minima lavorazione, <i>no-till</i> e pacciamatura
Maggese	Colture di copertura ( <i>cover crops</i> )
Monocoltura continua	Rotazione ad elevata diversità
Agricoltura di sussistenza a bassi input	Gestione mirata degli input
Utilizzo intenso di fertilizzanti	Gestione integrata dei nutrienti con fertilizzanti organici ed agricoltura di precisione
Agricoltura intensiva	Integrazione del pascolo (e di colture prative poliennali e/o dell'agroforestazione) negli ordinamenti colturali
Irrigazione superficiale	Irrigazione a goccia o sub-irrigazione
Utilizzo indiscriminato di fitofarmaci	Gestione integrata delle infestanti
Coltivazione di terreni marginali	Programmi conservativi, recupero di suoli degradati mediante <i>land-use change</i>

Allo stato degli studi si può ritenere che le pratiche conservative (*no-till*) possano arrivare, nelle condizioni favorevoli, ad accumulare negli strati superficiali del suolo fino a 0,2-0,5 t C/ha/anno.

Ma gli effetti mitigativi esercitati dall'agricoltura sono anche fortemente correlati alla tipologia di copertura vegetale assicurata. A tale proposito, un grande numero di analisi e ricerche si sono occupate delle specie ornamentali utilizzate nell'ambito del verde urbano in relazione al sequestro di carbonio.

Queste valutazioni e stime hanno già condotto ad esiti operativi nella gestione degli spazi urbani. A mero titolo di esempio: per la compensazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> la Città di Reggio Emilia fa riferimento ad un valore di assorbimento pari a 150 kg CO<sub>2</sub>/albero anno (Comune di Reggio Emilia, 2015) e prende in considerazione un orizzonte temporale sul quale calcolare l'assorbimento pari a 20 anni.

Ma di maggior interesse rispetto al tema dell'agricoltura urbana è il ruolo che i frutteti possono assumere per l'effetto sink. I fruttiferi infatti hanno la potenzialità di agire

come accumulatori netti di CO<sub>2</sub>, immagazzinando carbonio nelle strutture legnose permanenti dell'albero e nel suolo, specialmente quando la gestione del suolo include la presenza di copertura erbosa.

Ad esempio, sono stati esaminati tre sistemi arborei da frutto quali melo, vite e ulivo. I rilievi effettuati per il meleto hanno stimato per il periodo di rilevamento 2009-2015 un effetto *sink*, calcolando il carbonio accumulato alla fine del 2015 per i sette anni di durata del monitoraggio, pari a 3 t di CO<sub>2</sub> per ettaro e per anno. La grande varietà di condizioni colturali ha invece fatto emergere dati contrastanti per la vite e l'ulivo (Zanotelli *et al.*, 2019).

Pochi esiti di ricerca consolidati sono disponibili per le colture erbacee.

Un recente studio (Farina R. *et al.*, 2018) ha permesso di stimare, per rotazioni con diverse "colture di servizio agroecologico" (ASC) o con apporto di compost a diverse dosi, un incremento del carbonio stoccato in 20 anni compreso tra un minimo di 12,2 e un massimo di 19,8 tonnellate di carbonio ad ettaro.

Le tecniche di coltivazione possono inoltre contribuire alla mitigazione attraverso il riuso a fini produttivi di cataboliti dell'ecosistema urbano. In particolare, l'impiego di compost, derivante dalla componente organica dei rifiuti urbani, determina la riduzione di apporto di fertilizzanti di sintesi e quindi di consumo di energia la cui produzione implica l'emissione di gas climalteranti.

Un possibile ruolo mitigativo dell'agricoltura urbana, che non concerne gli ordinamenti o le tecniche colturali, quanto piuttosto le modalità di commercializzazione dei prodotti, e quindi la logistica, è correlato alla riduzione delle emissioni per il trasporto delle derrate alimentari dal luogo di produzione al luogo di consumo, grazie anche alla creazione di piccoli mercati di prossimità. Tali misure rappresentano dei concreti strumenti di riduzione del bilancio emissivo della città senza creare altri disservizi ecosistemici. A causa della eterogeneità delle situazioni, gli esiti di questa riduzione risultano di assai ardua quantificazione, tuttavia ogni azione che porta all'incremento della coltivazione in città ha potenziali ricadute positive da questo punto di vista.

Anche l'attenzione che le nuove esperienze di orti urbani stanno ponendo al riciclo delle risorse (riciclo dell'acqua usata, uso irriguo di acque depurate o di bacini creati a scopo di tutela idrogeologica, uso di servizi agrometeorologici per ottimizzare l'uso dell'acqua) costituiscono misure di mitigazione.

Per quanto riguarda le nuove tendenze a livello delle metropoli avanzate, che prevedono la coltivazione su strutture edificate arrivando anche a ridisegnare le città del futuro secondo l'"agritecture" - parola usata negli USA che coniuga agricoltura e architettura sostenibile trasformando i palazzi come il pluripremiato edificio milanese dell'Architetto Stefano Boeri - una soluzione concreta che comincia ad essere praticata anche in Italia è quella delle costruzioni di orti verticali basate sulla tecnologia dell'idroponica e acquaponica, le più efficienti macchine solari in contesti artificializzati. Le varietà di vegetali coltivabili sono molteplici, non solo verdura a foglia ma anche piante come zucchine, melanzane, pomodori o persino alberi da frutto. Per garantire una produzione continuativa durante tutto il corso dell'anno e per massimizzare il raccolto, i sistemi di idroponica prevedono il controllo costante della temperatura dell'acqua e il suo condizionamento. Per tale motivo

sono sistemi normalmente allocati in serre o comunque in ambienti protetti. L'impianto acquaponico si contraddistingue come sistema a ricircolo, dove l'acqua viene prelevata da una vasca nella quale vengono allevati pesci e fatta passare in un biofiltro. Quest'ultimo permette di avviare il processo di nitrificazione che porterà alla formazione dei nitriti e dei nitrati poi assimilati dalle piante e di diminuire il più possibile la quantità di solidi sospesi, operazione particolarmente importante al fine di mantenere la buona qualità dell'acqua ed evitare l'abbassamento dell'ossigeno in essa disciolto.

Un'altra soluzione che apporta benefici effetti anche in termini di isolamento ed efficienza energetica sono gli orti in cassoni disposti su terrazzi di edifici commerciali o industriali.

L'azione di contrasto al cambiamento climatico può avvenire quindi convertendo all'agricoltura suoli impermeabilizzati inutilizzati. Uno studio sperimentale della Facoltà di Agraria dell'Università di Bologna, condotto tra il 2012 e il 2016 a partire da una serie di orti idroponici fuori terra sul tetto di un palazzo popolare, ha permesso di stimare che uno sviluppo sistematico e capillare di orticoltura di questo tipo sugli oltre 80 ettari di tetti piani dei palazzi di Bologna potrebbe soddisfare quasi il 77% del bisogno di vegetali dell'intera area urbana.

Tuttavia, si ritiene prioritario agire soprattutto sui territori urbani non costruiti, spesso caratterizzati da problemi di scarsa o nulla fertilità, se non addirittura da tossicità per fenomeni di contaminazione diffusa. Coltivare la città vuol dire coltivarla ovunque sia possibile, riempiendo ogni spazio anche il meno accogliente.

L'obiettivo dell'agricoltura urbana o *Smart Urban Farming* è proprio quello di recuperare le aree urbane dismesse restituendole alla natura, piantando alberi e colture nel rispetto della biodiversità, per rendere le case e le città più vivibili e aiutare ad affrontare meglio i cambiamenti climatici.

In questo senso l'agricoltura urbana può essere di riferimento per sperimentazioni delle tecniche agroecologiche sinergiche con la biodiversità, sfruttando anche la necessità di ridare vita e funzionalità ecologica all'ambiente urbano.

Un'interessante misura di mitigazione, agronomica e al tempo stesso di potenziamento della vegetazione naturale, molto adatta all'ambiente urbano, è quella della



'*Food forest e food garden*', di cui si riporta successivamente un'esperienza. La *food forest* è considerata una "foresta commestibile" che viene anche conosciuta con il nome di "foresta giardino" e di "orto-bosco". La creazione della *food forest* si basa sull'idea di ricreare un sistema boschivo che si comporti come un ecosistema boschivo dal punto di vista funzionale, dove specie produttive alimentari sono coltivate con poca manutenzione e limitati interventi dell'uomo. Diventa in tal modo un bosco commestibile, con interventi mirati e in sinergia con il sistema naturale.

### AGRICOLTURA URBANA E ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Anche per quanto concerne il contributo dell'agricoltura ai processi di adattamento ai cambiamenti climatici nel contesto degli ecosistemi urbani, occorre tenere in considerazione l'interazione tra componenti ambientali e tecniche di coltivazione.

Ad esempio, per quanto concerne i processi di adattamento al fenomeno delle precipitazioni intense, assume specifica rilevanza la capacità di infiltrazione delle acque meteoriche nei suoli agricoli. Come si è detto, le tecniche di coltivazione che prevedono la "minima lavorazione" del suolo o la pratica della "non lavorazione" sono considerate quelle più adatte per garantire l'incremento del processo di sequestro di carbonio da parte del suolo stesso. Tuttavia, le superfici destinate alla produzione agricola in ambito urbano sono di norma assoggettate ad alcuni interventi volti a conseguire benefici sotto il profilo agronomico: contenimento dello sviluppo delle malerbe; rottura dello strato superficiale di terreno compattato (la "crosta") che interrompe gli scambi gassosi e il movimento dell'acqua tra sopra e sotto la superficie del terreno; contenimento della rapidità di degradazione della sostanza organica contenuta nei residui colturali, con perdita dei componenti volatili; interruzione della risalita capillare dell'acqua e relativa riduzione di perdita di umidità per evaporazione.

Queste lavorazioni, che prevedono il rivoltamento delle zolle o il loro solo sminuzzamento, insieme al progressivo accrescimento delle radici, migliorano le capacità di infiltrazione e immagazzinamento delle acque di pioggia.

Sempre in riferimento al ciclo dell'acqua, considerato che l'intensificazione degli eventi siccitosi costituirà un inevitabile corollario dei cambiamenti climatici, negli agglomerati urbani presumibilmente emergeranno difficoltà di approvvigionamento di acqua in quantità tale da soddisfare i fabbisogni nelle loro varie articolazioni.

Nel caso dell'agricoltura urbana, l'integrazione o la prossimità con i centri abitati, rende praticabile, almeno in parte, il riuso delle acque reflue per l'irrigazione liberando in tal modo per altri usi i corrispondenti volumi di acque di buona qualità.

Nelle zone periferiche, in caso di eventi alluvionali, le superfici destinate ad agricoltura urbana potranno contribuire alla protezione del tessuto urbano potendo invadere volumi d'acqua di consistenza variabile in relazione alle superfici in gioco. Analogamente, casse di espansione realizzate per contenere le acque in caso di esondazione, potranno ospitare attività agricole e così assumere un ruolo multifunzionale.

Per quanto concerne i rischi derivanti dall'innalzamento delle temperature, l'agricoltura, come tutti gli usi del suolo che prevedono la presenza di vegetazione, contribuisce a ridurre l'effetto dell'isola di calore.

Le ragioni per cui "il verde" ha un ruolo fondamentale nella mitigazione dell'isola di calore sono note: valore di albedo e di inerzia termica maggiori rispetto a quelli dal materiale artificiale urbano; elevata concentrazione di acqua; contributo all'abbassamento della temperatura dell'aria grazie all'evapotraspirazione; funzione ombreggiante che, impedendo alla radiazione solare di riversarsi direttamente sui materiali artificiali, consente a questi ultimi di riscaldarsi meno e di riemettere una quantità minore di energia sotto forma di calore (Petralli M., 2006).

Ma, sotto il profilo strettamente adattativo, il ruolo forse più importante rivestito dall'agricoltura urbana consiste nel fatto che, utilizzando spazi interstiziali o periferici in un contesto urbano, può contribuire a garantire l'approvvigionamento di alimenti e quindi alla sicurezza alimentare.

### ESPERIENZE E PROPOSTE

In questo paragrafo si portano all'attenzione alcuni percorsi progettuali realizzati o in via di realizzazione nelle città italiane che guardano con approcci innovativi



ai temi della sostenibilità, nella dimensione ambientale, sociale ed economica e alla necessità di fronteggiare un futuro divenuto più incerto di fronte alle crisi. Verranno presentate tre iniziative in Torino, che si distinguono per l'approccio innovativo in campo ambientale, un'esperienza di Roma esemplare dal punto di vista della *governance* e della gestione degli spazi pubblici e infine un'iniziativa di Reggio Emilia esemplare per la pianificazione di una città resiliente.

- **Progetto Re-Horti, Torino: strategie di rigenerazione dei suoli urbani per l'orticoltura**

A cura di P. Calza, D. Fabbri, Dipartimento di Chimica dell'Università di Torino

Gli orti urbani, e quindi le piante che vi crescono, sono esposti a fonti di inquinamento continuo come la deposizione atmosferica, l'acqua di irrigazione inquinata, il traffico veicolare e l'uso di pesticidi che possono influenzare la qualità del prodotto alimentare e costituire un potenziale rischio per la salute umana (Hamilton *et al.*, 2014; McBride *et al.*, 2014; Sämuel *et al.*, 2012). La rete di monitoraggio dei suoli di ARPA Piemonte mette in evidenza un fenomeno di forte arricchimento di metalli pesanti e composti organici persistenti (POPs) nei suoli urbani (Fabiotti *et al.*, 2010).

Al fine perciò di stimare i rischi derivanti dal consumo di piante coltivate nel tessuto urbano e per gestire adeguatamente le aree adibite ad orti, è fondamentale la valutazione del contenuto e della biodisponibilità dei metalli pesanti nel suolo, della presenza di POPs e della capacità delle piante di assorbire gli inquinanti.

Occorre comprendere la correlazione tra il contenuto di contaminanti presenti nelle piante commestibili e quello nell'area in cui la pianta è cresciuta. È noto infatti che sia il fattore di bioaccumulo (Qureshi *et al.*, 2016) che il fattore di traslocazione dalla radice al germoglio (Adesodun *et al.*, 2010) variano notevolmente con le specie vegetali, il tipo di inquinante e le loro interazioni (Hart *et al.*, 2002), pertanto il rischio di esposizione umana ai contaminanti può essere significativamente ridotto selezionando piante opportune.

In quest'ottica, il progetto Re-Horti dell'Università di Torino (2017-2020) mira, in primo luogo, a studiare il comportamento e la biodisponibilità delle specie metalliche e di alcuni contaminanti organici nelle aree urbane di Torino utilizzate o utilizzabili per l'orticoltura, al

fine di valutare i potenziali effetti sulle piante commestibili coltivate. Il progetto ha anche lo scopo di esplorare, mediante un approccio multidisciplinare, diverse strategie efficienti ed ecologiche per il risanamento di terreni moderatamente inquinati coinvolgendo il Dipartimento di Chimica ed il Dipartimento Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi.

Fra le varie tecniche di recupero sviluppate, il fitorimediale per i metalli e la biodegradazione per gli inquinanti organici costituiscono un approccio passivo, a basso costo e *in situ*, che utilizza piante e microrganismi del suolo per ridurre la concentrazione di inquinanti (Chirakkara *et al.*, 2016). Il fitorimediale sfrutta le capacità iperaccumulatrici di alcune piante in grado di immagazzinare concentrazioni di contaminanti inorganici fino a 100-1.000 volte superiori rispetto a quelli presenti nel suolo senza esplicitare effetti negativi sulla crescita e lo sviluppo delle piante. Queste piante sono in grado di crescere su terreni di bassa qualità, raggiungere un'alta biomassa e traslocare i contaminanti dalle radici ai germogli, in modo che la parte fuori terra della pianta possa essere raccolta, trattata e smaltita correttamente (Chirakkara *et al.*, 2016).

Per quanto riguarda la biodegradazione di inquinanti organici, lo sfruttamento di funghi e batteri rappresenta una tecnologia altamente innovativa per la depurazione. I batteri sono principalmente attivi nei confronti di alogeni e nitrosammina, epossidi, olefine, gruppi nitro e possono agire direttamente sulle strutture aromatiche dell'anello, mentre i funghi agiscono verso inquinanti ad alto peso molecolare, grazie al loro potente sistema enzimatico ossidativo (Anastasi *et al.*, 2013). Tuttavia, l'applicazione del biorisanamento *in situ* è limitata dal timore di introdurre organismi alloctoni nell'ambiente (DDL.S. 1181). La bioaugmentazione di ceppi autoctoni selezionati in base alla loro capacità di metabolizzare gli inquinanti è invece una strategia che ha il vantaggio di essere generalmente più efficace e maggiormente accettata dalle autorità pubbliche e dalla società.

La fase preliminare del progetto ha visto l'analisi del contenuto di metalli e di idrocarburi policiclici aromatici (IPA), scelti come rappresentanti degli inquinanti organici presenti nel tessuto urbano, in diverse aree della Città Metropolitana di Torino.

Lo *screening* iniziale ha permesso di identificare un sito con bassi livelli di contaminazione da metalli pesanti e

IPA, che è stato pertanto considerato come “bianco”, e uno caratterizzato da un alto contenuto sia di inquinati organici che inorganici, diventato oggetto della sperimentazione in campo. Su tale sito è stata riscontrata un'alta concentrazione di zinco, piombo, cromo, nichel e degli IPA più pesanti.

Per quanto riguarda la fitodepurazione, la fase di sperimentazione in campo è stata preceduta però da una fase di studio in condizioni climatiche controllate in cella utilizzando il suolo contaminato del sito prescelto per far crescere e analizzare diverse tipologie di piante iperaccumulatrici ed edibili e scegliere di conseguenza le più adatte per la sperimentazione in campo. Si è proceduto successivamente alla coltivazione di brassica, girasole, *Pteris vittata* e mais nel sito prescelto, valutando anche l'effetto sulla crescita e sulle capacità di accumulo dei metalli derivante dall'utilizzo di un ammendante, fornito dall'Azienda rifiuti del Pinerolese ed ottenuto da processi di digestione di sfalci di patatura (Fusconi *et al.*, in preparazione).

Per quanto concerne invece la bioaugmentazione, dal campione di suolo prelevato dal sito sono stati isolati ceppi fungini autoctoni in grado di crescere utilizzando come fonte principale di nutrimento gli IPA presenti in concentrazioni più elevate. Il consorzio microbico così selezionato è stato quindi inoculato nel terreno con l'ausilio di un carrier per veicolare i microorganismi e fornire supporto per l'attivazione del metabolismo. (Spina *et al.*, in stampa).

- **Progetto ProGleg, Torino: orti comunitari a Mirafiori sud nell'ottica *Pollinator friendly***

A cura di S.Bonelli, F.Paradiso, F.Martelli, Laboratorio di Zoologia DBIOS dell'Università di Torino

Le città sono spesso impermeabili agli occhi degli insetti impollinatori perché caratterizzate da una componente vegetale banale, contenente specie esotiche, e con aree verdi isolate in una matrice urbana ricca di barriere (Endlicher *et al.*, 2007). Diventa quindi di vitale importanza iniziare a pensare alla città in un'ottica più sostenibile e attenta alle esigenze delle specie urbane, al fine di preservare la biodiversità. La perdita di habitat dovuta alla crescente urbanizzazione e il cambiamento climatico, che potrebbe accentuare la competizione con specie esotiche, concentrano l'attenzione anche sulla salvaguardia degli ambienti urbani (Wilby *et al.*, 2006).

Tali aree, se adeguatamente connesse e gestite con piante autoctone, possono funzionare da serbatoi di biodiversità per alcune specie più legate all'uomo come l'ape domestica. Aree verdi con specie autoctone sono habitat più resilienti all'invasione da parte di alloctone e quindi con una qualità maggiore.

ProGleg (<http://www.progleg.eu/>) è un progetto finanziato dalla Commissione Europea all'interno del programma Horizon 2020, con lo scopo di utilizzare infrastrutture verdi per la rigenerazione di ambienti post-industriali. Il progetto si concentra sulla realizzazione di 8 diversi tipi di Nature Based Solution (NBS), cioè di infrastrutture basate sulla natura, che possano avere allo stesso tempo benefici socio-ambientali, inclusione sociale da un lato e miglioramento della qualità ambientale dall'altro. Nei 5 anni di attività verranno realizzati tetti e pareti inerbite, corridoi verdi, suoli rigenerati e parchi di orti urbani. Il progetto è iniziato nel 2018, coinvolge in tutto 8 città: 4 “frontrunner” Dortmund (Germania), Torino (Italia), Zagreb (Croazia) e Ningbo (Cina), che hanno il compito di sviluppare Living Labs, dei veri e propri laboratori a cielo aperto in cui vengono co-progettate le nuove NBS; e 4 città “follower” Cluj-Napoca (Romania), Cascais (Portogallo), Pireo (Grecia) e Zenica (Bosnia). A Torino in questo primo anno di attività ha avuto grande successo l'azione di riqualificazione del parco urbano di Cascina Piemonte (Mirafiori Sud), grazie alla costruzione di orti urbani comunitari in un'ottica Pollinator friendly, ad opera dell'associazione Coefficiente Clorofilla. L'area di orti comunitari, denominata “Orti Generali” comprende circa 160 orti, inframmezzati ad ampie aree erbacee seminaturali che fungono da percorsi permeabili. Gli orticoltori, tenuti a rispettare un disciplinare biologico, dispongono di un servizio di consulenza agronomica e di aree per affrontare sperimentazioni di tecniche agroecologiche, comprensive anche dell'allevamento animale. L'area è dotata di centralina meteo e di programmi per il risparmio idrico nell'irrigazione che viene alimentata con acqua freatica. Gli Orti generali fungono anche da presidio sociale del parco e da centro aggregativo, sono dotati di un servizio di volontariato a disposizione degli orticoltori e di una zona comune, nella quale si organizzano attività rivolte ai cittadini e alle famiglie, quali eventi aperti alla cittadinanza, attività educative, eventi legati alle stagionalità nell'orto. L'intera

area degli orti è attrezzata con un deposito attrezzi, e di un'area compostaggio e gestione rifiuti. Sono organizzati servizi per la fornitura di semi autoctoni e un piccolo mercato per distribuire al pubblico le eccedenze.

L'area è stata co-progettata dall'associazione in collaborazione con esperti del Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi (Università degli Studi di Torino), con particolare attenzione all'inserimento di cultivar di piante arboree, arbustive ed erbacee autoctone, che possano favorire la presenza degli insetti impollinatori. L'agricoltura urbana quindi diventa indispensabile nell'ottica di conservazione della biodiversità, ma ancora più importante è una risposta concreta al problema di ripartizione delle risorse naturali in quanto piante edibili dall'uomo risultano anche fruibili agli insetti. Se l'inserimento di essenze autoctone in aree urbane per favorire la biodiversità è una pratica già affrontata in molti altri progetti, ben più peculiare è il monitoraggio dell'efficacia dell'azione stessa. Pertanto, in proGREG si è pensato di effettuare un campionamento degli insetti impollinatori (apoidei e lepidotteri) per valutare la reale fruibilità dell'area e le differenze nella composizione della comunità nelle 3 fasi di realizzazione della NBS: *ante-operam*, corso d'opera e *post-operam*. L'idea finale è comunque quella di creare una rete di aree verdi *Pollinator friendly* collegate tra loro per permettere una maggiore permeabilità del tessuto urbano.

- **Progetto UrbanAquaFarm, Torino: fattoria idroponica nel quartiere periferico Falchera**

A cura di Carlo Prelli, Service sas

Nel quadro del sistema "Orti Urbani Torino", nel quartiere periferico della Falchera che più di altri è sempre stato connotato come marginale al contesto metropolitano, si sta realizzando un progetto pilota collaborativo di produzione e di consumo di prodotti vegetali basato su tecniche di coltura in "idroponica" e finalizzato a dimostrare la realizzabilità di sistemi condivisi a servizio del cittadino e la sostenibilità in ambito urbano delle coltivazioni "BIO".

UrbanAquaFarm è un progetto di sperimentazione che si occupa di sviluppare e provare sistemi innovativi destinati all'orticoltura nell'ambito del Progetto AxTO - Azione 3.02 della Città di Torino "Innovazione in periferia". Nello specifico il progetto realizza prototipi e

sperimenta pratiche di orticoltura circolare, con la convinzione che l'utilizzo di risorse primarie e la riduzione degli sprechi siano componenti fondamentali del progresso.

Sulla base della dimensione dell'impianto di coltura idroponica oggetto del progetto, le ricerche effettuate consentono di considerare questo spazio sufficiente per la produzione del fabbisogno alimentare per una famiglia di 4 persone. Le analisi economiche compiute, relativamente ai dati quantitativi delle produzioni, portano ad evidenziare che la dimensione adatta ad una migliore sostenibilità economica di un impianto commerciale con colture in idroponica ha un'impronta di circa 1.500 metri quadrati e questa dimensione consente di configurare un impianto che impegna complessivamente 4 persone, di cui 2 a tempo pieno e 2 part-time per tutto l'anno; inoltre, in rapporto all'investimento iniziale richiesto, i tempi per rendere redditizia l'iniziativa sono da considerare nell'ordine di 2 o 3 anni a seconda delle produzioni effettuate. Si evidenzia inoltre che i canali di mercato primario per i prodotti coltivati in sistemi idroponici commerciali includono le vendite *on-site* presso l'impianto, ristoranti, mercati alimentari al dettaglio. Il modello di business proposto dal progetto pone la collaborazione tra gli interlocutori quale elemento fondante dell'iniziativa e pertanto tale condizione consentirà ulteriori economie a favore della sostenibilità del business. Grazie alla messa a punto di efficaci sistemi a ricircolo e recupero dell'acqua che lavorano in sinergia con apparati biofiltranti vegetali in un regime completamente naturale, il consumo idrico è minimo. I Sistemi di ricircolo ecosostenibili così utilizzati possono essere dimensionati per poter soddisfare sia le esigenze alimentari ed economiche di una singola famiglia sia le aspettative più ampie di una produzione commerciale, indirizzata alla fornitura di specie acquatiche e vegetali commestibili ai mercati locali, ai supermercati, ai ristoranti e alle catene di distribuzione alimentare, garantendo loro una fornitura costante di alta qualità organolettica durante l'intera durata. Un ruolo fondamentale su questo livello del progetto sarà rappresentato e svolto dal Comitato per lo sviluppo della Falchera, che insieme alle associazioni locali saranno impegnate nella diffusione e al coinvolgimento dei cittadini.

Nello specifico è prevista, nella fase di avvio del progetto, l'organizzazione e la realizzazione di incontri conoscitivi per la presentazione del progetto e divulgazione delle opportunità, che rappresentano una concreta possibilità di socializzazione sia interna al gruppo di lavoro sia nei confronti della comunità locale, e la realizzazione di attività formativa, relativa al gruppo di lavoro a cui sarà affidata la responsabilità di conduzione dell'impianto in idroponica. I cittadini potranno così condividere e usufruire della conoscenza aggiornata in maniera completamente condivisa, adattandola alle proprie esigenze in base al contesto in cui si intende coltivare. Questa "condivisione accessibile" favorisce la diffusione di nuovi tipi di orticoltura sostenibile che possono incoraggiare lo sviluppo di micro imprese in contesti cittadini integrandosi nel mercato locale e connotandosi con il reale chilometro zero.

- **Progetto RU:RBAN, Roma: un modello di governance degli orti urbani negli spazi pubblici**  
A cura di Fiammetta Curcio, ad hoc expert della Commissione Europea per il progetto URBACT

Roma è fra le città europee dove il fenomeno degli orti urbani si è sviluppato da più tempo coinvolgendo molte delle aree verdi pubbliche della metropoli. Gli orti vengono gestiti in condivisione trasformandosi in forme embrionali di imprese di comunità dalla forte connotazione ambientalistica, sociale e urbanistica.

Gli orti condivisi urbani di Roma rappresentano un esempio e un modello innovativo di *governance* degli spazi urbani come beni comuni e, di conseguenza, della *governance* della città come un bene comune. Gli orti infatti sono degli importanti punti di aggregazione sociale e le comunità che li animano si ritrovano a cooperare per la gestione di questi beni comuni urbani. Per questi motivi è stato approvato nel luglio del 2015 il regolamento degli orti urbani di Roma Capitale ed è nato il network RU:RBAN per organizzare e gestire questi spazi. Oltre a Roma sono coinvolte città della Francia (Caen), Grecia (Salonico), Lituania (Vilnius), Polonia (Cracovia), Portogallo (città di Loures) e Spagna (città di La Coruña).

Il network RU:RBAN è un progetto sostenuto dal programma europeo URBACT, nato per promuovere un modello di sviluppo urbano sostenibile tramite lo scambio di esperienze e la diffusione delle conoscenze tra città

europee che creano reti tematiche. Nello specifico RU:RBAN si pone l'obiettivo di favorire la creazione di strumenti ecologici e civici per l'utilizzo di terreni urbani e rurali all'interno delle città, si concentra sulla rigenerazione urbana e propone modelli di riqualificazione e inclusione sociale attraverso gli orti urbani. La missione del progetto consiste non solo nell'aumentare la capacità dei cittadini di organizzare e gestire gli orti urbani, ma anche nell'aiutare i governi locali a redigere il proprio Regolamento degli orti urbani a livello locale.

Il progetto RU:URBAN ha messo in evidenza tre aree principali di riflessione e sviluppo comune, grazie ad una continua consultazione con il gruppo locale urbano di cittadini coinvolti negli orti urbani, istituito in ciascun paese: GOVERNANCE, CAPACITY BUILDING e TRAINING.

Centrale è la nuova figura professionale del Garden Organiser, sintetizzato con il neologismo "Gardeniser", che svolge un ruolo di un facilitatore del rapporto non solo tra i cittadini, più o meno associati, e le istituzioni coinvolte nel processo di sviluppo degli orti urbani, ma soprattutto dei rapporti tra le diverse associazioni assegnatarie di aree verdi. Conseguentemente, tra le azioni previste all'interno del progetto RU:RBAN, vi sono sessioni di formazione completamente dedicata alla costruzione di questa professionalità. Vi partecipano membri degli Urban Local Groups, cioè i portatori di interesse locali, nonché direttamente portavoce delle istanze dei singoli orti.

- **Progetto "La città resiliente", Reggio Emilia: la Food Forest urbana**

Reggio Emilia reagisce ai cambiamenti sociali, economici e ambientali della città con una nuova serie di progetti di agricoltura urbana e periurbana, intesi come strumento di resilienza con una serie di iniziative dal titolo "La città resiliente", su esperienze di agricoltura urbana e sostenibilità promosse dall'Amministrazione comunale in collaborazione con associazioni, sigle sindacali e centri sociali cittadini.

Partendo dalle esperienze già in corso degli Orti sociali, l'obiettivo è quello di sviluppare un sistema integrato di azioni e strategie per promuovere una reale economia della resilienza, in cui il sistema urbano non si limiti ad



adeguarsi ai cambiamenti, ma sia in grado di dare risposte che permettano di affrontare al meglio i cambiamenti in corso. Si tratta di progetti che uniscono protagonismo civico, coesione sociale, cura dei luoghi e dei legami dei cittadini con gli spazi della città, rigenerazione urbana e vantaggi ambientali. Sono azioni sviluppate nell'ambito del progetto LIFE 'UrbanProof' sull'adattamento ai cambiamenti climatici, con particolare riferimento all'analisi del clima locale ed alle prime considerazioni sulla vulnerabilità del territorio.

ra gli interventi si evidenzia l'impianto di un nuovo frutteto di frutti antichi, che ha visto la messa a dimora di 60 alberi di 42 diverse varietà di frutti antichi autoctoni, che venivano coltivati in passato nel territorio di Reggio Emilia, tra i più resistenti alle malattie e che richiedono meno interventi manutentivi: tra gli altri Albicocca dulcinea, Mela renetta bruna, Mela rugginosa, Ciliegia fiore di maggio e Pera spina. L'intervento costituisce la prima esperienza di frutteto antico all'interno di un parco comunale aperto e accessibile. A corredo, verrà installato un leggìo in cui saranno inserite informazioni e infografiche su tutte le varietà di piante di frutti antichi messe a dimora, la loro collocazione nel frutteto e la loro fruttificazione.

La parte ovest del parco, attualmente priva di alberature, sarà oggetto di realizzazione di un bosco sperimentale, finalizzato a studiare l'effetto delle piantumazioni sul microclima e sul contrasto alle isole di calore. Il progetto scientifico è curato dal Dipartimento di Scienze della vita dell'Università di Modena e Reggio Emilia e ha l'obiettivo dello studio di definire criteri progettuali puntuali negli interventi di nuova piantumazione, affinché questi possano effettivamente contribuire in modo efficace a mitigare le isole di calore urbane ed essere considerati azioni di adattamento ai cambiamenti climatici. In particolare, modo, dallo studio si attendono indicazioni sulle scelte delle specie e sugli impianti delle nuove piantumazioni, rispondendo allo stesso tempo al bisogno di zone d'ombra richieste dai cittadini che frequentano il parco.

A Reggio Emilia, la pratica del *Food Forest* e *Food garden* è appena partita ma c'è già un forte interessamento, che si sta traducendo con la partenza in primavera di corsi, seminari e progetti nei parchi e nelle scuole coinvolgendo cittadini, associazioni ed enti di formazione. *Food Forest* e *food garden*, infatti, sono

considerate coltivazioni multifunzionali a bassa manutenzione dove si coltivano piante da frutto, frutti antichi, piante da legno, ortaggi, piante ornamentali, erbe medicinali, piante mellifere; utilizzabili e fruibili da tutti.

Nuovi orti urbani verranno collocati nella parte centrale della zona sud del parco delle Acque Chiare e occuperanno un'area di circa 3.500 metri quadrati, contenenti 56 lotti da 25 metri quadrati ciascuno. Questi orti fungeranno anche da presidio sociale del parco e centro aggregativo, dotati di una zona comune, nella quale si potranno organizzare attività rivolte ai cittadini e alle famiglie. L'intera area degli orti sarà attrezzata con un deposito attrezzi, un punto incontro esterno (tavolo e sedute), un'area compostaggio e gestione rifiuti, percorsi permeabili e fontanelle per l'irrigazione degli appezzamenti. Per garantire l'accessibilità alle persone con disabilità, inoltre, sarà realizzata una piattaforma in cemento con ridotta pendenza.

## CONCLUSIONI

L'agricoltura urbana può contribuire, con varie modalità, alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici. L'efficacia di questo contributo dipende da molteplici variabili ma, poichè gli spazi disponibili sono limitati, è lecito ritenere che il suo ruolo non possa che essere quantitativamente piuttosto contenuto a fronte della gravità dei fenomeni in atto.

Si può inoltre affermare che gli effetti mitigativi o di adattamento non siano troppo dissimili da quelli esercitati dalle formazioni vegetali spontanee che in ambito urbano progressivamente colonizzano le superfici permeabili abbandonate o da quelli espressi dalle cenosi che si consolidano a seguito degli interventi di forestazione urbana.

L'agricoltura urbana può invece svolgere, e per molti aspetti già svolge, un ruolo cruciale nella costruzione della dimensione sociale della sostenibilità e può fornire un contributo decisivo per la rielaborazione del rapporto tra città e campagna. In ogni caso per attivare tutte le potenzialità che l'agricoltura urbana può esprimere ai fini della mitigazione e dell'adattamento è indispensabile attivare un approccio complessivo volto a rendere più sostenibile lo spazio urbano.



Come sottolineato in una conferenza organizzata da UN-HABITAT nel 2009, in riferimento ai cambiamenti climatici: “Le città costituiscono la maggior parte della

causa, soffrono i maggiori impatti, e pertanto devono giocare un ruolo primario nel rinvenire la soluzione più appropriata”.

## BIBLIOGRAFIA

Adesodun J. K., Atayese M.O., Agbaje T. A., Osadiaye B. A., Mafe O. F., Soretire A. A., 2010. *Phytoremediation Potentials of Sunflowers (Tithonia diversifolia and Helianthus annuus) for Metals in Soils Contaminated with Zinc and Lead Nitrates*. *Water Air Soil Pollut* 207:195–201.

Chihambakwe M., Mafongoya P., Jiri O., 2019. *Urban and peri-urban agriculture as a pathway to food security: a review mapping the use of food sovereignty*. *Challenges*, 10, 6.

Chirakkara R. A., Cameselle C., Reddy K. R., 2016. *Assessing the applicability of phytoremediation of soils with mixed organic and heavy metal contaminants*. *Rev Environ Sci Biotechnol* 15:299–326.

Comune di Reggio Emilia, 2015. *Metodologia di calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub>e, nel rispetto dei requisiti della norma UNI ISO 14064-1, applicabile alle nuove urbanizzazioni*. Aggiornamento 2015.

Di Paola M., Pellegrino G., 2014. *Canned Heat. Ethics and Politics of Global Climate Change*. Routledge.

Donadieu P., 2006. *Campagne urbane. Una nuova proposta di paesaggio della città*. Donzelli Editore.

Endlicher, W., Langner, M., Hesse, M., Mieg, H. A., Kowarik, I., Hostert, P., Wessolek, G., 2007. *Urban ecology–Definitions and concepts*. In *Shrinking Cities: Effects on Urban Ecology and Challenges for Urban Development* (Vol. 1, No. 16, pp. 1-16). Peter Lang Publishing Group in association with GSE Research.

Fabietti G., Biasioli M., Barberis R., Ajmone-Marsan A., 2010. *Soil contamination by organic and inorganic pollutants at the regional scale: the case of Piedmont, Italy*. *J Soils Sediments* 10:290–300.

Farina R., Testani E., Campanelli G., Leteo F., Napoli R., Canali S., Tittarelli F., 2018. *Potential carbon sequestration in a Mediterranean organic vegetable cropping system. A model approach for evaluating the*

*effects of compost and Agro-ecological Service Crops (ASCs)*. *Agricultural systems*, Vol. 162.

Fusconi A., Mucciarelli M., Bordiglia G., Gaggero E., Malandrino M., Calza P., Fabbri D. *Inorganic contaminants in soils and typical vegetables to be cultivated in Turin urban gardens*, in preparation.

Hamilton A.J., Burry K., Mok H.F., Barker S.F., Grove J.R., Williamson V.G., 2014. *Give peas a chance? Urban agriculture in developing countries. A review*. *AgronSustain Dev* 34: 45–73.

Hart J.J., Welch R.M., Norvell W.A., Kochian L.V., 2002. *Transport interactions between cadmium and zinc in roots of bread and durum wheat seedlings*. *Physiologia Plantarum* 116: 73–78.

Lal R., 2004. *Soil carbon sequestration to mitigate climate change*. *Geoderma*, 123.

McBride M.B., Shayler H., Spliethoff H.M., Mitchell R.G., Marquez-Bravo L.G., Ferenz G.S., Russell-Anelli J.M., Casey L., Bachman S., 2014. *Concentrations of lead, cadmium and barium in urban garden-grown vegetables: The impact of soil variables*. *Environ Pollut* 194: 254–261.

Mougeot L. J.A., 2000. *Urban agriculture: definition, presence, potentials and risks, and policy challenges*. International Development Research Centre (IDRC). *Cities Feeding People Series Report 31*.

Moustier P., 1998. *La complémentarité entre agriculture urbaine et agriculture rurale in Agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest: Une contribution a la securite alimentaire et a l'assainissement des ville*. Olanrewaju B. Smith. Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation and International Development Research Centre, Ottawa

Petralli M., Prokopp A., Morabito M., Bartolini G., Torrigiani T., Orlandini S., 2006. *Ruolo delle aree verdi nella mitigazione dell'isola di calore urbana: uno studio nella città di Firenze*. *Rivista Italiana di Agrometeorologia*, 1.

Poggio P.P., 2015. *Le tre agricolture: contadina, industriale, ecologica*. Jaca Book.

Project FAO, 2015. *Growing greener cities: Urban and Peri-urban horticulture*.

Qureshi A.S., Hussain, M.I., Ismail S., Mehmood, Khan Q. M., 2016. Evaluating *heavy metal accumulation and potential health risks in vegetables irrigated with treated wastewater*. Chemosphere 163: 54-61.

Sämuel I., Kotsyuk I., Hölscher M., Lenkerei C., Weber F., Kowarik I., 2012. *How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetables crops from plantings within inner city neighbourhoods in Berlin, Germany*. Environ Pollut 165: 124–132.

Simon-Rojo M., Recanes X., Cllau S., Duzi B., Eiter S., Hernández-Jiménez V., Scazzosi, L. (2016). *From urban*

*food gardening to urban farming*. in Lohrberg F., Licka L., Scazzosi L., Timpe A. (a cura), *Urban Agriculture Europe*, Jovis, Berlin.

Spina F., Florio Furno M., Tigrini V., Gaggero E., Malandrino M., Varese G.C., Fabbri D., Calza P. *Development of new strategies for the restoration of soils destined for urban horticulture: abatement of organic pollutants by biodegradation*, to be submitted on Applied Sciences.

Wilby, R. L., & Perry, G. L., 2006. Climate change, biodiversity and the urban environment: a critical review based on London, UK. *Progress in Physical Geography*, 30(1), 73-98.

Zanotelli D., Vendrame N., López- Bernal Á., CarusoG., 2019. *Carbon sequestration in orchards and vineyards*. Italus Hortus, 25.

# INFRASTRUTTURE VERDI E BLU PER UN ADATTAMENTO *ECOSYSTEM-BASED* DELLE CITTÀ

Anna Chiesura e Marzia Mirabile  
ISPRA

La maggior parte della popolazione mondiale vive oggi nelle aree urbane, e tale percentuale è destinata a raggiungere il 66% entro il 2050 (United Nations, 2018). In Italia il fenomeno presenta dinamiche meno lineari, alternando periodi di forte incremento a periodi di rallentamento; il 2015 segna comunque ancora un aumento della popolazione residente nelle aree urbane nazionali, sia nei comuni di cintura che in quelli centrali (ISTAT, 2017). I processi di urbanizzazione avvenuti negli ultimi decenni, a carattere diffuso e “a macchia di leopardo” (*urban sprawl*), hanno generato - e continuano a generare - una serie di impatti negativi sugli equilibri ambientali dei territori, tanto da divenire oggetto di analisi da parte di ISPRA/SNPA che da diversi anni monitora il fenomeno del consumo di suolo in Italia<sup>49</sup>. Lo *sprawl* urbano è una delle principali minacce a uno sviluppo territoriale sostenibile (Commissione Europea, 2012; EEA, 2016) e la trasformazione irreversibile delle superfici naturali permeabili compromette le funzioni ecologiche dei suoli (Scalenghe R. e Marsan F., 2009) e la perdita dei loro importanti servizi ecosistemici (FAO e ITPS, 2015; Munafò M., 2019) con importanti impatti ambientali e socio-economici per la collettività.

Urbanizzazione insostenibile e usi intensivi del suolo contribuiscono ad amplificare gli impatti dei cambiamenti climatici e a rendere le città sempre più vulnerabili a fenomeni di precipitazioni intense e ondate di calore (Revi A. *et al.*, 2014; MATTM, 2017). Alla scala urbana e periurbana la progressiva infrastrutturazione del territorio con strade, capannoni, edifici residenziali per gli usi soprattutto commerciali e di trasporto ha prodotto la frammentazione del capitale naturale e la riduzione di tutte quelle tessere a diverso grado di naturalità che

compongono le infrastrutture verdi degli insediamenti più antropizzati: giardini, parchi, aree incolte e altre tipologie di verde pubblico (Chiesura e Mirabile, vari anni), ma anche aree agricole, aree naturali protette, boschi, verde fluviale, verde residenziale privato.

L'importanza delle cosiddette “infrastrutture verdi” per l'ambiente e la società è ormai all'attenzione delle agende politiche europee (COM(2013) 249 final), internazionali e nazionali in materia di ambiente e *green economy* (MATTM, 2010), cambiamenti climatici (EEA, 2016; MATTM, 2017), biodiversità (MATTM, 2010 e 2016) e sviluppo sostenibile (Agenda 2030 delle Nazioni Unite - Obiettivo 11 sulle Comunità sostenibili): ciò ne conferma il carattere di multifunzionalità e di risorsa strategica multi-obiettivo e la necessità di una lettura interdisciplinare. I temi legati al verde, alla forestazione urbana e alle infrastrutture verdi e blu in generale stanno entrando a pieno titolo tra le misure per l'adattamento ai cambiamenti climatici adottate dai governi locali grazie al loro valore ecosistemico (Geneletti D. e Zardo L, 2018); ad esempio il Piano di adattamento di Copenhagen, o in Italia i Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) dei Comuni, prevedono nella maggior parte dei casi l'incremento del verde urbano e la forestazione urbana.

Per quanto molteplici i benefici del verde nelle aree urbane (compresi tetti e pareti verdi, Li Y. e Babcock Jr R.W., 2014), il presente contributo si focalizza sul contributo delle infrastrutture verdi e blu alla mitigazione di due degli impatti dei cambiamenti climatici maggiormente percepiti dai cittadini: quelli legati alle precipitazioni intense e le ondate di calore urbano. Infatti, anche la Legge 10/2013 “Norme per lo sviluppo degli

<sup>49</sup> Per i dati di consumo di suolo si rimanda al sito <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/soilo-e-territorio/il-consumo-di-suolo>

spazi verdi urbani”, importante riferimento nazionale in tema di aree verdi urbane, riconosce il ruolo delle infrastrutture verdi per la riduzione dell'isola di calore e per la raccolta delle acque meteoriche.

### MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI DA EVENTI ALLUVIONALI

Le osservazioni sui *trend* e le proiezioni dei modelli climatici per l'Europa mostrano con alti livelli di confidenza che tra gli impatti dei cambiamenti climatici ci saranno precipitazioni sempre più intense (Kovats R.S. *et al.*, 2014) e la popolazione urbana - soprattutto nelle aree costiere - sarà particolarmente esposta ai rischi ad esse legati. **L'urbanizzazione e la cementificazione del territorio, avvenuta spesso a carico di fiumi, laghi e altre infrastrutture blu e agli ecosistemi ad essi associati, ha portato al degrado e alla perdita dei loro servizi ecosistemici** (EEA, 2016). Tra questi, la capacità delle superfici permeabili e vegetate di ridurre il deflusso idrico superficiale in caso di piogge intense - anche dette “bombe d'acqua”, sempre più frequenti nel nostro Paese - trattenendo l'acqua in eccesso e permettendole di infiltrarsi naturalmente nel terreno, riducendo così il flusso di picco e quindi il rischio di dissesti e alluvioni (Kuehler E. *et al.*, 2016; Berland A. *et al.*, 2017). Nel contributo sugli eventi alluvionali in ambiente urbano, Berti e Lucarini (2019) osservano che sono proprio i siti cittadini con impermeabilizzazione, restrizione del flusso o tombinatura degli alvei a presentare i livelli più elevata di pericolosità.

Le infrastrutture verdi e blu e le soluzioni *nature-based* (EEA, 2015; Cohen-Shacham E. *et al.*, 2016) - opportunamente integrate con gli assetti urbanistici e infrastrutturali dei luoghi - possono contribuire a migliorare la risposta idrogeologica del territorio ripristinando le funzioni ambientali e regolatrici dei suoli (infiltrazione acqua, rigenerazione falde, filtro inquinanti ecc). Uno dei contributi più interessanti è quello che sfrutta le proprietà filtranti delle aree verdi per la regimazione del deflusso idrico superficiale, la conseguente riduzione del *runoff* idrico superficiale con

benefici anche per il sovraccarico della rete idrica urbana - tra l'altro spesso obsoleta.

Le infrastrutture verdi e blu possono essere pensate a diverse scale - edificio-quartiere-città - e prevedere soluzioni diverse alle diverse scale di intervento (**Grafico 1**): tetti verdi (Provincia Autonoma di Bolzano, 2008), bacini temporaneamente inondabili e di bioritenzione, *rain gardens*, “piazze della pioggia” (come la Piazza Potsdamer a Berlino<sup>50</sup>), sistemi infiltranti, parcheggi inerbiti, rinaturalizzazione e *de-sealing* di aree dismesse, giardini, parchi, aree boscate, etc.

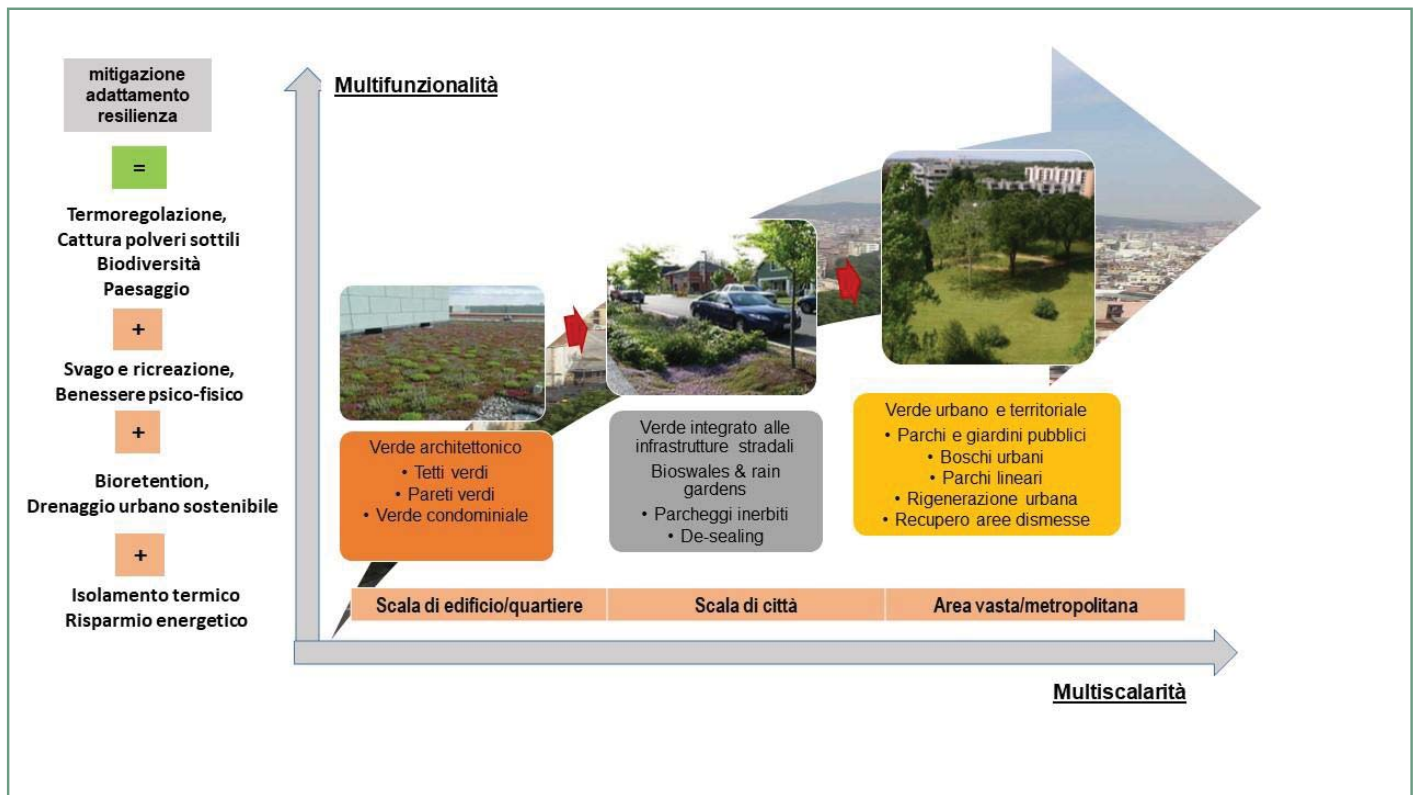
L'adattamento delle aree urbane ai cambiamenti climatici, quindi, comporta una rivalutazione dei sistemi di drenaggio urbano e delle soluzioni tecniche adottate nel secolo passato, con l'obiettivo di far interagire le città con le precipitazioni sempre più intense e concentrate, in un modo sostenibile per l'ambiente e per l'economia.

Le infrastrutture verdi e blu rappresentano *soluzioni nature-based* e *cost-efficient* (Willems P. e Arnbjerg-Nielsen K., 2013).

---

<sup>50</sup> <http://www.iridra.eu/it/suds.html>





**Grafico 1** - Multiscalarità e multifunzionalità delle infrastrutture verdi e blu per l'adattamento climatico  
 Fonte: A. Chiesura

## MITIGAZIONE DELL' ISOLA DI CALORE URBANA

Le osservazioni sui *trend* e le proiezioni dei modelli climatici per l'Europa mostrano con alti livelli di confidenza che tra gli impatti dei cambiamenti climatici ci sarà anche l'aumento dei picchi di temperatura (Kovats R.S. *et al.*, 2014). La ricerca internazionale indica, inoltre, che le temperature più alte causate dall'urbanizzazione nelle città hanno già superato le proiezioni dei modelli climatici (Grimm N.B. *et al.*, 2008; McCarthy M.P. *et al.*, 2010). A titolo di esempio, in coerenza con l'aumento della temperatura massima e minima registrato in Italia negli ultimi 50 anni, si sono osservati *trend* in crescita statisticamente significativi per le 14 città metropolitane per tutti gli indici estremi di temperatura (Lena F. e Piervitali E., 2018). Nel rapporto EEA (2017) emerge che i principali impatti sull'ambiente e sulla salute dell'uomo sono causati proprio dagli estremi climatici e la popolazione delle aree urbane è particolarmente a rischio di accusare disturbi e morti legati al caldo, poiché sono già esposte a temperature maggiori a causa dell'effetto dell'isola di calore urbana (*urban heat island*),

che può determinare nelle città temperature superiori rispetto a quella delle aree rurali circostanti (Oke T.R., 1982). Le infrastrutture verdi aiutano a mitigare l'isola di calore grazie a vari meccanismi: l'energia solare è in gran parte utilizzata per i processi vitali (fotosintesi e traspirazione) e pertanto la radiazione emessa è inferiore rispetto a quella delle superfici impermeabilizzate; la vegetazione ha una funzione ombreggiante sulle superfici artificiali sottostanti e inoltre assorbe acqua che poi restituisce all'ambiente (attraverso i processi di traspirazione e di evapotraspirazione) contribuendo a raffreddare la temperatura dell'aria (**Grafico 2**).

La modifica del microclima intorno alla pianta, non si traduce solamente in un abbassamento della temperatura in estate e all'effetto frangivento d'inverno, ma, soprattutto in città, la vegetazione può contribuire alla riduzione dei consumi energetici (grazie ad un minor utilizzo dei condizionatori e riscaldamento). Inoltre, l'influenza della vegetazione sul microclima varia in funzione delle dimensioni delle aree verdi, della copertura complessiva delle chiome e delle



caratteristiche delle specie (dimensione della chioma, area fogliare complessiva) (Feyisa G.L., 2014). L'effetto di raffreddamento dei grandi parchi e delle cinture verdi in termini di modifica dell'isola di calore urbano è stato stimato da molti autori ed è generalmente riconosciuta una differenza di temperatura dell'aria di circa 2-3°C fino a 6°C tra l'interno delle grandi aree verdi (maggiori di 50 ha) e le zone circostanti costruite (Filpa A. e Santolini R., 2013). Alcuni studi realizzati in Italia (Milano, Firenze, Roma) hanno evidenziato che le temperature dell'aria sono più alte nelle zone caratterizzate da una minore presenza di aree verdi, da una maggiore concentrazione di edifici e da una maggiore altezza media degli edifici (Barbera G. *et al.*, 1991; Petralli M. *et al.*, 2006). Il processo della traspirazione, mediante il quale viene sottratto calore all'aria, si esplica in tutte le aree vegetate (compresi piccoli gruppi di alberi o alberi singoli con

copertura erbosa) e la temperatura pomeridiana dell'aria a 1,5 metri sopra il livello del terreno è da 0,7°C a 1,3°C più bassa che in altre zone (Novak D.J., 1999). Un albero adulto con una grande chioma, ad esempio, può evaporare fino a 25 litri di acqua al giorno (Semrau A., 1992). Di conseguenza esistono differenze fra le aree verdi erbacee e quelle arboree.

Gli studi che considerano i benefici di raffreddamento delle infrastrutture blu (fiumi, laghi, canali, etc.), invece, sono relativamente meno numerosi rispetto a quelli relativi al ruolo delle infrastrutture verdi: anche in questo caso, tuttavia, la capacità di raffreddamento è determinata sia dalle proprietà intrinseche del corpo d'acqua, sia dalle sue interazioni con le condizioni climatiche circostanti (Gunawardena K.R., 2017).



**Grafico 2** - Esempi di termoregolazione e ombreggiamento delle infrastrutture verdi

Fonte: Foto di M. Mirabile e S. Brini

L'effetto termoregolatore è particolarmente utile e benefico durante la stagione estiva, quando le temperature, specie nelle città mediterranee, diventano sensibilmente alte. L'effetto del verde sull'abbassamento dei picchi termici porta benefici non solo in termini ambientali, ma socio-sanitari, poiché riduce i rischi per la

salute soprattutto nelle fasce più sensibili della popolazione (anziani, bambini, malati).

Da quanto esposto, pertanto, si evince come l'aumento delle superfici a verde rappresenti una valida misura per contrastare l'effetto isola di calore urbana, ruolo riconosciuto anche dalla legge 10/2013 che promuove, fra le altre, le coperture a verde, il rinverdimento delle

pareti degli edifici, la realizzazione di grandi aree verdi (Art. 6). Inoltre, soluzioni progettuali mirate a incrementare la componente arborea laddove possibile, per esempio lungo le strade - come i parchi lineari (Giannakis E. *et al.*, 2016), possono incentivare la mobilità dolce (a piedi o in bicicletta) all'interno degli insediamenti urbani, contribuendo a ridurre l'inquinamento e la congestione autostradale, promuovendo l'esercizio fisico e la socialità, e (Chiesura e Mirabile, 2017), con vantaggi anche in termini di lotta ai cambiamenti climatici.

### L'APPROCCIO *ECOSYSTEM-BASED* ALL'ADATTAMENTO URBANO

L'adattamento al cambiamento climatico può essere percorso sposando approcci diversi, da quelli più *hard* e ingegneristici - ad alto investimento di capitale e tecnologie - a quelli più *soft*, volti piuttosto a potenziare il capitale naturale e a promuovere progetti integrati di comunità (Sovacool B., 2011). Puntare sulle infrastrutture verdi e blu (IVB), investendo sul valore ecosistemico dei sistemi naturali e seminaturali di generare benefici multipli, rientra senz'altro tra gli approcci *soft* ed *ecosystem-based*.

Introdotta per la prima volta nell'ambito della Convenzione sui Cambiamenti climatici delle Nazioni Unite nel 2008, l'approccio *ecosystem-based* all'adattamento climatico ha avuto negli anni a seguire un largo seguito e una crescente applicazione, prima soprattutto negli ambiti legati alla gestione, conservazione e *restoration* degli ecosistemi naturali (CBD, 2008; Colls N., 2009; Andrade Perez A., 2010; Munang R. *et al.*, 2013), per poi divenire un aspetto importante anche nell'ambito delle politiche sul clima (EC, 2013). Nell'interessante *review* di Geneletti D. e Zardo L. (2013) sulla presenza di misure *ecosystem-based* nei piani di adattamento di diverse capitali europee, e sulla misura in cui sono effettivamente tradotte in obiettivi e azioni specifiche, gli autori rilevano da una parte la presenza di una buona consapevolezza del ruolo delle aree verdi nell'affrontare le sfide dei cambiamenti climatici nelle città - come la mitigazione delle ondate di calore e la prevenzione da alluvioni -

dall'altra la difficoltà a tradurre questa consapevolezza generale in azioni concrete e in misure chiare per implementarla.

La multiscalarità e la multifunzionalità (**Grafico 1**) sono il vero valore aggiunto di un approccio all'adattamento basato sull'incremento/ripristino/recupero di infrastrutture verdi e blu nei contesti urbani (ISPRA, 2015). La possibilità di intervenire a diverse scale spaziali urbane e territoriali (dal singolo edificio all'intera città e oltre), con opzioni progettuali sito-specifiche e diversificate in termini di aree impegnate e composizione vegetale (tetti verdi, *rain gardens*, aree alberate, rinaturalizzazione sponde e scarpate, etc.) presuppone un ricco portfolio di soluzioni a diverso contenuto di *know-how* e tecnologia, stimolando così il mercato della *green economy* e dei *green jobs* a innovarsi e sperimentare. Inoltre, la realizzazione di IVB nei quartieri e nelle città produce - oltre ai benefici diretti al contrasto ai cambiamenti climatici (vedi per esempio la termoregolazione e la regimazione idraulica sopra descritti) - tutta una serie di co-benefici ambientali, sociali ed economici raramente ottenibili con interventi puramente infrastrutturali e ingegneristici: per esempio, tetti e pareti verdi non contribuiscono solo all'adattamento ma anche alla mitigazione, riducendo l'utilizzo di condizionatori estivi grazie al raffrescamento delle superfici edilizie; *rain gardens*, corridoi verdi e boschi urbani contribuiscono alla tutela della biodiversità, offrono spazi per la ricreazione outdoor, contribuendo al benessere psico-fisico e rigenerando in un'ottica resiliente i quartieri e le città.

Per questi motivi, tale approccio è interessante anche sul piano economico, poiché soddisfa obiettivi multipli con un unico intervento andando a ottimizzare gli investimenti e garantendone l'efficacia. Non a caso, la guida pubblicata nel 2014 dalla Commissione europea sulle priorità degli investimenti per l'adattamento ai cambiamenti climatici e la prevenzione e gestione del rischio<sup>51</sup> dichiara che la priorità deve essere accordata alle opzioni "*win-win*" (i cui benefici superano i costi, a prescindere dall'intensità dei cambiamenti climatici futuri), "*low regret*" (misure adattative con costi relativamente bassi a fronte di grandi benefici potenziali

<sup>51</sup>[https://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/information/publications/guidelines/2014/thematic-guidance-fiche-climate-change-adaptation-risk-prevention-and-management-thematic-objective-5-adaptation-and-risk-management](https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/guidelines/2014/thematic-guidance-fiche-climate-change-adaptation-risk-prevention-and-management-thematic-objective-5-adaptation-and-risk-management)

per il futuro) e “*ecosystem-based*” (misure che investono - come abbiamo visto - nella capacità dei sistemi naturali di assorbire/tamponare gli estremi climatici e fornire così un servizio di prevenzione alla società).

## CONCLUSIONI

Le infrastrutture verdi e blu rappresentano non solo uno straordinario capitale di natura e biodiversità all'interno degli ambienti urbanizzati, ma come si è spiegato in questo articolo anche *assets* strategici cui stanno puntando le politiche urbane di adattamento agli scenari dei cambiamenti climatici in atto. In particolare, si è sottolineato il ruolo dei sistemi verdi urbani e periurbani nel mitigare gli impatti delle piogge intense e delle isole di calore urbane, e del loro contributo alla prevenzione dei disastri e alla riduzione della vulnerabilità delle città agli eventi estremi. L'approccio *ecosystem-based* qui proposto promuove l'adattamento urbano come un processo attraverso cui la città e la pianificazione locale recuperano il valore dei servizi ecosistemici del verde rafforzandone e valorizzandone la portata all'interno di una visione resiliente di territorio e comunità. Questo comporta in sostanza riconsiderare il rapporto tra infrastrutture grigie (strade, edifici, etc.) e infrastrutture verdi e blu in un'ottica di urbanistica ecologica. Va inoltre riconsiderato il tema del verde pubblico, da intendersi non più solo come arredo/complemento estetico delle città, né come settore solo in perdita per le amministrazioni, ma bensì come un vero e proprio capitale in grado di avere anche risvolti in termini economici (si pensi ad esempio ai costi evitabili di riparazione dei danni a cose e persone in caso di alluvioni, a risparmio energetico e alla riduzione dei costi in ambito sanitario).

## BIBLIOGRAFIA

Andrade Pérez, A., Herrera Fernandez, B., Cazzolla Gatti, R., 2010. *Building Resilience to Climate Change Ecosystem-Based Adaptation and Lessons From the Field*. IUCN, Gland, Switzerland, pp. 164.

ASviS, 2019. *L'Italia e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile* - Rapporto ASviS 2019. <https://asvis.it/rapporto-asvis-2019/>

I dati sul verde pubblico delle città da anni monitorati e analizzati da ISPRA (Chiesura A. e Mirabile M., vari anni), restituiscono una fotografia non incoraggiante, in cui scarsa è rimasta negli anni l'incidenza di verde pubblico sui territori comunali e largamente insufficienti le amministrazioni locali che si sono dotate di strumenti di pianificazione specifici per il verde, il che testimonia del nostro ritardo rispetto ad altre capitali europee e rispetto agli obiettivi internazionali di sviluppo sostenibile (ASviS, 2019). La Strategia nazionale per il verde urbano presentata lo scorso anno dal Comitato nazionale per il verde pubblico istituito presso il Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare ai sensi della Legge 10/2013 ha rilanciato con forza il ruolo cruciale dei Comuni e delle Città metropolitane nel farsi protagonisti di nuovi modelli di pianificazione urbanistica incentrati sulle foreste urbane e sulle infrastrutture verdi per la rigenerazione *ecosystem-based* dei territori. Una rigenerazione urbana che non passi quindi più solo per l'efficientamento degli edifici e il miglioramento delle caratteristiche degli involucri abitativi, ma anche e soprattutto per una pianificazione del territorio che veda nelle infrastrutture verdi e blu le vere nuove protagoniste. Restituire permeabilità ai suoli urbani, restituire spazio e tempo alle acque, reintrodurre la natura in città, creando nuovi paesaggi, producendo benefici ecosistemici, elevando la resilienza urbana ai cambiamenti climatici, creando spazi pubblici fruibili per la socialità, il gioco, il benessere, la salute e la sicurezza delle persone: sono questi gli obiettivi che una progettazione integrata delle infrastrutture blu e verdi può e deve perseguire nella città che si rigenera, si trasforma e si adatta ai mutevoli scenari del futuro.

Barbera G., Pecorella G., Silvestrini, G., 1991. *Reduction of cooling loads and CO<sub>2</sub> Emissions through the use of vegetation in Italian urban areas*. In: Alvarez et al., *Architecture and urban spaces*. Kluvier, The Netherlands.



Berland A. *et al.*, 2017. *The role of trees in urban storm water management. Journal of landscape and urban planning*. Volume 162, June 2017, Pages 167-177.

Berti, D. e Lucarini, M. 2019. *Eventi alluvionali in ambiente urbano*. In XV Edizione Rapporto SNPA Qualità dell'ambiente urbano.

CBD, 2008. *Report of the first meeting of the second ad hoc technical expert group on biodiversity and climate change*. Convention on Biological Diversity: 17–21 November 2008, London, UK. Colls, N., Ash, N., 2009. *Ecosystem-Based Adaptation: A Natural Response to Climate Change*. IUCN, Gland, Switzerland, pp. 16.

Chiesura A. e Mirabile M., vari anni. Rapporto ISPRA/SNPA. *Qualità dell'ambiente urbano. Capitolo Infrastrutture verdi* – [www.areeurbane.isprambiente.it](http://www.areeurbane.isprambiente.it)

Chiesura A. e Mirabile M., 2017. *Infrastrutture verdi e mobilità pedonale: alleati per città più resilienti*. In “Focus su Mobilità pedonale in città” allegato al XIII Rapporto ISPRA/SNPA “Qualità dell'ambiente urbano” – Edizione 2017”: 90-100.COM (2013) 249 final. *Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa*.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.), 2016. *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97pp.

Commissione Europea, 2012. *Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo*. SWD (2012) 101 final.

Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., Bhave, A.G., Mittal, N., Feliu, E., Faehnle, M., 2014. *Mitigating and adapting to climate change: multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure*. *J. Environ. Manag.* 146, 107–115.

EEA (European Environment Agency), 2015. *Exploring Nature-Based Solutions: the role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather and climate change related natural hazards*. Publications Office of the European Union.

EEA (European Environment Agency), 2016. *Urban adaptation in Europe 2016*. Transforming cities in a changing climate. EEA Report nr.12/2016.

EEA (European Environment Agency), 2016. *Urban Sprawl in Europe. The Ignored Challenge*. EEA Report nr. 14/2016.

EEA (European Environment Agency), 2016. *Rivers and lakes in European cities. Past and future challenges*. Report nr. 24/2016.

EEA (European Environment Agency), 2017. *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016*. An indicator-based report. Report nr. 1/2017.

EEA (European Environment Agency), 2017. *Green infrastructure and flood management. Promoting cost-efficient flood risk reduction via green infrastructure solutions*. European Environmental Agency, Report nr. 14/2017.

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. An EU Strategy on adaptation to climate change*. COM (2013) 216, Brussels.

FAO and ITPS, 2015. *Status of the World's Soil Resources (SWSR) - Main Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy.

Feyisa G.L., Dons K., Meilby H., 2014. *Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect: An example from Addis Ababa*. *Landscape and Urban Planning* 123: 87-95.

Filpa A. e Santolini R., 2013. *Aree urbane e infrastrutture verdi: soluzioni per migliorare la qualità dell'ambiente urbano e per mitigare gli impatti dei cambiamenti climatici*. *Reticula* 4: 69-74.

Geneletti D., Zardo L., 2016. *Ecosystem-based adaptation in cities: An analysis of European urban climate adaptation plans*. *Land use policy* 50:38–47; doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.003>

Giannakis, E., Bruggeman, A., Poulou, D., Zoumides, C. e Eliades, M., 2016. *Linear Parks along Urban Rivers: Perceptions of Thermal Comfort and Climate Change Adaptation in Cyprus*. *Sustainability* 2016, 8, 1023; <https://doi:10.3390/su8101023>

Grimm, N.B., *et al.*, 2008. *Global change and the ecology of cities*. *Science*, 319(5864): p. 756-60.

Gunawardena K.R., Wells M.J., Kershawa T., 2017. *Utilizing green and blue space to mitigate urban heat island intensity*. Science of The Total Environment 584-585: 1040-1055.

ISPRA, 2015. *Linee guida di forestazione urbana sostenibile per Roma Capitale*. ISPRA; Manuali e Linee Guida 129/2015.

ISTAT, 2017. *Forme, livelli e dinamiche dell'urbanizzazione in Italia*.

Lena F. e Piervitali E., 2018. *Indici di calore nelle città metropolitane italiane*. In XIV Rapporto ISPRA "Qualità dell'ambiente urbano". Stato dell'Ambiente 82/18: 429-441.

Li Y. e Babcock Jr R.W., 2014. *Green roofs against pollution and climate change. A review*. Agronomy for Sustainable Development 34: 695–705.

MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare), 2010. *Strategia nazionale per la Biodiversità*.

MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare), 2016. *Intesa sulla revisione intermedia della Strategia nazionale per la Biodiversità al 2020*.

[https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/alliegati/biodiversita/intesa\\_revisione\\_medio\\_termine\\_SNB\\_2016.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/alliegati/biodiversita/intesa_revisione_medio_termine_SNB_2016.pdf)

MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare), 2017. *Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici. Prima stesura per la consultazione pubblica*, Luglio 2017. [https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio\\_i mmagini/adattamenti\\_climatici/documento\\_pnacc\\_luglio\\_2017.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio_i mmagini/adattamenti_climatici/documento_pnacc_luglio_2017.pdf)

McCarthy, M.P., M.J. Best, and R.A. Betts, 2010. *Climate change in cities due to global warming and urban effects*. *Geophysical Research Letters*, 37(9): <https://doi.org/10.1029/2010GL042845>

Munafò M, (a cura di), 2019. *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2019. Report SNPA 08/19.

Munang, R., Thiaw, I., Alverson, K., Mumba, M., Liu, J., Rivington, M., 2013. *Climate change and ecosystem-based adaptation: a new pragmatic approach to buffering*

*climate change impacts*. *Curr. Opinion Environ. Sustain.* 5, 67–71.

Murata, T., e N. Kawai, 2018. *Degradation of the urban ecosystem function due to soil sealing: 16involvement in the heat island phenomenon and hydrologic cycle in the Tokyo metropolitan area*. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 64, 145–155, <https://doi.org/10.1080/00380768.2018.1439342>

Nowak D.J., 2002. *The effects of urban trees on air quality*. USDA Forest Service.

Oke T. R., 1982. *The energetic basis of the urban heat island*. *Q. J. Roy. Meteor. Soc.*, 108: 1–24.

Oke T. R., 1989. *The micrometeorology of the urban forest*. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser.B Biol. Sci.* 324: 335–349.

Petralli M., Prokopp A., Morabito M., Bartolini G., Torrigiani T., Orlandini S., 2006. *Ruolo delle aree verdi nella mitigazione dell'isola di calore urbana: uno studio nella città di Firenze*. *Rivista Italiana di Agrometeorologia* 1: 51-58.

Provincia Autonoma di Bolzano, 2008. *Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche*, [https://ambiente.provincia.bz.it/pubblicazioni.asp?publ action=4&publ\\_article\\_id=101066](https://ambiente.provincia.bz.it/pubblicazioni.asp?publ action=4&publ_article_id=101066)

Scalenghe, R. e Marsan, F., 2009. *The anthropogenic sealing of soils in urban areas*. *Landscape and Urban Planning* 90 (2009) 1–10.

Sovacool, B., 2011. *Hard and soft paths for climate change adaptation*. In *Climate Policy* 11 (4): 1177-1183

Kovats, R.S., R. Valentini, L.M. Bouwer, E. Georgopoulou, D. Jacob, E. Martin, M. Rounsevell, and J.-F. Soussana, 2014. *Europe. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*[Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White(eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267-1326.



Kuehler, E., Hathawat, J e Tirpak, A., 2016. *Quantifying the benefits of urban forest systems as a component of the green infrastructure stormwater treatment network*. <https://doi.org/10.1002/eco.1813>

Revi, A., D.E. Satterthwaite, F. Aragón-Durand, J. Corfee-Morlot, R.B.R. Kiunsi, M. Pelling, D.C. Roberts, and W. Solecki, 2014. *Urban areas*. In: *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 [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O.

Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535-612.

Semrau A., 1992. *Introducing cool communities*. American forests, July/August.

United Nations, 2018. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision* <https://population.un.org/wup/>

Willems, P. and K. Arnbjerg-Nielsen, 2013. *Climate change as a driver for urban drainage paradigm change*. *Water* 21,15(1), 23-24.

FOCUS: CAMBIAMENTI CLIMATICI  
**PIANI E AZIONI DI ADATTAMENTO URBANO**

# TORINO CHE SI ADATTA

Mirella Iacono  
Comune di Torino

Gli effetti generati dal cambiamento climatico rappresentano una realtà evidente e non più trascurabile, che necessita di azioni concrete non solo per riparare ai danni causati dai fenomeni già avvenuti ma soprattutto per salvaguardare gli insediamenti umani da probabili avvenimenti futuri. Si prevede che la sfida per l'adattamento aumenterà nei prossimi anni, pertanto l'azione non può essere ritardata, soprattutto in ambito urbano dove tali fenomeni hanno le ricadute più visibili. Le città rappresentano, infatti, il contesto territoriale dove si concentra la maggior parte della popolazione e pertanto più vulnerabili di altri territori.

La Commissione Europea ha più volte sottolineato il grande contributo che le città possono fornire all'attuazione delle strategie di risposta ai cambiamenti climatici e lo sta promuovendo attraverso iniziative di primaria importanza che vedono protagoniste proprio le città.

È, dunque, fondamentale il ruolo delle città per combattere gli impatti del clima e ridurre i potenziali disastri conseguenti. Infatti, se è noto che la mitigazione può essere prodotta sia da azioni locali che globali, l'adattamento è per definizione un tema di carattere locale poiché gli impatti del cambiamento climatico assumono forme e dimensioni diverse a seconda del territorio interessato e necessitano di una risposta pronta e flessibile da parte delle comunità locali. Peraltro, è necessario operare tenendo in considerazione non solo le alterazioni climatiche, ma in particolar modo i processi di evoluzione della città, del costruito e della popolazione, che sono già avvenuti e che potrebbero avvenire.

Come molte altre città, anche il territorio torinese ha risentito negli ultimi anni di fenomeni meteorologici intensi aggravati dai cambiamenti climatici. L'analisi dei dati climatici a livello locale consente, infatti, di evidenziare alcuni cambiamenti nelle variabili meteorologiche sia sui trend di lungo periodo sia sulla variabilità interannuale, e il verificarsi sempre più frequente di eventi climatici estremi. In generale, le

temperature tendono ad aumentare, si accentuano i fenomeni di precipitazioni intense mentre diminuiscono i giorni di pioggia e l'andamento stagionale mostra anomalie nell'alternanza tra periodi piovosi e di siccità.

Risulta, pertanto, prioritario dotarsi di uno strumento che definisca come "adattare" la città e le sue dinamiche ad un clima che è cambiato e che è destinato, nei prossimi anni, a mutare ulteriormente, sviluppando quindi una strategia locale per ridurre la vulnerabilità del territorio e delle persone garantendo la loro salute e benessere, assicurare la vivibilità della città e la continuità dei servizi, mettendo le persone più vulnerabili al centro della politica climatica.

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

## IL PERCORSO DI TORINO NELLA POLITICA DI CONTRASTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

La Città di Torino, che da molto tempo mostra un forte impegno nella direzione dello sviluppo sostenibile, ha già avviato da alcuni anni un percorso di definizione della politica di contrasto ai cambiamenti climatici. Inizialmente l'accento è stato posto su azioni di mitigazione, quali risparmio ed efficientamento energetico e produzione di energia da fonti rinnovabili, per ridurre le emissioni locali di gas climalteranti.

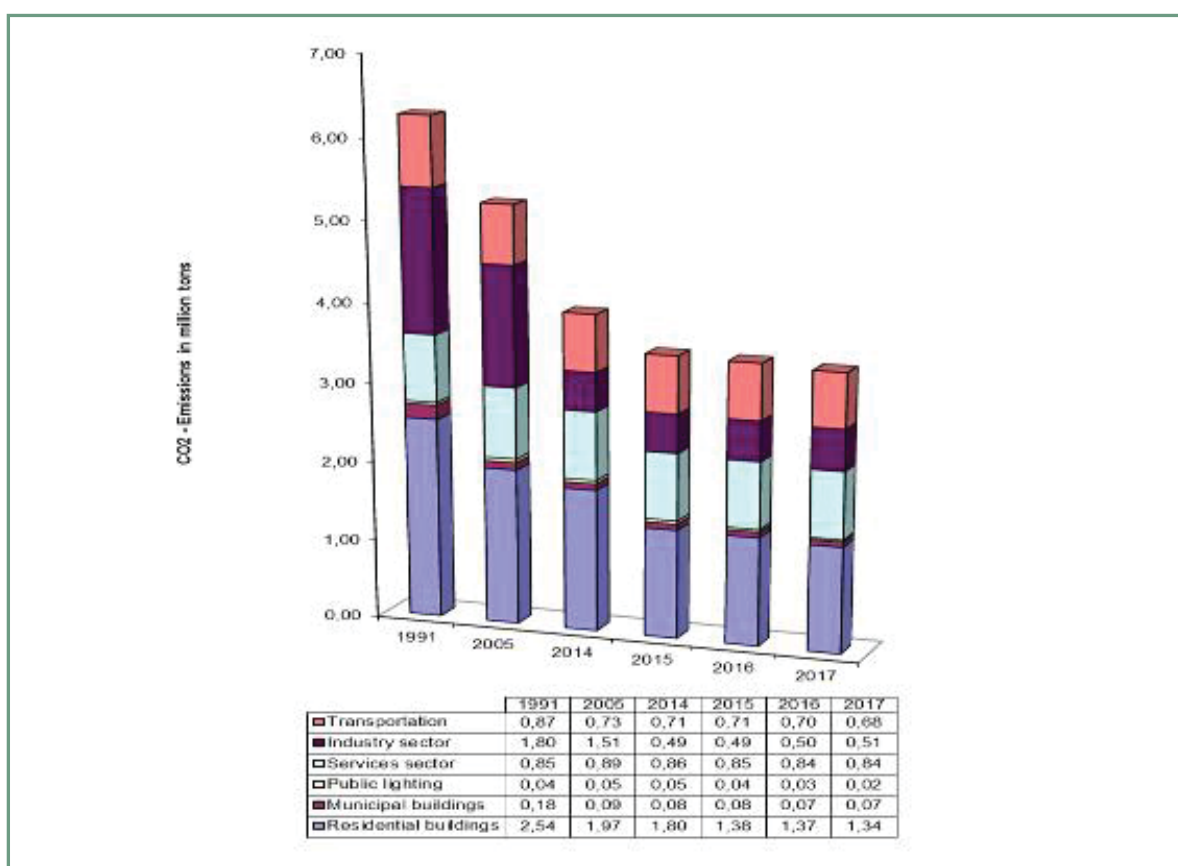
### Adesione alle iniziative europee volontarie

Torino ha aderito al Patto dei Sindaci nel 2009 e approvato il suo Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (TAPE - *Turin Action Plan for Energy*) a settembre 2010, ponendosi un ambizioso target di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>: -30% al 2020 rispetto alle emissioni del 1991 (scelto come anno base). L'ultimo rapporto di monitoraggio ha permesso di verificare, attraverso il confronto tra l'inventario delle emissioni relativo all'anno

base e quello relativo al 2017, il superamento dell'obiettivo che la Città si era posta entro il 2020; in particolare, è stata registrata una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> del 33% (**Grafico 1**). Questo dato rappresenta un importante risultato raggiunto dalla Città a testimonianza della volontà e dell'impegno intrapreso per contrastare i cambiamenti climatici. Il completamento di alcune azioni già avviate e ulteriori nuovi interventi consentiranno di raggiungere una riduzione del 35% entro il 2020.

I risultati raggiunti sono associati principalmente ad interventi di efficientamento e risparmio energetico nei settori municipale (edifici, illuminazione pubblica, semafori), trasporti, residenziale e ai risultati nell'ambito del *green public procurement*.

Se ai suddetti settori, previsti dal Patto dei Sindaci, si aggiungono anche i dati associati a quello dell'industria, i risultati in termini di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> superano il 40%.



**Grafico 1** - Confronto degli inventari delle emissioni di CO<sub>2</sub> della Città di Torino per tipo di fonte emissiva

Fonte: Secondo Rapporto di monitoraggio del TAPE - Città di Torino

Per far fronte ai cambiamenti climatici non basta però una politica di mitigazione!

La Città di Torino, consapevole che i mutamenti climatici sono già in atto e che gli scenari futuri prevedono che nei prossimi anni ciò comporterà, anche nell'area di Torino, temperature più alte con maggior numero di ondate di calore ed eventi di pioggia più intensi, ha aderito nel 2015 all'iniziativa *Mayors Adapt* per prepararsi e ridurre gli

impatti associati. Con l'adesione a questo programma, la Città si è impegnata a valutare i rischi e le vulnerabilità potenziali connessi al cambiamento climatico come base per definire una strategia di adattamento.

Considerato il grande impegno che la Città porta avanti nella politica di contrasto ai cambiamenti climatici, a inizio del 2019 ha sottoscritto l'adesione al nuovo Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, che integra le due

iniziative precedenti e, quindi, le politiche di mitigazione e adattamento. È, infatti, opportuno considerare entrambi gli aspetti contemporaneamente per individuare soluzioni che siano complessivamente più efficaci e utili, evitando che alcune misure di mitigazione possano rischiare di ostacolare il raggiungimento degli obiettivi di adattamento e viceversa.

### Il Progetto Life DERRIS

Il primo importante step nel percorso che la Città ha avviato per predisporre il suo Piano di adattamento ai cambiamenti climatici è rappresentato dal pilota del Progetto Life DERRIS (*DisastEr Risk Reduction InSurance*) che ha permesso di realizzare un'analisi specifica su un contesto industriale, in particolare quello delle Piccole e Medie Imprese (PMI) e ha portato alla predisposizione dell'IDAP - *Integrated District Adaptation Plan* - Piano di adattamento relativo all'area del pilota "Torino che protegge". Torino ha partecipato come partner al Progetto Derris, che ha preso il via a settembre 2015 e si è concluso a settembre 2018. È stato il primo progetto europeo che ha visto Pubblica Amministrazione, imprese e settore assicurativo collaborare nella riduzione dei rischi causati da eventi climatici straordinari, cercando di creare modelli innovativi di *partnership* pubblico-privato finalizzati ad incrementare la tutela del territorio e sviluppare la resilienza. Il focus del Progetto è stato quello di incrementare la resilienza delle PMI, sulle quali incidono in modo significativo gli impatti degli eventi climatici sempre più intensi, anche perché le PMI non hanno adeguati strumenti di valutazione e gestione di questi fenomeni. Infatti, il 90% delle PMI che, in conseguenza di un evento catastrofico, sono costrette a interrompere la produzione per più di una settimana, falliscono entro un anno. Derris ha analizzato 7 pericoli climatici principali (temperature, alluvioni, pioggia, vento, grandine, fulmini, frane) che colpiscono o possono colpire un numero significativo di imprese in diverse aree del Paese e, per ciascuno di questi, ha elaborato una mappa per fornire ad ogni impresa, sulla base della propria posizione, un'indicazione del livello di pericolosità della propria area geografica in termini di probabilità che accada un evento e dell'intensità che potrebbe avere.

All'interno del Progetto, Torino ha rappresentato l'ambito territoriale in cui si è svolto il pilota, che ha coinvolto 30

PMI con sede nell'area di sperimentazione, localizzata nella parte nord della città.

Le PMI, che hanno deciso volontariamente di seguire il percorso proposto all'interno del Progetto partecipando alla sperimentazione pilota, hanno predisposto, con l'utilizzo del *CRAM tool* (uno strumento di autovalutazione sviluppato nell'ambito del Progetto e oggi disponibile sul web per tutte le PMI in Italia), i loro piani d'azione per l'adattamento ai cambiamenti climatici (CAAP - *Company Adaptation Action Plan*). Ciascuna azienda ha individuato le azioni che può mettere in atto per ridurre la propria vulnerabilità a eventi climatici più o meno pericolosi: alcuni interventi riguardano la protezione dei beni fisici aziendali, come impianti e macchinari; altri riguardano la gestione e l'organizzazione aziendale; alcune misure fondamentali riguardano, infine, la gestione delle emergenze.

Nell'ambito di DERRIS, Torino ha predisposto un Piano Integrato di adattamento ai cambiamenti climatici relativo all'area del pilota (IDAP - *Integrated District Adaptation Plan*). Questo Piano, che analizza l'esposizione ai rischi e la strategia di adattamento ai cambiamenti climatici da parte delle PMI, ha rappresentato il primo passo verso il complessivo Piano di adattamento della Città.

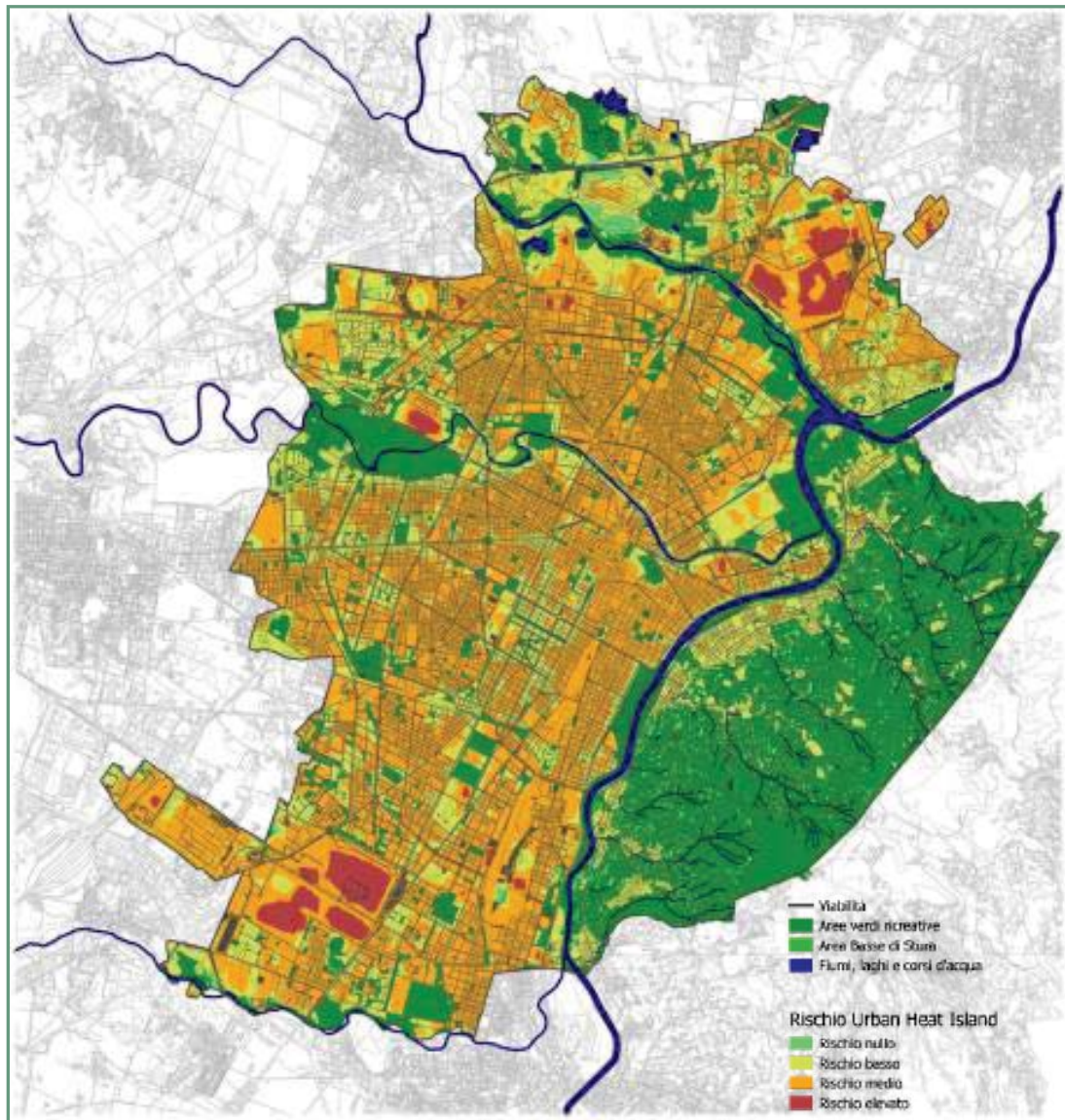
Il documento di *assessment* climatico sulla città, predisposto da ARPA Piemonte, ha evidenziato una tendenza significativa all'aumento sia nelle temperature massime sia nelle temperature medie e poiché dall'analisi dei CAAP è emerso che, tra i pericoli cui sono maggiormente esposte le aziende del pilota, ci sono le temperature estreme, l'Amministrazione ha deciso di approfondire, all'interno dell'IDAP, l'analisi di vulnerabilità rispetto a questo fattore climatico, al fine di localizzare le priorità di intervento e fare una corretta pianificazione.

Dalle analisi è emerso che la maggior parte del tessuto urbanizzato della città si trova nell'area di pericolo moderata, mentre le aree della città ad alto rischio sono concentrate sui grandi gruppi di edifici industriali (**Grafico 2**).

È stata, quindi, sviluppata un'analisi più approfondita per capire come le aree industriali e le temperature ad esse correlate possano influire anche sulle zone limitrofe. Tale analisi ha fatto emergere che, entro una distanza di 50 metri dagli edifici industriali, le temperature medie durante gli eventi estremi di calore selezionati sono di



3°C superiori alla media della città e di 1°C ad una distanza compresa tra 50 e 100 metri.



**Grafico 2** - Distribuzione delle classi di rischio ondate di calore (alta, media e bassa)

Fonte: Città di Torino

### Confronto con l'esterno

Il pilota torinese del progetto Derris è stato accompagnato da un percorso di co-design, attraverso il quale la Città ha deciso di confrontarsi sul tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici con diverse tipologie di *stakeholder* presenti sul territorio: le aziende erogatrici dei servizi pubblici, le associazioni, le imprese, le associazioni di categoria, il mondo accademico e altri enti pubblici che stanno lavorando sulle politiche di

adattamento (Regione Piemonte, Città Metropolitana di Torino, ARPA Piemonte); il suddetto percorso ha visto, anche, il coinvolgimento di diversi Settori dell'Amministrazione.

Un'altra importante attività di confronto è stata quella con le città, italiane e non, che avevano già sviluppato una strategia o un piano di adattamento. In particolare, grazie al supporto tecnico ed economico della *German Marshall Fund of the United States*, è stato avviato *Torino climate*

*lab*, nell'ambito del quale è nata una collaborazione con le città americane di Portland (Oregon), Oakland (California) e New Orleans (Louisiana), che ha permesso di osservare dei modelli positivi di processo partecipato, modelli di co-creazione con la partecipazione attiva dei cittadini nella pianificazione e nella costruzione del piano e di verificare l'impatto di alcune tipologie di misure di adattamento già realizzate, anche se in contesti territoriali diversi da quello locale.

### Costituzione gruppo di lavoro interdisciplinare sui cambiamenti climatici

Considerata la natura trasversale del problema, l'adattamento richiede un approccio multidisciplinare integrato, il coinvolgimento di tutti i livelli decisionali nonché la collaborazione con gli enti sovraordinati. Adattamento non significa necessariamente fare di più, significa più che altro fare le cose diversamente.

Per rispondere a questa esigenza e in virtù della "lezione" appresa dal confronto con le città americane, la Città di Torino ha creato un Gruppo di Lavoro interdisciplinare a supporto della predisposizione del Piano di adattamento ai cambiamenti climatici (nel seguito GdL), supportato politicamente da cinque diversi Assessorati (Ambiente, Verde e Protezione Civile - Urbanistica - Infrastrutture e Mobilità - Politiche Sociali - Innovazione).

Obiettivo di questo GdL è stato quello di lavorare in modo congiunto e coordinato per l'individuazione delle azioni di adattamento a breve e a lungo termine, esaminando, nell'ambito dei diversi settori, le eventuali buone pratiche e le misure già esistenti, nonché favorendo la definizione di azioni e indirizzi per costruire la capacità adattativa a livello locale.

Il GdL, composto dai rappresentanti di 14 diversi Uffici/Servizi comunali, ha lavorato a stretto contatto con ARPA Piemonte e con altri *stakeholder* locali, primi tra tutti Regione Piemonte e le Università torinesi. Nel corso del 2018 e 2019 ha cercato di identificare i principali impatti sulle diverse componenti del sistema città, gli obiettivi strategici da perseguire e

ha definito il percorso per raggiungerli.

### STRATEGIA DI ADATTAMENTO

L'analisi di vulnerabilità, sviluppata da ARPA Piemonte, ha evidenziato come principali rischi climatici, per la città di Torino, le ondate di calore e gli eventi di precipitazione intensa. Questi rischi sono stati analizzati in termini di possibili impatti su: qualità della vita, servizi sociali, sanità pubblica, qualità dell'aria, edifici pubblici e privati, infrastrutture verdi, infrastrutture di trasporto, processi industriali e gestione delle acque piovane.

Le principali sfide ai cambiamenti climatici che Torino dovrà, dunque, affrontare nei prossimi anni riguardano:

- la maggiore durata e intensità delle ondate di calore;
- l'aumento degli allagamenti a causa delle precipitazioni intense sempre più frequenti e intense.

Per far fronte a queste sfide, Torino ha sviluppato una strategia che individua due categorie principali di azioni per entrambi i rischi primari:

1. "Come prepararsi" che comprende le azioni volte a migliorare la capacità dell'Amministrazione di anticipare gli impatti dei cambiamenti climatici, fornire servizi in modo efficace, gestire le emergenze, comunicare efficacemente e sensibilizzare i cittadini;
2. "Come adattare la città" che comprende le azioni finalizzate ad attenuare l'impatto di eventi meteorologici estremi e a gestire situazioni critiche.

Le misure chiave includono:

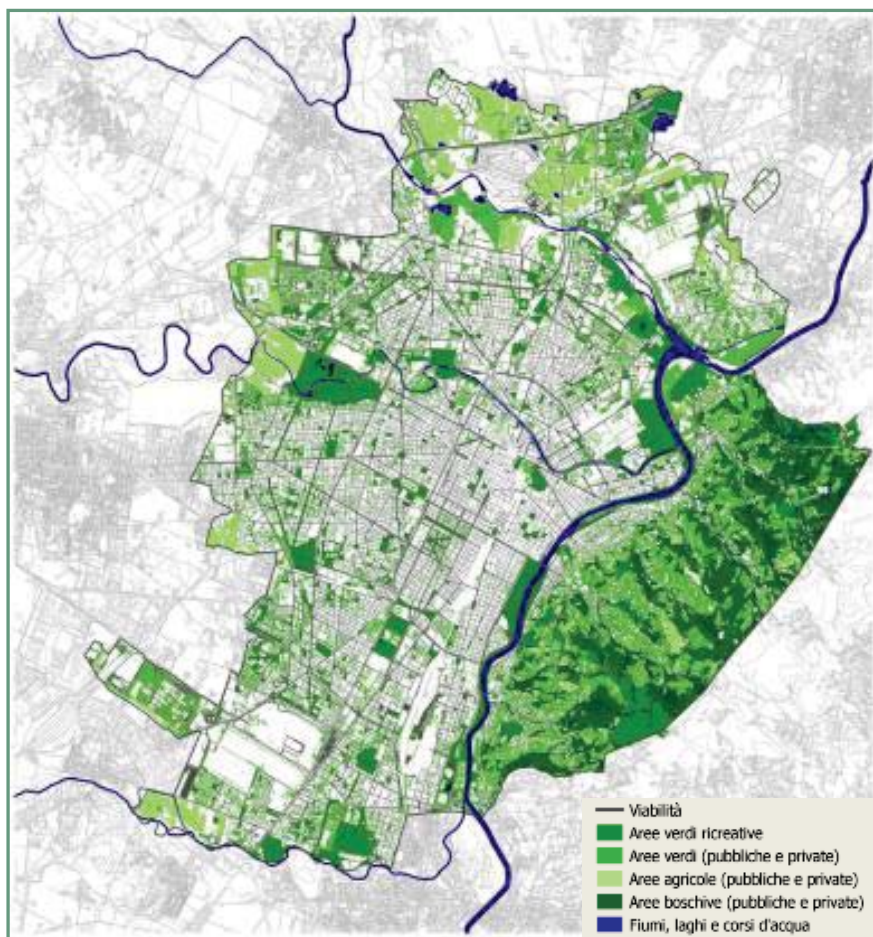
- la creazione di NBS per ridurre i diversi impatti, quindi sia per attenuare il caldo in città ma anche per gestire le acque meteoriche soprattutto durante eventi estremi localizzati nel tempo e nello spazio;
- azioni per migliorare i servizi sanitari e assistenziali, soprattutto con riferimento alle temperature estreme;
- sensibilizzazione della popolazione sui comportamenti corretti da adottare;
- adattamento delle norme urbanistiche, coordinamento dei diversi strumenti di pianificazione e formazione specifica del personale.

### L'importanza delle aree verdi nella strategia di resilienza climatica



Numerose politiche urbane applicate ormai in diverse città, comprese quelle torinesi, sono orientate verso un aumento delle superfici verdi per cercare di contrastare gli impatti dei cambiamenti climatici in area urbana. Le aree / infrastrutture verdi creano, infatti, benefici positivi

per cittadini e turisti, fornendo diversi servizi ecosistemici tra cui: ombreggiamento durante le ondate di calore, gestione delle acque piovane per eventi estremi di precipitazione, aree di espansione fluviale per ridurre le inondazioni dai fiumi.



**Grafico 3** - Il sistema del verde a Torino

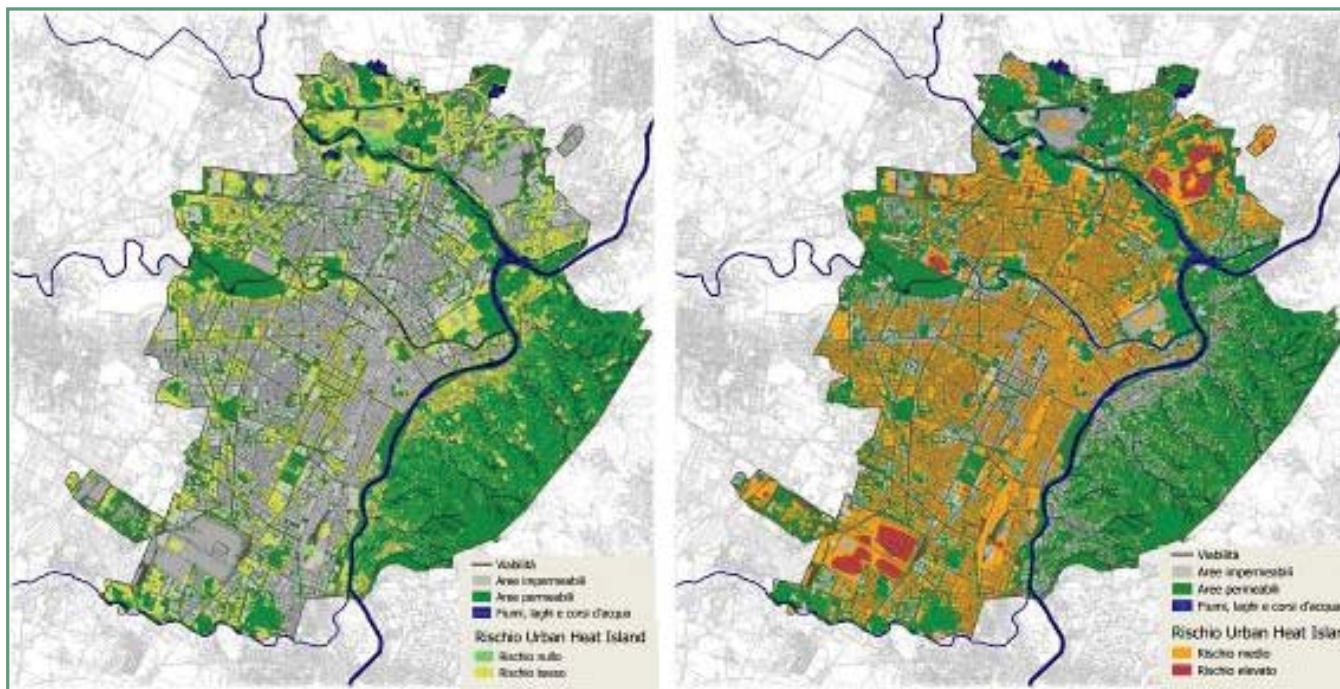
Fonte: Città di Torino

Come mostrato nel **Grafico 3**, la Città vanta un sistema di infrastrutture verdi estremamente capillare tale per cui il 93% della popolazione della città vive a meno di 300 metri da uno spazio pubblico verde ricreativo. Nello specifico il 35% della superficie della città è costituita da aree verdi pubbliche e private (circa 47 km<sup>2</sup> su una superficie totale di 130 km<sup>2</sup>), con oltre 50 m<sup>2</sup> di spazio verde per abitante. Dei 47 km<sup>2</sup> di superficie verde, il 23% è classificata come spazio verde ricreativo per attività ricreative, sociali e sportive.

Partendo dall'analisi delle vulnerabilità sul territorio, si è cercato di valutare come il sistema del verde interferisca

con le sfide climatiche della Città. In particolare, considerando sulla mappa che rappresenta la distribuzione delle classi di rischio ondate di calore (alta, media, bassa e nulla), riportata nel **Grafico 2**, soltanto le aree a rischio basso o nullo (**Grafico 4 a sinistra**) si evince che esse si concentrano in corrispondenza delle aree verdi o aree ad esse limitrofe, nonché in prossimità dei viali alberati. Allo stesso modo, considerando solo le aree a rischio medio e alto (**Grafico 4 a destra**) la mappa evidenzia che esse si concentrano principalmente nelle aree urbanizzate e quindi impermeabili. Appare, pertanto, evidente l'effetto positivo sul microclima urbano

rappresentato dalla presenza del verde in prossimità e all'interno dell'ambiente edificato.



**Grafico 4** - NBS e rischio basso isole di calore (a sinistra) e NBS e rischio medio-alto isole di calore (a destra)  
Fonte: Città di Torino

In linea con il redigendo **Piano strategico per le infrastrutture verdi**, l'Amministrazione cercherà, pertanto, di aumentare la quantità totale di aree verdi in città e, in particolare, svilupperà selettivamente ulteriori infrastrutture verdi in quelle aree che presentano maggiore vulnerabilità climatica in termini di isole di calore urbane, di eventi di inondazioni localizzate e frane. La strategia climatica, in stretto coordinamento con il Piano Regolatore (attualmente in fase di revisione) e con il sopraccitato Piano delle infrastrutture verdi, prevede di realizzare un piano di micro-interventi strategici, a livello di quartiere, che contribuirà ad adattare il tessuto urbano denso esistente e ad aumentare la qualità della vita su più fronti. Nella maggior parte dei casi, queste micro-aree verdi saranno progettate per gestire le acque piovane attraverso infiltrazioni, ove possibile, e promuoveranno l'ombreggiamento e altri servizi ecosistemici.

La Città sta attualmente realizzando la valutazione dei servizi ecosistemici di tutti gli spazi verdi comunali esistenti e di nuovi interventi con l'obiettivo di sviluppare strategie per massimizzare questi servizi al fine di contrastare la vulnerabilità climatica nelle aree più

critiche. Verrà, inoltre, sviluppato uno strumento in grado di valutare le possibili perdite di servizi ecosistemici causate da nuovi progetti di sviluppo urbano e determinare analoghi interventi per compensare tale perdita su terreni di proprietà pubblica in altre parti della città.

Si sta, infine, cercando di consolidare il ruolo dei parchi e degli spazi aperti come potenziali rifugi climatici, creando più strutture per la comunità e garantendo un accesso adeguato a tutti i membri della comunità.

La città intende, inoltre, implementare la strategia di forestazione urbana partecipativa in cui i residenti vengono coinvolti nella piantumazione di alberi nei loro quartieri; attraverso il Progetto "Mille alberi per Torino" sono già stati piantati oltre 2.000 alberi su terreni pubblici in disuso o sottoutilizzati e a breve la Città planterà altri 20.000 alberi.





**Grafico 5** - Interventi di forestazione urbana partecipata  
Fonte: Città di Torino

### Indagine sociologica

Con il supporto dell'Università di Torino, la Città sta svolgendo un'analisi sociologica per comprendere meglio come la popolazione, in particolar modo le fasce più vulnerabili, vive gli eventi meteorologici estremi e quali misure di adattamento personale vengono adottate.

L'analisi permetterà di capire come gli *stress* sociali preesistenti interagiscono con gli *shock* rappresentati dagli eventi estremi e di individuare quali azioni potrebbero rispondere meglio a circostanze specifiche.

### BIBLIOGRAFIA

ARPA Piemonte, 2018. *Assessment climatico e scenari futuri*.

Città di Torino, 2018. *IDAP. Integrated District Adaptation Plan*.

Città di Torino, 2019. *TAPE. Turin Action Plan for Energy*.

### SITOGRAFIA

<http://www.comune.torino.it/ambiente/cambiamenti-climatici/index.shtml>

<http://www.comune.torino.it/ambiente/cambiamenti-climatici/patto-dei-sindaci/il-piano-dazione-2.shtml>

<http://www.derris.eu/>



# MILANO, AZIONI E PIANI PER L'ADATTAMENTO

Piero Pelizzaro\*, Giulia Cirri\*, Elisa Torricelli\* Orietta Cazzuli\*\*, Matteo Zanetti\*\*

\*Direzione di Progetto Città Resilienti, Comune di Milano

\*\*Servizio Meteorologico Regionale, ARPA Lombardia

L'esperienza dei piani e delle azioni di adattamento della Città di Milano si inserisce nella cornice del progetto 100 *Resilient Cities*, sponsorizzato dalla Fondazione Rockefeller, con l'obiettivo di sviluppare la resilienza delle città partecipanti. 'Resilienza', nell'ambito della pianificazione urbana, implica lo sviluppo di strategie urbane dedicate ad affrontare i principali *shocks* e *stress* - eventi logoranti - vissuti dalla città, in ambito ambientale ma anche sociale ed economico, con una particolare attenzione rivolta agli impatti dei cambiamenti climatici. Le misure resilienti superano la visione binaria di prevenzione e risposta alle emergenze, e le intersecano in progetti di sviluppo a lungo termine, olistici e trasversali. L'adesione al programma è avvenuta per Milano nel dicembre 2014 dopo l'esito positivo della candidatura effettuata in partenariato con AMAT, Politecnico di Milano e Kyoto Club nell'ottobre dello stesso anno, e ha offerto alla città la possibilità di creare, nel 2017, una Direzione di Progetto apposita.

Guidata dal *Chief Resilience Officer*, la Direzione Città Resilienti ha il compito di sviluppare una Strategia di Resilienza in grado di integrare e coordinare le diverse iniziative intraprese dall'Amministrazione. Nel dicembre 2018, la Direzione ha ultimato la stesura della *Valutazione Preliminare di Resilienza* (PRA)<sup>52</sup>: un'analisi dei principali shock e stress vissuti dalla città, nonché i suoi punti di forza e di debolezza sistemici<sup>53</sup>. Il processo ha identificato sei aree macro tematiche o *Discovery Areas*: (1) *Milano Città d'Acqua*: rischio idrogeologico, governance, riapertura dei Navigli; (2) *Cool Milano*: forestazione urbana, agricoltura e cambiamenti climatici; (3) *Abitare Milano*: innovazione sociale, housing, giovani e formazione; (4) *Milano Circolare*: metabolismo urbano, rifiuti, economia urbana e industriale; (5) *Safer Milano*:

emergenze, sicurezza e cyber security; (6) *NextUs*: infrastrutture, riqualificazione e spazio pubblico, sotto servizi, immigrazione.

Il passo successivo per lo sviluppo della *Strategia di Resilienza*, date la trasversalità dei temi e l'approccio interdisciplinare di alcune delle azioni, è stato riorganizzare le sei aree all'interno di tre pilastri, ciascuno suddiviso in obiettivi, a loro volta strutturati in targets cui fanno riferimento le differenti azioni messe in atto dalla città: (1) *Procedure efficienti e parteciate per uno sviluppo urbano resiliente e sostenibile*; (2) *Spazi e infrastrutture vivibili, confortevoli e adattivi al servizio dei cittadini*; (3) *Comunità inclusive, consapevoli e proattive*. Tale suddivisione appare solo simbolica, poiché inevitabilmente le varie azioni hanno una natura trasversale e nella maggior parte dei casi finiscono per compensarsi l'un l'altra.

## MILANO: IMPEGNI INTERNAZIONALI E ANALISI LOCALI

La città di Milano ha siglato diversi impegni internazionali, (Patto dei Sindaci, *World Mayors and Local Governments Climate Protection Agreement* e Carta di Bologna), che si traducono in pianificazioni locali, come il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) - approvato nel dicembre 2018, e il Piano di Azione per L'energia Sostenibile e il Clima (PAESC), attualmente in fase di sviluppo. All'interno della cornice degli obiettivi del PAES si colloca anche il Piano Urbano di Mobilità Sostenibile (PUMS) approvato a novembre 2018 e realizzato in partenariato con AMAT. Le stime previste per le azioni del piano riportano una riduzione di emissioni di anidride carbonica nel settore 'Mobilità' pari al 32% rispetto all'anno 2005: in questa direzione, Milano

<sup>52</sup> Direzione di Progetto Città Resilienti (2018), *Preliminary Resilience Assessment* (PRA).

<sup>53</sup> La PRA è stata il risultato di un percorso di coinvolgimento di 812 stakeholders appartenenti a diversi settori: governativo, privato e società civile. Il percorso, lungo più di un mese, ha preso forma in 12 incontri, di cui sei focus groups e sei workshops.

ha istituito nel febbraio 2019 l'Area B, che va ad affiancarsi alla già esistente Area C. Il Comune fa inoltre parte di diversi network nazionali, europei e internazionali oltre a 100RC come: C40, *Urban Development Network*, *ClimateKic*, attraverso i quali Milano si propone di affrontare il tema della sostenibilità urbana con un approccio olistico.

Come risposta al crescente interesse sociale alla questione climatica, il 20 maggio 2019 il Consiglio comunale di Milano ha approvato la mozione relativa alla "Dichiarazione di Emergenza Climatica e Ambientale", la mozione impegna il sindaco "a dichiarare lo stato di emergenza climatica e ambientale, a predisporre entro sei mesi iniziative per la riduzione delle emissioni e per l'introduzione di energie rinnovabili, per incentivare il risparmio energetico nei settori della pianificazione urbana, nella mobilità, negli edifici, nel riscaldamento e raffreddamento, sviluppando ulteriormente il progetto di riforestazione urbana già in atto" e ad "intensificare il coinvolgimento attivo di cittadini e associazioni nel processo di individuazione delle criticità ambientali e nella loro soluzione".

All'interno di questa cornice l'Amministrazione sta intraprendendo e implementando diversi piani e misure alle differenti scale.

### Analisi climatica locale

Al fine di realizzare azioni e misure con una ricaduta reale, ma anche di condurre campagne di sensibilizzazione efficaci, è di fondamentale importanza condurre un'analisi specifica delle vulnerabilità del territorio urbano e quantificare gli effetti dei cambiamenti climatici a livello locale. A questo proposito è stato elaborato il *Profilo Climatico Locale osservato e atteso* (attività in collaborazione tra ARPA Lombardia, ARPA Emilia-Romagna e Comune di Milano). Lo studio analizza la variabilità climatica della città di Milano, ricostruendo da un lato il quadro dei cambiamenti climatici per il periodo 1951-2017 - con un focus sul periodo più recente 1961-2017 -, mentre dall'altro elabora proiezioni fino al 2050. I dati riportano un aumento di 2°C nell'epoca storica di riferimento, e un

incremento di ulteriori 2°C atteso nei prossimi decenni, per un totale di 4°C in 150 anni (Buffoni *et al.*, 1996).

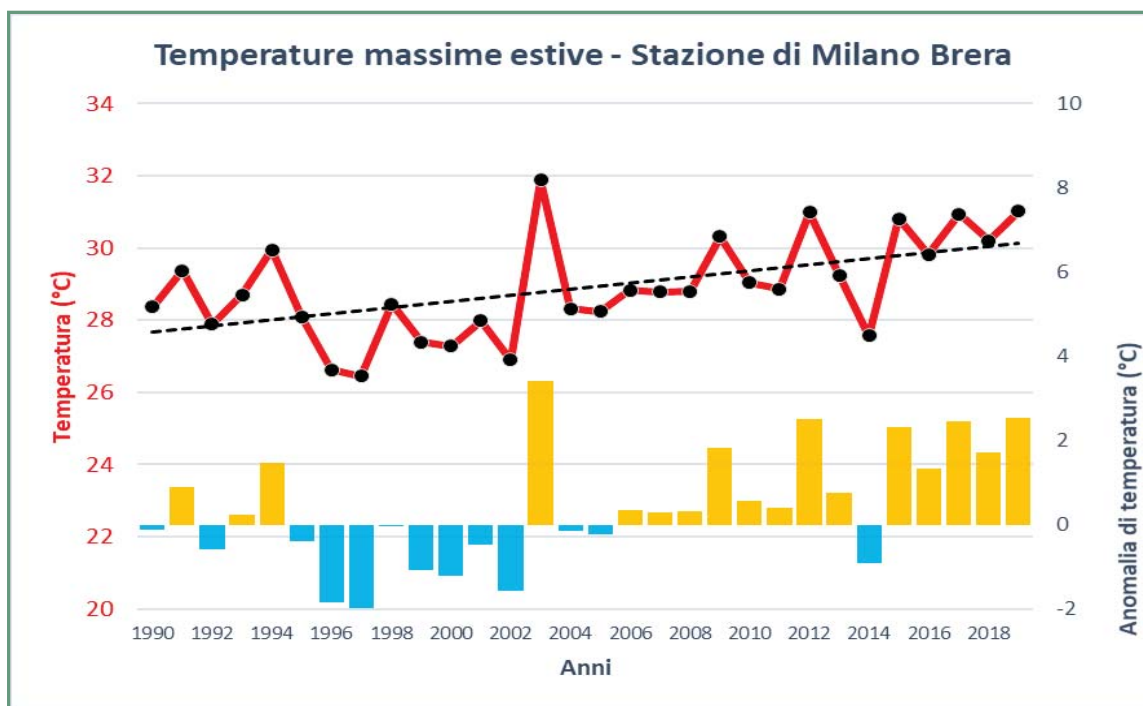
Limitando l'analisi ai mesi estivi (giugno, luglio e agosto) degli ultimi 30 anni, per dare maggiore evidenza allo stress termico a cui è sottoposta l'attuale popolazione, si evidenzia una tendenza di aumento intorno a 0,8°C/10 anni.<sup>54</sup>

Nel **Grafico 1** è riportata la media delle temperature massime giornaliere nel periodo estivo per ogni anno a partire dal 1989, la quale mostra una costante anomalia positiva (rispetto al periodo 1981-2010) negli ultimi 13 anni ad eccezione del 2014. Il valore più alto spetta al 2003 (+3,4°C), mentre il 2019 fa segnare un +2,5°C.

Interessanti per le finalità del lavoro sono anche alcuni indici basati sulla lunghezza della stagione estiva, come per esempio il numero di notti tropicali ( $T_{min} < 20$  °C) e il numero di giorni estivi ( $T_{max} > 25$  °C). Riguardo il primo indicatore siamo passati da una media di circa 50 notti (periodo 1981-2010) ad una media di oltre 70 (ultimo decennio), con un aumento quindi del 45%. Nel 2018 ne sono state registrate 78. Riguardo i giorni estivi la media 2009-2018 si attesta a 118, contro i 102 del trentennio di riferimento 1981-2010. Nel 2018 i giorni estivi sono stati 135.

Oltre all'elaborazione del Profilo, l'Amministrazione sta sviluppando un'ulteriore analisi delle vulnerabilità ambientali e socio-demografiche tramite il progetto '*Verso paesaggi dell'Abitare e del lavorare a prova di clima*', cofinanziato dalla Fondazione Cariplo; tale analisi è incentrata sull'effetto delle isole di calore e del rischio di *run-off* nel territorio milanese e in alcuni comuni della cintura periurbana, con l'obiettivo di strutturare un abaco di soluzioni mirate di mitigazione e adattamento per aree commerciali/produttive e residenziali, fino a simulare misure in ambiente GIS.

<sup>54</sup> I dati citati provengono da rilevazioni effettuate presso l'Osservatorio Astronomico di Brera. Fino al 1995 a cura dell'Osservatorio e da UnimMi, dal 1996 con una stazione di ARPA Lombardia.



**Grafico 1** - Media delle temperature massime giornaliere nel periodo estivo (1 giugno – 31 agosto) degli ultimi 30 anni (l'intera serie storica è disponibile al seguente link:

<https://www.arpalombardia.it/siti/arpalombardia/meteo/riciesta-dati-misurati/Pagine/RichiestaDatiMisurati.aspx>)

Fonte: elaborazione e dati di ARPA Lombardia

## Piano Aria e Clima

Il Profilo Climatico Locale svolge una funzione strumentale per il nuovo *Piano Aria e Clima* della Città, in fase attuale di definizione. Il Piano nasce dalla consapevolezza della stretta correlazione tra adattamento, mitigazione e qualità dell'aria, e dalla volontà di integrare i diversi fattori in un unico Piano. La stesura coinvolge la Direzione di Progetto Città Resilienti come elemento di expertise nel campo dell'adattamento, e la Direzione Mobilità, Ambiente e Energia insieme ad AMAT, nell'ambito della mitigazione e del miglioramento della qualità dell'aria. Supporto e accompagnamento alla definizione e implementazione dello stesso saranno il processo di coinvolgimento attivo e di partecipazione di stakeholders pubblici e privati. Gli obiettivi ambientali che il Piano si prefigge hanno come orizzonte temporale il 2050 - anno in cui la città si è prefissata l'obiettivo di raggiungere la "carbon neutrality" - e un target intermedio al 2030 al fine di avere degli impatti tangibili a medio termine.

Coinvolgendo adattamento e mitigazione, gli obiettivi del Piano sono diversi: le linee guida di adattamento si orientano sulla riduzione dell'effetto isola di calore urbano e del rischio idraulico e di allagamento, sulla siccità, sull'attenuazione della gentrificazione climatica, sulla gestione delle emergenze e sul *mainstreaming* all'interno dei piani vigenti; azioni di mitigazione sono invece principalmente orientate alla riduzione dei consumi, pubblici e privati, e alla produzione di energia da fonti rinnovabili.

## CITTÀ E NATURA, L'APPROCCIO DI MILANO AL VERDE URBANO

Tra gli obiettivi del PGT per la visione di Milano 2030 c'è quello di rendere la città più *green*, vivibile e resiliente, sia nel suo patrimonio costruito che nel suo spazio aperto (Pelizzaro P. e Scopelliti D., 2018). Tale finalità in una realtà quale quella milanese, altamente cementificata e impermeabilizzata, viene perseguita grazie all'attuazione di processi di ridisegno del suo assetto spaziale, per

restituire al verde una parte del territorio cittadino, con l'obiettivo di riscoprire l'importanza e la bellezza nel contesto urbano. In questo scenario, il rapporto tra cittadinanza e spazi urbani si è radicalmente modificato, così come si è modificata la rete dei soggetti che hanno cominciato a operare in sinergia con la Pubblica Amministrazione, favorendo processi di networking e di collaborazione pubblico-privato. Attraverso la promozione di interventi di forestazione, la sperimentazione di soluzioni naturalistiche innovative, con una particolare attenzione ai contesti socialmente vulnerabili, il Comune di Milano abbraccia il tema della rinaturalizzazione, facendone il fulcro di nuove politiche resilienti.

### Spazi aperti urbani più verdi

Tra gli ambiziosi programmi messi in atto dall'Amministrazione nel consolidare il ruolo delle infrastrutture verdi nel migliorare la qualità e il comfort urbano, vi è il *Piano di Forestazione Urbana, ForestaM/55*, volto alla definizione e realizzazione di una visione strategica sul ruolo del verde nell'area metropolitana milanese, che ha l'obiettivo di implementare e valorizzare i sistemi verdi e alberati del Grande Parco Metropolitano al 2030. L'obiettivo di 3.000.000 di nuove piantumazioni in alberi equivalenti si traduce nell'aumento del 9% della *tree canopy cover* della Città Metropolitana, migliorandone la qualità e l'accessibilità dello spazio pubblico, nonché la salute degli abitanti. L'attenzione non verrà posta tanto sul raggiungimento del target numerico, quanto sulla selezione delle specie vegetali più consone e al corretto posizionamento delle stesse, con lo scopo di apportare benefici diffusi e condivisi, evitando, allo stesso tempo, effetti negativi potenzialmente dovuti ad una inadatta pianificazione della piantumazione.

A tal fine, l'interesse dell'amministrazione si è orientato nello sfruttare tale opportunità quale strumento programmatico ai fini di una riqualificazione e un incremento del comfort climatico di alcuni ambiti particolarmente vulnerabili al caldo estremo nella città: le scuole e l'edilizia pubblica. I primi per lo stato di vulnerabilità dei bambini, in particolare dei nidi, scuole dell'infanzia e primarie che, a causa della capacità di termoregolazione meno efficace, risultano soggetti particolarmente a rischio<sup>56</sup>; gli edifici di Edilizia Residenziale Pubblica (ERP), gestiti per Milano dalla società MM (Metropolitana Milanese), risultano invece ambiti urbani particolarmente fertili per l'ampia presenza di spazi aperti condivisi sui quali poter mettere in atto progetti di riqualificazione in chiave resiliente. Per entrambi, un processo di individuazione dei siti più esposti al rischio delle ondate di calore in funzione di criteri quantitativi e qualitativi porterà alla fase di riprogettazione condivisa e partecipata, degli spazi esterni degli immobili, con l'obiettivo di farli diventare centri di "frescura" all'interno della città.

Parallelamente e complementariamente al piano di Forestazione Urbana, e con l'obiettivo di rispettare il principio di invarianza idraulica<sup>57</sup>, la città si propone di incrementare le superfici permeabili operando misure di depavimentazione anche tramite il programma *Greenstreets Program*, promosso da Bloomberg Associates, intenzionato ad integrare il verde nel sistema di arterie stradali della città. Il programma si propone di convertire i numerosi spazi di risulta grigi e asfaltati in aree vegetate (il 30-35% della superficie di Milano è occupato da strade pubbliche e private) che, oltre a migliorare il deflusso delle acque piovane, incidono positivamente sull'abbellimento dei quartieri, sul miglioramento e raffrescamento dell'aria e sulla sicurezza dei pedoni.

<sup>55</sup> L'impegno è stato siglato tramite un protocollo di intesa fra Comune di Milano, Città Metropolitana di Milano, Parco Nord e Parco Sud, con il coordinamento scientifico del Politecnico di Milano.

<sup>56</sup> L'OMS - Organizzazione Mondiale della Sanità - afferma che i bambini al di sotto dei 5 anni sono maggiormente vulnerabili al caldo estremo, a causa della termoregolazione (il meccanismo che permette di mantenere costante la temperatura dell'organismo) meno efficace.

<sup>57</sup> La Regione Lombardia ha approvato i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica (regolamento regionale n. 7 del 23 novembre 2017), che detta una nuova disciplina per le nuove costruzioni e le ristrutturazioni di quelle esistenti, nonché per le infrastrutture stradali.



### Edifici sostenibili e resilienti

La qualità del comfort di una città e la sua impronta ecologica sono espressione non solo del suo spazio aperto, ma anche della qualità tecnologica del suo tessuto costruito: a questo proposito e alla luce degli obiettivi prefissati dal comune nel Piano di Governo del Territorio, la Direzione Città Resilienti, in collaborazione con altre Direzioni comunali, si è posta l'obiettivo di integrare all'interno di tale strumento attuativo indicazioni e prescrizioni dal valore sostenibile e resiliente. A questo riguardo, l'art. 10 del Piano delle Regole del PGT, intende definire nuovi standard di sostenibilità, sia per interventi di nuova costruzione, che per quelli di rigenerazione del patrimonio esistente e di demolizione e ricostruzione. Si individuano nuove regole performanti volte a migliorare l'efficienza energetica, favorire la rinaturalizzazione e la permeabilizzazione, definendo parametri numerici volti a raggiungere la riduzione dell'impatto climatico desiderato.

Gli immobili di proprietà comunale come scuole, edilizia residenziale pubblica e ospedali risultano, inoltre, focus prioritari del processo metodologico per l'individuazione delle modalità di riutilizzo dei tetti in chiave resiliente. La Direzione Città Resilienti, la Direzione Sistemi Informativi (SIT) e ARUP, con il supporto tecnologico di ESRI, stanno infatti lavorando per calcolare il potenziale di usabilità dei tetti della città di Milano -in termini di installazione di impianti rinnovabili e di tetti verdi - in funzione del loro soleggiamento, dimensione e inclinazione. Il fine è quello di calcolare la potenziale riduzione del loro impatto ambientale sulla città, anche confrontandosi con vincoli ed ostacoli urbanistici all'utilizzo dei tetti, così da renderli partecipi delle strategie urbane di mitigazione e adattamento.

### RESILIENZA: NON SOLO AMBIENTE

La resilienza di una città, così come della sua comunità, non si limita alla sola questione ambientale. Una città resiliente si caratterizza anche per la capacità della sua

componente sociale di partecipare attivamente alla strutturazione inclusiva di progetti a lungo termine, di sostenere la componente più fragile della popolazione e di vivere la città in maniera consapevole. Nelle scuole della città metropolitana di Milano, sono più di 77mila i bambini di cittadinanza extra UE, il 12% del totale a livello nazionale (MIUR, 2018)<sup>58</sup> e nelle scuole di Milano, un bambino su sei è migrante, richiedente asilo o rifugiato (OCSE, 2018)<sup>59</sup> e nei quartieri periferici, la percentuale di bambini stranieri nelle scuole dell'infanzia raggiunge picchi del 60% del totale degli utenti: secondo il Comune di Milano l'integrazione dei bambini migranti a partire dall'età prescolare è una delle sfide principali della città. A partire dal mese di gennaio 2019 dunque insieme alla ONG International Rescue Committee (IRC) è stato avviato un lavoro volto a rafforzare la capacità di resilienza dei bambini delle scuole milanesi, attraverso un percorso formativo rivolto a educatori e responsabili dei servizi all'infanzia del Comune di Milano per fornire gli strumenti adeguati e necessari a garantire una piena integrazione e a sviluppare nella classe un'attitudine alla resilienza, anche al fine di evitare il cosiddetto fenomeno della "segregazione scolastica" a partire dalla scuola dell'obbligo.

Altro aspetto fondamentale, la cui risposta unisce resilienza ambientale e sociale, è la gentrificazione climatica, ossia un fenomeno di gentrificazione causato dagli impatti dei cambiamenti climatici, come aumento del rischio alluvionale e delle ondate di calore, che può esacerbare disuguaglianze economiche nei confronti di chi non ha le risorse per affrontarli. La gentrificazione climatica è un ottimo esempio degli 'effetti collaterali' dei cambiamenti climatici, ed è fondamentale per ricordare che gli impatti non si verificano e non terminano solo nell'evento *shock*, ma logorano costantemente le città, rendendo necessario che le misure di adattamento considerino analisi di ampio respiro in grado di integrare le diverse sfaccettature economiche e sociali, e non si fermano a quelle ambientali.

<sup>58</sup> "In riferimento alla città metropolitana in esame si contano 77.743 alunni di cittadinanza comunitaria, pari al 12% del totale nazionale, un'incidenza piuttosto alta, che pone l'area al primo posto per numero di alunni non comunitari. [...] La distribuzione per ordini scolastici della popolazione scolastica non comunitaria della Città Metropolitana vede una prevalenza della scuola primaria, segue la secondaria di secondo grado, mentre sia la secondaria di primo grado che la scuola dell'infanzia accolgono circa un quinto degli studenti non comunitari". Dati MIUR elaborati da Direzione Fasce Vulnerabili di ANPAL Servizi in "La presenza dei migranti nella città metropolitana di Milano".

<sup>59</sup> IRC - International Rescue Committee (2019), *Apprendimento Socio-Emotivo (ASE) nelle scuole dell'infanzia del Comune di Milano*.



## BIBLIOGRAFIA

ANPAL Servizi, 2018. *La presenza dei migranti nella città metropolitana di Milano*.

Direzione di Progetto Città Resilienti, 2018. *Preliminary Resilience Assessment (PRA)*.

IRC - International Rescue Committee, 2019. *Apprendimento Socio-Emotivo (ASE) nelle scuole dell'infanzia del Comune di Milano*.

Pelizzaro P., Scopelliti D., 2018. *Building Resilience into Milan's 2030 City Plan*.

Buffoni L., Chlistovsky F., Mauger M., 1996. *1763-1995: 233 anni di rilevazioni termiche giornaliere a Milano - Brera*, Edizioni CUSL

## SITOGRAFIA

[www.comune.milano.it](http://www.comune.milano.it)

[www.100resilientcities.org](http://www.100resilientcities.org)

[www.mmspa.eu](http://www.mmspa.eu)

[www.arpalombardia.it](http://www.arpalombardia.it)

# ADATTAMENTO E GOVERNO DEL TERRITORIO. PRIMO BILANCIO DEL PIANO DI ADATTAMENTO DI BOLOGNA

Valentina Orioli\*, Roberto Diolaiti\*\*, Giovanni Fini\*\*\*

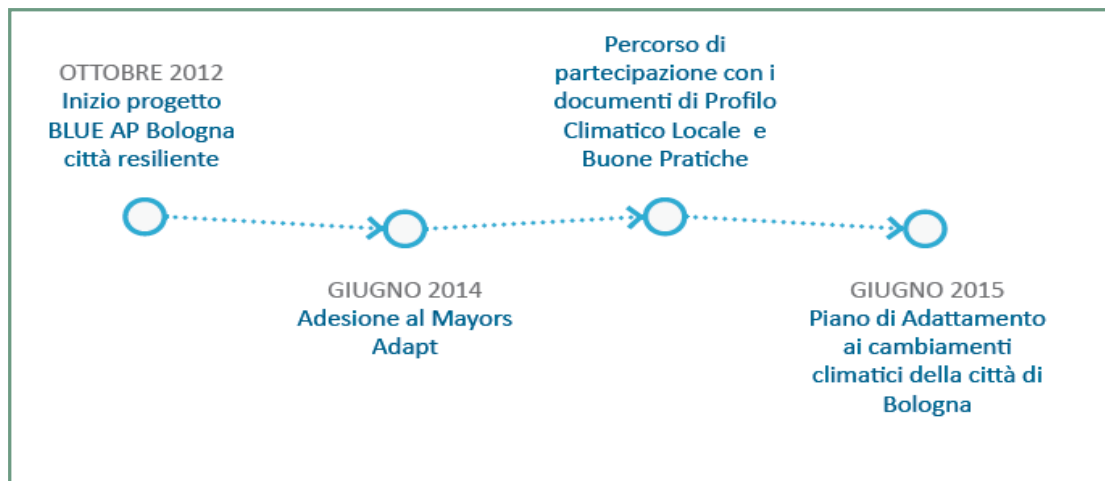
Comune di Bologna: \*Assessore Urbanistica, Edilizia privata, Ambiente, Tutela e riqualificazione della Città storica, Progetto candidatura UNESCO portici; \*\*Direttore Settore Ambiente e Verde, Dipartimento Urbanistica Casa e Ambiente; \*\*\*Coordinamento UI Qualità Ambientale, Settore Ambiente e Verde, Dipartimento Urbanistica Casa e Ambiente

## IL PIANO LOCALE DI ADATTAMENTO DI BOLOGNA

Il Piano di Adattamento del Comune di Bologna è stato approvato nel 2015 e compie nel 2020 cinque anni. Le attività sviluppate in questi anni possono fornire argomenti per tracciare un primo bilancio del lavoro svolto e spunti per il futuro. Il Piano di Adattamento di Bologna è nato come uno strumento volontario, risultato

del progetto europeo Life BlueAP. In quel periodo poche città in Europa e una sola in Italia, Ancona, si erano dotate di uno strumento analogo.

Il progetto Life BlueAP (**Grafico 1**) è iniziato nel 2012 e aveva come partner oltre al Comune di Bologna, ARP Ae Emilia Romagna, Ambiente Italia e Kyoto Club.



**Grafico 1** - I passaggi principali del progetto Life BlueAp

Fonte: Layman's Report del progetto Life BlueAp

In particolare, ARP Ae ha redatto il profilo climatico locale, propedeutico per la definizione del piano evidenziando le tre principali criticità che caratterizzano gli impatti dei cambiamenti climatici sulla città: la scarsità della risorsa idrica, le ondate di calore e gli eventi climatici estremi con particolare riferimento alle piogge intense (**Grafico 2**).

Per ognuna di queste criticità il Piano individua strategie, azioni e indicatori per il monitoraggio.



**Grafico 2** - Le principali criticità affrontate dal Piano di Adattamento di Bologna  
Fonte: Layman's Report del progetto Life BlueAp

Questo articolo intende mettere a fuoco alcuni temi che in questi anni si sono presentati come questioni ricorrenti o, meglio, come “nodi da sciogliere”, con particolare riferimento al governo del territorio.

Necessità di innovare processi e tecnologie

Lavorando all'attuazione del Piano di Adattamento è emersa la necessità di affrontare questioni nuove, che in precedenza non avevano avuto un adeguato livello di

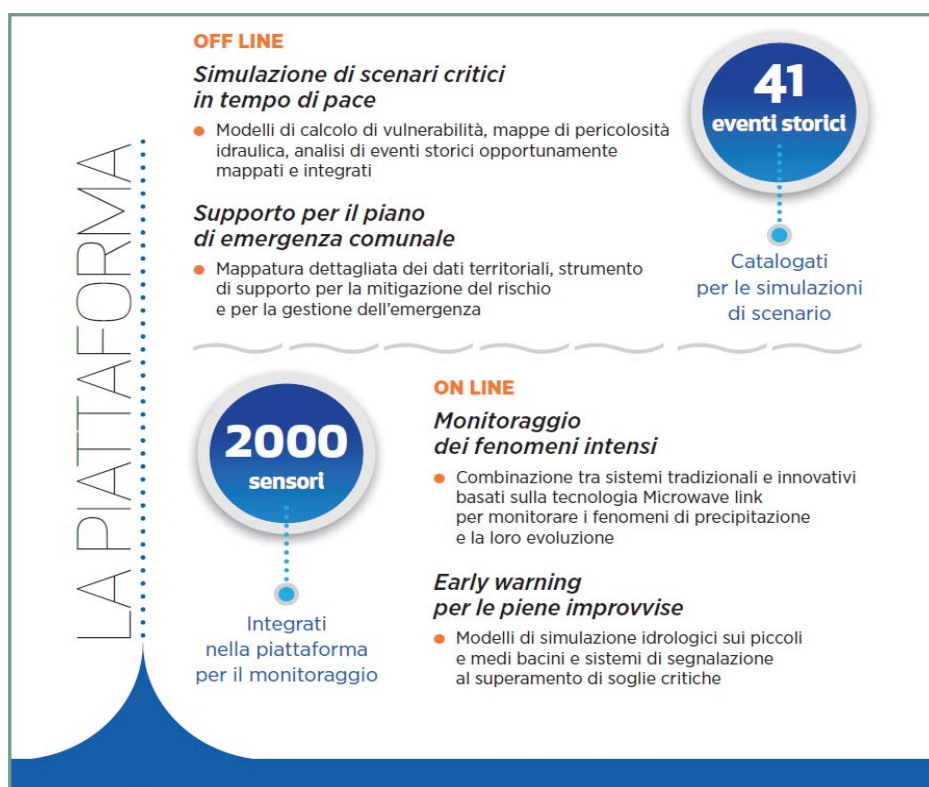
approfondimento, questioni che si affiancano ai temi già gestiti dall'Amministrazione, come l'emergenza sanitaria per le ondate di calore, e che richiedono soluzioni innovative sia in termini di nuove tecnologie che di nuovi processi.

### Il progetto LIFE Rainbo

Per quanto riguarda il rischio idraulico, dovuto a piccoli torrenti collinari, è stato sviluppato il progetto Life RainBO, appena concluso. RainBO nasce come follow-up del progetto BLUEAP, che aveva individuato gli eventi meteorici estremi fra le maggiori criticità per la città, e si sviluppa a partire da un caso-studio sul bacino del torrente Ravone.

Il progetto, coordinato da Lepida, riprende e mette in pratica le metodologie proprie di un "action plan" già sperimentate nel Piano di Adattamento attraverso un

tavolo composto da numerosi partner: oltre al Comune, che ha avuto compito di individuare il caso di studio ma anche di garantire il coinvolgimento di tutti i portatori di interesse, hanno partecipato MEEO (*Meteorological Environmental Earth Observation*) per lo sviluppo di un'app di *crowdsourcing* e del sistema sperimentale di stima della precipitazione; NIER Ingegneria per l'analisi del rischio e l'elaborazione degli algoritmi di calcolo; ARPAe per il monitoraggio e la modellistica di previsione.



**Grafico 3 -** Caratteristiche della piattaforma RainBo

Fonte: Layman's Report del progetto Life RainBo

Il progetto RainBO e la costruzione della piattaforma informatica che ne costituisce il principale risultato (**Grafico 3**) concretizzano un percorso virtuoso, in grado di mettere a sistema le molte intelligenze presenti nel territorio e la disponibilità di dati e di tecnologie, per offrire uno strumento efficace sia alla pianificazione sia all'analisi e alla gestione di situazioni di rischio sempre più frequenti.

### Il progetto Horizon Rock

L'innovazione riguarda anche ambiti diversi da quello della sicurezza del territorio, ambiti non interessati in precedenza dal tema dei cambiamenti climatici. Possiamo citare come esempio il progetto Rock, che riguarda la fruizione del patrimonio culturale, con un focus sull'area universitaria del Centro Storico.

Nell'ambito del progetto Rock è stata installata, grazie alla collaborazione del partner Acciona, una rete di sensori che misura diversi parametri ambientali nell'area



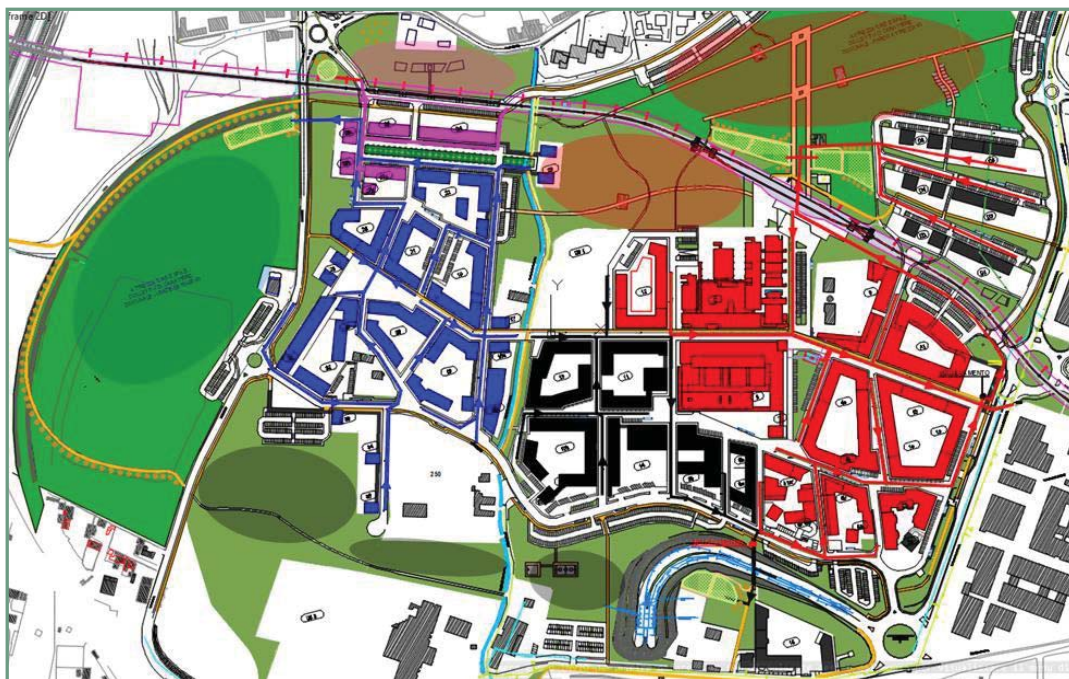
studio, inclusi quelli relativi al microclima, consapevoli della importanza che il benessere termoigrometrico sta assumendo nella fruizione degli spazi pubblici, soprattutto nel periodo estivo.

### Ripensare le infrastrutture delle città

Una seconda riflessione riguarda la necessità di rivedere in un'ottica di resilienza il sistema delle infrastrutture delle città. Da numerosi eventi, quali le diffuse crisi del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, l'aumento di frequenza delle piene nei corsi d'acqua, il ripetersi di periodi di siccità estive, si deduce di essere in presenza di una crisi di sistema che non può essere affrontata soltanto con interventi puntuali.

### Studi di fattibilità per la città resiliente con la Banca Europea per gli investimenti (BEI)

Il rapporto del Comune di Bologna con la Banca Europea degli Investimenti (BEI) ha consentito di sviluppare un progetto mirato alla redazione di studi di fattibilità tecnico-economica di interventi sul sistema idrico della città. Una applicazione di questi studi (**Grafico 4**) ha riguardato il comparto del Lazzaretto. Un'area della città in corso di urbanizzazione sulla base di un progetto del 2000. Lo studio ha sviluppato diversi scenari di reinfrastutturazione evidenziando gli spazi e le dotazioni necessarie per aumentare la sicurezza idraulica dell'area e contenere i consumi idrici.



**Grafico 4** - Uno scenario contenuto negli studi BEI per la reinfrastutturazione del comparto del Lazzaretto.

Le acque grigie sono raccolte e trattate in ampie aree di fitodepurazione (gli ovali all'interno delle aree verdi) per essere riutilizzate nel comparto.

Fonte: Studio tecnico di fattibilità tecnico-economica Atkins/Iridra

### Verso il nuovo Piano Urbanistico Generale (PUG)

Anche nel nuovo PUG in corso di redazione, dove verranno integrati molti spunti derivanti dal Piano di Adattamento, si intende valorizzare l'acqua e il verde in termini di servizi ecosistemici e quindi con una prospettiva più ampia rispetto all'urbanistica tradizionale,

per un superamento del concetto di standard urbanistici, pur con la consapevolezza della difficoltà e della delicatezza del tema.



### Investire nella *governance*

L'efficacia di molte azioni del Piano di adattamento è basata sulla cooperazione e sul confronto tra diversi attori sia istituzionali che privati. La *governance* su alcuni temi, primo fra tutti quello dell'acqua che vede intrecciarsi competenze a più livelli di governo, è un punto critico per la resilienza delle città.

*Governance* delle acque significa, infatti, affrontare il tema acqua in modo diverso attraverso un ripensamento critico dei ruoli che ricoprono i diversi soggetti coinvolti e, ancora di più, delle relazioni operative fra questi e i portatori di interesse.

### Il contratto di fiume Reno e Canali di Bologna

Il lavoro sul Contratto di Fiume in corso a Bologna, promosso dal Consorzio della Chiusa di Casalecchio e del Canale di Reno, rappresenta un esempio emblematico: ripensare alla funzione della rete dei canali cittadini considerandoli principalmente una risorsa per la città significa anche ragionare su una modalità diversa di gestione e di intervento.

Il Contratto di fiume costituisce un modo diverso di coinvolgere i soggetti che, a diverso titolo, si occupano del corso d'acqua attivando un confronto che può anche scardinare e far rivedere prassi e modalità di approccio consolidati e non più efficaci.

### L'Agenda Metropolitana per lo Sviluppo Sostenibile

Durante il vertice dell'ONU sullo sviluppo sostenibile, che si è tenuto a New York il 25 settembre 2015, più di 150 capi di Stato e di Governo hanno approvato l'Agenda per lo Sviluppo Sostenibile 2030: un programma d'azione che contiene 17 obiettivi per uno sviluppo sostenibile globale da raggiungere entro il 2030. Lo scopo di questa sfida è coinvolgere le comunità di tutto il mondo per migliorare la vita del pianeta e dei suoi abitanti.

L'8 giugno 2017, in occasione del G7 Ambiente che si è tenuto a Bologna, i Sindaci delle Città metropolitane italiane hanno sottoscritto la "Carta di Bologna per l'Ambiente. Le città metropolitane per lo sviluppo sostenibile", che individua 8 temi ambientali su cui lavorare a scala metropolitana:

- uso sostenibile del suolo;
- economia circolare;
- adattamento ai cambiamenti climatici e riduzione del rischio;

- transizione energetica;
- qualità dell'aria;
- qualità delle acque;
- ecosistemi,
- verde urbano e tutela della biodiversità;
- mobilità sostenibile.

Per mettere in atto gli impegni presi con la "Carta di Bologna", la Città metropolitana di Bologna, supportata dal Comune e dall'Università di Bologna, ha elaborato il documento dell'Agenda Metropolitana per lo Sviluppo Sostenibile, che declina sul proprio territorio gli 8 temi individuati dalla Carta.

L'obiettivo della Città metropolitana di Bologna è di costruire sempre più un territorio resiliente e salutare, dove siano ridotti i rischi per le persone e l'ambiente e mantenere quell'attrattività e competitività che si è guadagnata negli anni.

Con l'Agenda Metropolitana per lo Sviluppo Sostenibile, si intende quindi monitorare progressivamente i passi verso la realizzazione degli obiettivi individuati dalla Carta e orientare le politiche dell'ente. Il documento è stato pubblicato nel marzo 2019, per raccogliere contributi e proposte, e successivamente pubblicato in versione definitiva nel luglio 2019.

### Verso una accelerazione del processo

Una riflessione finale sulla *governance* viene dall'impatto che i movimenti per il clima hanno e avranno sulle nostre decisioni.

Fino ad un anno fa non si sarebbe immaginato che movimenti come *Friday for Future* o *Extinction Rebellion* sarebbero stati in grado di generare una mobilitazione così estesa. La caratteristica di questi movimenti, sebbene rientrino in reti internazionali, è il forte radicamento locale con gruppi organizzati nelle diverse comunità.

Non è stato così in passato: durante la COP21 di Parigi i movimenti ambientalisti organizzarono importanti manifestazioni che portarono tantissimi giovani a Parigi e nelle capitali, ma le manifestazioni locali furono limitate e perlopiù frutto dell'intraprendenza di pochi attivisti.

Ora invece le manifestazioni si svolgono in tutte le città e spesso gli stessi organizzatori cercano il contatto con gli amministratori locali oltre che con i governi nazionali. Le città sono quindi chiamate in causa direttamente dalla

consapevolezza di gruppi estesi di cittadini che chiedono una accelerazione nelle politiche per il clima.

Il Comune di Bologna ha avviato percorsi di confronto sia con *Friday for Future* che con *Extinton Rebellion*. Questo lavoro ha portato il Consiglio Comunale ad approvare la dichiarazione di emergenza climatica ed ecologica lo scorso 30 settembre.

Anticipando questa approvazione, la Giunta aveva formalizzato alcuni primi impegni attraverso l'approvazione dell'atto di orientamento "*Rafforzamento delle politiche di contrasto ai cambiamenti climatici e della comunicazione della situazione ambientale della Città*".

A partire da inizio 2020 come conseguenza dell'adesione al Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, il Comune di Bologna lavorerà sul PAESC il Piano d'Azione per

l'Energia Sostenibile e il Clima, che riguarda la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e le strategie di adattamento. Attraverso questo strumento si darà concretezza ad alcuni degli indirizzi contenuti nella dichiarazione di emergenza climatica.

Contemporaneamente è stata avviata una riflessione, anche con la collaborazione della Fondazione per l'Innovazione Urbana, sulle modalità di lavoro, così come richiamate nella dichiarazione di emergenza a proposito delle "*assemblee popolari che rispecchiano fedelmente la composizione del corpo sociale*". Questo rimanda a quanto sta già avvenendo in diverse città del Regno Unito e significherebbe adottare una nuova modalità per l'assunzione di decisioni, innovativa nel panorama italiano e non ancora utilizzata a Bologna.

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2016. *Bologna: 5 anni di amministrazione urbanistica e ambientale*. Urbanistica n. 158, luglio-dicembre, INU Edizioni

AA.VV., 2016. *Bologna città resiliente. Sostenibilità energetica e adattamento ai cambiamenti climatici*. I Quaderni di Urban Center Bologna.

## SITOGRAFIA

Progetto LIFE BlueAp: <http://www.blueap.eu/site/>

Progetto LIFE Raibo: <https://www.rainbolife.eu/>

Contratto di fiume Reno e Canali Bolognesi:  
<http://www.cdfrenocanalibologna.it/>

Agenda Metropolitana per lo Sviluppo Sostenibile:  
[https://www.cittametropolitana.bo.it/portale/agenda\\_sviluppo\\_sostenibile](https://www.cittametropolitana.bo.it/portale/agenda_sviluppo_sostenibile)

Progetto Horizon Rock: <https://rockproject.eu/>

# DEFINIZIONE DEI PIANI DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI NEI COMUNI DELLE MARCHE

Lucia Catalani\*, Andrea Carosi\*, Miriam Sileno\*\*

\* Sviluppo Marche S.r.l., Società Unipersonale soggetta a coordinamento e controllo della Regione Marche

\*\* ARPA Marche

Negli ultimi anni nelle Marche l'innalzamento delle temperature e il mutare del regime pluviometrico hanno contribuito ad aumentare e intensificare gli impatti dei cambiamenti climatici. Sempre più frequenti fenomeni di dissesto idrogeologico, incendi boschivi, erosione dei suoli agricoli, erosione costiera, perdita di biodiversità, aumento dei periodi di siccità e di carenza idrica causano gravi danni e perdite sui sistemi urbani, territoriali, socio-economici e ambientali.

Alle attuali politiche, strategie e azioni per contenere le emissioni climalteranti attraverso la riduzione dei consumi delle fonti di origine fossile (mitigazione), si affianca dunque la **necessità di sviluppare politiche, strategie e azioni di adattamento a livello locale e regionale**, limitando la vulnerabilità dei sistemi urbani e territoriali agli impatti dei cambiamenti climatici attuali e attesi per il prossimo futuro.

La Regione Marche, supportata dall'Agenzia di sviluppo regionale Sviluppo Marche Srl (SVIM), ha dunque intrapreso negli anni un percorso di integrazione degli obiettivi europei in tema di energia e clima nel modello di sviluppo regionale, aggiornando gli strumenti di pianificazione e programmazione<sup>60</sup> e supportando le autorità locali nell'attuazione di progettualità sostenibili, a partire dalla promozione e implementazione del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia a livello locale<sup>61</sup>. SVIM ha pertanto intrapreso dal 2010 una collaborazione

sinergica con le amministrazioni comunali finalizzata alla definizione di strategie e allo sviluppo di progettualità in risposta alle sfide imposte dai cambiamenti climatici, promuovendo una transizione basata su modelli di sviluppo sostenibili e resilienti e declinata nei Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC)<sup>62</sup>. Attraverso il progetto comunitario LIFE SEC ADAPT, SVIM ha coordinato un processo multi-level governance di supporto per undici amministrazioni comunali marchigiane nella definizione delle proprie **Strategie e Piani di Azione di Adattamento ai Cambiamenti Climatici**, sulla base di specifiche analisi climatiche locali e di valutazioni di rischio e vulnerabilità quantitative.

## PERCORSO METODOLOGICO E PROGETTO LIFE SEC ADAPT

Il progetto *LIFE SEC ADAPT - Sustainable Energy Communities promoting Climate adaptation strategies in Mayor Adapt Initiative*<sup>63</sup>, promosso e coordinato da SVIM, è stato implementato al fine di aumentare la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici di 11 Comuni italiani (Regione Marche) e 6 Comuni croati

<sup>60</sup> La Regione Marche è dotata del Piano Clima (DGR 225 del 09/02/2010) e del Piano Energetico Ambientale Regionale (DACR 175/2005).

<sup>61</sup> La Regione Marche, Coordinatore Territoriale del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, con Delibera di Consiglio Regionale n. 347/2017 ha nominato Sviluppo Marche Srl come soggetto Attuatore Territoriale del Patto dei Sindaci.

<sup>62</sup> Nel 2010 SVIM e Regione Marche hanno istituito la Comunità per l'Energia Sostenibile (SEC) regionale, un modello di supporto e coinvolgimento diretto degli enti locali nell'implementazione di politiche energetiche e climatiche sostenibili. Oggi la SEC comprende più di 30 Comuni e circa un terzo della popolazione regionale.

<sup>63</sup> LIFE 14 CCA/IT/000316 (settembre 2015 - giugno 2019). <http://www.lifeseadapt.eu/>

(Regione Istriana)<sup>64</sup> attraverso il supporto e il coordinamento delle Regioni e delle Agenzie di Sviluppo Regionali<sup>65</sup> nella definizione di strategie e piani di azione

locale di adattamento ai cambiamenti climatici (**Grafico 1**).



**Grafico 1** - Composizione del partenariato del progetto LIFE SEC ADAPT

Fonte: elaborazione SVIM

I *Climate Change Adaptation Team* istituiti da ogni Comune, composti da rappresentanti politici e tecnici interni all'amministrazione comunale e da esperti esterni con competenze multidisciplinari, hanno dunque avviato un processo multi-target e multi-settoriale, in sinergia con i principali *stakeholders* locali, per l'implementazione degli step necessari alla definizione della strategia e del piano di azione, quali:

- analisi climatica locale (Climate Baseline);
- analisi della vulnerabilità e dei rischi individuati (Risk and Vulnerability Assessment);
- definizione della strategia di adattamento e del piano di azione (Strategy and Action Plan).

A partire dai risultati delle analisi locali e grazie al supporto tecnico-scientifico di ISPRA, a livello regionale è stato definito uno scenario climatico<sup>66</sup> e sono stati valutati i principali rischi e vulnerabilità<sup>67</sup>, con l'obiettivo di fornire una base comune di conoscenza ai Comuni che

intendono intraprendere un percorso virtuoso finalizzato all'adattamento ai cambiamenti climatici. Inoltre, al fine di promuovere e facilitare una continua attività di monitoraggio delle emissioni, delle vulnerabilità identificate e dello stato di implementazione del Piano di Azione, ISPRA, in collaborazione con il Comune di Ancona e SVIM, ha sviluppato il "SEC Adapt Monitoring Tool", uno strumento web-based utile alle amministrazioni che intendono effettuare un monitoraggio costante dei propri PAESC<sup>68</sup>.

### ANALISI CLIMATICA

La valutazione del contesto climatico locale e delle tendenze di temperatura e precipitazione (passate e in corso) sono state sviluppate dai team comunali sulla

<sup>64</sup> Comuni marchigiani: Ascoli Piceno, Fabriano, Fermo, Jesi, Macerata, Offida, Pesaro, San Paolo di Jesi, Santa Maria Nuova, Senigallia e Urbino. Comuni istriani: Buzet, Labin, Pazin, Porec, Pula, Rovinj. Comuni *best practices* coinvolti: Ancona, Bullas (SPA) e Patras (GRE).

<sup>65</sup> Regione Marche, Regione Istriana, Agenzia di Sviluppo delle Marche (SVIM), Agenzia di Sviluppo Istriana (IDA).

<sup>66</sup> [http://www.lifeseCADAPT.eu/fileadmin/user\\_upload/ALLEGATI\\_LIFESECADAPT/EXCHANGE/A1\\_Working\\_teams\\_and\\_climate\\_baseline\\_assessment\\_definition/CLIMATE\\_BASELINE/Report\\_on\\_climate\\_baseline\\_at\\_regional\\_level\\_MARCHE\\_REGION\\_FINAL.pdf](http://www.lifeseCADAPT.eu/fileadmin/user_upload/ALLEGATI_LIFESECADAPT/EXCHANGE/A1_Working_teams_and_climate_baseline_assessment_definition/CLIMATE_BASELINE/Report_on_climate_baseline_at_regional_level_MARCHE_REGION_FINAL.pdf)

<sup>67</sup> [http://www.lifeseCADAPT.eu/fileadmin/user\\_upload/ALLEGATI\\_LIFESECADAPT/EXCHANGE/C2\\_Risk\\_and\\_Vulnerability\\_Assessment\\_analysis/REPORTS/ITALY\\_REGIONAL\\_LEVEL/Report\\_Risk\\_and\\_Vulnerability\\_Marche\\_Region\\_compressed.pdf](http://www.lifeseCADAPT.eu/fileadmin/user_upload/ALLEGATI_LIFESECADAPT/EXCHANGE/C2_Risk_and_Vulnerability_Assessment_analysis/REPORTS/ITALY_REGIONAL_LEVEL/Report_Risk_and_Vulnerability_Marche_Region_compressed.pdf)

<sup>68</sup> Link di accesso al tool: <http://www.lifeseCADAPT.eu/menu-home/results/c-implementation-actions/c4-setting-up-and-testing-of-a-climate-and-energy-data-monitoring-system/>

base di una metodologia comune<sup>69</sup> di analisi delle serie storiche giornaliere di temperatura e precipitazione dal 1960 al 2015<sup>70</sup>. I dati sono stati pre-analizzati per verificare il grado di qualità, completezza e omogeneità, tramite la procedura statistica contenuta nel pacchetto applicativo “RHtestsV4” (<http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>) proposto dall'ETCCDI (*Expert Team on Climate Change Detection and Indices del CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection*), che si basa sul *penalized maximal t-test* e sul *penalised maximal F-test* inseriti in un algoritmo ricorsivo di controllo (Wang X.L., 2008).

La valutazione delle variazioni climatiche è stata effettuata rispetto al trentennio di riferimento 1971-2000, consentendo di calcolare quantitativamente, sia a livello annuale che stagionale:

- **trend climatici**, tramite i pacchetti applicativi “Kendall” e “zyp” del software R ([https://www.r-](https://www.r-project.org/)

[project.org/](https://www.r-project.org/)), basati sul test non parametrico di Mann–Kendall (Mann H.B., 1945; Kendall M.G., 1976; Yue S. *et al.* 2002) e sullo stimatore di Theil–Sen (Sen P.K., 1968);

- **indici climatici estremi**, selezionati fra quelli definiti dall'ETCCDI (Peterson A.T. *et al.*, 2001; Klein Tank AMG. *et al.*, 2009) e calcolati tramite il pacchetto applicativo “Climact2” (WMO, 2014) del software R.

I **trend della precipitazione cumulata** annuale indicano in generale deboli tendenze in aumento per alcune serie e in diminuzione per altre. A livello stagionale, risulta una tendenza all'aumento di precipitazione in primavera per 7 stazioni su 8, con l'unico trend statisticamente significativo nella stazione di Ascoli Piceno con +8.7%/10 anni, e una tendenza alla diminuzione in estate per tutte le stazioni, con l'unico trend statisticamente significativo nella stazione di Urbino con -9.0%/10 anni (**Tabella 1**).

**Tabella 1** - Trend stimati della precipitazione (%/10anni) dal 1960 al 2015. Tra parentesi i trend statisticamente non significativi

Fonte: elaborazione ISPRA su dati del Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Marche e Osservatorio Meteorologico Valerio di Pesaro o Osservatorio Meteorologico A. Serpieri di Urbino

	Annuale	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Ascoli Piceno	(+2.80)	(+3.64)	+8.72	(+0.16)	(+1.78)
Jesi	(-0.02)	(-1.53)	(+2.25)	(-3.62)	(+4.00)
Macerata	(-2.12)	(-3.73)	(+0.95)	(-7.06)	(-2.51)
Pesaro	(+2.89)	(+6.45)	(+5.18)	(-4.00)	(+3.10)
Senigallia	(-1.72)	(-1.71)	(+0.11)	(-3.83)	(-0.88)
Servigliano	(+0.68)	(+1.98)	(+2.90)	(-5.27)	(+1.96)
Spinetoli	(-2.00)	(-4.54)	(-0.17)	(-5.00)	(+2.07)
Urbino	(+1.11)	(+3.61)	(+3.18)	-9.04	(+2.77)
Fabriano	-3.66	(-6.75)	-3.72	(-1.97)	(+0.14)

Sono stati inoltre calcolati i seguenti cinque **indici estremi di precipitazione**: precipitazione massima giornaliera (RX1day), giorni molto piovosi (R95p), intensità di precipitazione giornaliera (SDII), numero di giorni secchi consecutivi (CDD) e giorni con

precipitazioni molto intense (R20). I risultati principali non evidenziano segnali netti di variazioni significative della frequenza e dell'intensità di pioggia nel periodo considerato, seppur si osserva una generale tendenza all'aumento (**Tabella 2**).

<sup>69</sup>[http://www.lifeseadapt.eu/fileadmin/user\\_upload/ALLEGATI\\_LIFESECADAPT/EXCHANGE/A1\\_Working\\_teams\\_and\\_climate\\_baseline\\_assessment\\_definition/CLIMATE\\_BASELINE/Methodology\\_for\\_the\\_definition\\_of\\_climate\\_baseline\\_and\\_future\\_scenarios\\_DEF.pdf](http://www.lifeseadapt.eu/fileadmin/user_upload/ALLEGATI_LIFESECADAPT/EXCHANGE/A1_Working_teams_and_climate_baseline_assessment_definition/CLIMATE_BASELINE/Methodology_for_the_definition_of_climate_baseline_and_future_scenarios_DEF.pdf)

<sup>70</sup> Serie di dati fornite dal Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Marche, dall'Osservatorio Meteorologico Valerio di Pesaro e dall'Osservatorio Meteorologico A. Serpieri di Urbino.



**Tabella 2** - Trend stimati (in 10 anni) degli indici estremi di precipitazione dal 1960 al 2015. Tra parentesi i trend statisticamente non significativi

Fonte: elaborazione ISPRA su dati del Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Marche, Osservatorio Meteorologico Valerio di Pesaro e Osservatorio Meteorologico A. Serpieri di Urbino

	RX1day (mm)	R95p (mm)	SDII (mm/giorno)	CDD (giorni)	R20 (giorni)
Ascoli Piceno	+5.83	+21	+0.37	(+0.11)	(+0.57)
Servigliano	(+3.2)	(+5.42)	(+0.16)	(+0.8)	(+0.18)
Jesi	(-0.36)	(+7.36)	+0.27	(+1.13)	(+0.19)
Macerata	(+0.23)	(+0.32)	(+0.06)	(+1.33)	(+0.21)
Spinetoli	(+1.47)	(+5.68)	(+0.12)	(+0.58)	(+0.08)
Pesaro	(-1.44)	(+18.81)	+0.29	(+0.71)	+0.84
Senigallia	(-1.96)	(-6.38)	(+0.04)	(+0.82)	(-0.04)
Urbino	(+2.48)	(+10.92)	(+0.17)	+1.11	(+0.09)
Fabriano	(-0.82)	(-16.6)	(+0.08)	(+1.0)	(-0.38)

L'analisi dei **trend delle temperature** (media, minima, massima) mostra un chiaro segnale di riscaldamento, con tendenze generalmente in aumento e statisticamente significative (**Tabella 3**). L'incremento della temperatura media annuale varia da +0.15°C/10

anni, stimato nella stazione di Fabriano, a +0.47°C/10 anni, stimato nella stazione di Urbino. L'analisi stagionale mostra incrementi consistenti in estate e più modesti in inverno, confermando quanto osservato a livello nazionale (Desiato F. *et al.*, 2016).

**Tabella 3** - Trend stimati della temperatura media (°C/10 anni) dal 1960 al 2015. Tra parentesi i trend statisticamente non significativi

Fonte: elaborazione ISPRA su dati del Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Marche, Osservatorio Meteorologico Valerio di Pesaro e Osservatorio Meteorologico A. Serpieri di Urbino

	Annuale	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Ascoli Piceno	+0.32	(+0.21)	+0.33	+0.49	+0.22
Servigliano	+0.35	(+0.05)	+0.36	+0.63	+0.37
Jesi	+0.22	+0.25	(+0.17)	+0.27	(+0.14)
Macerata	+0.33	+0.20	+0.38	+0.60	(+0.20)
Pesaro	+0.39	+0.19	+0.33	+0.57	+0.28
Fano	+0.37	+0.31	+0.32	+0.49	+0.31
Urbino	+0.47	(+0.20)	+0.46	+0.75	+0.33
Fabriano	+0.15	(-0.01)	+0.13	+0.33	(+0.03)

Gli **indici estremi di temperatura** confermano la chiara tendenza al riscaldamento osservata dall'analisi dei trend, con un incremento degli indici rappresentativi degli estremi di caldo e una riduzione degli indici che descrivono gli estremi di freddo (**Tabella 4**). Le tendenze calcolate, in prevalenza statisticamente significative, mettono in evidenza una marcata riduzione dei giorni con gelo (FD), delle notti fredde (TN10P) e dei giorni freddi

(TX10P); al contrario, si osservano forti aumenti dei giorni caldi (TX90P) e delle notti calde (TN90P), delle notti tropicali (TR20), dei giorni estivi (SU25), della durata delle ondate di calore (WSDI) e dei giorni molto caldi con temperatura superiore a 30°C (SU30).

**Tabella 4** - Trend stimati (in 10 anni) degli indici estremi di temperatura dal 1961 al 2015. Tra parentesi i trend statisticamente non significativi

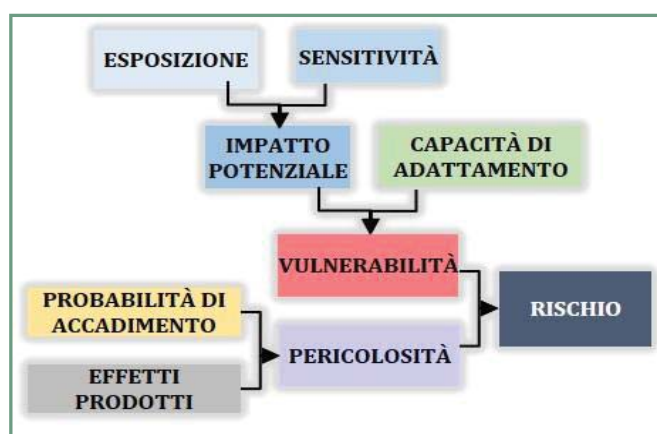
Fonte: elaborazione ISPRA su dati del Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Marche, Osservatorio Meteorologico Valerio di Pesaro e Osservatorio Meteorologico A. Serpieri di Urbino

	FD0 (giorni)	SU25 (giorni)	TR20 (giorni)	TN10P (%)	TN90P (%)	TX10P (%)	TX90P (%)	WSDI (giorni)	SU30 (giorni)
Ascoli Piceno	(-0.46)	+5.44	+3.61	(-0.71)	+2.13	-1.13	+2.82	+5.01	+8.0
Servigliano	+6.83	+13.39	(+0.24)	+1.73	(+0.26)	-2.59	+5.96	+10.27	+14.04
Macerata	(-0.46)	+6.53	+5.42	(-0.8)	+1.99	-0.97	+3.41	+6.16	+7.97
Pesaro	-2.44	+8.49	+5.88	1.69	+2.56	-2.66	+2.38	+1.93	+5.95
Fano	-2.1	+8.3	+3.97	-2.4	+1.78	-3.22	+2.41	+3.0	+6.11
Jesi	-3.75	(-1.08)	+3.94	-2.56	+2.2	(-0.02)	(+0.47)	(-0.68)	(-0.52)
Urbino	-4.94	+7.84	+6.81	-2.29	+3.45	-0.93	+3.18	+5.58	+6.85
Fabriano	(+1.5)	+2.56	(+0.57)	(+0.20)	(+0.40)	(0.04)	+1.10	+3.93	+3.74

## ANALISI DI RISCHIO E VULNERABILITÀ

Seguendo una metodologia comune basata sull'impostazione proposta nel *GIZ Vulnerability Sourcebook - concept and guidelines for standardised vulnerability assessments* (Fritzsche *et al.*, 2014)<sup>71</sup>, ogni team comunale ha valutato il grado di rischio e di vulnerabilità locale agli impatti dei cambiamenti climatici in riferimento ai settori di governo ritenuti strategici sulla base delle varie specificità locali (es. agricoltura, salute umana, ambiente, ecc.). Come sottolineato da Fritzsche

*et al.* (2014), poiché sussistono ancora troppe ambiguità e differenze di interpretazione nella recente impostazione IPCC (IPCC, 2014) e in assenza di casi di applicazione esemplificativi, il framework metodologico che si è preferito utilizzare è ancora quello proposto da IPCC AR4 (IPCC, 2007), che definisce la **vulnerabilità** in funzione dell'**esposizione**, della **sensibilità** e della **capacità di adattamento**, e il **rischio** in funzione della vulnerabilità e della **pericolosità** (**Grafico 2**).



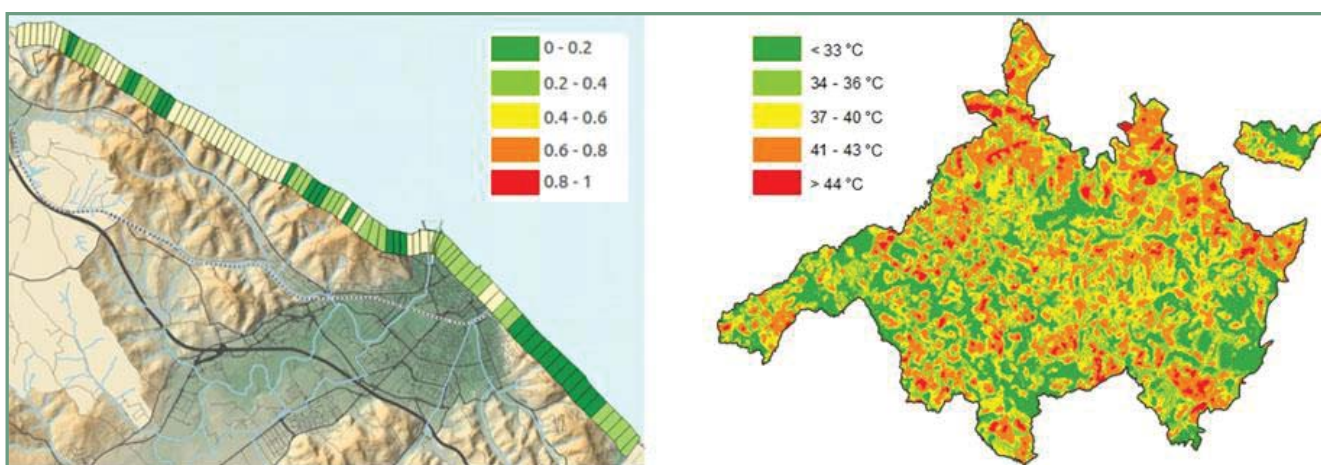
**Grafico 2** - Schema concettuale del framework metodologico per la valutazione di vulnerabilità e analisi di rischio (IPCC, AR4)

Fonte: IPCC, AR4 (2007)

<sup>71</sup>[http://www.lifeseadapt.eu/fileadmin/user\\_upload/ALLEGATI\\_LIFESECADAPT/EXCHANGE/C2\\_Risk\\_and\\_Vulnerability\\_Assessment\\_analysis/METHODOLOGY\\_FOR\\_VULNERABILITY\\_AND\\_RISK\\_ASSESSMENT.pdf](http://www.lifeseadapt.eu/fileadmin/user_upload/ALLEGATI_LIFESECADAPT/EXCHANGE/C2_Risk_and_Vulnerability_Assessment_analysis/METHODOLOGY_FOR_VULNERABILITY_AND_RISK_ASSESSMENT.pdf)

Le analisi sono state sviluppate in maniera **quantitativa** (laddove possibile) e **qualitativa** per i seguenti settori e relativi impatti di natura climatica: agricoltura (erosione dei suoli, carenza idrica), protezione ambientale (incendi boschivi, dissesto idrogeologico), salute umana (stress termico in aree urbane), degrado del patrimonio culturale ed erosione costiera. Per ogni settore sono stati identificati specifici indicatori (di esposizione, sensibilità e capacità di adattamento)<sup>72</sup>, utilizzati come *proxy* per

descrivere sia il fenomeno considerato sia le specifiche caratteristiche del sistema urbano e territoriale. Tramite il popolamento, la normalizzazione, la pesatura (ove possibile), l'aggregazione e la classificazione di tali indicatori, è stato possibile combinarli insieme ottenendo indicatori spaziali quantitativi e dettagliate mappe di rischio e vulnerabilità, utili per definire le strategie e le azioni di adattamento che andranno a comporre il Piano (**Grafico 3**).



**Grafico 3** - Indicatore sintetico di vulnerabilità dell'erosione costiera del Comune di Pesaro (a sinistra) e indicatore di *Land Surface Temperature* (LST) del Comune di Urbino (a destra)  
 Fonte: Comune di Pesaro e Comune di Urbino

I risultati sono stati poi aggregati in una matrice di sintesi, che combina i gradi di vulnerabilità e di rischio di ciascun settore, fornendo una chiara panoramica

delle priorità di intervento declinate nella strategia di adattamento e nel piano di azione (**Tabella 5**).

**Tabella 5** - Matrice di sintesi delle analisi di vulnerabilità (V) e di rischio (R) effettuate dai Comuni (L: lieve – B: basso - M: moderato - A: alto - E: elevato - ND: valore generale non definito)

Fonte: SVIM su dati forniti dai Comuni partner del progetto LIFE SEC ADAPT

	Erosione suoli		Carenza idrica		Incendi boschivi		Dissesto idrogeol.		Stress termico		Degrado beni cult.		Erosione costiera	
	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R
Ascoli Piceno	A	E	M	A	M	ND			B	B				
Fabriano	M	A	M	A	M	A	ND	B	M	A				
Fermo	A	E	M	A			B	M						
Jesi	M	E	M	E					ND	ND				
Macerata	A	E	M	A			ND	ND	M	ND				
Offida	A	E	M	A	A	A	B	M	M	M				

<sup>72</sup> Selezionati a partire dagli indicatori proposti a livello europeo (Climate-ADAPT, Covenant of Mayors, EEA, etc.), nazionale (Strategia Nazionale di Adattamento) e regionale (Rete Ecologica della Regione Marche, etc.).

Pesaro	A	E	M	A			ND	ND	M	A			ND	ND
San Paolo di Jesi	M	A	M	A			B	M	B	M				
Santa Maria Nuova	A	A	M	A			B	A	M	A				
Senigallia	A	A	M	A			B	A	A	E				
Urbino	M	E	M	A	M	A	B	M			M	M		

## DEFINIZIONE DEL PIANO DI ADATTAMENTO

Sulla base dei risultati delle valutazioni climatiche e delle analisi di rischio e vulnerabilità, e seguendo una metodologia comune sviluppata nell'ambito del progetto LIFE SEC ADAPT<sup>73</sup>, i team comunali hanno proceduto alla redazione e successiva approvazione in Consiglio Comunale dei Piani di Adattamento, tramite l'implementazione delle seguenti fasi (**Grafico 4**):

- sintesi delle principali risultanze della valutazione climatica e delle analisi di rischio e vulnerabilità a livello locale;
- definizione di una visione di lungo termine che ispirerà le future azioni a sostegno del clima e della resilienza nel proprio comune;
- identificazione delle potenziali opzioni di adattamento (strategie e misure);
- definizione delle priorità di intervento e selezione delle migliori opzioni (piano di azione).



**Grafico 4** - Principali fasi per la redazione del Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici

Fonte: *Methodology for drafting of the climate change adaptation strategy at municipal level*, Regione Istriana (2018)

Le strategie e le misure di azione identificate, riferite al breve (2025), medio (2030) e lungo (2050) termine, sono sia di **tipo diretto**, proponendo specifiche soluzioni di adattamento agli impatti dei cambiamenti climatici sia di **tipo trasversale**, contribuendo a creare una comunità

resiliente al clima che cambia e a sostenere il processo di adattamento nel tempo.

Al fine di garantire la migliore implementazione del Piano di Adattamento, particolare attenzione è stata rivolta alla corretta integrazione trasversale del Piano negli

<sup>73</sup>[http://www.lifeseadapt.eu/fileadmin/user\\_upload/ALLEGATI\\_LIFESECADAPT/EXCHANGE/C3\\_Adoption\\_of\\_Local\\_Climate\\_adaptation\\_strategy\\_and\\_plans\\_through\\_SEAP\\_integration/Methodology\\_Strategy\\_and\\_Action\\_Plan.pdf](http://www.lifeseadapt.eu/fileadmin/user_upload/ALLEGATI_LIFESECADAPT/EXCHANGE/C3_Adoption_of_Local_Climate_adaptation_strategy_and_plans_through_SEAP_integration/Methodology_Strategy_and_Action_Plan.pdf)



strumenti di programmazione e pianificazione comunali, attraverso la declinazione di specifiche azioni finalizzate all'aggiornamento dei Piani, Programmi e Regolamenti vigenti (es. aggiornamento del Regolamento Urbanistico ed Edilizio, aggiornamento del Piano di Protezione Civile, ecc.).

Per ogni strategia/misura, le azioni sono state declinate attraverso specifiche “schede di azione”, che contengono

la descrizione generale delle attività previste, i responsabili dell'attuazione (compresi gli stakeholders), il periodo di implementazione, i riferimenti/sinergie con le altre pianificazioni comunali e di settore, la stima dei costi previsti, le risorse eventualmente disponibili e gli indicatori di monitoraggio (preferibilmente quantitativi).

A TITLE OF MEASURES								
numero	titolo	PRINCIPALI ATTIVITÀ PREVISTE PER LA REALIZZAZIONE STRATEGICA DEL SISTEMA URBANO						
A12								
<p><b>DESCRIPTION OF THE OBJECTIVES</b></p> <p>Assecondare e sfruttare l'azione del capitale naturale rientra nelle azioni prioritarie per la mitigazione degli effetti delle sostanze inquinanti e, in particolare per mitigazione degli effetti delle isole di calore e del cambiamento climatico. Questi maggiori servizi devono divenire l'elemento polarizzante per la definizione di nuove policy pubbliche che, rigorosamente legate alla conoscenza qualitativa e quantitativa dei servizi ecosistemici, possono essere orientate in modo da favorire la resilienza del sistema urbano. Il piano strutturale, partendo dal miglioramento della funzionalità dei servizi ecosistemici, favoriscono la mitigazione degli effetti del cambiamento climatico e favoriscono la fruizione di servizi ecosistemici agricoli, in un quadro di piena sostenibilità economica, ambientale e sociale. Si prospetta dunque l'esigenza di ridurre le aree adibite, aumentare la superficie da destinare a nuovi modelli strutturali e funzionali di particolare valore ecologico e adottare le "foreste urbane", come riferimento per la pianificazione e la progettazione dei diversi sistemi di verde urbano, pertanto attente al benessere dei cittadini, alla tutela della biodiversità e alla riduzione dell'artificializzazione degli spazi urbani e quindi alla riduzione del consumo di suolo.</p>								
<p><b>PLANNING PARAMETERS</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>fascia temporale</th> <th>struttura referente</th> <th>livello di pianificazione</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4-8</td> <td>A area tecnica - uff. del verde B area tecnica - uff. cartografico</td> <td>S A</td> </tr> </tbody> </table> <p>risorse economiche: costi presunti complessive 360 158,40 € annuali 45 019,80 €</p>			fascia temporale	struttura referente	livello di pianificazione	4-8	A area tecnica - uff. del verde B area tecnica - uff. cartografico	S A
fascia temporale	struttura referente	livello di pianificazione						
4-8	A area tecnica - uff. del verde B area tecnica - uff. cartografico	S A						
<p><b>EXPECTED RESULTS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Realizzazione di green infrastructure per ricomporre gli spazi verdi urbani e periferici;</li> <li>favore soluzioni nature based solutions per il miglioramento delle condizioni di benessere e qualità della vita;</li> <li>integrazione delle infrastrutture verdi con la mobilità urbana sostenibile sostenendo la riduzione degli spazi asfaltati;</li> <li>utilizzo di cerchi di recupero di aree urbane degradate;</li> <li>attivazione di processi di recupero dei corsi d'acqua e delle zone ripariali e acquatiche;</li> <li>pianificare interventi per ridurre la produzione di allergeni;</li> <li>tutela della biodiversità ecologica attraverso il Piano di monitoraggio e Gestione del Verde.</li> </ol>								
<p><b>MONITORING</b></p> <p>mappatura coperture arboree/arbustive in estensione                      mappatura parietali in estensione                      controlli della qualità dell'aria (SO<sub>2</sub> - NO<sub>2</sub> - PM<sub>10</sub> - O<sub>3</sub>)                      controllo di specie con pollini dal basso potere allergenico</p>								
<p><b>STAKEHOLDERS INVOLVED</b></p> <p>Provincia AN                      Soprintendenza Beni Storici e Architettonici</p>								

Grafico 5 - Format della scheda di azione  
 Fonte: Piano di Adattamento del Comune di Jesi

Infine, per definire il Piano d'Azione effettivamente realizzabile nel breve e medio periodo (2030), si è proceduto a classificare le azioni individuate in una scala di priorità, sulla base dei seguenti criteri valutativi: (i) livello di rischio associato al fenomeno climatico affrontato; (ii) priorità dell'azione rispetto alle scelte

programmatiche dell'amministrazione comunale; (iii) complementarità dell'azione con alcune delle azioni previste nel piano di mitigazione (azioni win-win); (iv) sostenibilità dell'azione a prescindere dalle questioni climatiche (azioni *no regret*); (v) caratterizzazione dell'azione come non strutturale o strutturale.

**BIBLIOGRAFIA**

Desiato F. *et al.*, 2016. *Gli indicatori del clima in Italia nel 2015*. Tecnical Report XII.  
 EEA, 2016. *Urban adaptation to climate change in Europe 2016. Transforming cities in a changing climate*. EEA report 12/2016. ISSN 1977-8449.  
 EEA, 2017. *Copernicus Land Monitoring Service - High Resolution Layer Forest - Product Specifications*.

Fritzsche *et al.*, 2014. *The Vulnerability Sourcebook - concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*.  
 IPCC, 2007. *Fourth Assessment Report - AR4*.  
 IPCC, 2014. *Fifth Assessment Report - AR5*.  
 ISPRA, 2017. *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*.



Kendall, M.G. and Stuart, A., 1976. *The Advanced Theory of Statistics. Volume 3: Design and Analysis, and Time-Series*. Charles Griffin & Co. Ltd., London & High Wycombe.

Klein Tank AMG. *et al.*, 2009. *Guidelines on Analysis of Extremes in a Changing Climate in Support of Informed Decisions for Adaptation*. Climate Data and Monitoring WCDMO, n° 72.

Mann, H.B., 1945. *Nonparametric Tests against Trend*. *Econometrica*, 13, 245-259.

MATTM, 2014. *Strategia Nazionale di Adattamento Climatico*.

MATTM, 2017. *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici* (PNACC, Prima stesura per la consultazione pubblica Luglio 2017).

Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, C., Alewell, C., Lugato, E., Montanarella, L., 2015. *Estimating the soil erosion cover-management factor at European scale*. *Land Use policy journal*. 48C, 38-50.

Peterson A.T. *et al.*, 2001. *Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae*. *Ecological Modelling* 144, 21–30.

Sen, P.K., 1968. *Estimates of the Regression Coefficient based on Kendall's Tau*. *Journal of the American Statistical Association*, 63, 1379-1389.

Vicente-Serrano, S.M., S. Begueria and J.I. Lopez-Moreno, 2010. *A multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index*. *Journal of Climate*, 23: 1696–1718.

Wang X. L., Feng F. 2014 (2009-V1). *RHtestsV4 User Manual*. Climate Research Division, ASTD, Ontario, Toronto, Environment Canada.

WMO, 2012. *Standardized Precipitation Index User Guide*. WMO-No. 1090, Geneva, Switzerland.

WMO, 2014. *ClimPACT2 Software for calculating indices of climate extremes*.

Yue S., Pilon P., Cavdias G., 2002. *Power of the Mann–Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series*. *Journal of hydrology* 259, 254-271.

## SITOGRAFIA

<http://www.lifeseadapt.eu/>

<https://www.covenantofmayors.eu/>

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

<http://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-adaptation/introduction>

[www.istat.it](http://www.istat.it)

<https://www.r-project.org/>

<http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>

## RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento particolare a:

- Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente delle Marche per il coinvolgimento nel presente Report SNPA;

Comuni marchigiani partner del progetto LIFE SEC ADAPT (Ascoli Piceno, Fabriano, Fermo, Jesi, Macerata, Offida, Pesaro, San Paolo di Jesi, Santa Maria Nuova,

Senigallia e Urbino), per il lavoro svolto per la redazione dei Piani di Adattamento ai Cambiamenti Climatici;

- Centro Funzionale della Protezione Civile della Regione Marche, Osservatorio Meteorologico Valerio di Pesaro e Osservatorio Meteorologico A. Serpieri di Urbino per le serie storiche di precipitazione e temperatura fornite;

Regione Marche P.F. Urbanistica, Paesaggio e Informazioni Territoriali, per i dati forniti necessari all'elaborazione delle analisi di rischio e vulnerabilità;

- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) per il supporto tecnico-scientifico fornito a SVIM per l'elaborazione delle analisi climatiche, degli scenari e delle analisi di rischio e vulnerabilità a livello regionale.

# RESILIENZA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI NELLE AREE URBANE, IL CONTRIBUTO DELL'OSSERVATORIO CLIMA

Rodica Tomozeiu, Vittorio Marletto  
ARPAe Emilia-Romagna, Osservatorio clima

## OSSERVATORIO CLIMA E DATI STORICI

La conoscenza del cambiamento climatico è una condizione indispensabile per una gestione sostenibile del territorio, attraverso la pianificazione di strategie di mitigazione e di adattamento, che possano favorire la resilienza dei cittadini, delle infrastrutture e delle diverse attività produttive. A supporto delle politiche regionali, già dal 2017 la Regione Emilia-Romagna aveva previsto l'istituzione di un Osservatorio sui cambiamenti climatici e relativi impatti (in breve Osservatorio clima) all'interno dell'Agenzia regionale per la prevenzione dell'ambiente e energia (ARPAe). L'Osservatorio è diventato operativo nel 2019 e fornisce numerosi servizi climatici basati su dati storici, analisi, proiezioni climatiche e previsioni stagionali al fine di stimare, a diverse scale spaziali e temporali, la variabilità climatica in atto e le sue proiezioni nel futuro.

Per adempiere a questi compiti l'Osservatorio dispone di un archivio di lungo periodo dal quale è stato tratto il dataset [Eraclito](#) che contiene dati giornalieri dal 1961 a oggi di temperatura minima, massima e precipitazione, disposti su una griglia regolare di 5 km, ottenuti interpolando le osservazioni delle stazioni meteorologiche (Antolini *et al.*, 2015). L'analisi Eraclito consente tra le altre cose di stimare la frequenza degli eventi estremi e le tendenze dei cambiamenti in atto, informazioni indispensabili per definire un profilo climatico osservato.

Una dei principali applicazioni del dataset Eraclito consiste nella realizzazione dell'Atlante climatico regionale che nel 2017 è giunto alla seconda edizione e descrive i cambiamenti avventi tra il 1961 e il 2015. I segnali del cambiamento climatico sono in effetti ben visibili anche sul territorio dell'Emilia-Romagna e nelle sue città. Lo studio condotto presso ARPAe-Simc ha

evidenziato sul territorio dell'Emilia-Romagna un aumento di 1 °C ogni 20 anni per le temperature massime e di 1 °C ogni 50 anni per le temperature minime. Il segnale di incremento è più forte durante la stagione estiva, quando si registrano aumenti anche nella durata delle ondate di calore e delle notti tropicali.

L'Atlante inoltre mette in evidenza una lieve diminuzione delle precipitazioni a livello annuale, tranne che per la stagione autunnale. Sebbene le tendenze non siano statisticamente significative, a partire dagli anni '80 del secolo scorso si è tuttavia registrato una maggiore frequenza delle anomalie climatiche intense, sia positive che negative, soprattutto durante il periodo estivo.

Sono altresì sempre più frequenti eventi estremi quali precipitazioni intense, alluvioni lampo, venti forti, grandinate molto dannose, gelate e nevicate tardive, siccità anche lunghe e invernali. Per documentare anche questi aspetti dei cambiamenti in atto l'Osservatorio clima cura, a partire dal 2017, la produzione di rapporti idro-meteo-clima a consuntivo annuale che sono disponibili con molto altro materiale nella pagina web [www.arpae.it/clima](http://www.arpae.it/clima).

## PROIEZIONI CLIMATICHE E REGIONALIZZAZIONE

È ben noto che i modelli numerici (*Global Climatic Models*) sono lo strumento principale per lo studio dei cambiamenti climatici futuri, anche se il grado di dettaglio spaziale che li caratterizza non è ancora sufficiente a rappresentare i fenomeni climatici a scala locale. Per trasferire i risultati dei GCM alla scala locale necessaria per applicazioni regionali e urbane, da parte della comunità scientifica sono state sviluppate tecniche di "regionalizzazione" che usano metodi dinamici (*Regional Climate Models*), o statistici (*Statistical Downscaling*).

Con la partecipazione a diversi progetti nazionali e internazionali la Struttura Idro-Meteo-Clima di ARP Ae (ARPAe-Simc) ha acquisito negli anni una robusta esperienza operativa nelle tecniche di regionalizzazione statistica, che hanno consentito la realizzazione delle proiezioni climatiche locali e nell'ambito urbano (Tomozeiu *et al.*, 2017). La costruzione di queste proiezioni locali è stata effettuata per diversi scenari emissivi (A1B, RCP4.5, RCP8.5) mediante l'utilizzo degli archivi sviluppati con i progetti [ENSEMBLES](#) e [CORDEX-CMIP5](#).

Nel profilo climatico futuro, costruito sul territorio regionale mediante la tecnica di regionalizzazione statistica applicata alle proiezioni del modello climatico globale del Centro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici e per lo scenario emissivo intermedio RCP4.5, si evidenziano ulteriori segnali di cambiamento per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1971-2000. Le proiezioni indicano infatti un aumento molto probabile di circa 2,5 °C nella stagione estiva e di 1,5 °C nelle altre stagioni. Sempre per il medesimo periodo è probabile una diminuzione della precipitazione soprattutto durante l'estate, mentre un suo possibile incremento potrà caratterizzare la stagione autunnale (ARPAe, 2018 [Strategia regionale per i cambiamenti climatici](#)).

## STUDI URBANI

Le specificità proprie dell'ambiente urbano possono ulteriormente differenziare le proiezioni climatiche, in termini sia di magnitudo sia di segno, rispetto alle corrispondenti proiezioni a scala regionale. Con le tecniche di regionalizzazione è dunque necessario spingersi oltre nella risoluzione spaziale per ricavare proiezioni ancora più dettagliate da utilizzare nei piani di mitigazione e di adattamento e in generale nella pianificazione urbana e metropolitana.

Nel progetto [Life BlueAP](#) 2012-2015 venne seguita proprio questa direzione. Il Comune di Bologna è stato il primo comune italiano che ha sottoscritto l'iniziativa del Patto dei sindaci denominata [Mayors Adapt](#), iniziativa sostenuta dalla Commissione Europea che supporta l'azione locale per l'adattamento fornendo un servizio di assistenza e di guida.

Il progetto BlueAp si è concluso con la formulazione del piano di adattamento al cambiamento climatico per Bologna, che include le misure concrete per rendere la città più resiliente. Inizialmente il profilo climatico era basato sullo scenario emissivo A1B, successivamente è stato aggiornato tenendo conto dello scenario emissivo RCP4.5.

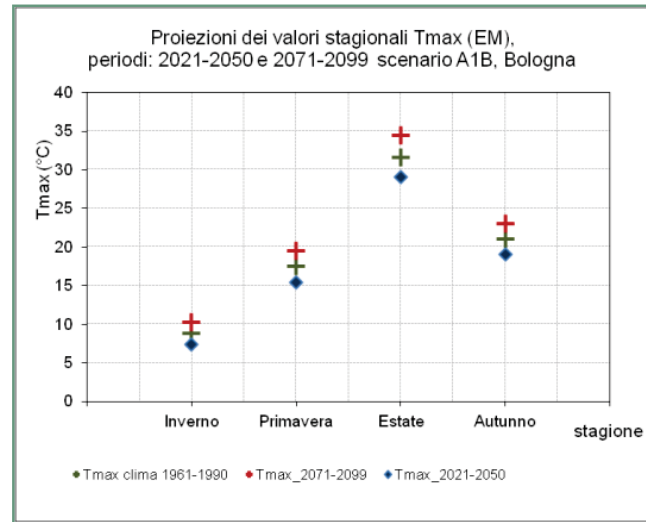
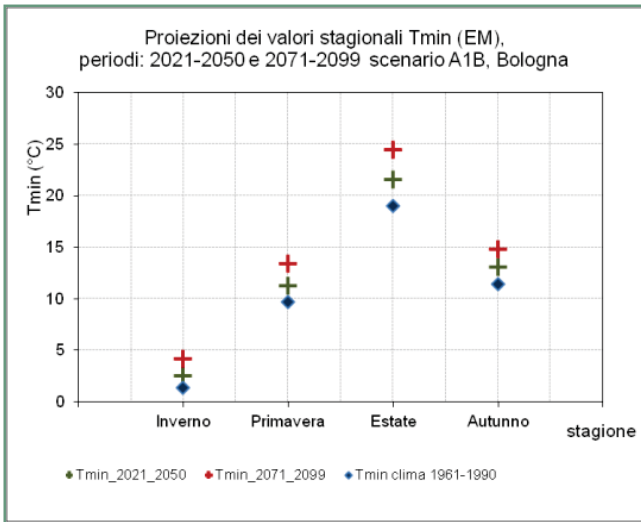
Rispetto al periodo di riferimento 1961-1990, le proiezioni per il territorio di Bologna mostrano un probabile aumento delle temperature per i periodi 2021-50 e 2070-99, con anomalie più intense durante il periodo estivo.

Il **Grafico 1** mostra le proiezioni della media di temperatura minima e massima stagionale a Bologna per i periodi 2021-50 e 2070-99 relative allo scenario emissivo A1B.

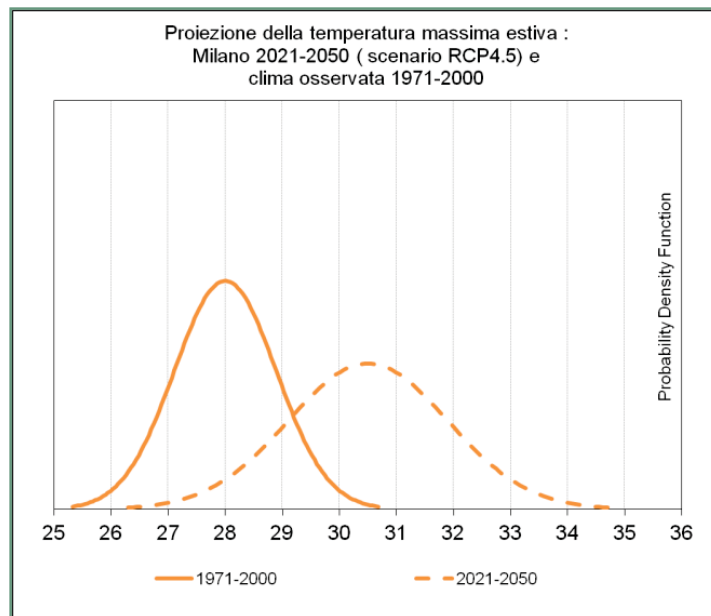
ARPAe-Simc ha speso la propria esperienza anche in altri progetti, sempre relativi all'ambito urbano, per le città di Reggio Emilia (2018), Milano (2019) e per il territorio provinciale di Modena e Piacenza. In particolare, il profilo climatico disegnato per Milano vede per il periodo 2021-2050 un aumento di circa 1°C per le temperature minime e di circa 2°C per le temperature massime rispetto al periodo di riferimento climatico 1971-2000.

Il **Grafico 2** mostra le curve di distribuzione della temperatura massima estiva della città di Milano, presente e futura, costruite per lo scenario emissivo RCP4.5. Lo spostamento verso valori più caldi delle curve di distribuzione della temperatura evidenzia probabili cambiamenti anche per i valori estremi di temperatura.

A seguito di queste evidenze del cambiamento climatico in atto e delle sue proiezioni future emerge la necessità impellente di segnalare la crescente pericolosità dei fattori climatici che, combinata con le note vulnerabilità dei territori urbani, li espone a rischi climatici crescenti. Tutto ciò al fine di predisporre politiche efficaci di adattamento e mitigazione per aumentare la resilienza delle aree urbane.



**Grafico 1** - Proiezioni di cambiamento climatico a Bologna con dettaglio stagionale, ottenute attraverso la regionalizzazione statistica applicata a modelli climatici globali per la temperatura minima e massima giornaliera (Tmin e Tmax), per i periodi 2021-2050 e 2071-2099, basati sullo scenario emissivo A1B (<http://www.blueap.eu/site/documenti/>)  
 Fonte: ARP Ae, Osservatorio clima



**Grafico 2** - Distribuzione statistica delle temperature massime estive a Milano: linea piena osservata nel periodo 1971-2000, tratteggiata proiezioni 2021-2050 (scenario emissivo RCP4.5)  
 Fonte: ARP Ae Osservatorio clima

## BIBLIOGRAFIA

Antolini G., Auteri L., Pavan V., Tomei F., Tomozeiu R., Marletto V., 2015. *A daily high-resolution gridded climatic data set for Emilia-Romagna, Italy, during 1961-2010*. International Journal of Climatology 08/2015; DOI:10.1002/joc.4473.

Antolini G., Pavan V., Tomozeiu R., Marletto V., 2017. *Atlante climatico dell'Emilia-Romagna 1961-2015*.

## SITOGRAFIA

ARPAe, 2018. Strategia regionale per i cambiamenti climatici. ([http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici/materiali-vari/documenti\\_vecchia\\_versione/strategia-regionale-per-i-cambiamenti-climatici](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici/materiali-vari/documenti_vecchia_versione/strategia-regionale-per-i-cambiamenti-climatici))

ARPAe [www.arpae.it/clima](http://www.arpae.it/clima)

CORDEX-CMIP5 <https://www.cordex.org/data-access/>

ARPAe Emilia-Romagna, 32 pp, Isbn: 978-88-87854-44-2.

Tomozeiu R., Pasqui M., Quaresima S., 2017. *Future changes of air temperature over Italian areas: a statistical downscaling technique applied to 2021-2050 and 2071-2100 periods*. Meteorology and Atmospheric Physics doi.org/10.1007/s00703-017-0536-7.

ENSEMBLES <http://ensembles-eu.metoffice.com/>

Eraclito:

[https://www.arpae.it/dettaglio\\_documento.asp?id=6147&idlivello=1528](https://www.arpae.it/dettaglio_documento.asp?id=6147&idlivello=1528)

Life BlueAP: <http://www.blueap.eu/site>

Mayors Adapt <https://www.pattodeisindaci.eu/it/>



# BUONE PRATICHE PER UN PIANO DI ADATTAMENTO URBANO

## Dalla metodologia al monitoraggio delle azioni

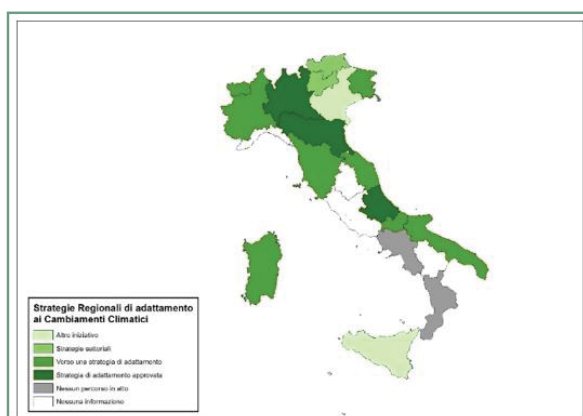
Alessandro Secchia  
Università degli studi di Torino

Osservando i piani di adattamento, i piani climatici e le strategie che hanno redatto le maggiori città europee si osserva una sostanziale disomogeneità: ogni città ha deciso, in tempi diversi, di pianificare attraverso differenti strumenti. C'è chi ha redatto un piano ambientale, chi un piano climatico, chi una strategia di adattamento e chi ancora una strategia di azione; nei report più generali è spesso presente anche la mitigazione. Gli elaborati sono diventati, in parte, un modo di comunicare alla popolazione dove la città ha deciso di indirizzare le proprie attività e le modalità per attuarle. In questo lavoro verranno discusse queste categorie, insieme ad alcune buone pratiche riscontrate nei piani e nelle strategie delle maggiori città europee e non. In Italia i piani di adattamento non sono ancora diffusi e anche le regioni non sono, spesso, attrezzate. Vi è una sostanziale differenza nella metodologia utilizzata per i piani urbani di adattamento nel nostro paese e quelli delle altre grandi città straniere; più in generale il modo di affrontare la pianificazione e gli strumenti utilizzati variano molto. Così

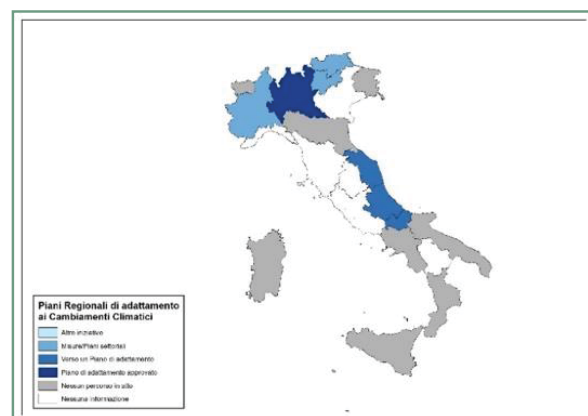
come variano le tipologie di azioni utilizzate, ovvero il modo in cui esse vengono concettualmente divise. Infine, vengono riportati dei focus su alcune tematiche, solitamente sottovalutate, quali il coinvolgimento della popolazione, la comunicazione e il monitoraggio; ciascuna di esse sarà accompagnata da una buona pratica proveniente dai report urbani.

### PIANI DI ADATTAMENTO IN ITALIA

I piani di adattamento ai cambiamenti climatici, come le politiche di adattamento, sono strumenti sostanzialmente nuovi all'interno delle istituzioni a tutti i livelli, soprattutto, in Italia. Basti pensare che nel nostro paese oltre alla strategia nazionale di adattamento, (MATTM, 2014) (esiste anche una bozza del piano nazionale di adattamento mai approvata (MATTM, 2017)), a qualche strategia (**Grafico 1**) e piano regionale (**Grafico 2**), sono solo due le città che hanno un piano di adattamento urbano e sono Bologna e Ancona, con Torino che ha iniziato i lavori per redigerne uno.



**Grafico 1** - Strategie regionali di adattamento ai Cambiamenti Climatici



**Grafico 2** - Piani Regionali di adattamento ai

C'è però una differenza sostanziale tra questi piani urbani. I piani di Ancona e Bologna erano stati redatti nell'ambito di progetti europei che avevano messo a disposizione fondi e figure professionali (progetto LIFE per Bologna e progetto ACT per Ancona) Torino invece è la prima città che sta sviluppando il piano di adattamento ai cambiamenti climatici internamente con i propri uffici, gli uffici strutturali della città e l'Agenzia regionale per la protezione ambientale (ARPA Piemonte). Nell'attesa che il piano sia completato, il percorso di Torino può essere di ispirazione per tante altre realtà locali anche più piccole che hanno iniziato ad interfacciarsi con queste materie ma non hanno ancora deciso di iniziare un percorso di pianificazione. Inoltre, è un fenomeno che coinvolge molti vettori ambientali (acqua, energia, biodiversità, rifiuti, ecc.), ed ha ripercussioni sociali ed economiche locali. Di conseguenza, non può essere affrontato separatamente da uno specifico dipartimento dell'amministrazione locale, ma richiede un approccio interdipartimentale che tenga conto della complessità del cambiamento climatico. L'intera amministrazione deve essere coinvolta in questa sfida.

## LE METODOLOGIE DI ALCUNE CITTÀ EUROPEE

Le maggiori città europee hanno tutte sviluppato una pianificazione diretta o in cui rientri in parte l'adattamento; le modalità usate sono però differenti: alcune città hanno scelto di utilizzare una strategia/piano ambientale o climatico dove rientrano i cambiamenti climatici e di conseguenza anche l'adattamento, in queste strategie vi è di solito un capitolo dedicato ad esso. Altre città hanno invece deciso di sviluppare delle strategie di adattamento, utilizzando perciò uno strumento più generale rispetto alle amministrazioni che hanno scelto di redigere un piano di adattamento vero e proprio. Di seguito vengono presentate queste 3 categorie per individuare i punti di forza di ciascuna scelta e le possibili motivazioni.

Le città che hanno deciso di sviluppare una strategia ambientale o climatica sono principalmente città di grandissime dimensioni ove un'analisi di vulnerabilità puntuale risulterebbe troppo dispersiva e lunga, così come gli elenchi delle azioni, si è optato perciò per dei report più diffusi nei quali vengono descritti in maniera generale gli impatti legati ai cambiamenti climatici e

vengono dettate le linee guida principali che la città vuole seguire per far fronte a queste problematiche. L'approccio metodologico di queste strategie è di tipo *top down* e l'adattamento viene di solito sviluppato in un unico capitolo ove sono descritte soprattutto alcune azioni pilota già realizzate e vengono anche esposte alcune buone prassi su come comportarsi in caso di vulnerabilità. A questa strategia, solitamente di grandi dimensioni, possono seguire altri report più piccoli di approfondimento su determinate materie affini.

Le città che hanno deciso di fornirsi di una strategia di adattamento o di resilienza sono città di medio grandi dimensioni con una grande progettualità e presenza istituzionale. Oltre alla strategia di adattamento vi sono anche report legati alla mitigazione e piani energetici. I rapporti legati all'adattamento hanno, di nuovo, un approccio, quasi sempre, *top down* ove vengono spiegati i cambiamenti climatici e gli scenari futuri prima di analizzare le vulnerabilità e di elencare alcune azioni già adottate e le linee guida per rendere la città resiliente al peggiorarsi degli impatti.

Le città che hanno deciso di sviluppare veri e propri piani di adattamento sono poche e le dimensioni sono variabili. Si riscontrano diverse tipologie di approcci: alcune città definiscono il proprio lavoro come piano di adattamento utilizzando un approccio *top down* che non si discosta molto dalle strategie, sono in alcune parti più puntuali e con maggiore attenzione alle azioni e alle loro caratteristiche: costi, tipologia di azione, tempistiche, fattibilità, etc. Altre città hanno invece sviluppato piani di adattamento con un approccio maggiormente *bottom up*, lo si nota quasi subito, dai primi capitoli: l'introduzione ai cambiamenti climatici e alle vulnerabilità è subito locale e non vi sono lunghi paragrafi o capitoli sul riscaldamento globale, sulle cause e sugli scenari futuri. In questi casi, si inizia subito con un'analisi di vulnerabilità del territorio della città dove vengono elencati e sviluppati i vari impatti, che di solito sono sempre gli stessi: siccità, alluvioni e ondate di calore. Anche il modo di elencare le azioni è, solitamente, molto puntuale e perciò fatto di grandi e, spesso, dispersive tabelle: vengono elencate tutte le azioni e per ciascuna di esse sono descritte le caratteristiche più importanti. È molto particolare vedere che gli unici due report, veramente *bottom up*, siano i due piani di adattamento delle città italiane e anche Torino

sta redigendo il suo piano con le stesse modalità di Bologna e Ancona.

## LE TIPOLOGIE DI AZIONI

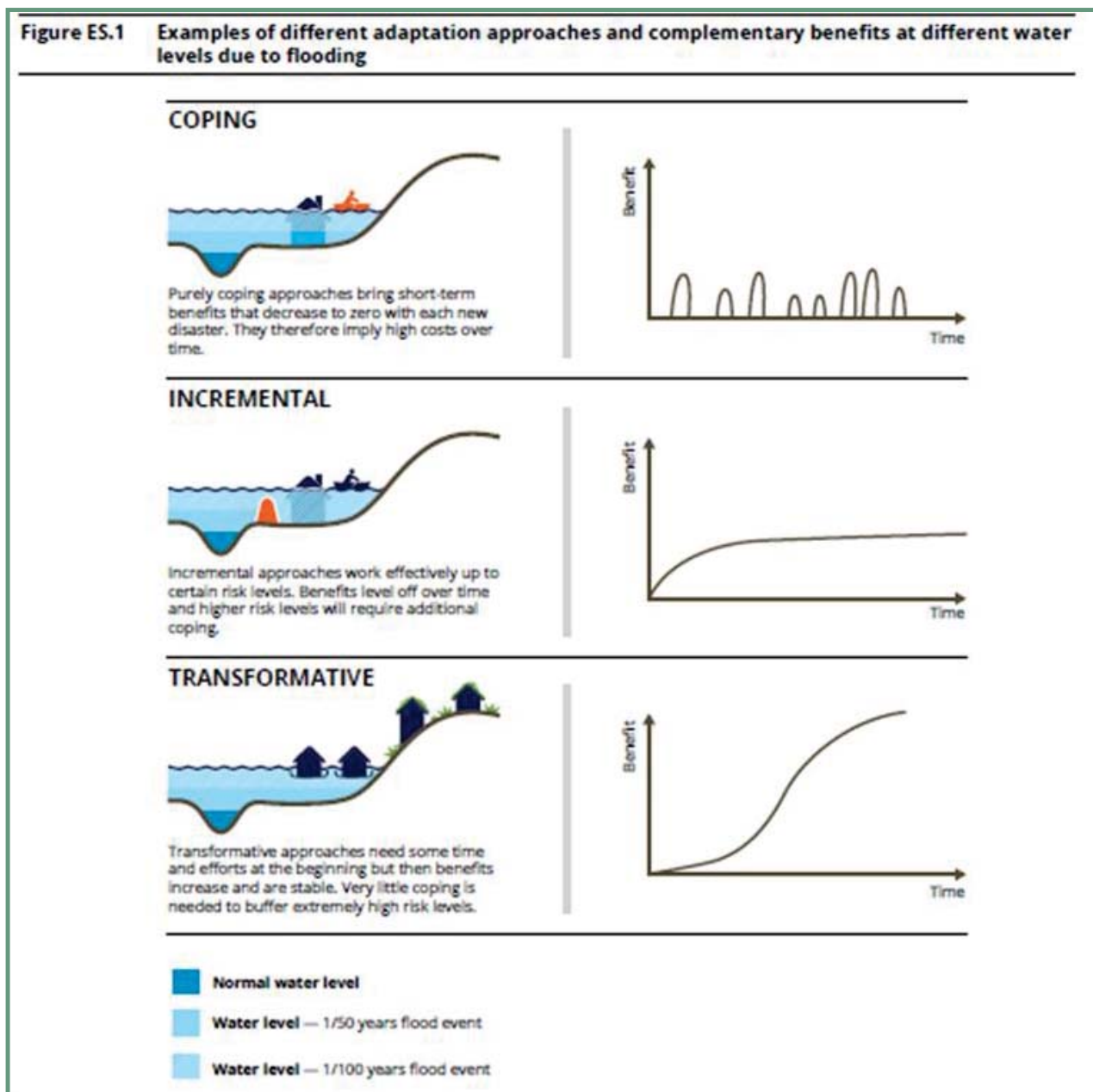
I piani di adattamento possono anche elencare centinaia e centinaia di azioni, per questo motivo è necessario dividere le azioni e cercare di raggrupparle; per far ciò sono state create diverse tipologie di azioni e ogni volta dietro a queste modalità di raggruppamento vi sono risvolti concettuali nel modo di intendere le azioni di adattamento. Queste modalità di raggruppamento sono in costante sviluppo, è dunque importante cercare di comprendere le ragioni che hanno portato a una o all'altra suddivisione, così come è importante leggere i report delle grandi organizzazioni che si occupano di adattamento; un nuovo modo di intendere le azioni può permettere di rivalutarle e di innovarle. Di seguito sono riportate alcune delle modalità più significative che si possono trovare nei vari report, alcune di esse derivano da piani/strategie di adattamento altre invece da report sull'adattamento in sé.

La prima e, forse, la più diffusa classificazione è quella utilizzata dall'Unione Europea che divide le azioni di adattamento come green, soft e grey: le misure green fanno riferimento all'approccio basato sugli ecosistemi (o sulla natura) e si avvalgono dei molteplici servizi forniti dagli ecosistemi naturali per migliorare la capacità di resilienza e adattamento. Le opzioni soft comprendono misure politiche, legali, sociali, gestionali e finanziarie che possono alterare il comportamento umano e gli stili di governance, contribuendo a migliorare la capacità di adattamento e ad aumentare la consapevolezza sulle questioni relative ai cambiamenti climatici. Le misure grey si riferiscono a soluzioni tecnologiche e ingegneristiche per migliorare l'adattamento del territorio, delle infrastrutture e delle persone. Un'altra classificazione è quella reattiva o anticipatoria (proattiva). L'adattamento reattivo si verifica dopo la manifestazione degli impatti iniziali del cambiamento climatico, mentre l'adattamento anticipatorio (o proattivo) ha luogo prima che gli impatti siano evidenti.

Il piano di Copenaghen (City of Copenaghen, 2011) considera tre livelli di adattamento. La priorità più bassa va a quelle misure che sono solo in grado di rendere più facile e / o meno costoso il ritorno alla situazione iniziale dopo l'incidente. Livello 1: l'obiettivo è ridurre la

probabilità che l'evento si verifichi, preferibilmente prevenendolo completamente. A questo livello si trovano la costruzione di dighe, le costruzioni sopra il livello del mare, l'adattamento della capacità fognaria, la gestione delle acque piovane ecc. Se le misure possono essere attuate efficacemente a questo livello, le misure ai livelli 2 e 3 non saranno necessarie. Livello 2: l'obiettivo è ridurre la portata dell'evento, a questo livello ci sono sistemi di allarme per la pioggia, l'installazione di scantinati impermeabili, l'utilizzo di sacchi di sabbia, l'adattamento degli spazi pubblici in modo che possano immagazzinare l'acqua piovana, ecc. Se le misure a questo livello possono essere prese efficacemente, le misure al livello 3 non saranno necessarie. Livello 3: l'obiettivo è quello di ridurre la vulnerabilità all'evento adottando misure che rendano più facile e meno costoso ritornare alla situazione iniziale dopo un evento. A questo livello sono estesi l'utilizzo di scantinati, la preparazione di emergenze con pompe ecc.

L'ultima classificazione elencata, più completa, innovativa e utilizzata attualmente, si riferisce a quella fornita dall'Agenzia ambientale europea (EEA). Si tratta di tre tipologie sviluppate in *Urban adaptation to climate change in Europe 2016* (EEA,2016): Coping, azioni che portano benefici nel breve termine, la loro utilità dura solo nel corso dell'evento e hanno però alti costi nel tempo, Incremental, sono invece le azioni che garantiscono un livello di adattamento finito, ossia fino a certi livelli di rischio, con livelli maggiori bisognerà aumentare la capacità dell'azione, infine, le azioni Trasformative che necessitano di un importante investimento iniziale ma che garantiscono benefici stabili nel futuro. Nell'infografica (**Grafico 3**) vengono spiegate in maniera più intuitiva le tre tipologie e a ciascuna viene associato un grafico di utilità nel tempo.



**Grafico 3** - Esempi di differenti approcci di adattamento e benefici corrispondenti a diversi livelli d'acqua a causa di inondazioni  
 Fonte: EEA

### IL COINVOLGIMENTO DELLA POPOLAZIONE

Il coinvolgimento della popolazione, all'interno del percorso di sviluppo del piano, può portare a grandi vantaggi: si crea una conoscenza più diffusa, si riesce ad arrivare a problematiche difficilmente riscontrabili con una semplice analisi, si aumenta la "lente

d'ingrandimento" nei confronti dei quartieri ove il coinvolgimento è attuato. Così facendo, inoltre, i cittadini possono esprimere la loro opinione e possono riscontrare un eventuale *feedback* all'interno del report. Coinvolgere i cittadini è, però, un processo lungo e dispendioso che difficilmente un'amministrazione di medie dimensioni può permettersi senza l'aiuto di



associazioni, comitati, realtà o figure esterne che si rendano disponibili per attuare il processo di coinvolgimento, ascolto e progettazione con la cittadinanza. Gli “addetti ai lavori” sono, perciò, fondamentali per riuscire a coinvolgere la popolazione attivamente e far sì che il processo di coinvolgimento arrivi a più persone possibili e crei conoscenza.

### Barcellona

Una città, di grandi dimensioni, che ha deciso di coinvolgere la cittadinanza nello sviluppo del suo piano climatico è Barcellona. Il piano *Barcelona Climate Plan* (Ajuntament de Barcelona, 2018) coinvolge tutte le questioni riguardanti il clima: mitigazione, adattamento, sostenibilità, giustizia climatica etc. La città spagnola ha coinvolto 141 organizzazioni nel percorso intitolato “Barcelona’s commitment to the climate” (CBC). L’obiettivo generale del processo di coproduzione del consiglio comunale è stato quello di fornire uno spazio al pubblico in cui esprimere le proprie opinioni e apportare contributi al Piano per il clima. Gli obiettivi operativi erano i seguenti: informare le organizzazioni e i singoli cittadini sul piano per il clima e pubblicizzarlo attraverso la rete di Barcellona più sostenibile (More Sustainable Barcelona network), esaminare l’analisi del piano climatico del consiglio comunale, raccogliere proposte che possono essere incluse nel Piano climatico e spiegare ai cittadini come vengono prese in considerazione. È stato avviato un processo di coproduzione che è durato da luglio a dicembre 2017, per raccogliere le idee di individui o organizzazioni, sono state organizzate diverse sessioni nelle quali è stato prima presentato il piano per il clima insieme al processo di coproduzione che la città aveva pensato di attuare, è stata quindi istituita una dinamica partecipativa in cui sono state avanzate varie proposte a cui è seguita una sessione aperta al pubblico dove la piattaforma Decidim ha raccolto 27 proposte. A livello comunale è stata istituita una squadra nell’ambito del consiglio di corresponsabilità dello spazio pubblico per affrontare i cambiamenti climatici con i seguenti obiettivi: valutare e monitorare i progetti e le politiche sui cambiamenti climatici (mitigazione e adattamento) nella città, sviluppare e guidare azioni e progetti per mitigare e adattarsi ai cambiamenti climatici (guidare i progetti tradizionali esistenti nella propria sfera e presentarne di nuovi), diffondere e far conoscere, sia internamente che

pubblicamente, i progetti su cui si sta lavorando, aumentare il livello di informazioni che i dipendenti municipali hanno su questo problema.

All’interno del team sono stati creati tre gruppi di lavoro per rispondere a domande specifiche che richiedono un approccio trasversale specifico: gruppo 1 *resilienza* e adattamento ai cambiamenti climatici, con l’obiettivo di identificare i rischi e le sfide emergenti per il cambiamento climatico, gruppo 2 *efficienza energetica* negli edifici comunali, con l’obiettivo di ridurre i consumi negli edifici, valutare le opzioni per farlo e aumentare l’autoproduzione e gruppo 3 *cultura dell’energia* e sensibilizzazione sui problemi dei cambiamenti climatici, con l’obiettivo di identificare le esigenze di formazione e comunicazione interne (attori chiave, messaggi e conoscenze che devono essere trasmessi, spazi esistenti che possono essere utilizzati, ecc.). Inoltre, sono stati organizzati incontri specifici con il personale tecnico comunale nelle aree coinvolte nel Piano e sono state organizzate varie sessioni informative, insieme a una sessione partecipativa interna che ha coinvolto tutti i dirigenti comunali per definire e concordare le misure del Piano per il clima. I cittadini di Barcellona e il Consiglio Comunale hanno assunto un impegno congiunto, nonché un impegno reciproco all’interno delle rispettive sfere, per unificare le iniziative necessarie per raggiungere gli obiettivi del CBC. Il Consiglio ha contribuito con cinque misure strategiche e sette progetti prioritari, mentre la rete di cittadini ha definito nove progetti da realizzare nel corso di due anni.

Quello di Barcellona è un percorso articolato che però ha sfruttato alcune realtà già presenti sul territorio per organizzare e produrre delle iniziative reali. È difficile leggendo il report della città spagnola capire quanto sia poi stato effettivamente utile per il piano questo processo, rimane però l’idea che anche senza grandi risultati avere la pazienza e la volontà di affrontare un percorso del genere possa far crescere esponenzialmente la consapevolezza dei cittadini, il rispetto nell’istituzione e la capacità reale del team di lavoro del piano di raggiungere la città e i suoi abitanti.

Per i lavori futuri è potenzialmente molto interessante quanto è successo nell’ultimo anno in Europa e in Italia grazie a Greta Thunberg. Oggi moltissime città, anche di medie dimensioni, hanno gruppi semi-organizzati di



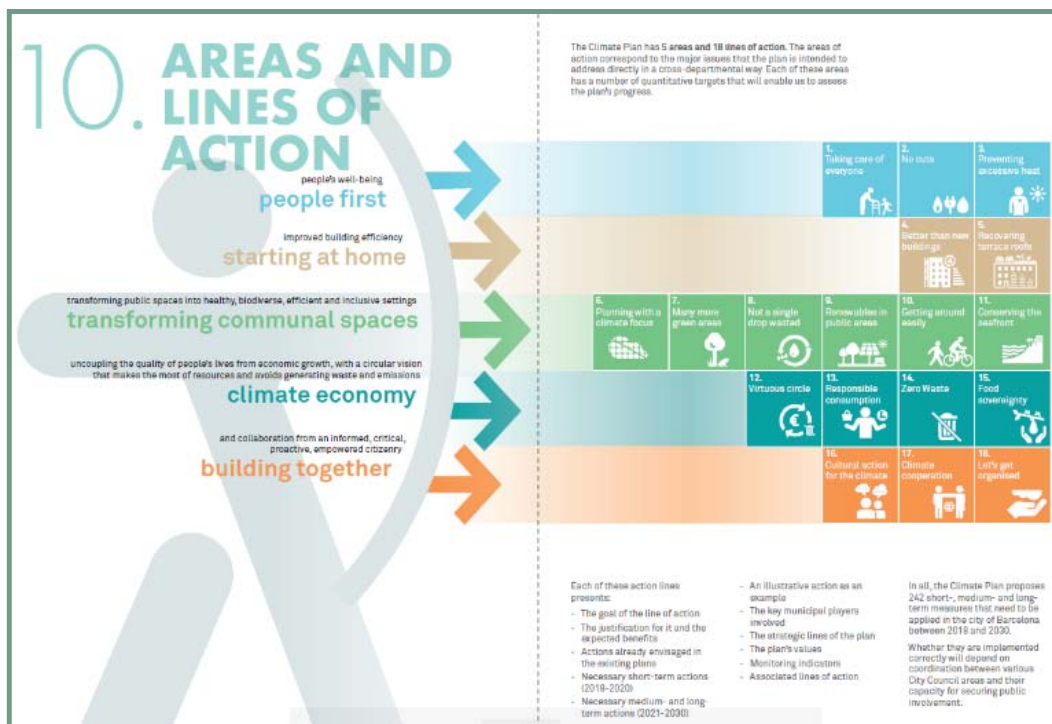
persone che pubblicamente sostengono la lotta ai cambiamenti climatici, anche se questi sono più focalizzati attorno alla mitigazione. Coinvolgere le città in un percorso dal basso potrebbe essere interessante per far crescere la cultura dell'adattamento e, soprattutto, per veicolare all'interno dell'amministrazione e del suo lavoro le crescenti forze e idee che questi movimenti hanno portato: non si tratta solo di *Friday For Future* ma anche di *Extinction Rebellion* e di altre piccole realtà, oltre ovviamente a quelle che erano già presenti sui territori.

### LA COMUNICAZIONE NEI PIANI DI ADATTAMENTO

Il modo di comunicare all'interno dei piani è fondamentale per riuscire ad arrivare al pubblico che si desidera raggiungere, ecco perché è importante decidere a priori a chi si rivolge il report, solo così si potrà impostare il modo in cui si descrivono i vari capitoli, il livello scientifico, la complessità, etc. Questa decisione deve essere coerente per tutto il report, si può decidere di rivolgersi agli "addetti ai lavori" e strutturare un piano molto puntuale e dettagliato o invece rivolgersi ai cittadini per aumentare la consapevolezza generale sulle vulnerabilità e l'adattamento. La divisione tra le metodologie *bottom up* e *top down* già di per sé dà un indirizzo di comunicazione. Parte importante è la modalità con cui si decide di esporre le azioni; si può scegliere di raggrupparle secondo la loro tipologia, secondo la vulnerabilità a cui rispondono, secondo la loro scadenza o secondo altri modi. Questa scelta è importante, può rendere più semplice il modo in cui la città decide di intervenire nei confronti dei cambiamenti climatici, le linee generali e i macro-obiettivi; ma può anche risultare lunga e pesante, non fornendo un indirizzo immediato sulle intenzioni di sviluppo della città.

In questo senso si può citare l'ottimo esempio, seppure riguardante un piano climatico (che dunque non affronta solo l'adattamento), di Barcellona; *Barcelona Climate Plan* (Ajuntament de Barcelona, 2018). La città catalana ha scelto 5 macro-aree di intervento: "prima le persone", "partendo dalla casa", "trasformazione degli spazi comuni", "economia climatica" e "costruire insieme", nelle quali ha poi inserito 18 linee di azione che si sviluppano all'interno di esse e toccano tematiche sociali, economiche, energetiche, ambientali, edili e culturali. Questa tipologia di organizzazione è di immediata

comprensione per il lettore e, soprattutto, dà un'idea ben precisa di come la città intenda svilupparsi per far fronte ai cambiamenti climatici, e non solo, che la attendono. Le macro-aree e le linee di azione vengono affrontate una alla volta, all'interno delle linee di azione sono descritti i benefici, il piano generale di azione, un'azione "pilota", l'elenco delle azioni a breve termine, a medio lungo termine, gli attori municipali coinvolti, le linee strategiche generali e gli indicatori di monitoraggio, inoltre questo schema richiama molto i 17 obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite che ormai quasi tutti i cittadini sono in grado di riconoscere. Credo che questa impostazione e questo modo di comunicare le azioni possa essere molto intuitivo e funzionale, anche solo per azioni di adattamento, con modalità più descrittive.



**Grafico 4 - Piano climatico di Barcellona. Macroaree di intervento**  
 Fonte: Barcelona Climate Plan, 2018

## GLI INDICATORI DI MONITORAGGIO

La creazione di un piano di adattamento non è fine a sé stessa, la sua utilità e il lavoro ad esso collegato non finiscono con la pubblicazione: Il monitoraggio, la comunicazione e la valutazione forniscono *feedback* sull'efficacia delle azioni di adattamento intraprese e sui progressi realizzati. Pertanto, il monitoraggio consente di scoprire lacune, apportare le modifiche necessarie e migliorare il processo decisionale futuro; è un processo continuo di esame dei progressi compiuti nella pianificazione e attuazione dell'adattamento climatico. Ciò potrebbe includere anche il monitoraggio del contesto e dell'ambiente in cui si verificano le azioni che modellano la resilienza e la vulnerabilità. L'obiettivo può essere descritto come: "tenere traccia dei progressi compiuti nell'attuazione di un intervento di adattamento utilizzando la raccolta sistematica di dati su indicatori specifici e rivedendo la misura in relazione ai suoi obiettivi e input, comprese le risorse finanziarie". In proposito due esempi molto diversi tra loro sono Helsinki e New York.

## Helsinki

Dopo aver pubblicato la strategia di adattamento urbano nel 2012 HSY (*Helsinki regional environmental services*) ha creato un gruppo di monitoraggio che ha pubblicato, all'inizio del 2015, il primo rapporto di monitoraggio relativo al periodo 2012-2014; *Helsinki Metropolitan Area Climate Change Adaptation Strategy: Implementation during 2012-2014* (HSY, 2015). Per far ciò sono state create quattro categorie: "eccellente" (per azioni attuate e completate con successo), "buono" (per azioni e processi in corso), "che richiede sforzi aggiuntivi" (per azioni che non sono ancora iniziate o che sono in ritardo) e "scarso". Per facilitare la comunicazione, le categorie hanno le icone con le faccine corrispondenti. I servizi ambientali della regione di Helsinki li hanno originariamente sviluppati per comunicare i risultati del monitoraggio della sicurezza alimentare e delle ispezioni in ristoranti e punti vendita in Finlandia. Sono state selezionate le faccine per il primo rapporto sugli indicatori per la loro familiarità tra i residenti della città. Questo è un modo, semplice, di rendere il monitoraggio e la valutazione alla portata di tutti.

## New York

Nel 2010, il gruppo di esperti scientifici sui cambiamenti climatici (*New York City Panel on Climate Change*) ha pubblicato un rapporto in cui proponeva lo sviluppo di indicatori e di un sistema di monitoraggio che coprisse una gamma di indicatori quantificabili relativi alle variabili fisiche dei cambiamenti climatici: esposizione al rischio, vulnerabilità e impatti. Ha definito, inoltre, tre requisiti per la scelta dei criteri da utilizzare come indicatori (rilevanza politica, solidità analitica e misurabilità) e ha sottolineato che è importante che attori diversi (scienziati, ingegneri, funzionari della città) collaborino nella definizione e selezione degli indicatori. L'obiettivo generale degli indicatori e del sistema di monitoraggio era sostenere lo sviluppo di approcci di adattamento flessibili che contribuissero alla sostenibilità e alla resilienza climatica dell'intera regione di New York City. Ha identificato quattro vantaggi distinti da monitorare: l'efficienza della spesa pubblica e privata, l'efficacia delle misure di adattamento, l'eventuale miglioramento delle pratiche nel tempo e l'eventuale diminuzione delle vulnerabilità. L'utilizzo dei risultati del monitoraggio può informare i decisori e la politica, coinvolgere le parti interessate e le comunità per rendere l'adattamento un'attività dinamica, avvisare gli addetti ai lavori per attivare punti e soglie e avviare le necessarie correzioni. Nel complesso, ha sottolineato l'importanza di un monitoraggio ben coordinato e sostenuto, completo di finanziamenti.

Nel 2015, è stato pubblicato il quadro di monitoraggio NPCC2 (NYC Mayor's office of resiliency, 2015), che si basa sul lavoro e gli sviluppi dal 2010 e offre un processo in sette fasi per sviluppare gli indicatori. Vengono proposti una serie di indicatori riguardanti diversi argomenti tra cui clima, impatto, vulnerabilità sociale e resilienza. Gli elementi chiave per stabilire un sistema così completo includono l'integrazione e la collaborazione regionali e multi-istituzionali. Gli indicatori attualmente monitorati si concentrano fortemente sul cambiamento climatico fisico e su alcune variabili di impatto (zone costiere e innalzamento del livello del mare, risorse idriche e qualità, biodiversità ed ecosistemi); il quadro sottolinea inoltre la necessità di indicatori di misure di adattamento. Il monitoraggio deve tenere traccia degli indicatori nel tempo, per fornire informazioni sull'efficacia del presente e del futuro in risposta ai cambiamenti climatici. Un esempio concreto

di monitoraggio delle misure di adattamento attuate a New York è il programma Cool Roofs, che ha lo scopo di alleviare l'effetto isola di calore urbano nella città. Applica sette metriche di monitoraggio che coprono elementi sia dell'adattamento che della mitigazione, nonché l'impegno della comunità nel processo:

- consumo di elettricità, misurato in wattaggio e denaro speso, da parte di edifici selezionati che hanno ricevuto un rivestimento Cool Roof a New York;
- numero di metri quadrati rivestiti sul tetto;
- quantità di carbonio ridotta, calcolata dal metraggio quadrato dei tetti rivestiti;
- numero di volontari impegnati;
- numero di edifici rivestiti;
- numero di partecipanti alla forza lavoro verde;
- numero di partecipanti alla forza lavoro verde che assicurano lavoro e / o perfezionano la propria istruzione.

## BIBLIOGRAFIA

ACT, *Adaptig to climate change in time*, 2014.  
*Planning for adaptation to climate change guidelines for municipalities.*

Ajuntament de Barcelona, 2018. *Barcelona Climate Plan*. URL:

<https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/en>.

City of Copenhaghen, 2011. *Copenhagen Climate Adaptation Plan*. URL:

<https://international.kk.dk/artikel/climate-adaptation>.

Comune di Bologna 2015. *BLUEAP, Piano di adattamento città di Bologna*. URL:

<http://www.blueap.eu/site/>.

European Environmental Agency (EEA), 2016. *Urban adaptation to climate change in Europe*.

HSY, 2015. *Helsinki Metropolitan Area Climate Change Adaptation Strategy: Implementation during 2012- 2014*.

URL: <https://ilmastotyokalut.fi/>.

Ispra, 2018. *Strategie e Piani di adattamento ai Cambiamenti Climatici*. Annuario dei dati ambientali.

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM), Centro euro-mediterraneo per i cambiamenti climatici, 2017. *Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici*.

NYC Mayor's office of resiliency, 2015. *New York City Panel on Climate Change Report*. URL:

<https://www1.nyc.gov/site/orr/index.page>.

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM), 2014. *Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici*.

Rotterdam climate initiative, 2013. *Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy*; URL:

<http://rdcroterdam.com/>.

# AUTOVETTURE ELETTRICHE E INFRASTRUTTURA DI RICARICA PER FAVORIRE LA DECARBONIZZAZIONE DEI TRASPORTI

Letizia Buzzi

ISTAT - Direzione centrale per le statistiche ambientali e territoriali

I trasporti sono un settore chiave per raggiungere gli obiettivi stabiliti con l'accordo di Parigi sui cambiamenti climatici. Secondo la **Strategia europea per una mobilità a basse emissioni**, i trasporti, che rappresentano in Europa quasi un quarto delle emissioni di gas a effetto serra e la prima causa di inquinamento atmosferico nei centri urbani, devono diventare più efficienti dal punto di vista energetico<sup>74</sup> e la dipendenza dal petrolio deve essere ridotta e infine superata. La stessa **Strategia** chiama le regioni e le città, ossia i luoghi in cui più acuti sono i problemi, a svolgere un ruolo essenziale nella realizzazione di soluzioni di mobilità a basse emissioni.

La mobilità elettrica è una delle possibili soluzioni per attuare una decarbonizzazione dei trasporti<sup>75</sup>, che, perseguita per questa via, sarà tanto più efficace quanto maggiori sono la quota di energia prodotta da fonte rinnovabile e l'efficienza nella generazione termoelettrica. La mobilità elettrica offre però anche altri vantaggi: in primo luogo i veicoli elettrici, insieme ai veicoli a idrogeno, sono i più idonei per preservare una buona qualità dell'aria in quanto il loro funzionamento non produce emissioni di inquinanti atmosferici e, in secondo luogo, permettono una riduzione dell'inquinamento acustico utile soprattutto negli agglomerati urbani. Così, sostenuto da norme e strategie condivise a livello comunitario, in questi anni si sta sviluppando il comparto della mobilità elettrica. Secondo

l'Osservatorio europeo dei combustibili alternativi, alla fine del 2017 l'insieme dei 28 Stati membri dell'Unione europea (Ue28) annovera 650.571 autovetture elettriche<sup>76</sup> (1,3 autovetture per 1.000 abitanti) pari allo 0,2% del parco circolante nell'Unione e in aumento del 43,2% rispetto al 2016. Alla stessa data, l'infrastruttura di ricarica è costituita da 122.380 punti di ricarica (2,4 punti di ricarica per 10.000 abitanti) e segna un +5,5% rispetto all'anno precedente. In Italia le disponibilità *pro capite* di veicoli elettrici e punti di ricarica sono inferiori al dato medio nell'Unione tuttavia si conferma il medesimo trend di crescita: le autovetture elettriche<sup>76</sup> sono 13.246 (0,2 autovetture per 1.000 abitanti), lo 0,03% del parco nazionale, incrementate del 54,1% in un anno e i punti di ricarica sono 2.209 (0,5 punti di ricarica per 10.000 abitanti) +5,4% sul 2016 (**Grafico 1**).

La **Direttiva 2014/94/EU** stabilisce **requisiti minimi** per la costruzione dell'infrastruttura per i combustibili alternativi, inclusi i punti di ricarica per veicoli elettrici. Attraverso i rispettivi Quadri strategici nazionali, gli Stati membri devono assicurare la creazione, entro il 31 dicembre 2020, di un numero adeguato di punti di ricarica accessibili al pubblico in modo da garantire la circolazione dei veicoli elettrici almeno negli agglomerati urbani/suburbani e in altre zone densamente popolate. Il numero di tali punti di ricarica deve essere stabilito tenendo conto del numero stimato di veicoli elettrici immatricolati entro la fine del 2020 in ciascuno Stato

<sup>74</sup> Il consumo di energia del settore trasporti rappresenta il 33% del consumo di energia nell'UE e il 64,5% del consumo di petrolio.

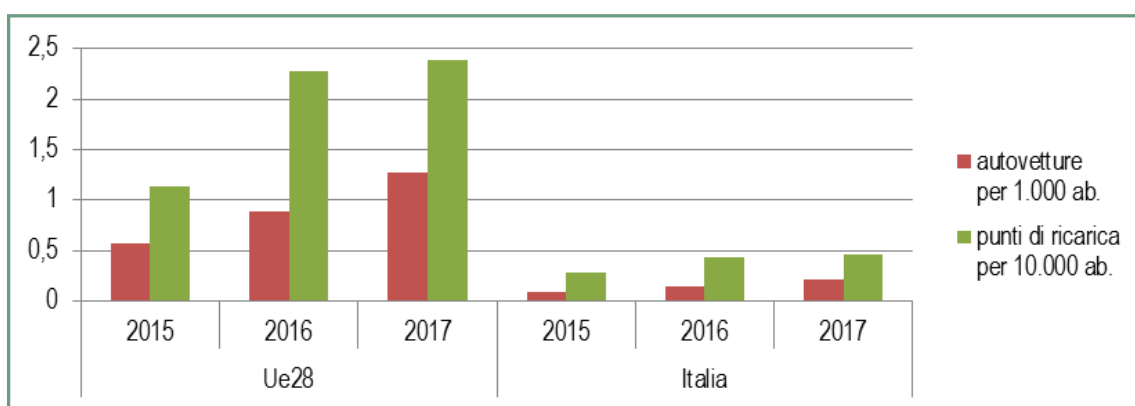
<sup>75</sup> La locuzione "decarbonizzazione dei trasporti" indica l'insieme delle azioni capaci di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> preservando la capacità del sistema di trasporto.

<sup>76</sup> Il dato include autovetture a trazione esclusivamente elettrica e ibrida plug-in.



membro e deve soddisfare, per essere adeguato, una media di almeno un punto di ricarica ogni 10 autovetture. La successiva Comunicazione della Commissione europea **COM (2017) 652 final** giudica troppo basso il numero di veicoli elettrici circolanti nell'UE28 a fine 2017 perché la valutazione d'impatto per la Direttiva 2014/94/UE prevede, prudentemente, 4 milioni di veicoli elettrici in circolazione entro il 2020 e conseguentemente 440.000 punti di ricarica accessibili al pubblico entro la stessa data. Considerando il livello raggiunto nel 2017

adempiere alla Direttiva 2014/94/EU appare poco realistico a meno di un'accelerazione molto significativa del tasso di crescita. Va inoltre considerato che alcuni Quadri strategici nazionali fissano obiettivi poco ambiziosi che limitano l'infrastruttura complessiva dell'Ue28 a meno di 200.000 punti di ricarica accessibili al pubblico entro il 2020, cioè molto al di sotto del livello previsto. L'Italia è tra quanti soddisfano integralmente gli obblighi relativi ai Quadri strategici nazionali<sup>77</sup>.



**Grafico 1 - Autovetture elettriche e infrastruttura di ricarica<sup>78</sup> nell'Unione europea (Ue28) e in Italia - anni 2015-2017 (autovetture per 1.000 abitanti, punti di ricarica per 10.000 abitanti)**

Fonte: elaborazione su dati European alternative fuels observatory

## LA MOBILITÀ ELETTRICA NEI COMUNI CAPOLUOGO

Nei 109 capoluoghi di provincia/città metropolitana, il 2017 è caratterizzato da un forte incremento del numero di auto a basse emissioni: "Ibride"<sup>79</sup> +36,9%, "Elettriche"<sup>80</sup> +26,3% e "Gas/bi-fuel"<sup>81</sup> +8,4%.

La crescita delle auto ibride ed elettriche è sostenuta dal contemporaneo sviluppo dell'infrastruttura necessaria per la loro ricarica che, nello stesso periodo, passa da un totale di 1.205 colonnine a 1.343 colonnine (+11,5%). Il Piano nazionale per la mobilità elettrica (PNire)<sup>82</sup> prevede, entro il 2020, l'installazione in Italia di massimo 19.000 punti di ricarica, cioè di circa un punto ogni 3.000

<sup>77</sup> Il Piano Nazionale Infrastrutturale per la Ricarica dei veicoli alimentati ad energia Elettrica (PNire) è stato varato con DPCM nel 2014, approvato dal Cipe nel 2015 e approvato di nuovo con DPCM e pubblicato in G.U. il 30 giugno 2016.

<sup>78</sup> Nel Grafico 1 barre delle autovetture e dei punti di ricarica di uguale altezza indicano 10 autovetture per punto di ricarica cioè il valore considerato idoneo dalla Direttiva 2014/94/EU. Una barra più alta (bassa) dell'altra indica sovrabbondanza (insufficienza).

<sup>79</sup> Autovetture ibride con e senza plug-in.

<sup>80</sup> In questo paragrafo la categoria "Elettriche" include solo le autovetture a trazione esclusivamente elettrica.

<sup>81</sup> Autovetture alimentate a gas (Gpl o metano) o con motore alimentato alternativamente a benzina e Gpl o benzina e metano (bi-fuel).

<sup>82</sup> La realizzazione del PNire è articolata in due fasi: la prima, relativa agli anni 2013-2016, intesa a favorire l'immissione dei veicoli elettrici e a definire gli standard (europei) per le infrastrutture di ricarica; la seconda, con termine nel 2020, vista come fase di consolidamento degli standard e di diffusione su larga scala dei veicoli elettrici. Il *target* 2020 prevede l'installazione di un numero variabile di punti di ricarica *normal power* (cioè con una potenza pari o inferiore a 22kW) compreso tra 4.500 e 13.000 unità e di altri 2.000 - 6.000 punti di tipo *high power* (cioè con potenza superiore a 22 kW). Ciò in ottemperanza alla Dir. 2014/94/EU che richiede agli Stati membri la creazione, entro il 31 dicembre 2020, di un numero adeguato di punti di ricarica accessibili al pubblico.

abitanti: alla fine del 2017 l'insieme dei 109 capoluoghi si attesta a 0,2 punti ogni 3.000 abitanti.

Lo stesso Piano però considera idoneo un numero di punti di ricarica pubblici non inferiore a un decimo dei veicoli circolanti (preferibilmente con ogni colonnina predisposta per servire due veicoli). In questo caso, non disponendo del numero di auto ibride plug-in, si può solo stimare per eccesso in 0,4 il rapporto tra colonnine di ricarica e auto elettriche relativo ai capoluoghi: poiché il numero delle auto elettriche è cresciuto, negli ultimi anni, più velocemente del numero delle colonnine, tale rapporto è in calo ma resta comunque molto superiore al valore considerato dal Piano (0,1), il che porta a concludere che l'infrastruttura di ricarica attuale sia già

ampiamente in grado di soddisfare nuovi utilizzatori (salvo naturalmente le disparità dovute alla distribuzione territoriale degli impianti, concentrati nelle grandi città). Questo rappresenta una buona premessa per un'espansione del sistema di mobilità sostenibile, atteso negli anni a venire anche per effetto delle politiche di incentivazione in atto.

Nonostante per i capoluoghi si delinei complessivamente una sostanziale crescita sia dell'infrastruttura di ricarica sia del parco di veicoli a basse emissioni, localmente sussistono delle differenze, legate sia alla ripartizione geografica sia alla dimensione demografica (**Tabella 1** e **Tabella 2**).

**Tabella 1** - Autovetture a basse emissioni e infrastruttura di ricarica per i veicoli ad alimentazione elettrica nei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana per ripartizione geografica - anni 2015-2017  
 (autovetture per 1.000 autovetture circolanti, colonnine di ricarica per auto elettrica circolante e per 10 km<sup>2</sup> di superficie comunale)

Fonte: ISTAT, Rilevazione Dati ambientali nelle città ed elaborazioni su dati Aci, Pubblico Registro Automobilistico

Ripartizioni	2015				2016				2017			
	Autovetture		Colonnine di ricarica		Autovetture		Colonnine di ricarica		Autovetture		Colonnine di ricarica	
	Ibride	Elettriche	per auto elettrica	per 10 km <sup>2</sup>	Ibride	Elettriche	per auto elettrica	per 10 km <sup>2</sup>	Ibride	Elettriche	per auto elettrica	per 10 km <sup>2</sup>
Nord <sup>(a)</sup>	5,5	0,23	0,6	1,0	7,4	0,30	0,5	1,1	9,6	0,38	0,4	1,3
Centro <sup>(a)</sup>	3,7	0,27	0,4	0,6	5,7	0,31	0,5	0,8	7,9	0,38	0,4	0,8
Mezzogiorno <sup>(a)</sup>	1,0	0,10	0,2	0,1	1,4	0,11	0,4	0,2	2,2	0,13	0,3	0,2
Italia <sup>(b)</sup>	3,6	0,20	0,4	0,5	5,1	0,25	0,4	0,6	6,9	0,31	0,4	0,7

<sup>a)</sup> Le diciture Nord, Centro, Mezzogiorno si riferiscono all'insieme dei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana appartenenti alle rispettive ripartizioni geografiche.

<sup>(b)</sup> La dicitura Italia si riferisce all'insieme dei 109 comuni capoluogo di provincia/città metropolitana.

Dal punto di vista geografico, si evidenzia l'esistenza di un gradiente negativo Nord-Sud, sia della quota di auto a basse emissioni (numero di autovetture ogni mille autovetture circolanti) sia della densità di colonnine di ricarica per veicoli elettrici (numero di colonnine per 10 km<sup>2</sup> di superficie comunale).

L'analisi per classe di popolazione mostra invece che i valori massimi per le auto "Ibride" ed "Elettriche" e per le colonnine di ricarica si registrano tra i capoluoghi con

oltre 250 mila abitanti e diminuiscono al diminuire dell'ampiezza demografica.

**Tabella 2** - Autovetture a basse emissioni e infrastruttura di ricarica per i veicoli ad alimentazione elettrica nei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana per classe di popolazione - anni 2015-2017  
 (autovetture per 1.000 autovetture circolanti, colonnine di ricarica per auto elettrica circolante e per 10 km<sup>2</sup> di superficie comunale)  
 Fonte: ISTAT, Rilevazione Dati ambientali nelle città ed elaborazioni su dati Aci, Pubblico Registro Automobilistico

Classi di popolazione	2015				2016				2017			
	Autovetture		Colonnine di ricarica		Autovetture		Colonnine di ricarica		Autovetture		Colonnine di ricarica	
	Ibride	Elettriche	per auto elettrica	per 10 km <sup>2</sup>	Ibride	Elettriche	per auto elettrica	per 10 km <sup>2</sup>	Ibride	Elettriche	per auto elettrica	per 10 km <sup>2</sup>
<50mila ab.	1,8	0,08	0,3	0,1	2,5	0,10	0,3	0,1	4,1	0,13	0,4	0,2
50-100mila ab.	2,2	0,11	0,6	0,2	2,9	0,13	0,6	0,2	4,3	0,16	0,6	0,3
100-250mila ab.	3,8	0,17	0,4	0,3	5,3	0,19	0,4	0,4	6,2	0,24	0,4	0,4
>250mila ab.	4,3	0,27	0,4	1,9	6,1	0,34	0,4	2,4	8,6	0,42	0,4	2,6
Italia <sup>(a)</sup>	3,6	0,20	0,4	0,5	5,1	0,25	0,4	0,6	6,9	0,31	0,4	0,7

<sup>(a)</sup> La dicitura Italia si riferisce all'insieme dei 109 comuni capoluogo di provincia/città metropolitana.

Per le auto "ibride", le presenze superano 10 autovetture ogni mille autovetture circolanti in 12 capoluoghi: Bologna (20,6), Milano (16), Bergamo<sup>(\*)</sup> (14,5), Varese<sup>(\*)</sup> (13,4), Vicenza<sup>(\*)</sup> (12,2), Como<sup>(\*)</sup> (12,1), Monza<sup>(\*)</sup> (11,7), Brescia<sup>(\*)</sup> (10,9), Padova (10,6), Roma (10,3), Modena<sup>(\*)</sup> (10,1) e Verona (10,1). La quota di auto a trazione

esclusivamente elettrica raggiunge l'1% solo a Reggio nell'Emilia<sup>(\*)</sup>, mentre questo tipo di autovettura è del tutto assente in 4 Comuni: Sondrio<sup>(\*)</sup> al Nord, Macerata<sup>(\*)</sup> al Centro (dove è massimo il "Gas/bi-fuel"), Caserta<sup>(\*)</sup> e Vibo Valentia<sup>(\*)</sup> nel Mezzogiorno (**Tabella 3**).

**Tabella 3** - Autovetture a basse emissioni e infrastruttura di ricarica per i veicoli ad alimentazione elettrica nei grandi comuni<sup>(a)</sup> - anni 2015-2017  
 (autovetture per 1.000 autovetture circolanti, colonnine di ricarica per auto elettrica circolante e per 10 km<sup>2</sup> di superficie comunale)  
 Fonte: ISTAT, Rilevazione Dati ambientali nelle città ed elaborazioni su dati Aci, Pubblico Registro Automobilistico

Comuni	2015				2016				2017			
	Autovetture		Colonnine di ricarica		Autovetture		Colonnine di ricarica		Autovetture		Colonnine di ricarica	
	Ibride	Elettriche	per auto elettrica	per 10 km <sup>2</sup>	Ibride	Elettriche	per auto elettrica	per 10 km <sup>2</sup>	Ibride	Elettriche	per auto elettrica	per 10 km <sup>2</sup>
Torino	2,7	0,17	0,1	0,5	3,7	0,19	0,1	0,8	6,4	0,34	0,3	4,9
Genova	2,2	0,12	0,5	0,7	3,3	0,08	0,8	0,7	5,4	0,15	0,5	0,7
Milano	9,7	0,47	1,2	21,0	12,3	0,78	0,7	21,0	16,0	0,91	0,6	21,0
Verona	5,2	0,21	0,1	0,2	6,8	0,21	0,1	0,2	10,1	0,26	0,2	0,5
Venezia	3,4	0,13	0,6	0,2	4,8	0,18	0,5	0,2	7,2	0,27	0,2	0,1
Padova	5,3	0,09	0,4	0,4	7,4	0,12	0,5	0,9	10,6	0,24	0,3	1,1
Trieste	3,4	0,05	1,8	1,1	4,3	0,07	1,3	1,2	6,0	0,09	1,0	1,2

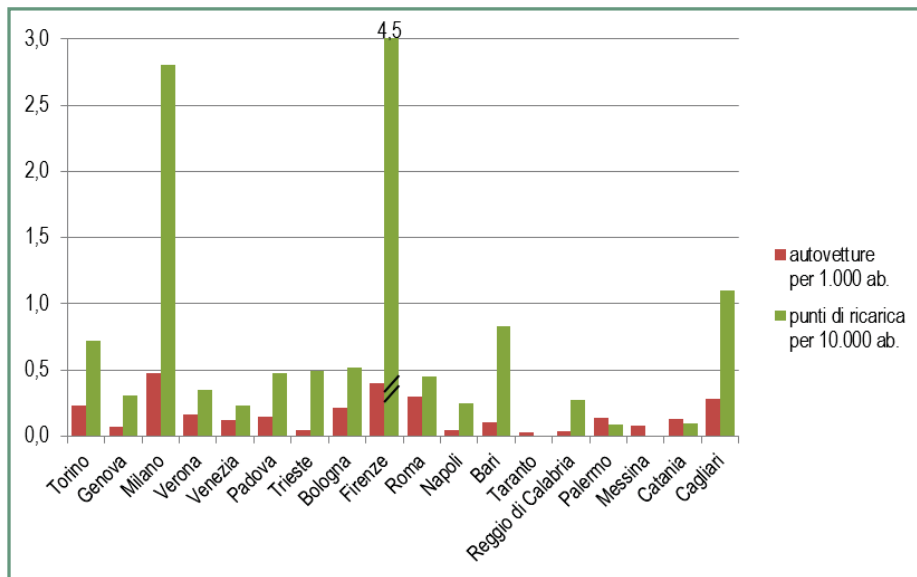
Bologna	10,0	0,26	0,4	1,4	14,9	0,36	0,3	1,4	20,6	0,40	0,2	1,4
Firenze	4,1	0,37	0,7	4,9	5,5	0,45	1,9	16,9	7,6	0,76	1,1	16,9
Roma	4,8	0,36	0,2	0,9	7,6	0,42	0,2	0,9	10,3	0,48	0,2	1,0
Napoli	0,6	0,06	-	-	0,9	0,06	0,8	2,0	1,5	0,08	0,5	2,0
Bari	1,4	0,11	1,4	2,2	2,0	0,15	1,0	2,2	3,1	0,19	0,8	2,3
Taranto	0,5	0,06	-	-	0,6	0,07	-	-	1,0	0,05	-	-
Reggio di Calabria	1,0	0,05	-	-	1,4	0,05	0,8	0,2	2,4	0,06	0,7	0,2
Palermo	1,2	0,20	..	0,1	1,7	0,20	0,1	0,4	2,6	0,24	0,1	0,4
Messina	0,7	0,11	-	-	1,0	0,11	-	-	1,7	0,13	-	-
Catania	0,5	0,17	0,1	0,2	0,8	0,17	0,1	0,2	1,6	0,18	0,1	0,2
Cagliari	1,9	0,25	-	-	2,7	0,33	0,5	2,0	4,3	0,43	0,4	2,0

(a) Grandi comuni: città con oltre 200 mila abitanti o capoluogo di città metropolitana.

Le maggiori densità per le colonnine di ricarica si osservano a Milano (21,0 colonnine per 10 km<sup>2</sup> di superficie comunale), Firenze (16,9) e Aosta<sup>(\*)</sup> (6,1). L'infrastruttura pubblica di ricarica non è presente in 39 Comuni: 9 al Nord, 8 al Centro e 22 nel Mezzogiorno.

Nel valutare la disponibilità di colonnine in relazione al numero di autovetture da ricaricare, si può considerare equilibrato un rapporto di almeno una colonnina ogni 10 autovetture, al di sotto del quale l'infrastruttura può ritenersi insufficiente rispetto al bacino di utenza. Considerando le sole auto a trazione esclusivamente elettrica (in realtà, una frazione dell'insieme delle auto da ricaricare, che includono anche le ibride plug-in, di cui non si conosce il numero) e i capoluoghi con più di 50 auto elettriche in circolazione, la disponibilità maggiore si rileva a Firenze (1,1 colonnine per auto), seguita da Brescia\* (0,7), Milano (0,6), Torino (0,3), Bologna, Reggio nell'Emilia\* e Roma (0,2). Palermo rasenta la dotazione minima prevista dal PNire (0,1 colonnine per auto).

Per quanto riguarda invece la distanza dalla dotazione di punti di ricarica prevista dal PNire per il 2020, che corrisponde a circa 3 colonnine ogni 10.000 abitanti, si rileva che Siena<sup>(\*)</sup> (6,1 colonnine per 10.000 abitanti), Pisa<sup>(\*)</sup> (5,2), Firenze (4,5) e Aosta<sup>(\*)</sup> (3,8) hanno già raggiunto l'obiettivo mentre Milano (2,8) lo sfiora (**Grafico 2**).



**Grafico 2** - Autovetture a trazione esclusivamente elettrica e infrastruttura di ricarica<sup>83</sup> nei grandi comuni<sup>(a)</sup> - Anno 2017 (autovetture per 1.000 abitanti, punti di ricarica per 10.000 abitanti)

(a) Grandi comuni: città con oltre 200 mila abitanti o capoluogo di città metropolitana.

Fonte: ISTAT, *Rilevazione Dati ambientali nelle città* ed elaborazioni su dati Aci, *Pubblico Registro Automobilistico*

## BIBLIOGRAFIA

Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, 2015. *Piano nazionale infrastrutturale per la ricarica dei veicoli alimentati ad energia elettrica (PNire)*.

Direttiva 2014/94/UE del parlamento europeo e del consiglio del 22 ottobre 2014 *sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi*.

Commissione europea, 2016. *Comunicazione della commissione al parlamento europeo, al consiglio, al comitato economico e sociale europeo e al comitato delle regioni - Strategia europea per una mobilità a basse emissioni*. COM (2016) 501 final.

Commissione europea, 2017. *Comunicazione della commissione al parlamento europeo, al consiglio, al comitato economico e sociale europeo e al comitato delle regioni - Verso l'uso più ampio possibile di combustibili alternativi: un piano d'azione sulle infrastrutture per i combustibili alternativi a norma dell'articolo 10, paragrafo 6, della direttiva 2014/94/UE, compresa la valutazione di quadri strategici a norma dell'articolo 10, paragrafo 2, della direttiva 2014/94/UE*. COM (2017) 652 final

## SITOGRAFIA

l'Osservatorio europeo dei combustibili alternativi: <https://www.eafo.eu/>

ISTAT: Dati ambientali nelle città <https://www.istat.it/it/archivio/ambiente+urbano>

I siti riportati in questa sezione sono stati consultati nel settembre 2019

(<sup>1</sup>) Città non inserite nella Tabella 3 e nel Grafico 2 perché presentano un numero di abitanti inferiore alle 200.000 unità.

<sup>83</sup> Nel Grafico 2 barre delle autovetture e dei punti di ricarica di uguale altezza indicano 10 autovetture per punto di ricarica cioè il valore considerato adeguato dal PNire. Una barra più alta (bassa) dell'altra indica sovrabbondanza (insufficienza).



FOCUS: CAMBIAMENTI CLIMATICI  
**UNA NARRATIVA SUL CAMBIAMENTO CLIMATICO  
DA UNA DIVERSA ANGOLAZIONE**

# L'EVASO

## Una favola ambientale

Cristina Converso

«Alzati, verme».

Il gentile sollecito del fratello l'aveva appena sfiorato, avvolto com'era nelle coperte. Se solo avesse saputo che quella giornata gli avrebbe cambiato la vita, forse, sarebbe balzato in piedi, evitando il calcio che Fausto gli aveva appena assestato alle natiche, l'unica parte sporgente oltre il bordo del letto.

Con gli occhi aperti il meno possibile, appena due fessure, quel tanto per non andare a sbattere contro i mobili, le porte e i muri, percorse le stanze di quella casa monocolora. Grigio il pavimento, grigi i muri, grigi i mobili, grigi i loro vestiti, grigia la vista dalla finestra, grigia la vita, in quella megalopoli che i suoi chiamavano "smart city".

Arrivò in cucina che l'ingranaggio familiare era già avviato a pieni giri. L'unico che notò il suo arrivo fu il gatto, sdraiato sul davanzale della finestra, grigio anche lui, una delle ultime specie urbane consentite.

Lo accolse con uno sventolio della coda.

Fuori pioveva, forse, grigia sullo sfondo grigio anche la pioggia.

Il signore e la signora Giusti, i suoi genitori, erano in piedi ai lati del tavolo per l'ultimo scambio di battute nervose e noiose, che sentiva da quando aveva l'età della ragione. A che ora rientri, riunioni, quante *web-conference* nella giornata, un accenno allo scarno menù serale e via. I loro corpi erano già scomparsi dietro la porta dell'ingresso, che ancora quelle domande erano sospese sopra al tavolo della cucina.

Fausto era chiuso nel bagno, a lui restavano pochi minuti per la colazione. Tirò giù tre sorsate di succo multivitaminico e ingoiò le quattro pillole che la madre gli aveva lasciato su un piattino.

La colazione era un lusso in termini di tempo, e poi da anni era stata introdotta la restrizione per il consumo di alimenti confezionati; la riduzione drastica di rifiuti era stata necessaria per evitare la costruzione di nuovi inceneritori. Le pillole erano pratiche, veloci e comode,

distribuite alla spina dai grandi *store* alimentari, già dosate per sesso ed età; così ogni esigenza nutrizionale era soddisfatta per l'intera giornata. Alcuni dovevano integrare con dei farmaci, ma quello non era il suo caso. «Muoviti insetto».

Il secondo gentile richiamo della giornata lo colse quando, ormai pronto, zaino in spalla, aspettava silente il fratello.

Scesi in strada si accodarono al serpentone del *pedibus* che li avrebbe condotti fino a scuola. Percorse l'intero tragitto senza alzare lo sguardo dalla punta delle scarpe. Ingobbito nella mantella per la pioggia, piazzava i piedi nel centro esatto dei quadrati in cemento che coprivano il marciapiede, così la sua andatura acquisiva un *ché* di ritmico e saltellante. Attorno, risuonavano i fischi dei mezzi elettrici che sibilavano sulle strade, navicelle, bici, monopattini; essere pedoni isolati era un rischio nel mare delle corsie di transito, per questo tutti camminavano incolonnati, attenti e frettolosi. Pietro increspò le labbra, ripensando alle colonie dei pinguini che aveva visto nei documentari, *pinguino metropolitano*, ecco la nuova specie, tutti in livrea grigia e ben ordinati a cui, purtroppo, anche lui apparteneva.

Da un vicololetto saliva verso la strada principale una nota di caffè; in un vecchio bar qualcuno resisteva alle pillole e non voleva rinunciare all'obsoleta e malsana colazione del mattino. Erano in pochi, quasi tutti anziani. Pietro sorrise tra sé, era cresciuto in una società dove gli anziani erano i sovversivi, legati a tradizioni di vita superate.

Ma, non avrebbero dovuto essere i giovani, i ribelli?

Invece, tranne lui, nessuno dei suoi amici aveva mai desiderato o immaginato una vita diversa, se non per via di qualche rapido accenno alle parole ascoltate dai nonni. Gli anziani proprio non si rassegnavano a tutto quel grigio, raccontavano di parchi urbani e boschi collinari, di quando anche in città c'erano alberi e fiori,

profumi e colori; qualcuno si vantava di aver addirittura avuto un orto tutto suo.

E pensare che Pietro li aveva visti gli alberi, sì insomma non proprio un bosco vero, ma un'isola naturalistica, sottoposta a protezione quasi assoluta, l'unica nella sua regione. Certo l'ingresso era numerato, ma il padre aveva vinto un premio aziendale e, per una volta, era toccato a lui scegliere e così aveva deciso per una giornata all'interno del *Bio-parco*. Alla fine, erano andati solo lui e il padre; Fausto aveva preferito gli amici e la madre, che trovava la natura virale e batterica, aveva preferito restare a casa.

Quando il serpentone approdò a scuola, si divise a seconda della classe di destinazione, a lui quella mattina toccava la gita al Museo Ambientale; affrettò il passo, era eccitato e anche un tantino in ritardo. Appena giunto in classe, si trovò nel senso contrario della migrazione, i suoi compagni erano già organizzati per l'uscita.

Si voltò e la sua figura scomparve tra le schiene e gli zaini della classe.

Il Campus scolastico centralizzato era stato costruito all'interno di una vasta area pedonale; intorno erano stati ricollocati negli anni tutti i musei della megalopoli, affinché le uscite didattiche degli studenti non comportassero spostamenti lunghi e poco sostenibili.

Il Museo Ambientale era un grande globo vitreo, da cui si accedeva attraverso la cima; si saliva lungo un camminamento esterno che si avvitava fino alla sommità della sfera, giunti lì, si faceva il percorso inverso, in discesa questa volta, dall'interno. I vari spicchi del globo rappresentavano i differenti habitat, alcuni estinti, del Pianeta. Le poche aree naturali rimaste galleggiavano come isole, emergevano dal contesto grigio e uniforme delle megalopoli, che si erano espanse fino a coprire interi Stati.

I Parchi fluttuavano come zattere in un oceano di cemento.

Pietro aveva letto di mondi meravigliosi persi nella notte dei tempi, di esploratori, di botanici che avevano dato il loro nome ad alberi e piante, e spesso si era ritrovato a fissare il muro grigio del palazzo incorniciato dalla finestra della camera, lì assorto nei sogni, seduto alla scrivania, davanti ad un libro aperto.

La sua lettura preferita era da sempre l'autobiografia di Charles Darwin, non c'era viaggio in cui non si fosse

immedesimato. Anche lui era stato ostacolato dalla famiglia di origine, incompreso in quel suo desiderio di esplorare, di conoscere. Certo Pietro amava i suoi genitori, molto meno Fausto s'intende, ma aveva sempre pensato di essere in qualche modo diverso e anche loro, forse, lo sospettavano.

Lui aveva quel pallino verde per la natura, che gli altri intorno a lui avevano perso. "Tutta colpa di tuo padre" rimbrottava la signora Giusti al marito, "che gli ha messo nella culla quel ramoscello di tiglio in fiore".

Già, perché il nonno, lui sì che era un ribelle, non si era rassegnato all'avanzata del cemento, non aveva ceduto, attaccato agli alberi di quel piccolo parco urbano, finché quella notte, il cuore lo aveva abbandonato. Era morto con il sorriso e l'ultimo respiro addolcito dal profumo dei tigli in fiore.

E dire che in casa i genitori ci avevano provato in tutti i modi a fargli perdere quel pallino verde, eliminando ogni colore naturale, ma lui niente; perché lui le foglie e i fiori del tiglio le aveva assaggiate, portate alla bocca, come fanno tutti i neonati, e anche ora quel sapore lo poteva rievocare, farlo affiorare dall'anima, era un tesoro solo suo, impossibile da rubare.

E oggi era lì, finalmente, in mezzo al verde, virtuale certo, ma almeno lui ne custodiva il profumo e il sapore.

Era l'unico, nella classe, che conosceva tutti gli habitat, li aveva studiati, indagati; aveva visitato anche diverse biblioteche, lì molti volumi erano stati digitalizzati, altri erano andati distrutti, ma alcuni conservavano quell'aroma di albero, di carta invecchiata. E lui li aveva annusati, cercando quel profumo delicato di legno tra le parole, poiché quella era la cosa più naturale a cui potesse accedere indisturbato. Una volta, un bibliotecario, alla chiusura, lo aveva trovato addormentato con la faccia sprofondata nel volume e il naso piantato nel mezzo delle pagine.

Le differenti sezioni della sfera-museo illustravano una notevole varietà di ambienti; tante immagini e poche, scarse, parole restituivano ai visitatori una visione di ciò che era stato il mondo, e, in parte, ancora era, nelle rare isole naturali del globo.

"La morte glaciale dei Poli", aveva sussurrato davanti ai pannelli, sfiorandoli con le mani e simulando così il vento glaciale che sollevava la neve in spruzzi e nuvole

luccicanti. Le compagne rabbrivite si erano allontanate lasciandolo indietro.

“L'apparente morte dei deserti asiatici” aveva risussurrato dinanzi allo scenario disabitato, dai colori infuocati; altra fuga delle compagne, seguita da risatine. Altre due scene così e avrebbe raggiunto lo scopo, restare indietro e da solo, come un vero esploratore.

Si sarebbe mescolato alle altre classi e avrebbe sostato senza fretta davanti a tutti gli scenari e i pannelli virtuali. L'occasione propizia arrivò, quando si trovarono davanti alla rara collezione di Aracnidi africani, iniziò con lo sciorinare le loro strambe abitudini alimentari: triturazione, masticazione, vomito, rimasticazione e nel giro di un paio di minuti intorno a lui si fece il vuoto più assoluto.

Perfetto! L'esplorazione in solitaria poteva iniziare.

Attese che anche l'ultimo compagno uscisse dallo spicchio in cui si trovavano, tentennò alcuni istanti e iniziò una lenta ritirata.

Tornò all'ingresso e ricominciò la visita. Bastava far finta di nulla, assorto com'era nell'osservazione di quadri e pannelli, nessuno avrebbe osato disturbarlo. Le prime due ore trascorsero così, giunto quasi a metà del percorso sostò a lungo ad osservare la megalopoli incorniciata nello spicchio vetrato in cui si trovava.

Pioveva da settimane, una fitta trama di gocce scendeva su quel lago di cemento.

Solo a lui sembrava così triste quella vita?

Solo lui si chiedeva perché non fosse stato possibile fare altre scelte ed evitare alle nuove generazioni di vivere, o meglio di sopravvivere in quell'ambiente sterile?

Afferrò la borraccia nello zaino e bevve senza convinzione, senza vera sete, lo fece istintivamente, quasi come un gesto di consolazione. In quell'istante un gruppo di visitatori passò accanto a lui, indirizzandogli qualche sguardo curioso. Pietro si affrettò a richiudere lo zaino e tornò a mescolarsi al torrente di studenti che scendevano chiassoso verso i piani inferiori.

Giunto a metà della sfera-museo, si trovò in quello che era il suo ambiente preferito, le foreste europee.

Lì era ambientata la maggior parte dei romanzi che era riuscito a leggere, in quel tempo remoto e lontano, eppure a lui così vicino, sospeso tra terra e cielo, dove uomini e donne vivevano le foreste con saggezza e paura, struggimento e magia.

Alberi come case, la foresta come un mondo.

Quante volte aveva desiderato un cavallo, un pugnale, un arco, una bisaccia, un drago, uno scudiero, un castello.

Quante volte si era sentito un cavaliere errante, un randagio senza una sola vita, perché ne avrebbe vissute mille.

Sospirò e si tuffò nella sala delle foreste tedesche.

Girovagò, gonfiando il petto e sognando, nella dolce penombra di quelle sale che evocava la luce del sottobosco, rivisse avventure e trame intricate di fuorilegge e nobili, di boscaioli e mercenari, sospeso in quella realtà virtuale in cui si sentiva stretto, ma anche l'unica, in quel momento, in grado di donargli consolazione.

Quando, tutto ad un tratto, un quadro richiamò la sua attenzione in modo magnetico, istintivo.

Si avvicinò alla tela, si chinò per vederne meglio i colori e rimase lì, incantato.

Spostò il peso da un piede all'altro, per leggere meglio la targhetta che si trovava sulla parete accanto al quadro: “*Beech forest*”, la faggeta, indicava la traduzione, di un certo Klimt.

Era lì con il naso incollato alla parte bassa del quadro e da quella prospettiva la faggeta si apriva davanti a lui, per infittirsi verso il fondo, dove i tronchi argentei andavano a fondersi.

Era autunno, una distesa di foglie copriva il terreno, ricca, colorata, come la gonna di una gitana. Alcune foglie dorate erano ancora sui rami più alti, e a Pietro parve che una brezza leggera filtrasse tra i rami e lo investisse in pieno volto, come una carezza.

Chiuse gli occhi, tanto fu lo stupore.

Quando li riaprì, gli parve di vedere alcune foglioline cadere dai rami e danzare tra i tronchi, in un punto dove gli alberi erano più radi.

Si raddrizzò, si guardò intorno, davanti alla tela era solo, avrebbe voluto chiedere a qualcuno, se era pazzia, illusione o uno sbuffo improvviso dell'aria veicolata all'interno dell'edificio.

Si riaccostò alla tela e di nuovo quella brezza leggera gli accarezzò il volto, si stropicciò gli occhi e tornò a fissare la tela. Una foglia abbandonò il ramo che la reggeva e iniziò la lenta discesa verso terra, rimbalzando sulla cortecchia annerita del faggio, ritratto in primo piano.

Pietro ne seguì il tragitto, incantato, quando giunta a metà del percorso la foglia si posò su una sporgenza rosea.

Una mano affusolata era sbucata da dietro il tronco e, trattenuta la foglia per il picciolo, la faceva rigirare tra le dita.

Pietro si guardò intorno allarmato, temeva un inizio di pazzia, ma nessuno dei visitatori era interessato al quadro, o più in generale, era interessato a quella parte del museo.

Tornò con gli occhi sul quadro e incontrò quelli di una ragazza, il cui volto sbucava da dietro il tronco.

Occhi obliqui e marezzati tra il verde e il grigio lo soppesavano senza stupore, a lato del viso scendeva una treccia ruggine e ribelle.

Pietro indietreggiò con un balzo, invertì la rotta e scappò. In un paio di secondi fu fuori dalla sala.

Si ricompose, sistemando meglio lo zaino sulle spalle e fingendo indifferenza dinanzi agli sguardi incuriositi dei pochi visitatori che sostavano in quella sala. Prese a guardare i pannelli relativi alle foreste alpine, navigò con la mano spostando le inquadrature sui paesaggi di alta quota e finse concentrazione.

Ma nel cervello aveva un canguro impazzito che gli saltava sulle tempie, e negli occhi quelli marezzati di lei e la treccia oscillante a lato del tronco.

Ventilò, tentando di ripristinare una respirazione più regolare, ma il canguro non uscì dalla tana.

Proseguì oltre, entrò nella sala successiva.

Era pomeriggio inoltrato e di sicuro i compagni avevano quasi terminato la visita, tra poco la sua fuga sarebbe stata scoperta quando, ricomposti i ranghi, i professori avrebbero ripiegato verso scuola.

Aveva poco tempo, doveva decidere.

Tornare indietro o raggiungere la classe.

Il canguro scese nel cuore e quello, per tutta risposta, prese a palpitare più forte.

Doveva scegliere, tra quello che voleva il cuore e le motivazioni della mente.

Si pizzicò il viso. Forse era tutto un sogno e la giornata ancora doveva iniziare.

Ne ottenne un dolore acuto, intenso, si era pizzicato un nervetto che attraversava la guancia. Senza dubbio era sveglio.

Alzò lo sguardo verso l'esterno del globo e vide che la pioggia continuava a scendere, le gocce balzavano sulle vetrate, raccogliendosi in piccoli rivoli.

Fuori di lì lo attendeva la solita vita.

Senza pericoli.

Senza avventure.

Si voltò e si incamminò.

Aveva deciso.

I custodi stavano già chiudendo alcune sale del museo, uno gli si parò davanti, indicandogli con un cenno di proseguire verso l'uscita.

«Ho scordato il tablet, la prego, sarò veloce. Altrimenti chi li sente i miei stasera!» raccolse in quella preghiera tutta la sua gentilezza.

L'uomo si scansò.

«Rapido, che ti tengo d'occhio, intesi?».

«Certo signore, sì signore e grazie».

La sala delle foreste europee era avvolta nella penombra grigia, che penetrava dalle vetrate, i pannelli virtuali erano già spenti, le luci d'emergenza illuminavano a tratti il percorso.

La faggeta, invece, era lì.

Illuminata da un chiarore dorato, quello del sole d'autunno che, inclinato nelle ore del pomeriggio, scaldava il cuore.

Pietro si avvicinò ansante.

Sperava e temeva.

Abbassò lo sguardo a terra e appoggiò lo zaino.

Esitò.

Infine, alzò gli occhi sulla tela.

Il bosco era fermo, sospeso nella luce del tramonto, di lei in quel punto non c'era più traccia.

Pietro scosse la testa, si sarebbe beccato una bella sospensione, ma almeno aveva cercato la verità.

Attese per alcuni minuti, scandagliò la faggeta, quindi rassegnato si chinò ad afferrare lo zaino.

Una brezza leggera gli accarezzò la nuca.

Si drizzò all'istante e la vide.

Camminava a piedi nudi sul tappeto di foglie, le mani strette intorno alla lunga treccia, gli sorrideva.

Il transito fu un lieve abbandono, scivolò nell'altrove senza dolore, in quella festa di colori.

Le ricerche durarono settimane, all'indomani della denuncia di scomparsa presentata dagli insegnanti e



dalla famiglia di Pietro Giusti. L'intero museo e tutto il personale furono coinvolti nella ricerca, compagni, visitatori, professori, guardie, tutti giurarono di averlo visto per l'intera giornata, anche l'ultima guardia che lo aveva sorpreso, spero forse, e in affanno, alla ricerca del tablet.

Fu da subito rinvenuto lo smartphone, l'individuazione della cella ancora attiva aveva dato agli inquirenti una vana speranza.

Giaceva in terra, davanti ad un quadro di Klimt.

Di lui, non si seppe più nulla.

*Cristina Converso lavora presso ARPA Piemonte, in qualità di dottore forestale. Oltre alle pubblicazioni di carattere scientifico-divulgativo, ha pubblicato alcune raccolte di racconti sul tema degli alberi e il loro rapporto con l'uomo.*

*Nel 2018 ha partecipato al Festival letterario "Montagne in noir" organizzato da Torinoir.*

*"L'uomo della radura" un noir-green, edito nel 2019 da Buendia Books è la sua ultima avventura letteraria.*

# CHIUNQUE TU SIA ABBIAMO BISOGNO DI TE

Luca Sardo  
Attivista di #FridaysForFuture Torino

“Chiunque tu sia, ovunque tu sia, abbiamo bisogno di te”. Con queste parole, ormai un anno fa, Greta Thunberg dava il là a un movimento internazionale di contrasto ai cambiamenti climatici che nessuno aveva mai immaginato prima.

Erano gli inizi di settembre quando ragazzi di diversi paesi europei (come Francia e Germania) cominciano a scendere in piazza ogni venerdì, seguendo l'esempio della 16enne svedese Greta Thunberg. In Italia i primi scioperi si sviluppano a partire da dicembre, con la nascita di alcuni gruppi locali di #FridaysForFuture nelle grandi città (Torino, Milano, Roma, Napoli, Pisa, ecc.). Le prime settimane sono le più difficili: inizialmente ci si ritrova a manifestare in 5 o 6, e il confronto con le altre piazze europee è impietoso. Col passare del tempo, però, il movimento comincia a crescere anche nel nostro Paese. La prima data a cui tutti i giovani attivisti puntano per sfondare il muro dell'invisibilità è il 15 marzo 2019,

giorno del primo Sciopero Globale per il Futuro. Le settimane di avvicinamento al 15/3 sono emozionanti: moltissimi studenti ci scrivono sui social, si informano, ci mandano foto dei loro cartelloni. L'attesa è tanta. Di pari passo, i vari movimenti locali si organizzano in maniera più definita: si creano dei coordinamenti di cui fanno parte gli attivisti più esperti, si struttura una rete di relazioni nazionale e internazionale. Sui social, che rappresentano un preciso termometro dell'attenzione mediatica, le pagine locali e nazionali registrano aumenti di condivisioni impressionanti. Quando finalmente si arriva al 15 marzo, gli sforzi di centinaia di attivisti da Nord a Sud d'Italia vengono ripagati: le piazze sono strapiene (**Grafico 1**), con numeri da capogiro. Oltre 600 mila persone manifestano in tutta la penisola, con picchi di partecipazione nelle metropoli come Milano, Roma, Torino, Napoli, Firenze.



**Grafico 1** - Firenze Santa Maria Novella, 15 marzo 2019  
Fonte: Ansa



Finalmente, anche la politica si accorge del problema. La crisi climatica, che prima era l'elefante nella stanza, arriva sulla bocca di tutti: politici di ogni schieramento si dichiarano dalla parte degli studenti scesi in piazza per il clima. In Parlamento viene presentata una mozione per la dichiarazione dell'emergenza climatica, nel Consiglio dei Ministri si inizia a parlare di decreti-legge sul clima. Forti di questi piccoli successi, i ragazzi del movimento #FridaysForFuture Italia indicano la prima Assemblea Nazionale a Milano. Guidati da scienziati e professori che si sono dimostrati attenti alle tematiche ambientali, prende il via il primo incontro italiano in cui si definisce la struttura e il manifesto di FFF Italia. All'assemblea partecipano ragazzi di oltre 70 città diverse, che cercano di trovare una sintesi tra le problematiche locali (dalla

metanizzazione della Sardegna ai gasdotti in Puglia) e i temi di carattere nazionale o internazionale.

Nel report finale, si legge:

“Noi di #FridaysForFuture facciamo parte di un movimento globale, pacifico, apartitico e contro ogni forma di discriminazione. Siamo la generazione che sarà costretta a pagare più di tutti il costo di un modello di sviluppo insostenibile e ingiusto, se non saremo in grado di cambiare il sistema per fermare il cambiamento climatico.

Siamo indipendenti dai partiti e rispondiamo solamente alle assemblee in cui le persone partecipano alla lotta per il futuro di tutte e tutti. Rifiutiamo ogni strumentalizzazione: non ci rappresenta nessuno, non abbiamo nessuna bandiera, la nostra voce viene dalle assemblee e dalle piazze di mobilitazione.”



**Grafico 2** - Università degli studi di Milano, 13 aprile 2019  
Fonte: Foto di Miriam Martinelli (FFF Milano)

L'assemblea è anche un luogo in cui discutere delle iniziative successive: su tutte, spicca la seconda mobilitazione globale indetta per il 24 maggio 2019, alla vigilia delle elezioni europee. Il numero di paesi in cui nascono comitati locali di #FridaysForFuture cresce sempre più e sfonda la faticosa quota di 100 stati in giro per il globo.

Mentre le manifestazioni nelle piazze continuano, gli attivisti lavorano anche su altri livelli: in Italia nasce il movimento *Teachers For Future*, che racchiude tutti gli insegnanti interessati a approfondire nelle scuole il problema della crisi climatica. Per i genitori che invece vogliono supportare le iniziative dei loro figli, prende vita il movimento *Parents For Future*.

Dopo lo sciopero globale del 24 maggio (**Grafico 3**), i risultati delle elezioni europee dimostrano la crescente importanza della questione ambientale anche nella sfera politica. I partiti verdi registrano un aumento di consensi

in quasi tutti i paesi al voto; la nuova Commissione Europea si fa promotrice di un grande piano di investimenti (il *Green New Deal*) che acceleri la transizione ecologica del continente.



**Grafico 3** - Torino centro, 24 maggio 2019  
Fonte: Foto di Giorgio Brizio (FFF Torino)

L'estate 2019 rappresenta un momento di riflessione per gli *striker* di #FridaysForFuture. Greta Thunberg parte per New York, dove arriva dopo un lungo viaggio in barca a vela. Gli attivisti europei si incontrano per la prima volta al *Summer Meeting In Losanne, Europe* (SMILE). Qui vengono organizzati *workshop* con ricercatori di tutto il mondo, scienziati dell'IPCC, membri di *Extinction Rebellion* e *Greenpeace*.

In questo incontro viene redatta la *Dichiarazione di Losanna sul Clima*, che elenca i principali obiettivi di FridaysForFuture:

1. Contenere l'aumento della temperatura media globale entro gli 1,5°C, rispetto al livello pre-industriale.
2. Garantire giustizia climatica, nel rispetto dell'equità.
3. Seguire la Scienza più autorevole e unita attualmente disponibile.

Sulla base di questa dichiarazione, anche il movimento italiano elabora un suo manifesto che ricalca quanto deciso a Losanna (**Grafico 4**). Le istanze sono 3:

1. **Fuori dal fossile:**  
Raggiungimento dello 0 netto di emissioni a livello



globale nel 2050 e in Italia nel 2030, per restare entro i +1,5 gradi di aumento medio globale della temperatura.

2. **Tutti uniti, nessuno escluso:**

La transizione energetica deve essere attuata su scala mondiale, utilizzando come faro il principio della giustizia climatica.

3. **Rompiamo il silenzio, diamo voce alla scienza:**

Valorizziamo la conoscenza scientifica, ascoltando e diffondendo i moniti degli studiosi più autorevoli di tutto il mondo. La scienza ci dice da anni qual è il problema e quali strumenti servono per risolverlo. Ora spetta alla politica il compito di agire.



Grafico 4 - Manifesto di FridaysForFuture Italia  
Fonte: [www.fridaysforfutureitalia.it](http://www.fridaysforfutureitalia.it)

A settembre ripartono le iniziative di #FridaysForFuture a livello locale. Il primo appuntamento è a Venezia, al *Climate Camp* organizzato il 5-6-7 settembre 2019. In questi 3 giorni di campeggio si incontrano attivisti di tutta Italia e di tutto il mondo, tra cui i ragazzi tedeschi di *Ende Gelände*. L'obiettivo è quello di approfondire le diverse modalità di azione e cercare di imparare dagli altri nuove tecniche di mobilitazione. L'ultimo giorno di campeggio gli attivisti organizzano un corteo fino alla Mostra del Cinema di Venezia, in cui si prendono la scena per una mattinata: lo slogan del *flash-mob* è "We want the red carpet". L'obiettivo è quello di far capire ai media che l'attenzione, in questo momento, deve essere

concentrata sulla più grande sfida che l'umanità abbia mai dovuto affrontare: la crisi climatica.

Dalla fine del *Climate Camp* ci si getta anima e corpo nell'organizzazione della *Climate Action Week*. Dal 20 al 27 settembre, infatti, il movimento #FridaysForFuture promuove l'organizzazione di un'intera settimana di scioperi e iniziative sul tema della crisi climatica. Il 20 settembre, 1 milione e mezzo di studenti scendono in piazza in Germania, seguiti a ruota da decine di altri paesi europei. Una settimana esatta dopo, le piazze di tutta Italia vedono la più grande manifestazione per il clima mai organizzata nella Penisola: 200 mila persone a Milano, 200 mila a Roma, 150 mila a Napoli, 120 mila a Torino (**Grafico 5**), 50 mila a Firenze e decine di



migliaia in tutte le altre città. Un'onda verde che raggiunge il milione di presenze a fine giornata. Qualcosa di clamoroso.



**Grafico 5** - Torino Piazza Statuto, 27 Settembre 2019  
Fonte: Foto di Paolo Rucci (FFF Torino)

La notizia migliore è che anche diverse realtà sindacali, diverse associazioni di lavoratori scendono in piazza a manifestare. La battaglia per un futuro sostenibile sta cominciando ad allargarsi anche a categorie prima meno coinvolte. Questo è fondamentale perché gli anni che ci separano dal punto di non ritorno sono pochissimi. Secondo l'IPCC, non più di 11.

Ecco perché oggi risuonano ancora più potenti le parole pronunciate da Greta solo un anno fa: "Chiunque tu sia, ovunque tu sia, abbiamo bisogno di te".

La mobilitazione per il clima è appena cominciata. Noi ci troviamo ogni venerdì, davanti al municipio, in oltre 80 città in tutta Italia e in oltre 120 paesi in tutto il mondo. La prossima chiamata internazionale è prevista per il 29 novembre, giornata in cui scenderemo in piazza per mandare un messaggio forte alla COP (*Conference of Parties*) di Santiago del Cile. Il 2019 deve essere l'anno della svolta. Noi faremo in modo che lo sia.

## FOCUS: AMBIENTE E SALUTE

# AMBIENTE, SALUTE E IL PARADIGMA DELLA SCIENZA DELL'ESPOSIZIONE

Giuseppe Bortone, Annamaria Colacci  
Arpae- Emilia-Romagna

*Environmental health*, declinato in italiano in ambiente e salute, è un termine coniato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) nel 1999 per definire una disciplina che fosse in grado di identificare e valutare quei fattori dell'ambiente naturale e antropico in grado di influenzare la salute umana. Con il tempo il concetto di

*environmental health* si è evoluto ed è stato adattato a contesti regolatori diversi e che, a loro volta, hanno adottato proprie definizioni, ma in ognuna di esse si coglie l'essenza della correlazione fra fattori di pressione ambientale e salute umana. (**Tabella 1**).

**Tabella 1** – Definizione di Environmental Health

Istituzione	Definizione
World Health Organization	Environmental health addresses all the physical, chemical, and biological factors external to a person, and all the related factors impacting behaviors. It encompasses the assessment and control of those environmental factors that can potentially affect health. It is targeted towards preventing disease and creating health-supportive environments. This definition excludes behavior not related to environment, as well as behavior related to the social and cultural environment, and genetics
National Environmental Health Association	Environmental health and protection refers to protection against environmental factors that may adversely impact human health or the ecological balances essential to long-term human health and environmental quality, whether in the natural or man-made environment
National Institute of Environmental Health Science	Environmental Health is the field of science that studies how the environment influences human health and disease. "Environment," in this context, means things in the natural environment like air, water and soil, and also all the physical, chemical, biological and social features of our surroundings

Sono molte le discipline che concorrono a traslatore il concetto di ambiente e salute in politiche di prevenzione primaria e protezione ambientale. Durante il corso degli ultimi decenni che hanno segnato il confine tra il vecchio (1980-2000) e nuovo secolo (2001-2019) si è assistito a un cambio di passo, con una crescente richiesta di integrazione tra le due discipline che maggiormente hanno caratterizzato la valutazione e la stima degli effetti avversi correlati all'ambiente: l'epidemiologia e la tossicologia ambientale, i cui differenti approcci sono stati spesso visti in passato come contraddittori o, quanto meno, alternativi l'uno all'altro (Adami *et al.*, 2011). La tossicologia mira a definire la pericolosità intrinseca di un agente, fisico, chimico o biologico, a identificare relazioni dose risposta utili a calcolare una dose soglia e, ove

questo non fosse possibile, a calcolare il rischio di eventi avversi incrementale con la dose. L'epidemiologia ha il compito di documentare i casi di malattia nella popolazione umana e di fornire l'evidenza di una relazione causale fra l'esposizione e l'insorgenza di una malattia

Entrambe poggiano le loro fondamenta sulla misura dell'esposizione. L'esposizione ambientale avviene in presenza di agenti chimici, fisici o biologici potenzialmente pericolosi o a fattori ambientali che possono includere radiazioni ionizzanti, organismi patogeni e composti chimici tossici. Ognuno di questi fattori possiede una pericolosità intrinseca che si estrinseca in un rischio solo in funzione della dose o concentrazione e dell'estensione e durata dell'esposizione.

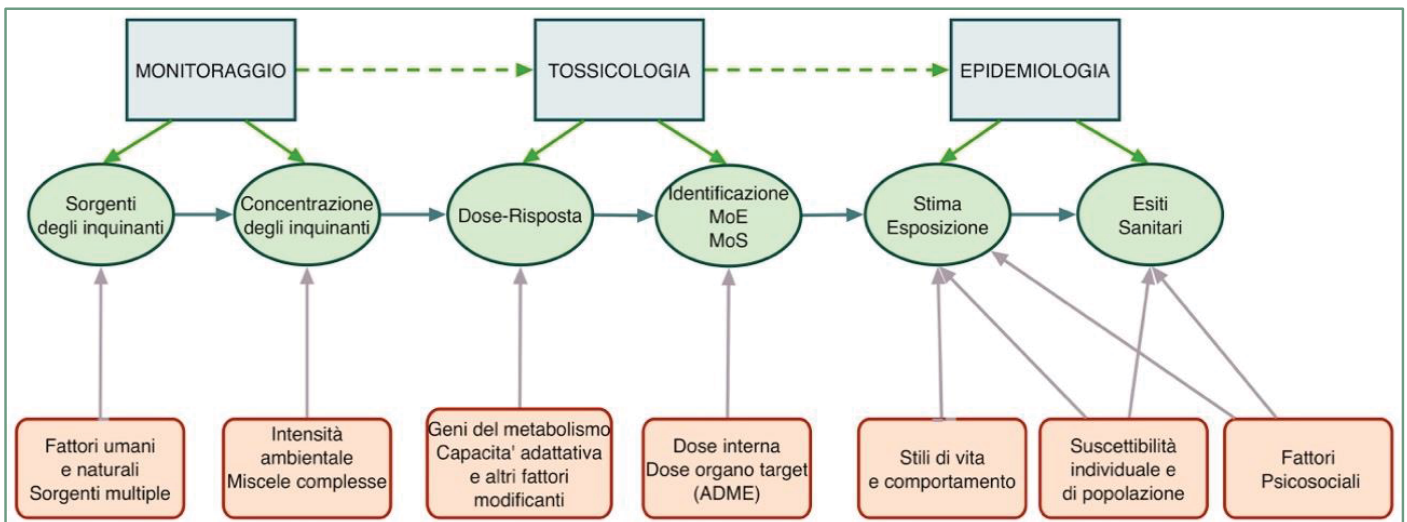
L'identificazione delle sorgenti e delle fonti di pericolo, la caratterizzazione delle singole componenti che possono costituire un pericolo, la descrizione della potenzialità a disperdersi e accumularsi nell'ambiente delle singole sostanze, la concentrazione in ogni matrice ambientale e/o alimentare sono compiti del monitoraggio ambientale che costituisce, quindi, l'ossatura di ogni indagine, volta a comprendere i rischi per la popolazione o per l'ecosistema. Senza il monitoraggio, non sarebbe possibile stimare il rischio.

In un editoriale del 2015, Paul Liroy sottolinea quanto lo studio dell'esposizione come scienza sia negletto rispetto alle innumerevoli linee di ricerca nel campo di ambiente e salute e quanto sia, invece, fondamentale che si faccia strada una visione olistica degli approcci necessari alla valutazione del rischio. Diventa, dunque, necessario considerare un concetto di scienza dell'esposizione, multidisciplinare, sorretto da scienziati dell'esposizione: chimici, biologi, fisici, tossicologi, epidemiologi, matematici, informatici, ingegneri ambientali, medici e da tutte le figure professionali che operano in sanità pubblica (Pleil *et al.*, 2012). In questi ultimi anni è andata crescendo l'attenzione per la scienza

dell'esposizione come paradigma della prevenzione primaria e strumento a sostegno delle politiche per la salute e la tutela ambientale.

La definizione di scienza dell'esposizione è ancora oggetto di discussione. In generale, viene definita come la raccolta e l'analisi di informazioni qualitative e quantitative necessarie per comprendere la natura dell'interazione tra i recettori (popolazione umana e ecosistemi) e gli agenti fisici, chimici o biologici. Indipendentemente dalle molte definizioni e dalle sottili differenze che le caratterizzano, la scienza dell'esposizione è considerata la pietra angolare delle politiche per la salute e, come tale, "si adopera a descrivere le dimensioni spaziali e temporali degli eventi che determinano gli effetti acuti e a lungo termine per la popolazione umana e gli ecosistemi" (Cohen-Hubal *et al.*, 2011)

La **Figura 1** identifica gli elementi fondamentali che compongono la dimensione spaziale e temporale che sottende l'esposizione e le interrelazioni tra le diverse discipline interne,



**Figura 1** - Discipline e elementi fondamentali della scienza dell'esposizione

Molte sono le difficoltà che si frappongono allo sviluppo della scienza dell'esposizione e a una sua declinazione pragmatica in interventi a sostegno della tutela della salute pubblica. Un ostacolo è rappresentato dalla mancanza di una formazione specifica che crei un background culturale comune per tutti coloro che si

occupano di scienza dell'esposizione che aiuti a raccogliere le informazioni necessarie a comporre il mosaico della stima del rischio da esposizione in un'ottica di maggiore e migliore integrazione. Questa necessità è stata espressa da più parti, ma è stata magistralmente analizzata da Pleil *et al.* (2012), come un



punto fondamentale per migliorare la percezione, la pratica e il valore della scienza dell'esposizione. Lo sviluppo della scienza dell'esposizione deve anche interfacciarsi con il progresso tecnologico e con il costante aumento della quantità di informazioni raccolte e del corretto utilizzo delle banche dati, che offrono la possibilità di una visione più completa di quella dimensione spazio-temporale che si allunga e si allarga per comprendere periodi di esposizione che attraversano varie fasi della vita (dall'esposizione materno-fetale

all'esposizione della terza e quarta età), e diverse generazioni (esposizione trans generazionale). Negli ultimi anni il concetto di esposizione si è evoluto prima nel concetto di esposoma e, più recentemente, in quello di eco-esposoma (Gary *et al.*, 2014; National Research Council, 2012),. L'esposoma rappresenta un modello concettuale di tutte le esposizioni biologicamente rilevanti di un individuo a tutti i possibili agenti pericolosi, di origine esterna o endogena, durante tutto l'arco della vita (Figura 2)

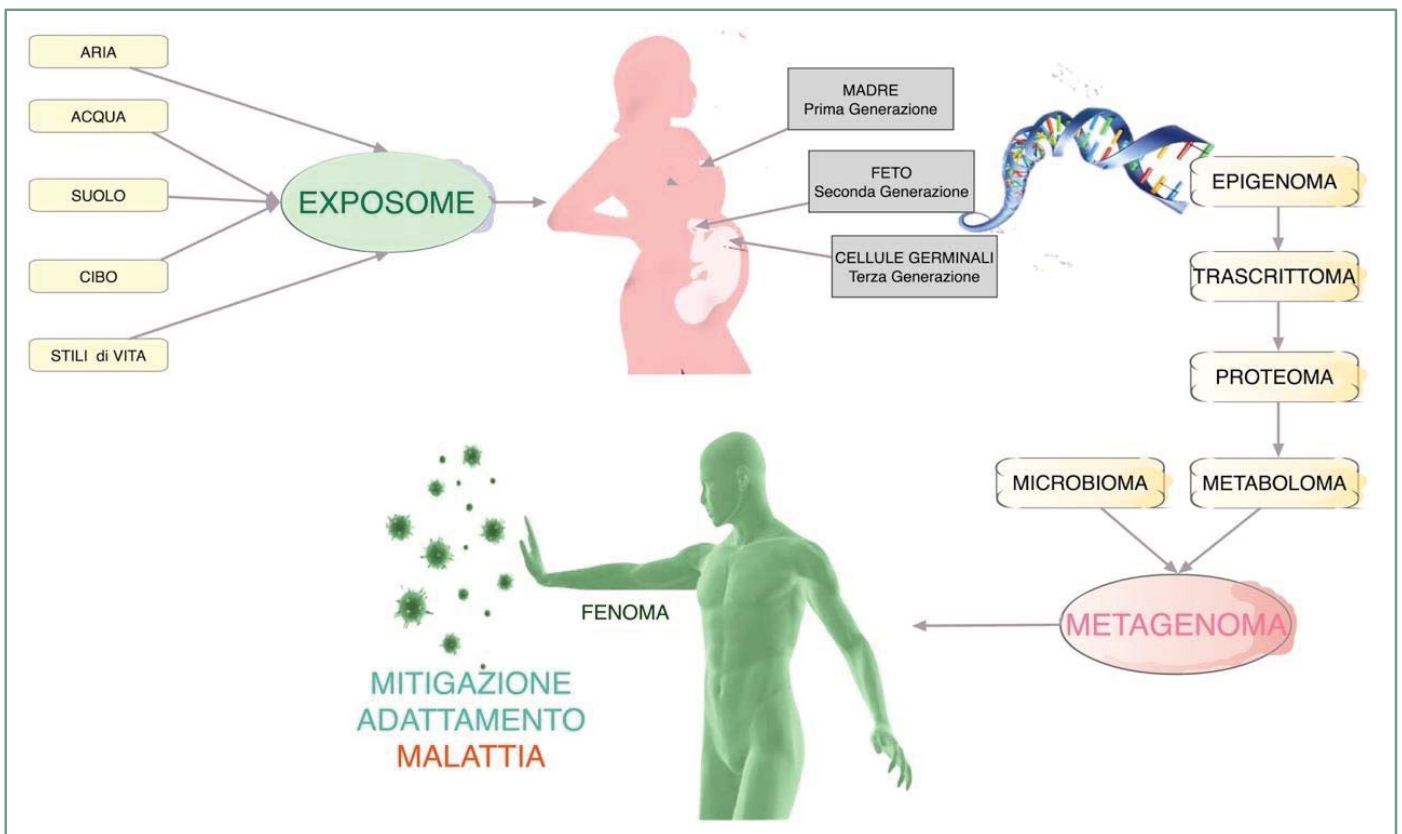


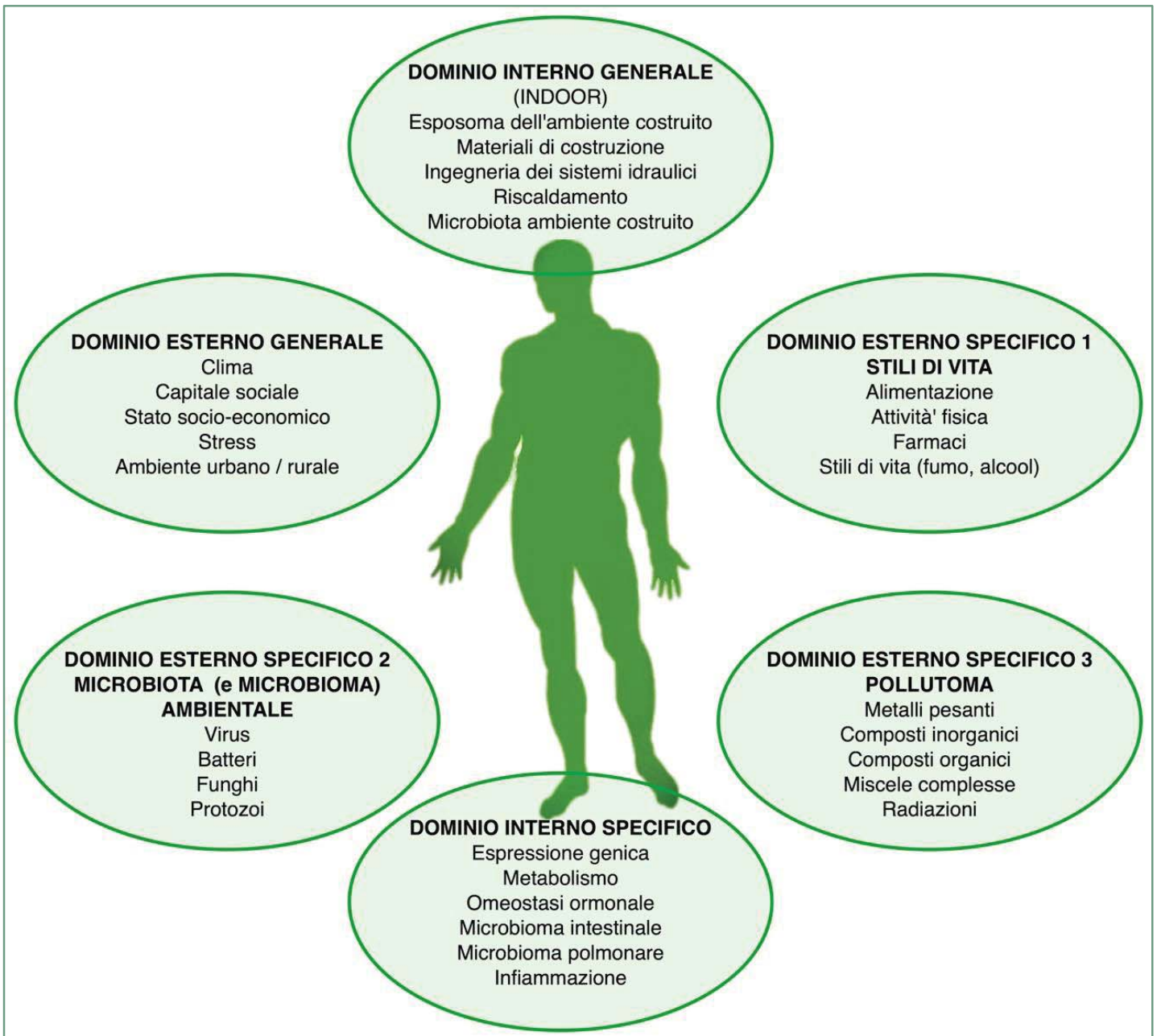
Figura 2 - Rappresentazione schematica degli elementi principali dell'esposoma umano

Il concetto di eco-esposoma, invece, riconosce che l'uomo è parte dell'ecosfera e che l'esposizione dell'uomo è intimamente legata all'esposizioni che permeano l'ecosfera, rappresentando, quindi, un'estensione della scienza dell'esposizione dal punto di contatto tra l'agente e il recettore all'interno dell'organismo e all'esterno nell'ecosfera (National Research Council, 2012).

Appare, dunque, evidente che l'esposoma è una entità

dinamica. Per cercare di comprenderne questa natura l'esposoma è stato diviso in domini interconnessi. Ai tre domini iniziali descritti da Wild nel 2012 e all'eco-esposoma di cui abbiamo già detto, si sono aggiunti il dominio dell'indoor (Dai *et al.*, 2017), e il pollutoma. (Landrigan *et al.*, 2017). Una visione olistica dei domini dell'esposoma, rielaborata sulla base delle più recenti discussioni in merito, è riportata nella Figura 3.





**Figura 3** - Organizzazione dell'esposoma umano in fominii tra loro correlati

Il crescente entusiasmo per il concetto di esposoma, e la logaritmica crescita del numero degli articoli scientifici dedicati all'argomento sono alimentati, dal progresso delle tecnologie omiche, e, in particolare, della trascrittomica. La possibilità di identificare gli effetti di singole esposizioni sull'intero genoma di organismi viventi, uomo incluso, ha cambiato per sempre l'approccio un'esposizione-un effetto, consentendo, al contempo, di legare eventi apicali, come quelli registrati,

in esiti sanitari conclamati, a livello di organo e di organismo, con eventi precoci registrati a livello molecolare e cellulare. Tali eventi diventano, a tutti gli effetti, biomarcatori precoci di esposizione e di rischio., consentendo, quindi, valutazioni più tempestive dei possibili effetti avversi legati a un'esposizione. La natura omica di queste tecnologie ha allargato in modo considerevole la base dati che si ottengono da singoli studi, alimentando, quindi, nuove banche dati, le cui

informazioni vanno ad aggiungersi ai dati di monitoraggio e a quelli epidemiologici e sanitari.

L'avanzamento delle conoscenze e della tecnologia sta proiettando la scienza dell'esposizione dal campo osservazionale a quello predittivo.

Per facilitare l'utilizzo dei dati disponibili e sostenere un approccio pragmatico alla scienza dell'esposizione, è stato sviluppato l'*aggregate exposure pathway* (AEP),

una mappa concettuale per organizzare in maniera sistemica il flusso di informazioni in unità singole che concorrono a sviluppare i modelli previsionali per le esposizioni e a identificare la concentrazione al bersaglio (Figura 4). L'AEP ha, dunque, il compito di "catturare" il movimento dei composti chimici (o di altri agenti) dal punto di emissione al sito di azione (Teeguarden et al, 2016).

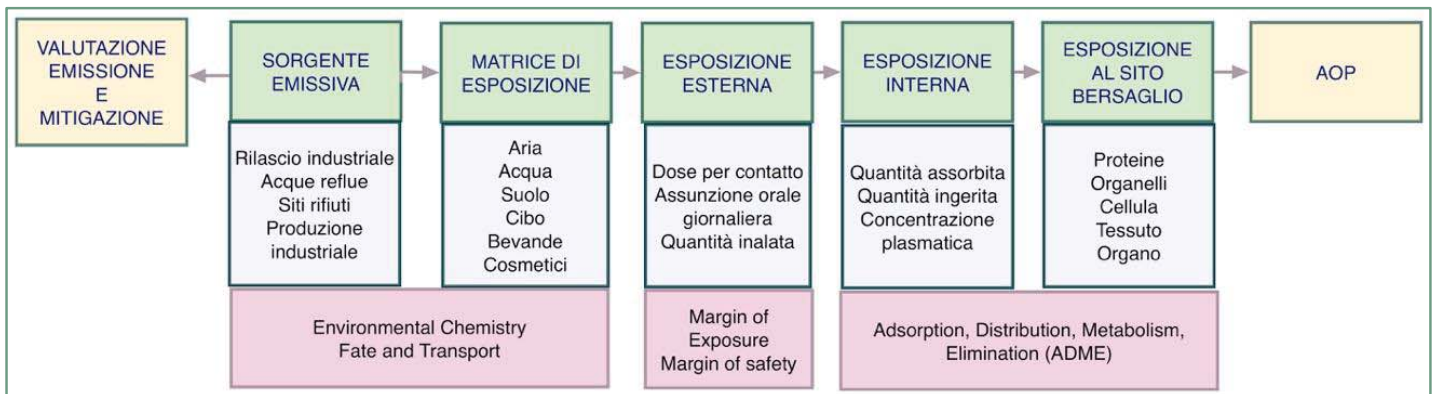


Figura 4 - Aggregate Exposure pathway

L'AEP va ad aggiungersi e a completare l'*adverse outcome pathway* (AOP), una rappresentazione strutturata di eventi biologici che portano a effetti avversi (Edwards et al., 2016). L'AOP correla in un percorso lineare una o più serie di eventi (eventi chiave, key

events), consequenziali, causalmente correlati tra loro e dose-dipendenti, che mettono in relazione un evento iniziale (*molecular initiating event*) e un esito finale (adverse outcome) (Figura 5).

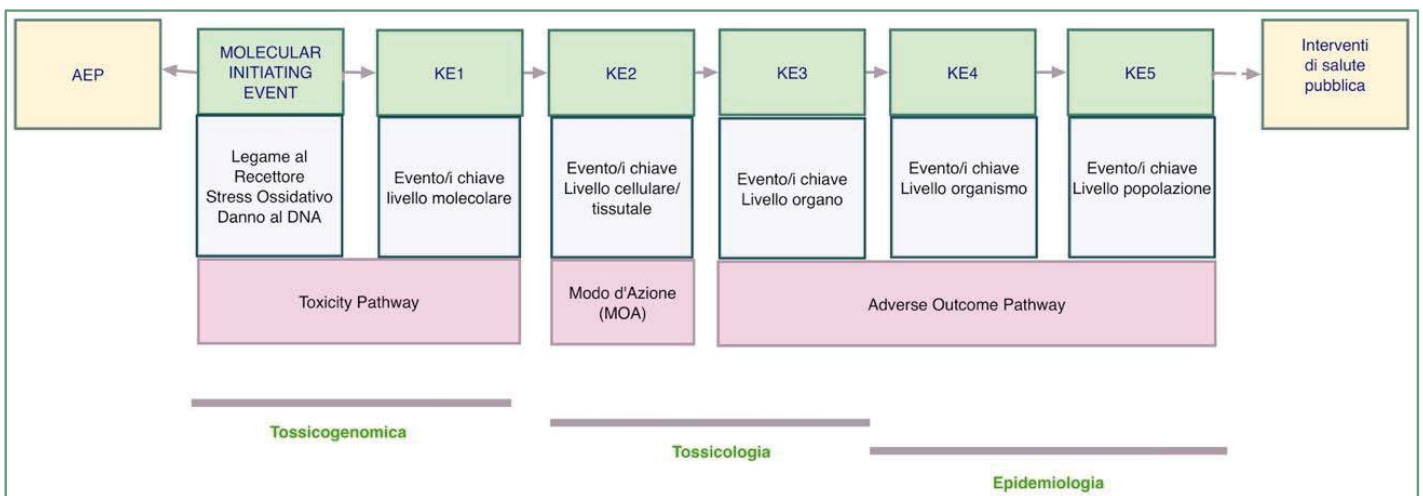


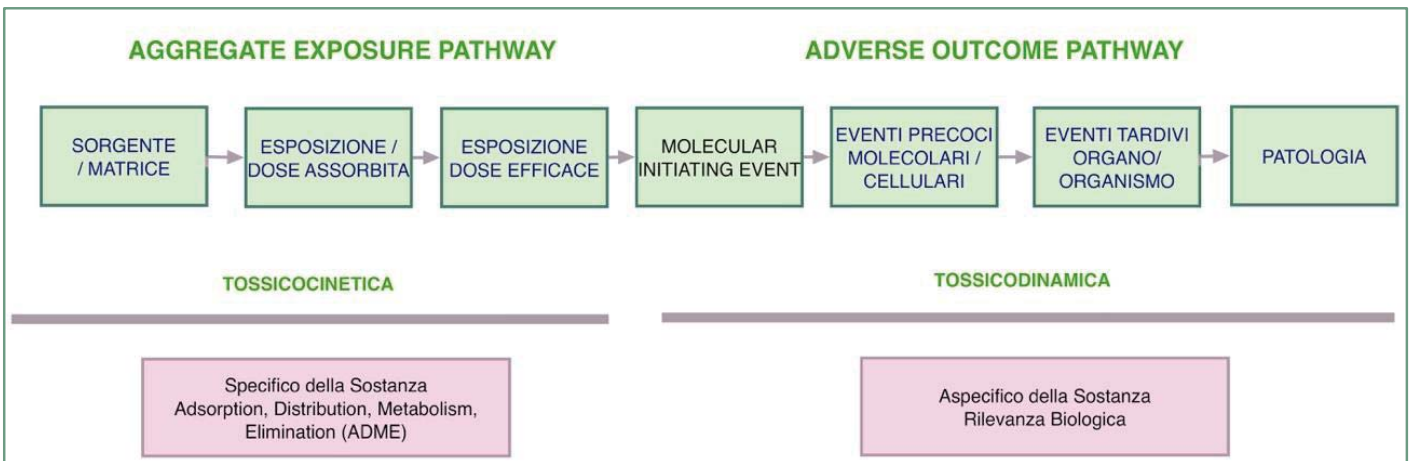
Figure 5 - Adverse Outcome Pathway

L'AOP formalizza le correlazioni tra elementi biologici di livello di complessità crescente (geni, organelli, cellule,

tessuti, organi) con l'esito sanitario (adverse outcome), promuove l'uso di dati meccanicistici per comprendere il

meccanismo delle interazioni tra esposizione e organismo vivente e sviluppa e implementa modelli computazionali di predizione di effetti avversi legati all'esposizione (Escher *et al.*, 2016). L'AOP realizza l'integrazione fra la tossicologia e l'epidemiologia. Il sito

target dell'esposizione nell'AEP e il molecular initiating event nell'AOP rappresentano il punto di integrazione tra le due mappe concettuali. L'esposoma, quindi, potrebbe essere considerato come l'integrazione tra AEP e AOP (Figura 6).



**Figura 6** - Rappresentazione integrata dei AOP e AEP

La sistematizzazione logica dei dati utili e necessari a definire e valutare l'esposizione nella mappa concettuale integrata AEP-AOP offre diverse opportunità: da un approccio più puntuale all'uso dei big data alla prioritizzazione degli interventi, dalla identificazione delle lacune conoscitive alla progettazione di nuovi studi e ricerche per colmarle, dalla definizione della dose effettiva al discernimento tra risposta adattativa e risposta avversa.

E' stato sottolineato come l'integrazione delle due mappe concettuali crei un continuum di informazioni che faciliterà in futuro la comprensione delle interazioni fra valutazione dell'esposizione e stima della pericolosità, favorendo la creazione di un quadro informativo di riferimento a supporto del processo decisionale, che sia "risk-based, hazard-based e exposure-based"

### Urban exposome

E' ormai acclarato che la complessità dell'ambiente urbano non può essere spiegata solo sulla base della numerosità della popolazione. L'OMS ha calcolato che la metà della popolazione mondiale vive in contesti urbanizzati. Il contesto di vita urbano e' un sistema multidimensionale a gerarchia variabile che richiede un approccio multidisciplinare e interdisciplinare anche solo

per comprenderne e descriverne la complessità prima ancora di elaborare strategie di intervento e politiche mirate a garantire una buona qualità della vita.

Il concetto di esposoma si applica bene alla definizione della somma di esposizioni di chi vive in città. L'intero ambiente urbano potrebbe essere spiegato in termini di esposoma, in base al quale le città sono il risultato di sistemi "viventi" interconnessi, rappresentati dalle infrastrutture, i sistemi di governance, le reti sociali, tutti in equilibrio dinamico e in costante interazione con i residenti.

Una possibile definizione di esposoma urbano è stata recentemente proposta da Andrianou e Makris (2018).

La Figura 7 illustra il dominio dell'esposoma urbano e la loro interazione con i domini dell'esposoma umano.



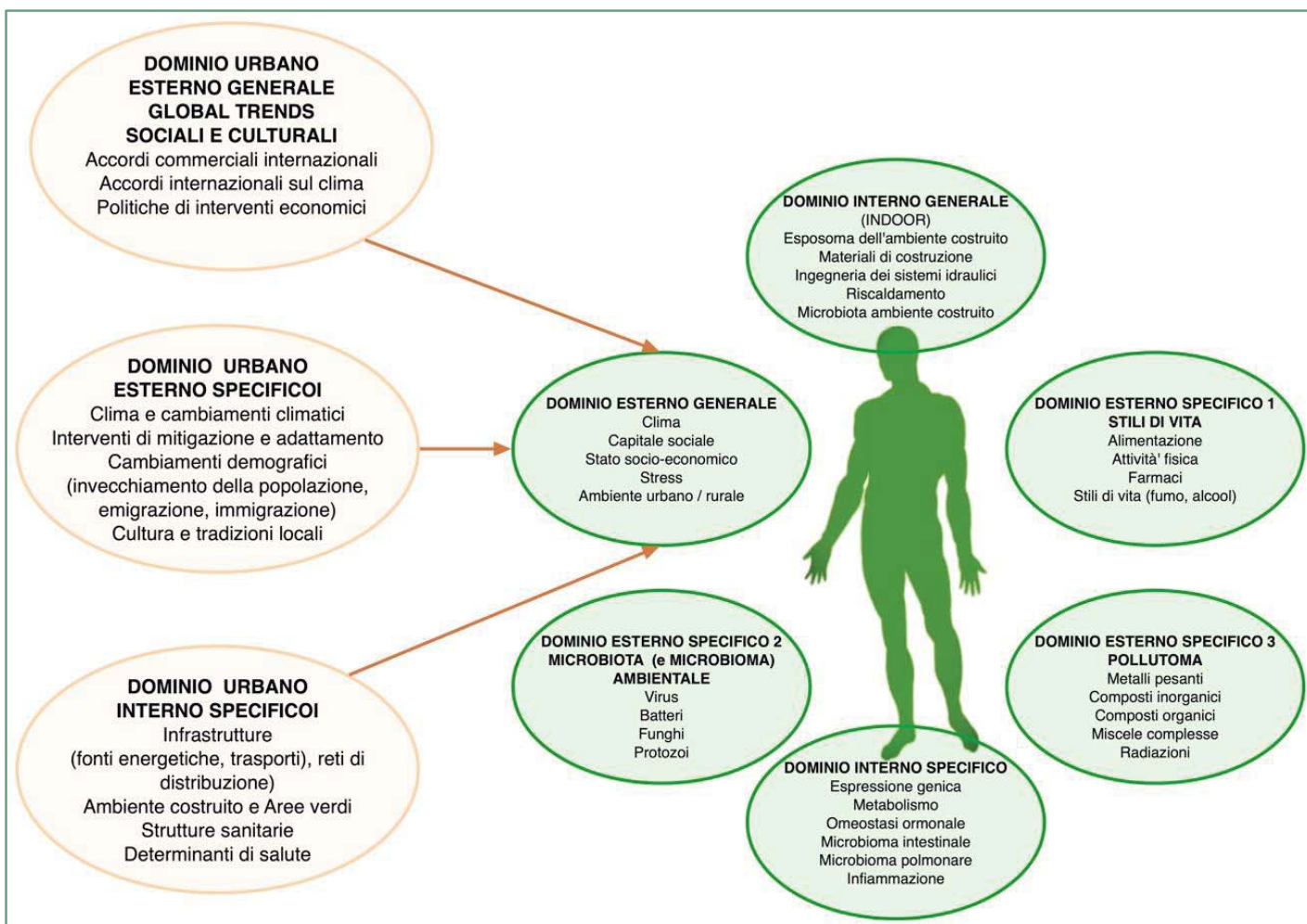


Figura 7 - Rappresentazione schematica dell'esposoma urbano

E' evidente che le componenti del dominio interno urbano hanno estese aree di sovrapposizione con il dominio esterno specifico e il dominio esterno generale dell'esposoma umano (Andrianou e Makris, .2018)

Alcuni aspetti dell'esposoma urbano restano ancora oggi poco considerati e se per alcuni, come il rumore, si stanno sviluppando piani di intervento di sanità pubblica, per altri sia l'area di conoscenza che l'area d'intervento sono molto limitate. E' questo il caso dell'illuminazione artificiale delle città e in particolare dei grandi centri urbani, a cui contribuisce non solo l'illuminazione stradale, ma anche, e soprattutto ,delle insegne pubblicitarie di grandi dimensioni e l'utilizzo della luce artificiale durante il giorno, in particolare negli open space lavorativi.

L'inquinamento luminoso non ci ha privato solo della poesia del cielo di notte, come descritto in uno struggente articolo di National Geographic, ma incide sul nostro ciclo circadiano, in modo sottile, con l'attivazione e la modulazione di geni strettamente correlati alla risposta allo stress, interagendo, quindi, direttamente con quell'ambiente interno dell'uomo rappresentato dal genoma, dal trascrittoma e dal metabonoma.

E' importante sottolineare come l'interazione fra l'ambiente urbano e la salute dell'uomo non sia sostenuta solo dalle fonti di inquinamento classicamente conosciute e riconosciute del traffico, del riscaldamento, e dalle altre attività antropiche che contribuiscono alla formazione del particolato atmosferico di area urbana. Proprio in un'epoca in cui la grande attenzione prestata

a queste fonti ha consentito una maggiore comprensione degli effetti sulla salute e una maggiore consapevolezza nell'indirizzo delle politiche di contenimento e di prevenzione, si faccia strada la consapevolezza che lo stato di salute umana è governato da un complesso intrigo di interazioni e il mantenimento dell'equilibrio interno dell'uomo dipende dall'equilibrio esterno degli altri organismi viventi e dell'intero ambiente che lo circonda. Lo spazio urbano, l'ambiente costruito, le aree

verdi devono essere ripensate per ricreare quell'equilibrio esterno che fa da ago della bilancia dell'equilibrio interno, e in questo contesto, anche il miglioramento della qualità dell'aria è solo una tappa, importante, ma limitata, nel percorso al miglioramento delle aree urbane. La comunità scientifica, regolatoria e decisionale deve fare ogni sforzo per comprendere che la fuga dalla città non sarebbe una soluzione, ma una resa.

## BIBLIOGRAFIA

Adami HO<sup>1</sup>, Berry SC, Breckenridge CB, Smith LL, Swenberg JA, Trichopoulos D, Weiss NS, Pastoor TP. 2011 Toxicology and epidemiology: improving the science with a framework for combining toxicological and epidemiological evidence to establish causal inference. *Toxicol.Sci.* 122: 223:234 doi: 10.1093/toxsci/kfr113. Epub 2011 May 10

Andrianou XD<sup>1</sup>, Makris KC<sup>2</sup>. 2018 The framework of urban exposome: Application of the exposome concept in urban health studies. *Sci Total Environ.* 15;636:963-967. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.04.329. Epub 2018 May 3

Cohen Hubal, E., Barr, D., Koch, H. Bahadori T 2011 The Promise of Exposure Science. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 21, 121–122 <https://doi.org/10.1038/jes.2010.55>

Dai, D., Prussin, A.J., Marr, L.C., Vikesland, P.J., Edwards, M.A., Pruden, A., 2017. Factors shaping the human exposome in the built environment: opportunities for engineering control. *Environ. Sci. Technol.* 51:7759–7774. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b01097>

Edwards, SW, Tan YM, Villeneuve DL, Meek ME, McQueen CA 2016. Adverse outcome pathways-organizing toxicological information to improve decision making *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 356 (2016), pp. 170-181

Gary W. Miller, Dean P. Jones, The Nature of Nurture: Refining the Definition of the Exposome, *Toxicological Sciences*, Volume 137, Issue 1, January 2014, Pages 1–2, <https://doi.org/10.1093/toxsci/kft251>

Escher, B. I., Hackermüller, J., Polte, T., Scholz, S., Aigner, A., Altenburger, R., Böhme, A., Bopp, S. K.,

Brack, W., Busch, W., Chadeau-Hyam, M., Covaci, A., Eisenträger, A., Galligan, J. J., Garcia-Reyero, N., Hartung, T., Hein, M., Herberth, G., Jahnke, A., Kleinjans, J., Wambaugh, J. F. (2017). From the exposome to mechanistic understanding of chemical-induced adverse effects. *Environment international*, 99, 97–106. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.11.029>

Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J.R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N. (Nil), Baldé, A.B., Bertollini, R., Bose-O'Reilly, S., Boufford, J.I., Breyse, P.N., Chiles, T., Mahidol, C., Coll-Seck, A.M., Cropper, M.L., Fobil, J., Fuster, V., Greenstone, M., Haines, A., Hanrahan, D., Hunter, D., Khare, M., Krupnick, A., Lanphear, B., Lohani, B., Martin, K., Mathiasen, K.V., McTeer, M.A., Murray, C.J.L., Ndahimananjara, J.D., Perera, F., Potočník, J., Preker, A.S., Ramesh, J., Rockström, J., Salinas, C., Samson, L.D., Sandilya, K., Sly, P.D., Smith, K.R., Steiner, A., Stewart, R.B., Suk, W.A., van Schayck, O.C.P., Yadama, G.N., Yumkella, K., Zhong, M., 2017. The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet* 0. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0).

Lioy P, Lebre E, Spengler J, Brauer M, Buckley T, Freeman N, Jantunen M, Kissel J, Lebowitz M, Maroni M, Moschandreas D, Nieuwenhuijsen M, Seifer Bt, Zmirou-Navier D. 2005 Defining Exposure Science *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 15, 463. doi:10.1038/sj.jea.7500463

National Research Council, 2012. Exposure Science in the 21st Century: A Vision and a Strategy. <https://doi.org/10.17226/13507>.

Pleil JD, Blount BC, Waidyanatha S, Harper M. 2012 Establishing exposure science as a distinct scientific



discipline. *Expo Sci Environ Epidemiol.* 2012 Jul;22(4):317-9. doi: 10.1038/jes.2012.5.

Teeguarden JG, Tan YM, . Edwards SW, .Leonard JA, K.A. Anderson, Corley RA, .Kile ML, . Simonich SM, Stone D, . Tanguay RL, . Waters KM, . Harper SL, Williams DE 2016 Completing the link between exposure science and toxicology for improved

environmental health decision making: the aggregate exposure pathway framework *Environ. Sci. Technol.*, 50 , pp. 4579-4586

Wild, C.P., 2012. The exposome: from concept to utility. *Int. J. Epidemiol.* 41:24–32. <https://doi.org/10.1093/ije/dyr236>.

# LA RETE ITALIANA AMBIENTE E SALUTE

Carla Ancona\* e Francesco Forastiere\*\*

\*Dipartimento di Epidemiologia SSR Lazio

\*\*IFC-CNR per il gruppo di lavoro RIAS

L'integrazione delle attività tra il settore ambientale e quello sanitario è di importanza fondamentale per proteggere la salute dai rischi derivanti dalla contaminazione ambientale e per garantire luoghi abitativi e di lavoro che tutelino la salute dei residenti e dei lavoratori. L'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che nella regione europea dell'OMS interventi strutturali di risanamento ambientale potrebbero ridurre la mortalità generale di quasi il 20%. Mentre il rapido sviluppo sociale ed economico, unito all'eredità di degrado ambientale (e alla sua interazione con altri significativi determinanti della salute), causano impatti potenzialmente rilevanti sulla salute, esiste un grande potenziale per un guadagno di salute complessivo se venissero presi in considerazione i determinanti ambientali. Basti pensare che il solo inquinamento atmosferico nel nostro Paese è responsabile di decine di migliaia di morti premature e di un aumento importante della morbosità per molte malattie croniche (Progetto VIIAS; EEA report 2018) <https://www.eea.europa.eu/highlights/air-pollution-still-too-high>). Purtroppo la sensibilità generale sul tema in Italia non è stata rilevante e i vari governi si sono succeduti da decenni senza affrontare le criticità ambientali con la dovuta coerenza. Solo oggi, grazie al movimento #Fridays for the Future, la sensibilità sembra essere rinnovata.

In linea con i recenti orientamenti in materia di salute ambientale, come riflesso negli atti della Conferenza ministeriale su ambiente e salute (Centro europeo dell'ambiente e Salute dell'ufficio regionale per l'Europa dell'OMS, Ostrava 2017) e della recente conferenza mondiale dell'OMS sull'inquinamento atmosferico (WHO CAPH, 2018), è necessario rafforzare il paese nella propria capacità di occuparsi di questioni ambientali con le conseguenti ripercussioni sanitarie e promuovere il processo di cambiamento dando responsabilità maggiori a coloro che sono impegnati nella sanità pubblica e nell'assistenza sanitaria di base.

In Italia esiste una lunga tradizione nella valutazione degli effetti dei fattori di pressione ambientale sulla salute che coinvolge da una parte il Sistema Sanitario Nazionale (SSN) e dall'altra il Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale (SNPA). I dati dei sistemi informativi sanitari, dei registri di mortalità e di incidenza tumorale, quelli delle malformazioni congenite e dei mesoteliomi, i sistemi di sorveglianza nazionali sugli effetti delle ondate di calore e sullo stato di salute nei siti contaminati permettono il monitoraggio degli effetti sulla salute dell'esposizione a diverse fonti di inquinanti, con una particolare attenzione alle possibili disuguaglianze di genere, di età e sociali. La produzione è ricca e le iniziative nazionali su questi temi sono numerose. Il programma CCM del Ministero della Salute ha finanziato numerose iniziative per lo studio dell'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico (EPIAIR 1 e 2, VIIAS), del rumore (SERA), dei siti industrialmente contaminati (SENTIERI), ondate di calore (<http://www.ccm-network.it/pagina.jsp?id=node/2039>), rifiuti (SESPiR) e anche il sistema ambientale risulta molto attivo e ha avviato numerose attività di comunicazione per gli operatori ed i cittadini ([www.ambienteinforma.snpa.it](http://www.ambienteinforma.snpa.it)).

Questa multiformità di interventi necessita di una ricomposizione in una rete in grado di armonizzare e potenziare l'azione degli enti impegnati sui temi ambiente e salute. Non si può ignorare, infatti, che si registrano ancora numerosi aspetti critici nelle attribuzioni delle competenze tra strutture ARPA e SSN, una formazione generale su questi aspetti ancora carente ed eterogenea, un linguaggio difforme e differenze inter-regionali che rendono necessari programmi di azione e di formazione coordinati, coerenti e non settoriali.

Il progetto CCM Rete Italiana Ambiente e Salute (RIAS) nasce dunque con l'intento di consolidare il coordinamento delle componenti istituzionali sul tema Ambiente e Salute in Italia attraverso il coinvolgimento e

lavoro congiunto delle strutture ambientali e sanitarie. L'integrazione Ambiente e Salute è un'esigenza molto sentita dalle strutture ambientali e sanitarie che operano sul territorio, in particolare a livello delle Regioni e dei dipartimenti di prevenzione delle ASL. Pertanto uno dei principali obiettivi del processo di coordinamento della attività prevede la creazione di sinergie e la valorizzazione delle le risorse esistenti. Il progetto propone di creare una piattaforma collaborativa per consentire la condivisione di competenze e per promuovere e armonizzare su territorio nazionale gli interventi di prevenzione sanitaria e protezione ambientale; interventi di sorveglianza ambientale e sanitaria; garantire intersettorialità e inclusione delle dimensioni sociali e economiche a supporto dello sviluppo sostenibile.

La mancata definizione formale della figura professionale dell'esperto nella valutazione dell'impatto sanitario delle esposizioni ambientali rappresenta un ulteriore fattore di criticità. Si tratta di una figura professionale nuova (sia di ruolo sanitario sia di ruolo non sanitario) con caratteristiche manageriali e un background che gli consente di comprendere, utilizzare ed integrare, con approccio multisettoriale, il contributo differenziale delle molteplici discipline e figure professionali coinvolte (scienze ambientali, epidemiologia, tossicologia, economia). Tale figura è necessaria per dare risposta a specifici quesiti/problematiche ambientali/sanitarie, grazie alla capacità di coordinare e valorizzare il lavoro di squadra integrando il contributo di esperti che agiscono di concerto, ognuno con la propria specifica formazione, expertise e ambito di attività.

L'obiettivo principali del progetto RIAS è lo sviluppo di sinergie tra strutture sanitarie e strutture del sistema nazionale per la protezione ambientale con l'obiettivo di condividere ed integrare le conoscenze e i dati disponibili, seguendo un approccio inter-istituzionale.

Il progetto prevede l'elaborazione di un piano di comunicazione per raggiungere efficacemente i soggetti del SSN e SNPA. L'attività di network prevede una parte operativa dotata di una segreteria redazionale e un sito web. Attraverso il sito web si realizzerà un censimento nazionale dinamico delle attività nel campo ambiente e salute in Italia. L'elaborazione dei risultati porterà ad una mappatura delle strutture che svolgono attività di ricerca

in ambiente e salute con descrizione delle diverse funzioni, dei principali risultati raggiunti, comprensivi degli studi effettuati e delle collaborazioni e interazioni esistenti.

Il progetto prevede una attività di formazione con l'obiettivo di soddisfare i bisogni di conoscenza sui temi ambiente e Salute. Essa è inquadrata nell'ambito del Piano Nazionale della Prevenzione – PNP e dei Piani Regionali di Prevenzione –PRP 2014-2018 relativamente al punto 8.5 "Ridurre le esposizioni ambientali potenzialmente dannose per la salute" ed è destinata a operatori del Servizio Sanitario Nazionale e del Sistema delle Agenzie per l'ambiente.

Nell'ambito del PNP 2014-2019, il progetto "EpiAmbNet: rete italiana di epidemiologia ambientale" ([www.reteambientesalute.epiprev.it](http://www.reteambientesalute.epiprev.it)) è stato un esempio recente di attività educativa che ha coinvolto numerose regioni italiane ma la formazione non è ancora completa in maniera capillare e uniforme su tutto il territorio nazionale. Gli operatori del SSN e quelli del SNPA soffrono, soprattutto in alcune Regioni, dell'assenza di un programma formativo organico e condiviso che fornisca loro i necessari strumenti conoscitivi. Conoscenze, linguaggi e pratiche comuni sono, ad oggi, carenti con conseguenze negative sull'operato dei servizi e dei medici di medicina generale. La situazione è ulteriormente aggravata dalla carenza formativa a livello universitario sia nei corsi di laurea sia nei corsi di specializzazione. Il tema Salute e Ambiente è, in effetti, assente o solo marginalmente affrontato ad ogni livello della formazione universitaria. Anche i corsi di formazione specifica in Medicina Generale, tranne che per alcune regioni nelle quali sono stati inseriti seminari specifici, sono spesso carenti rispetto ai temi ambiente e salute poco considerati da una medicina che punta più alla cura del singolo paziente che alla prevenzione nella popolazione.

Nell'ambito delle attività progettuali RIAS è prevista la messa a punto e la conduzione di due "workshop" a carattere centrale per formatori regionali su temi ambiente e salute; la realizzazione di un corso di valutazione dl rischio, di un corso di tossicologia ambientale, di due corsi di epidemiologia ambientale, di due corsi di valutazione di impatto ambientale e sanitario e comunicazione del rischio. Infine verrà realizzata in Emilia Romagna una Advanced Course on

Environment and Health della durata di una settimana in forma residenziale.

La valutazione dell'impatto sanitario affiancato alla valutazione dell'impatto ambientale risponde alle esigenze del PNP dell'Obiettivo Centrale 8.4 "sviluppare modelli, relazioni istituzionali per la valutazione degli impatti sulla salute dei fattori inquinanti. Obiettivo del progetto è la creazione di strumenti operativi per la Valutazione di Impatto Ambientale e Sanitario che siano di supporto nelle situazioni caratterizzate da diversi fattori di rischio ambientali (inquinamento urbano, industriale, rifiuti, rumore, acque...). In particolare verranno forniti strumenti operativi per l'applicazione delle LG VIS dell'ISS (D.Lgs. 104/2017) relative ai grandi impianti, metodi e strumenti per le valutazioni di singoli impianti/insediamenti, valutazioni di impatto delle politiche/piani/programmi, supporto alle regioni nelle azioni di Valutazione integrata ambientale-sanitaria.

Il progetto RIAS si focalizza dunque sui temi della integrazione istituzionale, della formazione e della valutazione di impatto ambientale e sanitario, con la finalità di superare la settorialità dei processi valutativi e

formativi, e la frammentarietà delle discipline che concorrono a delineare la complessa problematica del rapporto salute ambiente.

## SITOGRAFIA

Per informazioni ulteriori sui Progetti CCM citati  
EPIAIR Inquinamento atmosferico e salute: sorveglianza epidemiologica e interventi di prevenzione ([www.epiair.it](http://www.epiair.it))

SERA- Studio sugli Effetti del Rumore aeroportuale ([www.deplazio.net](http://www.deplazio.net))

VIAS - Valutazione Integrata dell'Impatto su Ambiente e Salute dell'inquinamento atmosferico ([www.vias.it](http://www.vias.it))

SESPiR - Sorveglianza Epidemiologica sullo stato di Salute della Popolazione residente Intorno agli impianti di trattamento Rifiuti ([www.scienzainrete.it/canale/rifiuti-e-salute/progetto](http://www.scienzainrete.it/canale/rifiuti-e-salute/progetto))

EpiAmbNet – La Rete dell'Epidemiologia Ambientale Italiana ([www.reteambientesalute.epiprev.it](http://www.reteambientesalute.epiprev.it))

# STRUMENTI PER LA VALUTAZIONE DELLE ESPOSIZIONI A INQUINANTI AMBIENTALI: IL PROGETTO ZIPPER

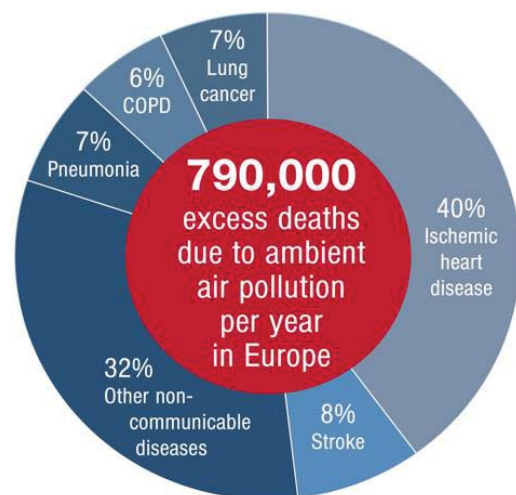
Marco Baldini  
ARPA Marche

L'accresciuto e sempre più partecipato interesse da parte della società civile e la conseguente attenzione richiesta alle istituzioni hanno profondamente mutato negli ultimi anni il quadro generale di approccio e gestione dell'incidenza delle pressioni ambientali sulla salute pubblica, nell'ambito del quale i diversi enti competenti sono chiamati a fornire risposte qualificate, tempestive ed efficaci.

Da una indagine statistica della Commissione Europea<sup>84</sup> sulle percezioni dei cittadini riguardo all'ambiente emerge infatti una convinta tendenza, sia da parte degli europei nell'insieme (94%) che degli italiani in particolare (95%), a considerare la protezione dell'ambiente un problema importante, specie laddove stime dell'Organizzazione mondiale della sanità indicano che circa il 24% di tutte le malattie e il 23% di tutte le morti premature nel mondo sarebbero dovute all'esposizione a fattori ambientali<sup>i</sup>. Secondo il rapporto dell'Agenzia europea per l'ambiente<sup>ii</sup>, il trasporto su strada rappresenterebbe una delle principali fonti di inquinamento atmosferico in Europa, in particolare di inquinanti nocivi quali il biossido di azoto e il particolato; anche le emissioni provenienti dall'agricoltura, dalla produzione di energia, dall'industria e dai nuclei domestici, tuttavia, contribuirebbero in maniera sostanziale a inquinare l'atmosfera. Secondo stime dell'OMS, circa 7 milioni di persone muoiono ogni anno a causa dell'esposizione a inquinanti atmosferici indoor e outdoor<sup>iii</sup>. Dati presentati in studi recentemente pubblicati<sup>iv,v</sup>, evidenzerebbero valori ancor più elevati circa i decessi dovuti all'inquinamento atmosferico; secondo le stime in essi riportate, agli inquinanti atmosferici sarebbero attribuibili quasi 9 milioni di

decessi in tutto il mondo e di questi quasi 800mila soltanto in Europa<sup>6</sup>.

In merito alla ripartizione degli esiti causa-specifici, circa la metà risulta associato a patologie di natura cardiovascolare: fra queste il 40% è causato da cardiopatia ischemica e l'8% da ictus; il 20% è collegato complessivamente a malattie delle vie respiratorie, in particolare del polmone (neoplasia polmonare, polmonite e broncopneumopatia cronica ostruttiva) e il restante 32% ad altre malattie non trasmissibili (**Figura 1**).



**Figura 1** - Estimated excess mortality attributed to air pollution in Europe, and the contributing disease categories

Fonte: European Heart Journal, Volume 40, Issue 20, 21 May 2019, Pages 1590-1596



Appare chiaro, dunque, come ambiente e salute siano due “mondi” strettamente connessi: sia a livello nazionale che internazionale è da tempo assodato che lo stato qualitativo dell'ambiente, in tutti i suoi aspetti, influenzi in maniera significativa lo stato di salute e il benessere della popolazione.

In questo contesto, anche il Consiglio Nazionale SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale), nell'approvare il “Catalogo nazionale dei Servizi e Prestazioni del Sistema” previsto dalla legge istitutiva n.132/2016, ha individuato, tra le funzioni ad esso attribuite, servizi e prestazioni sul tema “Supporto tecnico per analisi fattori ambientali a danno della salute pubblica” ed istituito, nell'ambito del proprio programma triennale delle attività, un apposito Gruppo di Lavoro (TIC VII/7) denominato “Esposizione agli agenti inquinanti in ambiente di vita”, coordinato dal CTR ambiente, prevenzione e salute dell'Arpae Emilia-Romagna.

È in seno a tale Gruppo di Lavoro, la cui attività è legata alla valutazione dell'esposizione agli agenti inquinanti in ambiente di vita in relazione alle tematiche ambiente e salute e alle esigenze di ricerca e di innovazione, che è nato il progetto denominato “ZIPPER”, che vede in primis ARPAE Emilia Romagna, ARPA Marche ed ARPA Molise direttamente coinvolte nella sua realizzazione, con il supporto tecnico operativo del Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche dell'Università Politecnica delle Marche.

Il nome del progetto intende simbolicamente rappresentare l'integrazione tra competenze e professionalità ambientali e sanitarie nell'approccio multidisciplinare alla valutazione di impatto. La realizzazione di tale progetto ha lo scopo di dare consistenza all'azione di supporto per la valutazione dei rischi sanitari mediante l'utilizzo di strumenti avanzati (software apposito) che consentano la stima dell'esposizione della popolazione attraverso l'individuazione sul territorio dei valori di fondo dei parametri oggetto del monitoraggio della qualità dell'aria (scenario ante-operam) e la stima in maniera prospettica delle concentrazioni di ricaduta derivanti dalla modellizzazione delle emissioni di un'opera di progetto (scenario post-operam).

In tal senso, l'intento è quello di realizzare un applicativo che ha la funzione da un lato di valutare le esposizioni di background per le attività di sorveglianza epidemiologica

e dall'altro di stimare il contributo immissivo di una sorgente di inquinamento ambientale al fine di valutarne l'impatto ambientale-sanitario.

Il progetto si propone quindi di verificare la fattibilità di sviluppo e implementazione di un modello informatico in grado di analizzare i dati di immissione ed emissione e rappresentare, anche graficamente, le esposizioni della popolazione a determinanti ambientali che possono provocare effetti sulla salute. Il fine ultimo del progetto è quello di fornire alle istituzioni territorialmente competenti le informazioni necessarie ad una più accurata e mirata valutazione del rischio per la salute delle popolazioni esposte, o potenzialmente tali, agli inquinanti ambientali; ciò per effettuare valutazioni di impatto sanitario, attraverso un duplice approccio, tossicologico ed epidemiologico, a supporto delle decisioni in merito alle autorizzazioni ambientali di progetti/piani/programmi.

La base strumentale è rappresentata dal software freeware denominato HARP2 (Hot Spots Analysis and Reporting Program, prodotto e reso disponibile dalla California Environmental Protection Agency), comprendente diversi moduli sinteticamente individuabili in: archivio informatizzato delle emissioni in atmosfera, modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera e caratterizzazione del rischio sanitario. Negli intenti di progetto, il software dovrà essere contestualizzato alle diverse realtà territoriali regionali a seconda della disponibilità dei dati ambientali (es. il catasto regionale delle emissioni, l'inventario delle emissioni in atmosfera - Inemar, i sistemi informativi ambientali su base nazionale - EPISAT, BEEP, SINA ...) e soggetto a processi di implementazione che comprendano anche l'integrazione di modelli di dispersione già esistenti (es. AERMOD, CALPUFF, ASDM...), così da creare uno strumento duttile e di facile utilizzo per specifiche situazioni di esposizione.

Articolato su tre moduli ripartiti sulla base dell'implementazione, rispettivamente, del database dell'inventario regionale delle fonti emissive, del modello di diffusione degli inquinanti atmosferici e della caratterizzazione del rischio sanitario per effetti tossici e cancerogeni da esposizione agli inquinanti ambientali, ZIPPER vedrà in prima analisi avviata la ricognizione delle banche dati ambientali attualmente disponibili con copertura nazionale, così da poter rappresentare per l'intero territorio nazionale l'esposizione della

popolazione residente all'inquinamento atmosferico di background. Le informazioni di esposizione della popolazione potranno essere utilizzate nelle diverse realtà regionali primariamente per la individuazione della popolazione sottesa ai diversi livelli di inquinamento ambientale e quindi per la determinazione degli eventi attribuibili alla quota eccedente i valori controfattuali per gli inquinanti atmosferici indicati dal WHO, nonché per le valutazioni generali di carattere sanitario in relazione al quadro ambientale di background.

Il secondo modulo di ZIPPER, previa ricognizione della disponibilità di dati territoriali di carattere meteorologico e orografico, prevede l'applicazione di un modello di diffusione degli inquinanti in atmosfera finalizzato alla valutazione del background e alla simulazione delle concentrazioni di ricaduta delle emissioni provenienti da una sorgente puntiforme. I risultati attesi si configurano in mappe di isoconcentrazione degli inquinanti atmosferici che forniscono la base dati su cui implementare il terzo modulo dell'applicativo.

L'informatizzazione di tutta la procedura si concretizzerà, infatti, nel terzo modulo che prevede la condivisione di una metodologia di approccio epidemiologico e tossicologico alla valutazione integrata di impatto ambiente-salute per la stima degli eventi attribuibili e la valutazione del rischio sanitario della popolazione esposta agli inquinanti ambientali.

Per quanto sopra riportato, ZIPPER si presenta pertanto come un progetto ambizioso per il quale, come ovvio,

## BIBLIOGRAFIA

Commissione Europea (2017). Special Eurobarometer 468 "Attitudes of European citizens towards the environment"

Prüss-Ustün A, Wolf J, Corvalán C, Bos R, Neira M. Preventing disease through healthy environments. A global assessment of the burden of disease from environmental risks. World Health Organization, 2016. ISBN: 978-92-4-156519-6.

European Environment Agency (EEA). Air quality in Europe. EEA Report No 12/2018. ISBN: 978-92-9213-990-2

non mancano difficoltà e criticità, rappresentate principalmente sul piano tecnico dalla ingegnerizzazione del software, ovvero dalla realizzazione e messa in opera di un applicativo progettato in modo tale da essere fruibile anche da parte di operatori senza specifiche competenze in campo informatico/ modellistico.

A tal proposito, anche per superare tali ostacoli che il progetto prevede, prima del rilascio della versione definitiva del software, è previsto un periodo di sperimentazione nel corso del quale verranno identificati casi studio rappresentativi delle diverse aree geografiche italiane per la sua applicazione e validazione, ed una successiva fase di "implementazione monitorata", dove i risultati della sperimentazione potranno essere utilizzati per aumentare la sensibilità e la specificità dello strumento.

Al termine del progetto, il software così prodotto potrà essere distribuito corredato di un documento guida per il suo utilizzo e illustrato, attraverso appositi eventi formativi, a tutti coloro che nel Sistema Agenziale potranno finalmente disporre di uno strumento quanto più possibile utile ed efficace a supporto delle valutazioni ambientali e sanitarie nell'ambito della gestione dei procedimenti di autorizzazioni ambientali, di situazioni di criticità e/o emergenza ambientali, delle richieste di valutazioni di impatto sanitario da parte delle autorità preposte.

WHO. Burden of disease from the joint effects of household and ambient air pollution for 2016; May 2018

Burnett R, Chen H, Szyszkowicz M, et al. Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter. Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. (2018).

Lelieveld J, Klingmüller K, Pozzer A, et al. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. European Heart Journal, Volume 40, Issue 20, 21 May 2019, Pages 1590–1596.

# AREE VERDI URBANE: SALUTE E BENESSERE

Anna Chiesura, Elisabetta De Maio, Francesca De Maio e Marzia Mirabile  
ISPRA

## INTRODUZIONE

Viviamo nel cosiddetto "secolo urbano"; si prevede che, entro il 2050, 2,4 miliardi di persone in più abiteranno nelle città (McDonald *et al.*, 2018). La crescente urbanizzazione è, pertanto, una delle principali sfide dello sviluppo sostenibile, per gli impatti generati in termini di consumo irreversibile di suolo, inquinamento delle matrici ambientali, frammentazione del paesaggio e perdita di biodiversità, isole di calore urbano, etc., tutti aspetti associati ad un aumento della morbilità e mortalità.

Da qualche decennio la letteratura scientifica internazionale indaga sul concetto di funzioni e servizi ecosistemici (De Groot, 1992; Costanza *et al.*, 1997), definiti sostanzialmente come la varietà di benefici materiali e immateriali che la natura offre all'uomo (MEA<sup>85</sup>, 2005). Tale concetto, prima applicato agli ecosistemi naturali non antropizzati, è stato nel tempo anche declinato su scala locale e attribuito anche agli spazi verdi seminaturali e urbani, oggetto di questa analisi. Parchi e giardini pubblici, verde agricolo e privato, aree boscate e orti botanici, sono alcune delle tante tipologie che compongono quel mosaico verde anche nota con il termine di infrastruttura verde (e blu). La Strategia europea per le infrastrutture verdi (Commissione Europea, 2013) riconosce, alla rete di spazi verdi naturali e seminaturali, anche nei contesti urbani e periurbani, la capacità di fornire importanti servizi ecosistemici con un ampio ventaglio di benefici ambientali, sociali ed economici, come supportato anche dalla letteratura scientifica (Bolund e Hunhammar, 1999; TEEB, 2010). Tra i servizi ecosistemici che più interessano ai fini del presente contributo saranno presi in esame i seguenti: salute fisica, benessere psicologico e promozione di stili di vita salutari e attivi (Maller *et al.* 2006, 2008; MEA, 2005, Keniger *et al.* 2013; Sandifer *et al.* 2015; Shanahan *et al.* 2016).

Alcuni studi hanno mostrato che le aree verdi contribuiscono a ridurre i livelli di inquinamento atmosferico e acustico e a mitigare le temperature estreme nelle città, riducendo così gli impatti negativi sulla salute. Inoltre, gli studi hanno osservato che le persone che vivono nelle vicinanze o che hanno accesso ad aree verdi, hanno maggiori probabilità di essere fisicamente attive, godere di maggiore benessere psicologico e di una migliore qualità della vita (Gascona, 2016). Un recentissimo studio (White *et al.*, 2019) dimostra che trascorrere almeno 120 minuti a settimana a contatto con la natura sia associato ad uno stato di buona salute e di benessere. I benefici sulla salute delle aree verdi urbane possono inoltre contribuire a ridurre le malattie croniche non contagiose (obesità, malattie cardiovascolari, diabete, salute mentale, cancro, etc.), spesso conseguenti a stress cronico, a stili di vita scorretti e scarsa attività fisica.

Nella Quinta Conferenza Ministeriale su Ambiente e Salute tenutasi a Parma nel 2010, gli Stati membri della Regione Europea dell'OMS si sono impegnati "a fornire a ciascun bambino entro il 2020 l'accesso ad ambienti sani e sicuri e ad ambienti di vita quotidiana in cui poter camminare e andare in bicicletta fino agli asili e alle scuole, nonché a spazi verdi in cui giocare e svolgere attività fisica" (WHO, 2010). Garantire l'accesso agli spazi verdi nelle città è inoltre inserito nell'"Obiettivo 11.7 delle Nazioni Unite per lo sviluppo sostenibile, che mira: "Entro il 2030, a fornire l'accesso universale a spazi verdi e pubblici sicuri, inclusivi e accessibili, in particolare per donne e bambini, anziani e persone con disabilità" (UN DESA, 2014). Infine, il piano d'azione 2012-2016 dell'OMS, per l'attuazione della strategia europea per l'occupazione, la prevenzione e il controllo delle malattie non trasmissibili, comprende un invito a creare ambienti urbani a sostegno alla salute (WHO, 2012(a)). Anche secondo la *New Urban Agenda* (UN Habitat, 2017) uno

<sup>85</sup> <http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>

degli obiettivi da raggiungere è di produrre città giuste, sicure, sane, accessibili, anche dal punto di vista economico, resilienti e sostenibili. Senza natura il rischio è quello di costruire città grigie e “tristi”. In Italia, tuttavia, si rileva come – a fronte di una ricca gamma di tipologie di aree verdi (verde storico, aree di arredo urbano, parchi urbani, verde attrezzato, aree sportive all’aperto, orti urbani, etc.) – i maggiori Comuni italiani presentino una scarsa incidenza di verde pubblico e una ancor più critica assenza di specifici strumenti pianificatori: al 2017 solo 10 Comuni, sui 120 indagati nel XIV Rapporto sulla Qualità dell’ambiente urbano, hanno approvato un Piano sul verde.

Nel 1984 Ulrich pubblica una delle prime ricerche, ad essere riconosciuta in ambito scientifico, in cui dimostra come, anche il solo contatto visivo con un ambiente naturale, produca, sui pazienti, maggiori effetti psicologici positivi, rispetto a vedute urbane caratterizzate dalla mancanza di vegetazione. Nel 2016 la WHO pubblica una *review* non sistematica della letteratura inerente il rapporto aree verdi urbane e salute, proprio con l’intento di sottolineare la centralità che le aree naturali rivestono nel contesto metropolitano quando si parla di salute fisica e benessere mentale. Nel 2018, l’Agenzia di protezione ambientale irlandese pubblica una *review* sul rapporto salute umana e spazi verdi e blu (Foley *et al.*, 2018). È quindi indubbio che la presenza di verde nelle città abbia numerosi risvolti positivi non solo ambientali. Le evidenze della letteratura scientifica, attestano un’associazione positiva tra spazi verdi urbani, salute fisica e benessere psicologico, anche se il legame esistente tra esposizione ai parchi e effetti positivi per salute e benessere sono ancora poco chiari e i risultati non sempre rigorosi dal punto di vista scientifico (Ravnikar e Goličnik, 2019; Swierad e Huang, 2018; WHO, 2016). Innegabile il fatto che negli ultimi anni, grazie all’utilizzo di nuove metodologie di ricerca e tecnologie (de Vries *et al.*, 2013; Svendsen *et al.*, 2016; Swierad e Huang, 2018; Ward Thompson *et al.*, 2016; White *et al.*, 2019), si siano raggiunti gli standard di rigore scientifico necessari affinché le indicazioni dei percorsi da intraprendere, indicati dai risultati delle ricerche,

possano essere utilizzati sia dagli specialisti che si occupano di salute pubblica, sia dai decisori politici e amministratori pubblici.

La prima questione aperta riguarda proprio la mancanza di una definizione univoca di spazio verde urbano (WHO, 2016, 2017), che rende difficoltosa l’individuazione degli studi e la confrontabilità dei risultati. In questo studio si è optato per la definizione più ampia possibile, come quella indicata nelle Linee Guida per il governo sostenibile del verde urbano redatte a cura del MATTM (2017)<sup>86</sup>. Nel presente articolo si vuole dunque fornire una sintesi dei principali risultati relativi degli effetti che la presenza di aree verdi ha sulla salute e più in generale sul benessere dei cittadini.

## EVIDENZE DEGLI EFFETTI DELLE AREE VERDI SULLA SALUTE

I meccanismi alla base della correlazione tra l’accesso allo spazio verde e la salute sono complessi e interagenti. Il verde può produrre benefici per la salute attraverso vari meccanismi alcuni dei quali possono avere un effetto sinergico. I meccanismi plausibili, attraverso cui lo spazio verde può contribuire alla salute, sono quattro (WHO, 2016):

- migliore qualità dell’aria (riduzione degli inquinanti atmosferici) e mitigazione dei cambiamenti climatici (stoccaggio della CO<sub>2</sub>);
- maggiore propensione all’attività fisica (Lee *et al.*, 2015; Browig e Lee, 2017; Hankey e Marshall, 2017; Nieuwenhuisen, 2018; Van Hecke *et al.*, 2018), che a sua volta è associata a migliore salute cardiovascolare, salute mentale, sviluppo e benessere neurocognitivi, prevenzione dell’obesità (Kabish *et al.*, 2017), del cancro e dell’osteoporosi;
- riduzione dello stress attraverso la riduzione dei livelli di cortisolo (McCormick, 2017);
- maggiore coesione sociale (Lee *et al.*, 2015).

<sup>86</sup> “Insieme delle componenti biologiche che concorrono a determinare l’impronta funzionale e paesaggistica di un centro abitato in equilibrio ecologico col territorio, esso è un vero e proprio sistema complesso, formato da un insieme di superfici e di strutture vegetali eterogenee, in grado di configurarsi come un bene di interesse collettivo e come una risorsa multifunzionale per la città e per i suoi abitanti”.



### Aree verdi, attività fisica e obesità

Fare attività fisica e una dieta salutare sono alla base di uno stile di vita sano. Uno stile di vita sedentario e una dieta troppo calorica comportano invece obesità, uno dei principali fattori di rischio per patologie cardiovascolari, diabete e cancro. Anche se l'associazione tra aree verdi e attività fisica è controversa, studi suggeriscono che la promozione dell'esercizio fisico potrebbe essere raggiunta attraverso la progettazione o la riprogettazione dell'ambiente costruito, includendo più parchi accessibili ai residenti e creando aree *ad hoc*, a seconda della popolazione target (es. parchi per gli anziani; impianti sportivi per giovani, etc.) (Yuen *et al.*, 2019).

Alcuni studi non hanno riscontrato la presenza di un'associazione significativa tra ambiente costruito (aree verdi) attività fisica e obesità nei paesi sviluppati, mentre è presente un'associazione significativa tra questi esiti di salute e il livello socioeconomico (Jacobs *et al.*, 2019). Numerosi studi hanno poi esaminato la relazione tra obesità e presenza di aree verdi, con risultati non dirimenti e contrastanti, probabilmente conseguenti alla selezione del campione (autoselezione). Ad esempio, uno studio condotto in Irlanda, su una popolazione con età >50 anni, mostra che chi risiede in aree con la percentuale più bassa e più alta di spazi verdi, ha una maggiore probabilità di essere obeso (BMI<sup>87</sup>>30), rispetto a coloro che vivono in aree con percentuali medie. Probabilmente la qualità e l'accessibilità delle aree verdi hanno un ruolo nello spiegare tale associazione. Le tipologie di spazi verdi più rilevanti, come facilitatori dell'attività fisica, sono quelle maggiormente fruibili e progettate tenendo conto di questo utilizzo. Chi risiede nei quintili più bassi di spazio verde avrà scarsa disponibilità di verde, mentre coloro che vivono in zone con la più alta percentuale di aree verdi potrebbero, di contro, non avere la possibilità di accedere a tali aree. I risultati di tale studio confermano che non è sufficiente garantire la disponibilità di adeguati percentuali di aree verdi nelle aree urbane ad alta densità, ma sono fondamentali le caratteristiche di tali spazi: distanza, quantità, disponibilità, fruibilità e accessibilità (Dempsey *et al.*, 2018).

<sup>87</sup> *Body Mass Index* – Indice di massa corporea.

<sup>88</sup> *Green View Index* - utilizza un algoritmo di Google Maps (street view) in grado di riconoscere il verde urbano e tradurlo in percentuale. Il dato viene poi rapportato alla densità di popolazione delle varie città.

Una ricerca americana, che ha correlato il BMI con la disponibilità di verde (utilizzando l'indice GVI<sup>88</sup>), non ha riscontrato correlazioni significative, mentre ha riscontrato un'associazione positiva con il livello socioeconomico della popolazione arruolata. Nello studio è stata rilevata la presenza di una relazione inversa tra aree verdi e BMI solo per il sottogruppo di popolazione femminile di mezza età e in pensione (Li e Ghosh, 2018).

Altri ricercatori hanno esaminato l'associazione tra aree verdi e obesità nei bambini (van der Zwaard *et al.*, 2018; Bloemsma L. *et al.*, 2019; Manandhar S. *et al.*, 2019), ottenendo risultati contrastanti. Lo studio tedesco (Bloemsma L. *et al.*, 2019) mostra che i bambini che risiedono ad una distanza maggiore dai parchi, hanno una probabilità significativamente più bassa di essere in sovrappeso; in quanto i bambini che vivono nei pressi di aree verdi, non necessariamente le frequentano di più rispetto a quelli che risiedono ad una distanza maggiore. I risultati degli altri due studi (van der Zwaard; al Manandhar *et al.*, 2019), indicano, invece che la distanza da uno spazio verde, inferiore a 1 km, è un fattore significativo che influenza il sovrappeso/obesità infantile. Una ricerca australiana ha analizzato l'associazione tra presenza e qualità di aree verdi e l'incremento ponderale post partum. I risultati dello studio hanno mostrato una relazione tra la percentuale di aree verdi e BMI (madri che vivono in aree con 21-41% di aree verdi hanno un BMI inferiore di madri che abitano in zone con aree verdi <5%), ma non con la qualità oggettiva delle infrastrutture verdi. Al contrario la percezione riveste un ruolo significativo nella correlazione analizzata (Feng e Astell, 2019).

### Aree verdi e salute mentale

È stata riscontrata, da alcuni ricercatori, un'associazione tra disponibilità di aree verdi ed effetti psicologici positivi quali salute mentale e funzioni cognitive (Lee *et al.*, 2015; Kabish *et al.*, 2017; Kondo *et al.*, 2018). Uno studio su una popolazione adulta (45-68 anni), sottoposta ad un follow-up di 10 anni, ha evidenziato come l'incremento



dell'indice NDVI<sup>89</sup> sia associato a un minore declino cognitivo specialmente nelle donne (de Keijzera *et al.*, 2018) e ad una minore riduzione della velocità di deambulazione, della forza muscolare e del declino fisico (de Keijzera *et al.*, 2019).

La disponibilità di spazi verdi è associata, inoltre, al miglioramento del deficit di attenzione/disordini di iperattività (ADHD) e problemi comportamentali (McCormick, 2017). La disponibilità di aree verdi (indice NDVI) durante l'infanzia comporta un minor sviluppo di disordini mentali nell'adolescenza (Engemann *et al.*, 2019).

Altri studi, che hanno analizzato l'associazione tra la presenza di aree verdi o blu e i benefici per pazienti affetti da disordini psicotici (schizofrenia, etc.), invece hanno riscontrato risultati non significativi (Boers, *et al.*, 2018). Risultati inconsistenti sono stati rilevati, anche, nella correlazione tra percentuale di aree verdi e prescrizioni di farmaci antidepressivi (Helbich *et al.*, 2018).

### Aree verdi e malattie cardiovascolari

Le evidenze scientifiche mostrano un'associazione statisticamente significativa tra presenza di aree verdi e riduzione della morbilità cardiovascolare (CV) (Nieuwenhuijsen, 2018). La percentuale maggiore di verde procapite è associata a una riduzione di patologie CV totali, infarto miocardico, malattie coronariche e *stroke* ischemico (Seo *et al.*, 2019), mentre non vi è correlazione significativa con patologie CV emorragiche. La presenza di aree verdi, inoltre, modifica il rischio di ricoveri per patologie cardiovascolari correlate all'inquinamento atmosferico. Un maggiore indice NDVI modifica la correlazione tra numero di giorni di ricovero ospedaliero per malattie CV associato a un incremento di 10 µg/m<sup>3</sup> di PM<sup>90</sup>; l'effetto modificatore è significativo per tutte le tipologie di patologie CV (Heo e Bell, 2019).

<sup>89</sup> *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI): L'indice di vegetazione normalizzato è il principale indicatore da satellite della presenza di vegetazione sulla superficie terrestre e del suo evolversi nel tempo. L'indice viene calcolato partendo da immagini satellitari prodotte da sensori che acquisiscono nel rosso (R: 0.7 µm) e vicino infrarosso (NIR: 0.9 µm). Valuta la presenza di attività fotosintetica, in quanto mette in relazione lo spettro del rosso, in cui c'è assorbimento da parte della clorofilla, e quello del vicino infrarosso in cui le foglie riflettono la luce per evitare il surriscaldamento. I valori dell'indice sono tipicamente compresi tra -1 e +1. La presenza di vegetazione assume valori maggiori di 0.2

<sup>90</sup> *Particulate matter*.

<sup>91</sup> Riduzione di mortalità del 27% (hazard ratio [HR] 0.73, 95% CI 0.70–0.76), in presenza di aree verdi in un raggio di 250 m e del 30% (0.70, 0.67–0.74), in presenza di aree Verdi entro i 1250 m.

### Aree verdi e mortalità

Vi è evidenza statisticamente significativa di un'associazione tra presenza di aree verdi e mortalità naturale (Nieuwenhuijsen, 2016, Kabish *et al.*, 2017; Kondo *et al.*, 2018). I risultati di un recente studio condotto in Spagna hanno mostrato che l'incremento di aree verdi, misurato con l'indice NDVI, è associato ad una riduzione della mortalità prematura per tutte le cause, mentre la percentuale di aree blu è risultata essere associata ad un maggior rischio di mortalità, specialmente nelle aree più svantaggiate (Nieuwenhuijsen *et al.*, 2018). Probabilmente la presenza di aree blu in zone degradate fungeva da surrogato per altre tipologie di esposizione (es. emissioni chimiche, emissioni navali, portuali) nocive per la salute. Uno studio cinese, che ha esaminato una popolazione anziana (65-79 anni e sopra 80 anni), ha mostrato che i soggetti residenti in aree con maggiore quantità di verde (misurato con l'indice NDVI) sono più longeve rispetto al gruppo che risiede nelle aree con minor presenza di verde. Gli effetti erano più consistenti nelle donne, nei soggetti economicamente autonomi e in chi praticava attività fisica. Secondo l'autore la forte associazione riscontrata<sup>91</sup> era probabilmente da ascrivere al campione selezionato (la popolazione arruolata nello studio era molto anziana) (John *et al.*, 2019). Altri studi mostrano una relazione anche tra presenza di aree verdi e riduzione del rischio di mortalità cardiovascolare (riduzione di mortalità CV del 5%, per un incremento del 10% delle aree verdi), (Nieuwenhuijsen, 2018) e respiratoria.

### Aree verdi e altri esiti di salute

Altre ricerche hanno analizzato la correlazione tra aree verdi e altri esiti di salute:

- aree verdi e diabete: studi mostrano la presenza di un'associazione inversa tra presenza di aree verdi e rischio di diabete di tipo II (den Braver *et al.*, 2018);

- aree verdi e esiti alla nascita: le associazioni con gli esiti alla nascita (peso) non sono statisticamente significative (Kabish *et al.*, 2017; Hankey e Marshall, 2017; Kondo M C. *et al.*, 2018). Uno studio canadese ha riscontrato un'associazione positiva, ma non statisticamente significativa tra peso alla nascita e presenza di aree verdi (misurate con l'indice NDVI); l'associazione era statisticamente più forte, ma sempre non significativa per le donne che risiedevano in aree densamente abitate (Cusack *et al.*, 2018);
- aree verdi e resilienza alle malattie legate alle ondate di calore: studi indicano una riduzione della mortalità e morbilità della popolazione anziana correlate alle ondate di calore (WHO, 2016);
- aree verdi e miglioramento del funzionamento immunitario (WHO, 2016);
- aree verdi e minore rischio di cancro alla prostata (Kondo, 2018) e del polmone (Wang *et al.*, 2019); Tuttavia tali risultati non stati confermati da altri studi (Datzmann *et al.*, 2018).

### EFFETTI PATOGENICI DELLE AREE VERDI

Sono stati evidenziati anche effetti patogenici dell'esposizione alle aree verdi quali (WHO, 2016):

- maggiore esposizione agli inquinanti atmosferici (aree verdi → maggiore esercizio all'aperto → maggiore esposizione al particolato atmosferico);
- maggiore rischio di allergie ed asma;
- maggiore esposizione a erbicidi e pesticidi potenzialmente cancerogeni, specialmente se utilizzati in modo improprio;
- esposizione a patologie trasmesse da vettore: zecche (m. Lyme), zanzare (chikungunya, dengue), toxocara canis (feci cane) o toxoplasmosi (feci di gatto) se i parchi non sono ben mantenuti (Nieuwenhuijsen, 2016);
- possibili incidenti legati all'attività fisica o a parchi giochi, i quali dovrebbero essere costruiti con superfici in gomma (antitrauma);
- maggiore esposizione ai raggi UV (possibile cancro della pelle; Nieuwenhuijsen, 2016);

- percezione del rischio di crimini violenti, in particolare dei gruppi vulnerabili: donne, anziani, minoranze etniche. Alcune caratteristiche dei parchi (come la presenza di campi da gioco e tribune) sono state associate a livelli di criminalità più bassi, così come la presenza di alberi, mentre la presenza di una vegetazione bassa e densa è associata a una maggiore propensione al crimine (Kondo *et al.*, 2015).

### Confrontabilità dei risultati

Come si evince da questa rassegna di studi sulla relazione tra aree verdi ed effetti sulla salute, i risultati non sono chiari e significativi per tutti gli esiti presi in esame. Nonostante vi sia alla base degli effetti presi in considerazione una plausibilità biologica (es: presenza di area verde → maggiore attività fisica → minore obesità (BMI), minore morbilità e mortalità), spesso non viene raggiunta la significatività statistica e a volte i risultati sono contrastanti e non sempre confrontabili tra loro. Le ragioni di queste discrepanze sono da ascrivere a numerosi fattori quali:

- definizione non univoca di verde urbano (es: alcuni escludono le aree blu altri invece le considerano);
- differenti metodologie di misura del verde (es. NDVI considera solo le aree verdi superiori ai 0,5 ettari, mentre la percentuale di aree verdi o l'indice GVI considerano tutti gli spazi verdi) comportando diverse stime e quindi risultati differenti;
- selezione e dimensione del campione (spesso si utilizzano campioni auto selezionati), non campioni sottoposti a randomizzazione, questo potrebbe comportare numerosi bias di selezione;
- i risultati non sono generalizzabili per la selezione di un campione non omogeneo, e per il fatto che gli studi sono stati condotti nella maggioranza dei casi nell'emisfero nord ad alto reddito (USA, Europa, Canada, etc.);
- la maggioranza degli studi sono stati condotti sulla popolazione adulta, e come abbiamo visto in sporadici studi le correlazioni potrebbero differire a seconda del genere, dell'età o di condizioni preesistenti (socioeconomiche, sanitarie, etniche);

- misurazione degli esiti (spesso sono stati utilizzati dei questionari, i risultati sono autoriferiti e non misurati);
- la maggioranza degli studi ha considerato solo la distanza dalle aree verdi, o il percentile di queste, pochi studi invece hanno considerato l'accessibilità, la presenza di servizi (aree giochi, impianti sportivi, orti urbani, etc.), la percezione dell'accessibilità e della qualità delle aree verdi, fattori fondamentali per gli utenti finali;
- sono stati esaminati solo articoli in lingua inglese;
- la maggioranza degli studi epidemiologici sono di tipo osservazionale trasversale (cross sectional<sup>92</sup>) e non longitudinali di coorte<sup>93</sup>. Gli studi di coorte potrebbero fornire l'opportunità di esaminare la relazione tra spazio verde e salute analizzando risultati molteplici e nuovi.

## AREE VERDI URBANE E BENESSERE

Oltre ai benefici strettamente legati alla salute fisica, gli spazi verdi sono importanti per il benessere generale psicologico e sociale, in quanto gli esseri umani hanno un innato bisogno di sentirsi parte dell'ambiente naturale in cui crescono/vivono (Wilson, 1984). L'aumento della consapevolezza del ruolo delle aree verdi ha fatto sì che siano ormai parte integrante anche delle politiche di sostenibilità. Per esempio la Commissione Europea (*European Union*, 2015), al fine di assicurare un processo di urbanizzazione sostenibile, ha promosso soluzioni "ispirate e sostenute dalla natura, che sono economicamente vantaggiose, forniscono allo stesso

tempo benefici ambientali, sociali ed economici e aiutano a costruire la resilienza" (NBS *nature base solution*)<sup>94</sup>. Ravnikar e Goličnik Marušić (2019) nel loro studio sottolineano i benefici per il benessere generale (fisico, mentale e sociale), di un approccio basato sulla natura, mostrando la valenza dell'interconnessione tra tali benefici e lo sviluppo di processi collaborativi uomo-natura (co-creazione<sup>95</sup>). Il concetto di co-creazione è incentrato sull'essere umano<sup>96</sup> (Swierad e Huang, 2018) in quanto parte integrante della natura. Come scrivono Svendsen *et al.* (2016) "*gli esseri umani sono ingegneri degli ecosistemi, i nostri parchi sono co-creati dalla natura e dalle persone*"<sup>97</sup>. La co-creazione mette in connessione<sup>98</sup> e crea legami dell'essere umano con sé stesso, con gli altri, con l'ambiente urbano (naturale e costruito) in cui abita. Per comprendere l'influenza positiva dei parchi urbani sul benessere, Swierad e Huang (2018) hanno condotto uno studio che ha evidenziato il bisogno primario di connessione (legame/rapporto) con i familiari, i propri cari e gli amici; la comunità e il proprio quartiere; se stessi e con la natura (vedi anche Chiesura, 2004).

Gli argomenti principali, correlati al benessere, individuati sia dal rapporto del WHO (2016) sopra citato, sia dall'analisi della letteratura più recente possono essere schematizzati come segue.

### Benefici sociali: valorizzare la coesione sociale

Il rapporto individuo/ambiente è mediato dal suo contesto sociale e culturale, quindi anche se gli studi si basano spesso su dati raccolti attraverso questionari, su risposte soggettive, queste sono rappresentative di un determinato ambiente socio-culturale.

<sup>92</sup> Studi cross-sectional: valutano, in un determinato istante, l'esposizione di una popolazione ad un possibile fattore di rischio (o protettivo) e la presenza di malattia. Misurano la prevalenza. Non richiedono un periodo di follow-up, né di selezionare un gruppo di controllo.

<sup>93</sup> Studi di coorte: le coorti sono definite in base ai valori della variabile di esposizione; vi è un periodo di follow-up, dopo il quale si confronta l'occorrenza della malattia tra le coorti. Possono calcolare il rischio o il tasso di incidenza; possono misurare una varietà di esiti; possono essere prospettici o retrospettivi.

<sup>94</sup> Traduzione dal sito ufficiale del progetto The Connecting Nature Project, un progetto quinquennale finanziato dal programma Horizon 2020 della Commissione europea; cfr. il seguente link: <https://connectingnature.eu/nature-based-solutions-explained>.

<sup>95</sup> La co-creazione nell'ottica delle NBS è l'integrazione delle funzioni ecosistemiche del verde (riduzione di inquinamenti atmosferici, polvere, tossine e rumore, la riduzione dei livelli di carbonio, un impedimento per le inondazioni, conservazione della biodiversità, funzioni ricreative) che favoriscono il benessere fisico, mentale e sociale, e l'uomo stesso che vivendole le progetta e le modella (cfr Battisti *et al.* 2019).

<sup>96</sup> Traduzione di human-centered framework.

<sup>97</sup> Traduzione degli autori.

<sup>98</sup> Bateson la chiamava "la struttura che connette".

In una ricerca, già citata sopra, Svendsen *et al.* (2016)<sup>99</sup>, hanno esaminato come i fruitori di alcune aree verdi<sup>100</sup> di New York, partecipano insieme ai parchi stessi, alla co-produzione di benefici psico-sociali-spirituali<sup>101</sup>, attraverso l'analisi delle pratiche sociali, che permettono loro di sentirsi parte integrante del mondo che li circonda, e forse, di connettersi con il loro spazio interiore. Gli autori sono giunti alla conclusione che le pratiche psico-sociali-spirituali dovrebbero essere un elemento critico e permanente della ricerca finalizzata alla creazione/gestione di aree verdi urbane, viste come risorse socio-ecologiche.

La ricerca di de Vries *et al.* (2013), sulla relazione tra verde urbano e coesione sociale, condotta in quattro città tedesche, mostra un'associazione positiva più forte tra la qualità delle aree verdi e la coesione sociale percepita a livello di quartiere, rispetto alla quantità delle stesse.

Porre l'attenzione sulla qualità delle aree verdi significa prendere in considerazione la percezione soggettiva dei fruitori e la loro esperienza (Weimann *et al.* 2019), quindi porre al centro l'essere umano e il suo punto di vista precipuo. Un altro elemento da prendere in considerazione quando si parla di coesione sociale è il comportamento pro-ambientale. Annerstedt Van Den Bosch e Depledge (2015) sostengono, che come molti comportamenti sociali, anche il comportamento a favore dell'ambiente può essere indotto da stimoli esterni; come supportato anche in un'altra ricerca (Zelenski *et al.*, 2015) in cui si mostra come il maggior contatto/esposizione con la natura può incentivare lo sviluppo di comportamenti sostenibili. La review del WHO (2016) evidenzia l'importanza di 3 criteri attraverso i quali è misurato il benessere in relazione agli spazi verdi: *disponibilità; accessibilità e utilizzo*. Questo ci consente di correlare il benessere e la percezione con le

caratteristiche delle aree verdi, collegando il *sentire* con la realtà concreta.

### Percezione del verde ed effetti sociali

Le tre caratteristiche sopra citate coprono sia aspetti quantitativi che qualitativi delle aree verdi, che comprendono molteplici elementi; ai fini di questa analisi, si è scelto di focalizzare l'attenzione su quelli ritenuti più rilevanti:

- Presenza/disponibilità di spazi verdi: la carenza di parchi nei quartieri è associata alla sensazione di solitudine e mancanza di supporto sociale (Ward Thompson *et al.*, 2016). White *et al.*, 2019 in uno studio, condotto nel Regno Unito su una popolazione di adulti, hanno sottolineato che non è tanto la presenza o la distanza delle aree verdi, ma la quantità di tempo trascorso a contatto con la natura a migliorare il benessere sociale percepito. La presenza di aree verdi accessibili resta comunque sempre correlata ad una percezione positiva dei soggetti riguardo la propria salute e il proprio benessere (individuale e collettivo). Una ricerca condotta su 28 *megacities* ha mostrato come l'aumento di disponibilità e di accessibilità<sup>102</sup> è legato ad un maggior benessere dei cittadini (Huang *et al.*, 2017). La WHO (2012b) ha indicato come necessari almeno 9 m<sup>2</sup> di spazio verde per abitante con un valore ideale di spazio di 50 m<sup>2</sup> pro-capite. Anche Russo e Cirella (2018) si soffermano sul ruolo vitale delle aree verdi urbane per le città metropolitane. Interessante è la categoria da loro analizzata di città compatta<sup>103</sup>, come ad esempio Lubiana, premiata con il titolo di Capitale verde europea del 2016 per i suoi quasi 560 m<sup>2</sup> di spazio verde urbano per abitante.

<sup>99</sup> L'importanza di questo studio risiede nell'esiguità di ricerche che si interessano degli aspetti sociali dei parchi, in particolare associati alla questione della sostenibilità (Chiesura, 2004) e alla dimensione del benessere spirituale (Terhaar, 2009; Witt, 2013). I parchi urbani, e le aree verdi in generale, sono uno degli elementi centrali per la creazione di città sostenibili perché rispondono a bisogni psicologici, sociali e in alcuni casi anche spirituali, dei cittadini che li abitano.

<sup>100</sup> Lo studio è stato condotto su un'area di 11.200 acri (pari a circa 4.500 ettari) relativa a parchi, aree naturali o luoghi dedicati alla cura e gestione della biodiversità animale e/o vegetale.

<sup>101</sup> Per un differente punto di vista sui benefici spirituali, si può cfr Yotapakdee *et al.*, 2019.

<sup>102</sup> Si tratterà la tematica dell'accessibilità nello specifico, poco più avanti.

<sup>103</sup> La città compatta può essere definita come un modello ad alta densità e ad uso misto che lascia spazio alla campagna, all'allevamento, alla natura e allo svago (Russo e Cirella, 2018).



- Dimensione dell'area verde: alcuni studi si focalizzano sul rapporto tra dimensione dell'area verde e possibili benefici (Macintyre *et al.*, 2019; Schebella *et al.*, 2019). Schebella *et al.*, (2019) in una ricerca condotta in Australia meridionale, hanno analizzato il rapporto tra benessere psicologico percepito e ricchezza di biodiversità, riscontrando maggiori benefici nei parchi più grandi rispetto a quelli di dimensioni ridotte.
- Dotazione di servizi e attrezzature (parchi giochi; aree sportive; orti urbani, campi da bocce, etc.): nello studio di Battisti *et al.* (2019), gli autori sottolineano come la presenza di strutture quali rastrelliere per le biciclette, campi da gioco, panchine, tavoli e una buona illuminazione, contribuiscano a rendere le aree verdi urbane più piacevoli da vivere. Schram-Bijkerk *et al.* (2018) si occupano della pratica del giardinaggio urbano sostenendo che oltre a produrre benefici fisici e mentali, oltre a favorire la coesione sociale, gli orti urbani sono una risposta sostenibile e alternativa all'uso del suolo, alla produzione orticola, ai rapporti sociali tra persone, non esclusivamente, adulte (Camps-Calvet M., *et al.* 2016).
- Manutenzione (illuminazione, cura del verde, sentieri pedonali, etc.); molti studi hanno dimostrato come l'elemento manutenzione sia fondamentale affinché la percezione delle aree verdi sia positiva; senza interventi regolari di cura e gestione si registrano percezioni di paura e insicurezza (WHO, 2016).
- Distanza dalle aree verdi/accessibilità: in una review del 2017 Browning e Lee dimostrano che si hanno maggiori benefici sulla salute fisica se le aree verdi si trovano ad una distanza compresa tra i 500 e i 1999 m dalle abitazioni. Per quanto concerne la qualità della vita, abbiamo già visto come la sola vista, e quindi la vicinanza di uno spazio verde, sia correlata positivamente al benessere psicofisico (Ulrich, 1984). L'accessibilità è l'aspetto nodale che unisce gli altri elementi del sistema, come dimostrano Pussella e Li (2019) in una ricerca finalizzata a studiare e valutare quattro parchi verdi urbani nel

distretto metropolitano di Colombo (Sri Lanka). La loro analisi ha dimostrato che i fattori fondamentali affinché un'area verde sia frequentata e quindi ritenuta accessibile è che abbia strutture e servizi che rispondano ai bisogni e alle esigenze dei fruitori e che sia considerata sicura. La sicurezza (oggettiva ma soprattutto percepita) di un'area verde urbana è un elemento ricorrente in molti degli studi analizzati. Restando sempre nel sud del mondo si cita lo studio sull'accessibilità delle aree verdi nella città di Dakha in Bangladesh (Rahman e Zhang, 2018) di cui è interessante il rimando tra *smart city green city* e l'apertura verso la soluzione della crescita del verde in direzione verticale, se il contesto non permette un ampliamento in orizzontale delle aree verdi, accrescendo comunque le possibilità dei cittadini di accesso al verde.

Si registrano, d'altro canto, anche alcuni effetti negativi associati al verde urbano; rimanendo nell'ambito di studio socio-relazionale si riporta la problematica della vulnerabilità al crimine: il rischio percepito è legato agli spazi verdi, per quando riguarda la violenza contro la persona e il comportamento anti-sociale, ma in una revisione sistematica sulla paura del crimine negli spazi verdi urbani (Sreetheran e van den Bosch, 2014) si evidenzia che la maggior parte degli studi riporta che sono i singoli fattori, come il genere, l'età, l'etnia e/o precedenti esperienze di criminalità, ad essere più influenti dei fattori sociali e fisici nell'evocare la paura. I fattori sopra elencati dovrebbero essere studiati anche alla luce della percezione<sup>104</sup> che i fruitori hanno degli spazi verdi, sia in un'ottica quantitativa che qualitativa delle aree stesse. Alcuni studi dimostrano che la qualità dei parchi e dei giardini è più rilevante della quantità delle aree verdi presenti in un quartiere (Francis *et al.*, 2012; de Vries *et al.*, 2013). Inoltre se un'area verde non è percepita come sicura, potrebbe non avere un'influenza positiva sul benessere sociale, anche se la percezione negativa potrebbe essere ridotta, ad esempio, migliorando la manutenzione e la gestione delle aree verdi<sup>105</sup>. Interessante riportare anche la ricerca

<sup>104</sup> Per uno studio approfondito cfr. Grahn e Stigdotter, 2010.

<sup>105</sup> Come dimostrano alcuni studi, la realizzazione di spazi verdi in quartieri svantaggiati è associato ad una riduzione della criminalità nelle aree interessate (cfr. WHO, 2016).



qualitativa condotta da Macintyre *et al.* (2019) sulla percezione degli adulti (>60 anni) delle piccole aree verdi. Dalle interviste semi-strutturate è emerso che gli spazi verdi di ridotte dimensioni non sono percepiti come spazi pubblici se non dispongono di infrastrutture e servizi (ad esempio panchine per sedersi), a meno che il parco non sia sufficientemente grande da permettere di svolgere attività fisica. Appare quindi che gli adulti preferiscano recarsi in giardini pubblici di grandi dimensioni; e che il verde curato e pulito, anche se di piccole dimensioni, possa contribuire al benessere degli adulti più anziani migliorando la loro percezione dell'area. Come auspicato nello studio di Larson *et al.* (2016), le ricerche future dovrebbero focalizzare l'attenzione sui differenti modi con cui i cittadini entrano in contatto, interagiscono e percepiscono i parchi/spazi verdi e studiare che tipo di implicazioni hanno queste relazioni e le loro percezioni sulla salute dei cittadini stessi.

### Benefici delle aree verdi e fattori demografici

- Genere: alcune ricerche pongono l'attenzione sul genere, per capire se e in quale modo vengono vissuti/percepiti gli spazi verdi urbani a seconda del sesso, in particolare sul genere femminile. Feng e Astell-Burt (2018) hanno analizzato le correlazioni tra aree verdi e benessere mentale di donne nel periodo post-parto, che non hanno cambiato quartiere di residenza negli ultimi 15 anni. Lo studio ha dimostrato benefici psicologici correlati alla qualità rispetto alla quantità dello spazio verde a disposizione.
- Età: molti studi mostrano l'importanza che gli spazi verdi urbani rivestono per il benessere della popolazione in particolare dei bambini (McEachan *et al.*, 2018), degli adolescenti (WHO, 2016) e degli anziani (Beenackers *et al.*, 2018; Benton *et al.*, 2018; Macintyre *et al.*, 2019; Schram-Bijkerk *et al.*, 2018).
- Etnia: le minoranze etniche che vivono nelle città europee, abitano in quartieri con poche aree verdi e di qualità più bassa rispetto al resto della popolazione (CABE, 2010; de Sousa Silva *et al.*, 2018), presentano, prevalentemente, condizioni socioeconomiche sfavorevoli e peggiori condizioni di salute. La letteratura mostra come la disponibilità e il mantenimento di spazi verdi adeguati nelle aree

urbane possano fornire un contributo importante alla riduzione delle disuguaglianze socio-sanitarie (Jennings *et al.*, 2017; Roe *et al.*, 2016).

- Status socioeconomico: studi dimostrano che le aree verdi urbane possono essere equigeniche (Mitchell *et al.*, 2015), questo significa che i benefici per la salute legati all'accesso allo spazio verde possono essere maggiori tra i gruppi socioeconomici più bassi, compresi i gruppi etnici minoritari. Gli ambienti equigenici sono quelli che possono interrompere la normale conversione della disuguaglianza socioeconomica in disuguaglianza sanitaria. Rahman e Zhang, (2018) mostrano come la grande dimensione dei gruppi socialmente vulnerabili sia legata ad una domanda elevata di spazi verdi urbani.

Si vuole concludere questa breve panoramica sui benefici delle aree verdi urbane, evidenziando un elemento che si ritiene trasversale agli argomenti affrontati fino ad ora: la comunicazione. Uno studio del 2018 (Astell-Burt *et al.*, 2018) ha dimostrato come la pratica del comunicare, in maniera efficace, i benefici sulla salute, da parte di personale non sanitario, sia uno strumento valido per migliorare la qualità della vita dei cittadini tanto quanto la somministrazione di farmaci. Lo scopo dello studio di Astell-Burt *et al.* non è sostituire l'intervento dei medici e la terapia farmacologica convenzionale, ma rafforzare una strategia comunicativa capace di portare alla luce i benefici reali e potenziali delle politiche pubbliche finalizzate al miglioramento del benessere, della salute e della qualità della vita dei cittadini in un ambiente complesso come quello urbano.

### CONCLUSIONI

L'Organizzazione Mondiale della Sanità sostiene che la presenza di spazi verdi urbani e periurbani può contribuire a prevenire impatti negativi sulla salute: tale approccio "preventivo" risulta più efficiente rispetto alla semplice gestione delle conseguenze delle patologie (WHO, 2016). L'ambiente in cui viviamo influenza la nostra salute e il nostro benessere: è oramai assodato che il verde produca una serie di effetti benefici sulla salute e sul benessere, migliorando la qualità della vita degli esseri umani (Markevich *et al.*, 2017). Per rafforzare tali evidenze potrebbe essere auspicabile cambiare l'approccio e la prospettiva alla malattia, non

guardando “cosa ci fa ammalare”, ma “cosa ci fa stare bene”.

I risultati di una disamina della letteratura condotta dall'OMS (WHO, 2017) indicano che lo spazio verde urbano è una componente necessaria per garantire città sostenibili, sane e vivibili. Il verde urbano potrebbe essere un fattore protettivo per la mortalità e morbilità specialmente per i sottogruppi vulnerabili (bambini, anziani, donne, etc.) e le comunità svantaggiate (minoranze etniche). I risultati di questa sintesi delle evidenze scientifiche, relativamente ad alcuni esiti di salute, possono fornire ai pianificatori urbani e ai responsabili delle politiche sanitarie la prova del ruolo potenziale del verde nel miglioramento del benessere e della qualità della vita.

## BIBLIOGRAFIA

Annerstedt Van Den Bosch M. e Depledge, M., 2015. Healthy people with nature in mind. *BMC Public Health*, 15, 1232.

Astell-Burt T. *et al.*, 2018. Communicating the benefits of population health interventions: The health effects can be on par with those of medication. *SSM- Population Health* 6: 54-62.

Battisti L. *et al.*, 2019. Residential Greenery: State of the Art and Health-Related Ecosystem Services and Disservices in the City of Berlin Sustainability;11 (6):1815

Beenackers M. A., *et al.*, 2018. MINDMAP: establishing an integrated database infrastructure for research in ageing, mental well-being, and the urban environment *BMC Public Health*;18 (1):1-10

Benton J. S., *et al.* 2018. Evaluating the impact of improvements in urban green space on older adults' physical activity and wellbeing: protocol for a natural experimental study *BMC Public Health*;18(1):1-15

Bloemsma L. *et al.*, 2019. The associations of air pollution, traffic noise and green space with overweight throughout childhood: The PIAMA birth cohort study *Environmental Research*, 169: 348–356

Boers S., *et al.*, 2018. Does Residential Green and Blue Space Promote Recovery in Psychotic Disorders? A Cross-Sectional Study in the Province of Utrecht, The Netherlands. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15, 2195

Gli approcci multidisciplinari e le collaborazioni intersettoriali contribuiscono a garantire che gli interventi sullo spazio verde urbano producano molteplici risultati e forniscano una varietà di soluzioni e di opportunità funzionali che attraggono diversi gruppi di popolazione. Tali interventi sembrano essere più efficaci quando la riqualificazione funzionale dello spazio verde è integrata con il coinvolgimento pubblico, l'impegno sociale e la partecipazione di cittadini e associazioni locali. Solo agendo in maniera congiunta e integrata, quindi, si possono ottenere trasformazioni radicali negli attuali approcci alla progettazione urbana di cui le aree verdi sono, ormai a pieno titolo, degli elementi fondamentali.

Bolund, P. e Hunhammar, S., 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29(2):293-301

Browig M.e Lee K., 2017. Within What Distance Does “Greenness” Best Predict Physical Health? A Systematic Review of Articles with GIS Buffer Analyses across the Lifespan. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14, 675

CABE, 2010. Community Green: Using Local Spaces to Tackle Inequality and Improve Health. London: Commission for Architecture and the Built Environment (CABE).

Camps-Calvet M., *et al.*, 2018. Ecosystem services provided by urban gardens in Barcelona, Spain: Insights for policy and planning, *Environ. Sci. Policy* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.01.007>

Chiesura A. 2004. The Role of Urban Parks for the Sustainable City. *Landsc Urban Plan* 68:129–138.

Commissione Europea, 2013. Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni. COM(2013) 249 final

Costanza, R. *et al.*, 1997, The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature* 387(15): 253-260

- Cusack L., *et al.*, 2018 Residential green space and pathways to term birth weight in the Canadian Healthy Infant Longitudinal Development (CHILD) Study. *Int J Health Geogr.*, 17:43
- Datzmann *et al.*, 2018. Outdoor air pollution, green space, and cancer incidence in Saxony: a semi-individual cohort study. *BMC Public Health*; 18: 715.
- Dempsey S. *et al.*, 2018 Urban green space and obesity in older adults: Evidence from Ireland. *SSM - Population Health*, 4:206–215
- de Groot, R.S., 1992. Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- de Keijzera C. *et al.*, 2018. Residential Surrounding Greenness and Cognitive Decline: A 10-Year Follow-up of the Whitehall III Cohort. *Environ Health Perspect.*, Jul 12;126(7)
- de Keijzera C. *et al.*, 2019. Green and blue spaces and physical functioning in older adults: Longitudinal analyses of the Whitehall II study. *Environment International*, 122: 346–356
- den Braver N.R., *et al.*, 2018. Built environmental characteristics and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Medicine*, 16:12
- De Sousa S. C., *et al.* 2018. Environmental Justice in Accessibility to Green Infrastructure in Two European Cities *Land*;7(4):134
- de Vries, S., *et al.* 2013. Streetscape greenery and health: Stress, social cohesion and physical activity as mediators. *Social Science and Medicine*, 94, 26-33.
- Engemann K., *et al.*, 2019. Residential green space in childhood is associated with lower risk of psychiatric disorders from adolescence into adulthood. *PNAS* March 12, 116 (11) 5188-5193
- European Union, 2015. Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions e Re-Naturing Cities. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities'. Luxembourg: Directorate-General for Research and Innovation.
- Feng e Astell-Burt, 2018. Can green space quantity and quality help prevent postpartum weight gain? A longitudinal study. *J Epidemiol Community Health*; 73:295–302.
- Foley R., *et al.* 2016. Green and blue spaces and health: a health-led approach. EPA Report nr. 64. [www.epa.ie](http://www.epa.ie)
- Gascona M., 2016. Residential green spaces and mortality: a systematic review. *Environment international*, 86:60-67
- Hankey S. e Marshall J.D., 2017. Urban form, Air pollution, and CO2 Emissions in Large U.S. Metropolitan Areas. *The Professional Geographer*, 65:4, 612-635,
- Helbich M. *et al.* 2018. More green space is related to less antidepressant prescription rates in the Netherlands: A Bayesian geospatial quantile regression approach. *Environmental Research*, Volume 166: 290-297
- Heo S. e Bell L.M., 2019. The influence of green space on the short-term effects of particulate matter on hospitalization in the U.S. for 2000-2013. *Environ Res.*; 174:61-68.
- Huang C., *et al.*, 2017. Green Spaces as an Indicator of Urban Health: Evaluating Its Changes in 28 Mega-Cities *Remote Sensing*; 9 (12):1266
- Jacobs J., *et al.*, 2019. Variation in the physical activity environment according to area-level socio-economic position-A systematic review. *Obes Rev.*; 20(5):686-700
- Jennings V. *et al.*, 2017. Urban Green Space and the Pursuit of Health Equity in Parts of the United States. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14, 1432
- John S Ji, *et al.*, 2019. Residential greenness and mortality in oldest-old women and men in China: a longitudinal cohort study. *Lancet Planet Health*;3: e17–25
- Kabisch N. *et al.*, 2017. The health benefits of nature-based solutions to urbanization challenges for children and the elderly - A systematic review. *Environ Res.*; 159:362-373
- Keniger, L.E., *et al.*, 2013. What are the benefits of interacting with nature? *International Journal of Environmental Resources and Public Health* 10: 913–935
- Kondo M.C., *et al.*, 2015. Nature-Based Strategies for Improving Urban Health and Safety. *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine*, Vol. 92, No. 5: 800–814

Kondo M. C., *et al.*, 2018. Urban Green Space and Its Impact on Human Health. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15, 445

Larson L.R. *et al.*, 2016. Public Parks and Wellbeing in Urban Areas of the United States. *PLoS ONE* 11(4): e0153211.

Lee C.K *et al.*, 2015. Value of urban green spaces in promoting healthy living and wellbeing: prospects for planning. *Risk Management and Healthcare Policy*, 8 131–137

Li X. e Ghosh D., 2018. Associations between Body Mass Index and Urban “Green” Streetscape in Cleveland, Ohio, USA *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15, 2186

Macintyre, V. *et al.*, 2019. I Would Never Come Here Because I’ve Got My Own Garden”: Older Adults’ Perceptions of Small Urban green spaces. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 1994

Maller C., *et al.*, 2006. Healthy nature healthy people: ‘Contact with nature’ as an upstream health promotion intervention for populations. *Health Promotion International*, 21: 45–54.

Maller C., M. *et al.*, 2008. Healthy parks healthy people. The health benefits of contact with nature in a park context: a review of current literature (2nd ed.). In *Social and Mental Health Priority Area, Occasional Paper Series*. Melbourne, Australia: Faculty of Health and Behavioural Sciences.

Manandhar S., *et al.*, 2019. The Association between Green Space and the Prevalence of Overweight/ Obesity among Primary School Children. *Int J Occup Environ Med*; 1:1-10.

MATTM, 2017. Linee guida per il governo sostenibile del verde urbano. Comitato per lo sviluppo del verde pubblico. MATTM.

Markevych I. *et al.*, 2017. Exploring pathways linking greenspace to health: Theoretical and methodological guidance. *Environmental Research*. 158. 301-317.

McCormick R., 2017. Does Access to Green Space Impact the Mental Well-being of Children: A Systematic Review. *J Pediatr Nurs*; 37:3-7

McDonald R., *et al* 2018. The green soul of the concrete jungle: the urban century, the urban

psychological penalty, and the role of nature. *Sustainable Earth* volume 1, n:3.

McEachan R., *et al.* 2018. Availability, use of, and satisfaction with green space, and children’s mental wellbeing at age 4 years in a multicultural, deprived, urban area: results from the Born in Bradford cohort study *Lancet Planetary Health*;2(6):e244-e254

MEA, 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystem services and human well-being, Island Press

MITCHELL, R. J., *et al.*, 2015. Neighborhood Environments and Socioeconomic Inequalities in Mental Well-Being. *American Journal of Preventive Medicine*, 49, 80-84

Nieuwenhuijsen M. J., 2016. Urban and transport planning, environmental exposures and health-new concepts, methods and tools to improve health in cities. *Environmental Health*, 15(Suppl 1):38

Nieuwenhuijsen M.J. 2018 Influence of urban, transport planning, and the city environment on cardiovascular disease. *Nature Reviews Cardiology* volume, 15: 432–438

Nieuwenhuijsen M. J., *et al.*, 2018 Air Pollution, Noise, Blue Space, and Green Space and Premature Mortality in Barcelona: A Mega Cohort. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15(11). pii: E2405

Pussella P.R.G.N.I. e Li L., 2019. Identification and assessment of the driving forces for the use of urban green parks and their accessibility in Colombo, Sri Lanka, through analytical hierarchical processing *Geospatial Health*, 14(1)

Rahman, K.M.A. e Zhang, D., 2018. Analyzing the Level of Accessibility of Public Urban Green Spaces to Different Socially Vulnerable Groups of People *Sustainability*, 10(11):3917

Ravnikar Ž and Goličnik B., 2019- Nature-based solutions (NBS) The Connecting Nature project Marušić Source: *Urbani Izziv*, Vol. 30, No. 1:144-146

Roe, J. J., *et al.*, 2016. Understanding Relationships between Health, Ethnicity, Place and the Role of Urban Green Space in Deprived Urban Communities. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13, 681.

Russo, A. e Cirella G.T., 2018 Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need?



International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(10): 2180

Sandifer, P.A., *et al.*, 2015. Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services* 12: 1–15.

Schebella, M. *et al.*, 2019. The Wellbeing Benefits Associated with Perceived and Measured Biodiversity in Australian Urban Green Spaces Sustainability, 11 (3):802

Schram-Bijkerk D. *et al.*. 2018. Indicators to support healthy urban gardening in urban management. *Sci Total Environ.*, 15; 621:863-871.

Shanahan, D.F., *et al.* 2016. Health benefits from nature experiences depend on dose. *Scientific Reports*.

Seo S., *et al.*, 2019. Association between urban green space and the risk of cardiovascular disease: A longitudinal study in seven Korean metropolitan areas. *Environment International*, 125: 51–57

Sreetheran, M. e Van Den Bosch, C. C. K., 2014. A socio-ecological exploration of fear of crime in urban green spaces – A systematic review. *Urban Forestry e Urban Greening*, 13, 1-18.

Svendsen, E. S. *et al.*. 2016. Stories, shrines, and symbols: Recognizing psycho-social-spiritual benefits of urban parks and natural areas. *Journal of Ethnobiology*. 36(4): 881-907.

Swierad E.M. eTerry T. K. H. 2018. An Exploration of Psychosocial Pathways of Parks' Effects on Health: A Qualitative Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8):1693.

Terhaar, T. L., 2009. Evolutionary Advantages of Intense Spiritual Experience in Nature. *Journal for the Study of Religion, Nature and Culture* 3:303–339.

TEEB, 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. <http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Synthesis%20report/TEEB%20Synthesis%20Report%202010.pdf>

UN DESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs), 2014, Open Working Group proposal

for Sustainable Development Goals. Available at: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgsproposal.html>

UN Habitat. 2017, Habitat III: New Urban Agenda. Quito. Online at: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-English.pdf>: UN Habitat; 2017.

Ulrich, R.S., 1984. View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224, 420-421.

van Hecke L., *et al.*, 2018. Public open space characteristics influencing adolescents' use and physical activity: A systematic literature review of qualitative and quantitative studies *Health e Place* Volume 51, May 2018, Pages 158-173.

van der Zwaard BC *et al.*, 2018. Does environment influence childhood BMI? A longitudinal analysis of children aged 3 to 11. *J Epidemiol Community Health*; 72 (12):1110-1116.

Ward T. *et al.* 2016. Mitigating Stress and Supporting Health in Deprived Urban Communities: The Importance of Green Space and the Social Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13, 440.

Weimann H. *et al.* 2019 Experiences of the Urban Green Local Environment as a Factor for Well-Being among Adults: An Exploratory Qualitative Study in Southern Sweden. *Int J Environ Res Public Health*; 16 (14):2464

Wilson, E. O. 1984. *Biophilia*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Witt, A. H., 2013. Pathways to Environmental Responsibility: A Qualitative Exploration of the Spiritual Dimension of Nature Experience. *Journal for the Study of Religion, Nature and Culture* 7:154–186.

White MP, *et al.*, 2019. Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. *Scientific Reports* volume 9, n:7730.

Wang *et al.*, 2019 Spatial Analysis of Built Environment Risk for Respiratory Health and Its Implication for Urban Planning: A Case Study of Shanghai. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 1455.

WHO, 2010. Parma declaration on Environment and Health. Fifth Ministerial Conference on Environment and Health “Protecting children’s health in a changing



environment". Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

WHO, 2012 (a). Action plan for implementation of the European strategy for the prevention and control of noncommunicable diseases 2012–2016. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

WHO, 2012 (b). Health Indicators of Sustainable Cities in the Context of the Rio+20 UN Conference on Sustainable Development; WHO: Geneva, Switzerland, 2012.

WHO, 2016. Urban green spaces and health. A review of evidence. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2017.

WHO, 2017. Urban green spaces Interventions and Health. A review of impacts and effectiveness. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

Yotapakdee T., 2019. Benefits and Value of Big Trees in Urban Area: A Study in Bang Kachao Green Spa Benefits and Value of Big Trees in Urban Area: A Study in Bang Kachao Green Space, Thailand Environment and Natural Resources Journal. 17(1):33-43.

Yuen J. W. M., et al., 2019. Influence of Urban Green Space and Facility Accessibility on Exercise and Healthy Diet in Hong Kong. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 1514.

Zelenski, J. M., *et al.*, 2015. Cooperation is in our nature: Nature exposure may promote cooperative and environmentally sustainable behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 42, 24-31.

# INQUINAMENTO ATMOSFERICO A TORINO: I MODELLI LUR

Moreno Demaria\*, Barbara Lorusso\*, Rocco Pispico\*, Claudia Galassi\*\*, Ennio Cadum\*\*\*

\*ARPA Piemonte, \*\* Città della Salute della Scienza - Torino, \*\*\* ATS Pavia

Per la conduzione di studi epidemiologici degli effetti a lungo termine sulla salute umana dell'inquinamento atmosferico è utile la valutazione dell'esposizione della popolazione a livello di indirizzo di residenza. Sebbene i soggetti possano trascorrere molte ore in ambiti diversi dall'abitazione ed essere diversamente esposti secondo le caratteristiche dell'abitazione, la misura rilevata o stimata a livello di singolo civico risulta un'approssimazione accurata dell'esperienza di esposizione individuale. È ovvio che stime di esposizione basate su medie di contesto avranno un più basso valore predittivo della reale esposizione della popolazione.

Lo studio Escape (Eeftens M. *et al.*, 2012; Beelen R. *et al.*, 2013; de Hoogh K. *et al.*, 2013) ha proposto per la città di Torino, sulla base del metodo *Land Use Regression* (Briggs D. *et al.*, 1997), le equazioni di stima delle concentrazioni di vari componenti dell'inquinamento atmosferico, compresa la parte metallica del particolato. Tali equazioni si basano su parametri tratti da alcune componenti ambientali (topografia, demografia, prossimità e intensità dalla sorgente, uso del territorio, ecc.) e sono state derivate

dalle misure medie annuali riscontrate in 40 siti di campionamento selezionati (tre campagne di misura per 14 giorni, distribuite nel periodo 2010-2011). Le stime previste dallo studio Escape hanno riguardato NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM10, PM2.5, PM grossolano e le componenti metalliche presenti nel PM10 e PM2.5.

I calcoli sono stati realizzati utilizzando le funzioni di intersezione geometrica di PostgreSQL/PostGIS e hanno permesso di risolvere le equazioni proposte dallo studio per ciascuno dei 127.705 indirizzi, anche non abitativi, presenti nella città di Torino nel 2011, ottenendo una stima delle concentrazioni di inquinanti validata per l'anno 2010. Le componenti ambientali circostanti ogni indirizzo, calcolate in un cerchio individuato dalla metodologia adottata e necessarie per la stima degli inquinanti qui considerati, riguardano il traffico stradale, la densità del tessuto urbano, le aree verdi semi-naturali o a bosco e la densità di popolazione. Un maggiore dettaglio di queste componenti è descritto in **Tabella 1** mentre la forma di alcune delle equazioni applicate è riportata in **Tabella 2**.

**Tabella 1** - Componenti ambientali utilizzate

Denominazione	Descrizione	Fonte	u.m.	Raggio cerchio (buffer, m)
Ldres	tessuto urbano discontinuo	CORINE **	m <sup>2</sup>	5.000
Hldres	tessuto urbano continuo e discontinuo	CORINE **	m <sup>2</sup>	300
Natural	territori boschivi e ambienti semi-naturali	CORINE **	m <sup>2</sup>	1.000, 5.000
Pop	numero di abitanti	Anagrafe	n	300
Majorroadlength	lunghezza stradale totale delle strade principali* nel buffer	Società 5T ***	m	100

Trafmajorload	carico totale di traffico sulle strade principali* contenute nel buffer (intensità di traffico x lunghezza di tutti i segmenti)	Società 5T***	Veh.day-m	50
Traffload	carico totale di tutto il traffico stradale nel buffer (somma dell'intensità di traffico x lunghezza di tutti i segmenti)	Società 5T***	Veh.day-m	1000

\* strade principali: strada con intensità di traffico giornaliero >5.000 mvh/24h, \*\* Uso del suolo 2010 con dettaglio 2m, \*\*\* medie orarie dei flussi di traffico lungo i principali assi stradali della Città, per il periodo compreso tra il 1° marzo 2006 e il 31 marzo 2007

## Tabella 2 - Equazioni di stima degli inquinanti

Fonte: Elaborazione ARPA Piemonte

Inquinante	Modello LUR	Varianza spiegata (R <sup>2</sup> )	Concentrazione misurata (µg/m <sup>3</sup> ) *	Concentrazione stimata (µg/m <sup>3</sup> ) **
NO <sub>2</sub>	19,95 + 7,79E-8 x TRAFLOAD_1000 + 3,53E-2 x MAJORROADLENGTH_100 + 5,63E-5 x HLDRES_300 - 4,46E-7 x NATURAL_5000	78%	53,3 [15,6 - 83,7]	51,6 [7,4-97,8]
PM10	38,33 + 2,01E-3 x POP_300 - 3,49E-7 x NATURAL_5000 + 1,07E-2 x MAJORROADLENGTH_100	78%	43,1 [31,5 - 57,8]	45,4 [27,0-62,5]
PM2.5	24,90 - 7,03 × 10 <sup>-6</sup> × NATURAL_1000 + 9,40 × 10 <sup>-7</sup> × TRAFMAJORLOAD_50 + 1,63 × 10 <sup>-7</sup> × LDRES_5000	71%	29,3 [22,7-36,3]	26,2 [7,7-33,7]
Ferro (nella frazione di PM10)	735,1 - 2,2E-05 x NATURAL5000 +2,3E-01 x POP_300 +9,6E-01 x MAJORROADLENGTH_100	89%	1,343 [0,378-2,599]	1,619 [0,022-3,178]

\*Media [minimo-massimo] misurata in 40 siti distribuiti (traffico, fondo), \*\*Media [minimo-massimo] stimata per 127.705 indirizzi

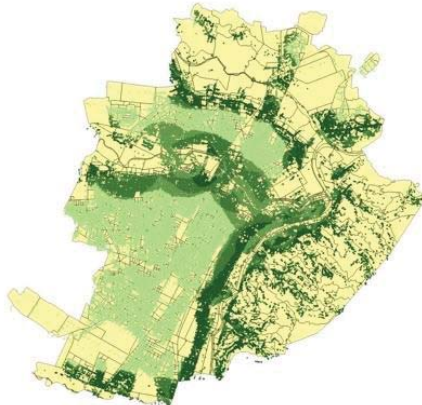
In particolare, ad esempio, la stima delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> è basata su 4 componenti ambientali: carico totale di traffico stradale - dato dalla somma dell'intensità di traffico moltiplicata per la lunghezza di tutti i segmenti in un raggio (buffer) di 1 km - lunghezza totale delle strade principali (>5.000 veicoli al giorno) in un buffer di 100 m, tessuto urbano continuo e discontinuo (Classificazione CORINE Land Cover, codici 111, 112) in un buffer di 300 m e territori boschivi e ambienti semi-naturali (codici 311-331) in un intorno di 5 km.

Le rappresentazioni di alcune componenti ambientali utilizzate nei presenti esempi sono riportate nei **Grafici 1-6**, secondo una categorizzazione in quintili (circa 25.000 indirizzi per colore). Sono stati scelti colori esplicativi del gradiente della componente rappresentata: il colore marrone nel **Grafico 1**, ad esempio, corrisponde ad un'area maggiormente edificata, tenendo conto della dimensione del raggio considerato nel calcolo (300 m).

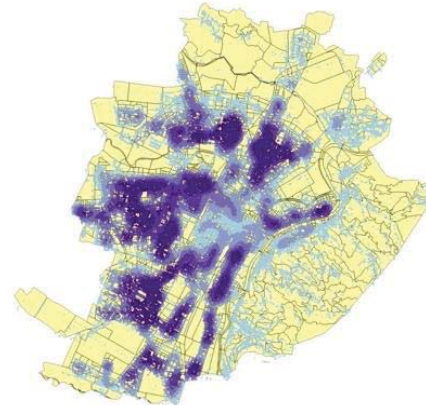
Tessuto urbano continuo e discontinuo  
(buffer 300)



Territori boschivi, ambienti semi-naturali  
(buffer 1000)



Numero di abitanti  
(buffer 300)



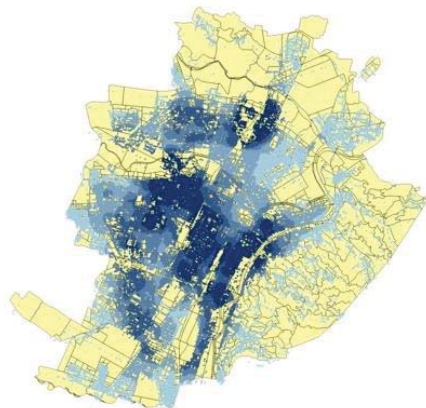
Lunghezza stradale totale delle strade  
principali (buffer 100)



Carico totale di traffico, strade principali  
(buffer 50)



Carico totale di tutto il traffico stradale  
(buffer 1000)



**Grafici 1-6** - Distribuzione di alcune componenti ambientali per la stima degli inquinanti  
Fonte: Elaborazione ARPA Piemonte

La concentrazione degli inquinanti stimata è rappresentata nei **Grafici 7-10**, ancora in quintili, e riguarda NO<sub>2</sub>, PM10, PM2.5 e Ferro nel PM10. L'immagine della distribuzione degli inquinanti, stimati a livello di indirizzo, rappresenta le aree con maggiore pressione delle componenti ambientali considerate e ricalca la dimensione del buffer e il peso rivestito entro l'equazione, dato dal relativo coefficiente (**Tabella 2**). Ad esempio, la distribuzione del PM2.5 è molto influenzata dal buffer di soli 50 metri del carico totale di traffico sulle strade principali, che ha un coefficiente alto. All'opposto i buffers più ampi, considerati nelle altre equazioni, rendono maggiormente sfumate le distribuzioni, ossia danno un carattere più ubiquitario all'inquinante. A parte l'effetto ovvio delle arterie stradali maggiormente trafficate, risultano sottolineate le aree altamente

urbanizzate, mentre l'area verde della collina torinese, a sud-ovest, è protetta dall'esposizione.

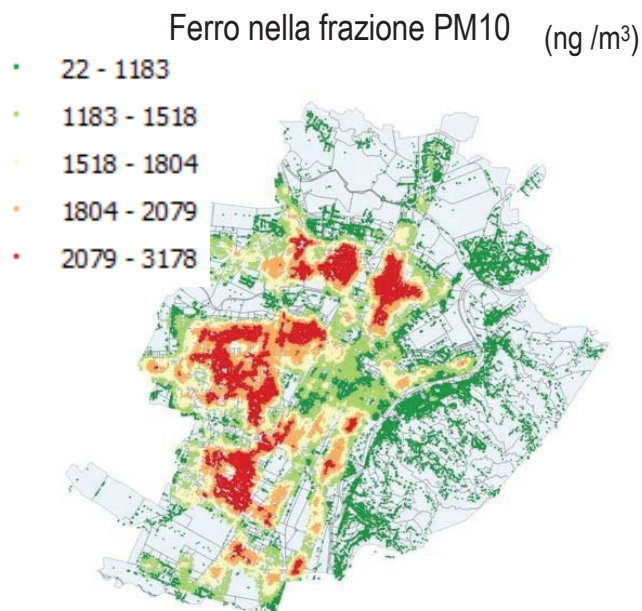
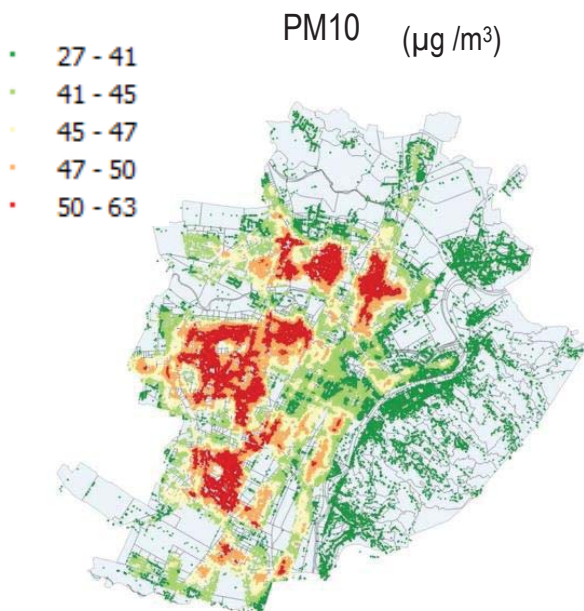
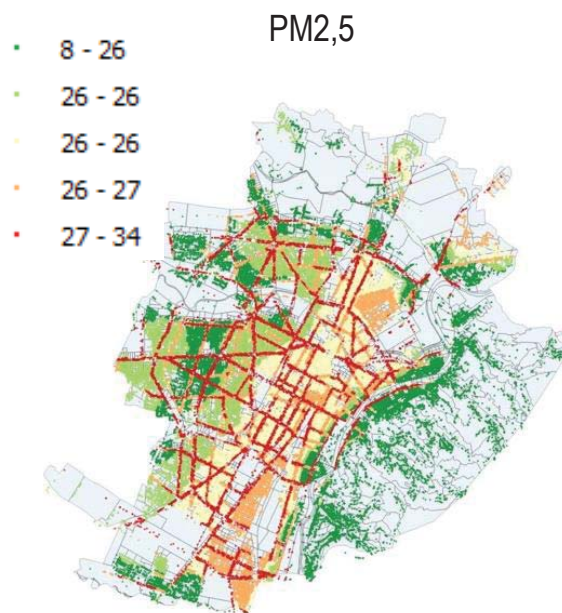
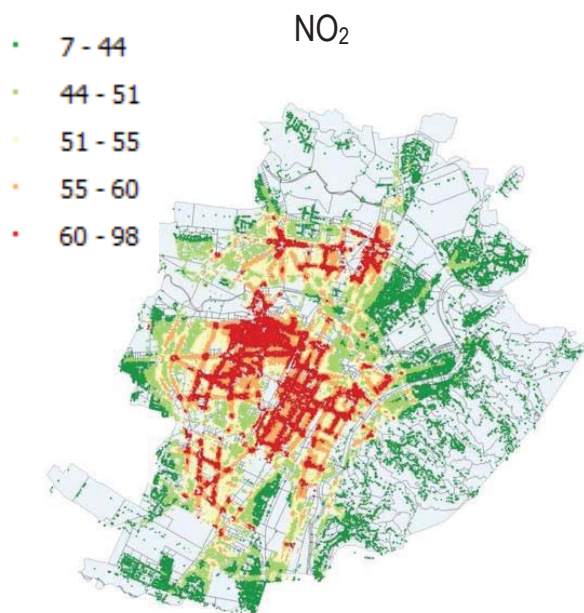
Le stime ottenute sono consistenti con le 40 misure effettuate in Torino per la definizione delle equazioni, ovviamente con un maggior grado di dispersione, e data la concordanza riportata in **Tabella 2** tra valori empiricamente misurati e i valori stimati dalle equazioni, possiamo considerare credibili i livelli di esposizione calcolati su tutta la città.

Il guadagno informativo rispetto a misure medie sull'intera città è evidente e permette di attribuire il livello di esposizione a ogni singolo cittadino per il 2010 e, con tecniche di estrapolazione, anche per altri periodi storici, permettendo la stima della dose di esposizione in rapporto ai periodi di permanenza all'indirizzo, nel caso di mobilità residenziale. Certamente la vera esposizione



individuale potrebbe essere ulteriormente migliorata disponendo di informazioni relative all'ambiente di lavoro, alla mobilità e alle caratteristiche dell'abitazione. Le stime così ottenute sono state applicate in uno studio relativo agli effetti della esposizione residenziale sullo

stato di salute della popolazione di Torino, utilizzando l'ampia base di dati costituita dallo Studio Longitudinale Torinese (SLT) (Costa G. e Demaria M., 1988; Demaria M. *et al.*, 2017). Lo studio è in fase di redazione.



**Grafici 7-10** - Concentrazioni stimate degli inquinanti considerati  
Fonte: Elaborazione ARPA Piemonte

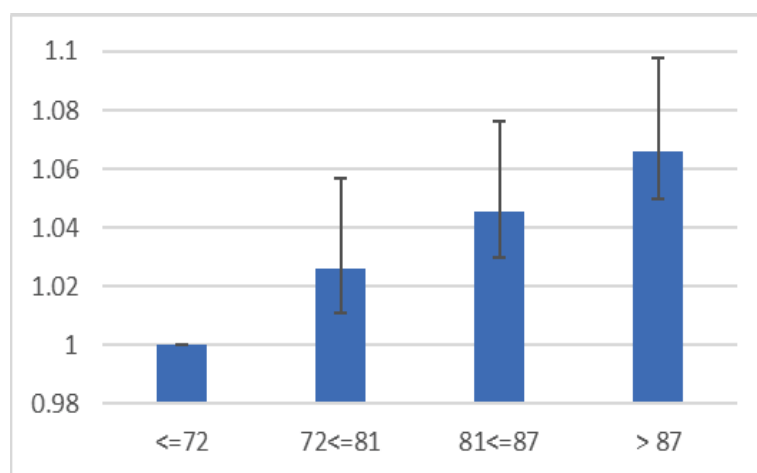
A titolo di esempio del valore d'uso della stima di esposizione con modelli LUR si riportano nel **Grafico 11**

i rischi (*Hazard Ratio* secondo il modello di Cox) stimati per la coorte torinese reclutata tra il 1996 e il 2015 e



referiti alla mortalità naturale generale. Le stime sono controllate secondo le caratteristiche socio-economiche del soggetto e riguardano l'esposizione a NO<sub>2</sub>, stimata nel tempo a partire dal 1991 con tecniche di back extrapolation, nella popolazione con più di 29 anni. L'incremento del rischio è del 2,3% (intervallo di confidenza al 95%: 1,7-2,8) per ogni incremento di 10 µg

/m<sup>3</sup> di NO<sub>2</sub>, con un effetto in pratica lineare tra le classi di concentrazione dell'inquinante, definite in base a quartili di popolazione esposta. Tali risultati sono del tutto consistenti con analoghe esperienze di analisi (Cesaroni G. *et al.*, 2013) delle quali si era già dato conto (Cadum E. *et al.*, 2016) e denunciano un effetto significativo dell'esposizione all'inquinamento sulla mortalità.



**Grafico 11** - Hazard ratios e intervalli di confidenza al 95% (ordinate), secondo livelli di NO<sub>2</sub> (µg /m<sup>3</sup>) (ascisse). Torino, 1995-2015, mortalità per cause naturali, 30 anni e più

Fonte: Elaborazione ARPA Piemonte

## BIBLIOGRAFIA

Beelen R., Hoek G., Vienneau D., *et al.* 2013. *Development of NO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> land use regression models for estimating air pollution exposure in 36 study areas in Europe*. The ESCAPE projects. *Atmos Environ*; 72: 10-23.

Briggs D., Collins S., Elliot P., Fischer P., Kingham S., Lebrecht E., Pryl K., Hv Reeuwijk Smallborne K., 1997. *Avd Veen Mapping urban air pollution using GIS: a regression-based approach*. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.* 11, 699–718.

Cadum E., Stroschia M., Gandini M., Cesaroni M., Forastiere F., Stafoggia M., Demaria M., Berti G., Ranzi A., 2016. *Impatti a lungo termine dell'inquinamento atmosferico in Italia: risultati delle coorti italiane e confronto con le stime di rischio internazionali*. In ISPRA, Stato dell'Ambiente, Qualità dell'ambiente urbano, XII Rapporto, 68; 130-168.

Cesaroni G., Badaloni C., Gariazzo C., Stafoggia M., Sozzi R., Davoli M., Forastiere F., 2013. *Long-term exposure to urban air pollution and mortality in a cohort of more than a million adults in Rome*. *Environ Health Perspect.* Mar;121(3):324-31.

Costa G., Demaria M., 1988. *Un sistema longitudinale di sorveglianza della mortalità secondo le caratteristiche socio-economiche, come rilevate ai censimenti di popolazione: descrizione e documentazione del sistema*. *Epid Prev* 36:37-47.

De Hoogh K., Wang M., Adam M., *et al.*, 2013. *Development of Land Use Regression Models for Particle Composition in Twenty Study Areas in Europe*. *Environ Sci Technol*, 47: 5778–86.

Demaria M., Zengarini N., Carnà P., Ferracin E., Onorati R., 2017. *Lo Studio Longitudinale Torinese: uno strumento per descrivere le storie di salute dei torinesi*.

In: Costa G., Stroschia M., Zengarini N., Demaria M. 40 anni di salute a Torino. Spunti per leggere i bisogni e i risultati delle politiche. Milano, Inferenze; 326-333.

Eeftens M., Beelen R., de Hoogh K., *et al.*, 2012. *Development of land use regression models for PM(2.5),*

*PM(2.5) absorbance, PM(10) and PM(coarse) in 20 European study areas. Results from the ESCAPE study. Environ Sci Technol; 46: 11195-205.*

# CARATTERIZZAZIONE DEL PM10 IN ALCUNE CITTÀ LOMBARDE: MILANO, BERGAMO, PAVIA, MANTOVA

Eleonora Cuccia, Cristina Colombi, Umberto Dal Santo, Lorenza Corbella, Giorgio Siliprandi, Anna De Martini,  
Paola Carli  
ARPA Lombardia

Il Centro Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria (CRMQA) di ARPA Lombardia effettua da diversi anni misure in continuo di PM10, con relativa speciazione chimica, per due siti nella città di Milano. Tali siti fanno parte del circuito nazionale della Rete delle Stazioni Speciali.

Parallelamente, nel corso degli anni, sono state effettuate campagne di monitoraggio in alcuni capoluoghi lombardi con lo scopo di caratterizzare chimicamente il PM10 e di stimare il contributo delle varie sorgenti emissive. In particolare, tra il 2016 ed il 2018 sono state effettuate misure di caratterizzazione chimica del PM10 per le città di Pavia, Bergamo e Mantova.

In tutti i casi il monitoraggio è stato rivolto alla valutazione delle polveri aerodisperse (PM10) e delle sue costituenti principali: elementi, frazione carboniosa, componenti ioniche e zuccheri. Come previsto dalla normativa vigente, il campionamento del PM10 è stato effettuato su periodi sufficientemente lunghi, così da poterne valutare il comportamento al variare delle condizioni meteorologiche e delle attività emissive locali.

In questo lavoro verranno presentate le caratteristiche salienti della composizione chimica del PM10 e lo studio delle principali sorgenti emissive mediante analisi multivariata.

## LA COMPOSIZIONE CHIMICA

Le misure del PM10 sono state effettuate mediante campionatori gravimetrici e analizzatori automatici ad assorbimento  $\beta$ . La strumentazione risponde alle caratteristiche previste dalla legislazione vigente (d.lgs. 155/2010).

Il particolato atmosferico raccolto su filtro è stato analizzato mediante spettrometria a fluorescenza X (XRF) per la determinazione dei principali elementi con  $Z > 11$  (alluminio, silicio, zolfo, cloro, potassio, calcio, titanio, cromo, manganese, ferro, nichel, rame, vanadio, bromo, piombo, rubidio e zinco); mediante cromatografia ionica (IC) per determinare le principali componenti solubili (ioni solfato, nitrato, ammonio, potassio, calcio, magnesio, cloro e sodio) e gli zuccheri (tra i quali il levoglucosano, quale tracciante delle combustioni di biomassa); mediante tecnica TOT/TOR per quantificare la frazione carboniosa (carbonio organico ed elementare). Con l'insieme di queste specie determinate analiticamente è stato possibile effettuare la chiusura di massa del PM10, cioè la ricostruzione della composizione chimica del particolato atmosferico.

In **Tabella 1** sono riportati i periodi di monitoraggio relativi ai siti di interesse.

**Tabella 1** – Siti di monitoraggio, relativi periodi di misura e classificazione.

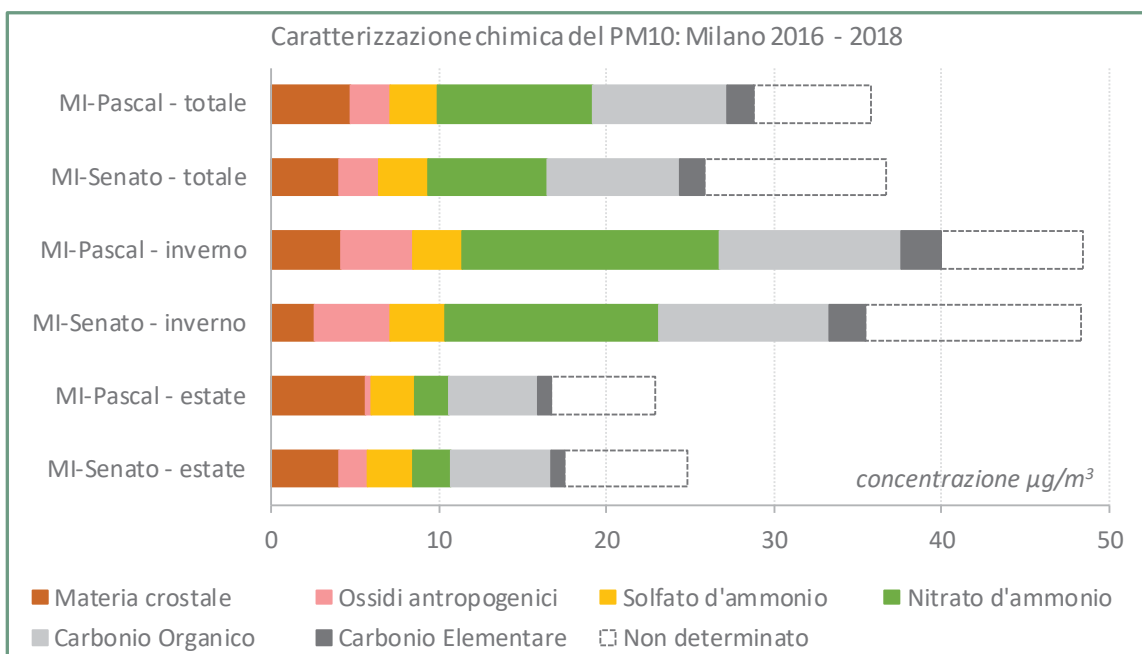
Fonte: ARPA Lombardia

Sito	Periodo	Classificazione
Milano-Pascal	01/01/2016 – 31/12/2018	UB
Milano-Senato	01/01/2016 – 31/12/2018	UT
Bergamo-Meucci	13/07/2016 – 13/08/2016 e 21/12/2016 – 31/03/2017	UB
Pavia-Folperti	15/10/2016 – 31/08/2017	UB
Mantova-Sant'Agnesè	21/11/2017 – 30/07/2018	UB

### Milano

Milano-Pascal è classificato come sito urbano di fondo mentre Milano-Senato è un sito urbano di traffico; per entrambi le misure di PM10, con relative analisi di speciazione chimica, sono attive in continuo da diversi anni. Nel **Grafico 1** sono riportate le

relative chiusure di massa determinate considerando sia l'intero periodo di misura 01/01/2016 – 31/12/2018 (totale), sia mediando dei tre anni solo i periodi freddi (inverno: 15 ottobre – 14 aprile) o solo i periodi caldi (estate: 15 aprile – 14 ottobre).



**Grafico 1** – Caratterizzazione chimica del PM10 per i siti di Milano

Fonte: ARPA Lombardia

Le concentrazioni del periodo invernale sono risultate mediamente più elevate di quelle estive, a causa sia dalle condizioni atmosferiche particolarmente sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti sia alle sorgenti aggiuntive tipiche del periodo invernale (su tutte il riscaldamento). In generale, i costituenti principali del PM10 sono risultati essere la frazione carboniosa organica, poco più del 20% in entrambi i siti, e il nitrato d'ammonio, 26% per Milano-Pascal e 19% per Milano-

Senato. Nell'ordine seguono la materia di origine crostale, il solfato d'ammonio, gli ossidi degli elementi di natura antropogenica e il carbonio elementare, rispettivamente con circa il 10%, l'8%, il 7% e il 4% per entrambi i siti.

Con il variare della stagione, le principali differenze si osservano soprattutto sul nitrato d'ammonio, la cui percentuale del periodo invernale, 32% per Milano-Pascal e 27% di Milano-Senato, scende al 9% del

periodo estivo per entrambi i siti. Il nitrato d'ammonio è un sale di origine secondaria, che ha tra i principali precursori l'ammonica e gli ossidi di azoto, la cui formazione è favorita dalle condizioni meteo-climatiche tipiche dei mesi freddi. Il solfato d'ammonio aumenta di 4-5 punti percentuali passando dalla media invernale a quella estiva mentre carbonio organico ed elementare rimangono percentualmente più o meno costanti. La materia di origine crostale risulta in percentuale maggiore nel periodo estivo rispetto a quello invernale (di oltre il 10% in entrambi i siti), viceversa gli ossidi di origine antropogenica perdono punti percentuali (8% in meno per Milano-Pascal, 2% in meno per Milano-Senato). Nei mesi più caldi il PBL risulta essere più dinamico mentre precipitazioni e umidità inferiori rendono il suolo più arido e favorevole a fenomeni di risollevarimento. In percentuale, sul totale del PM10, la materia crostale di Milano-Pascal risulta essere più alta rispetto a quella di Milano-Senato per via dell'ubicazione su microscala della stazione: essa si trova all'interno di un giardino pubblico sterrato, dove gli episodi di risollevarimento risultano essere più importanti.

### Bergamo, Pavia e Mantova

Dal 13/07/2016 al 13/08/2016 e successivamente dal 21/12/2016 al 31/03/2017 è stata effettuata una campagna di monitoraggio a Bergamo-Meucci, sito urbano di fondo, con lo scopo di caratterizzare il PM10 sia nella stagione estiva sia in quella invernale. Nel **Grafico 2** sono riportate le chiusure di massa per Bergamo-Meucci, determinate su entrambi i periodi, confrontate con i valori ottenuti in parallelo per il sito di Milano-Pascal.

Dal 15/10/2016 al 31/08/2017 è stata effettuata in continuo una campagna di monitoraggio sul PM10 nel sito urbano di fondo di Pavia-Folperti. Nel **Grafico 3** sono riportate le chiusure di massa per tale sito confrontate con quelle del sito di Milano-Pascal. Con "inverno" ci si riferisce al periodo 15/10/2016 – 14/04/2017, con "estate" al periodo 15/04/2017 – 31/08/2017.

Dal 21/11/2017 al 30/07/2018 è stata effettuata in continuo una campagna di monitoraggio sul PM10 nel sito urbano di fondo di Mantova-Sant'Agnese. Nel **Grafico 4** sono riportate le chiusure di massa per tale sito confrontate con quelle del sito di Milano-Pascal. Con "inverno" ci si riferisce al periodo 21/11/2017 –

14/04/2018, con "estate" al periodo 15/04/2018 – 30/07/2018.

Analogamente a quanto visto per Milano, in tutti i siti esaminati sono emerse importanti differenze, sia nel valore assoluto sia nella composizione chimica, tra il PM10 misurato nella stagione estiva e quello relativo alla stagione invernale. La differenza è dovuta sia alle differenti condizioni atmosferiche, particolarmente sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti durante i periodi di stabilità della stagione fredda, sia alle sorgenti aggiuntive tipiche del periodo invernale (in particolare il riscaldamento).

Le composizioni chimiche mostrate presentano caratteristiche principali comuni: in inverno la componente secondaria, ovvero l'insieme dei composti non immessi direttamente in atmosfera ma originati da precursori a seguito di reazioni chimico-fisiche, costituisce la parte predominante del PM10. In particolare, il nitrato d'ammonio che può variare tra il 20% e oltre il 40% della massa totale, il solfato d'ammonio attorno all'8% e il carbonio organico, di origine in parte primaria e in parte secondaria, che rappresenta mediamente circa il 20% del PM10.

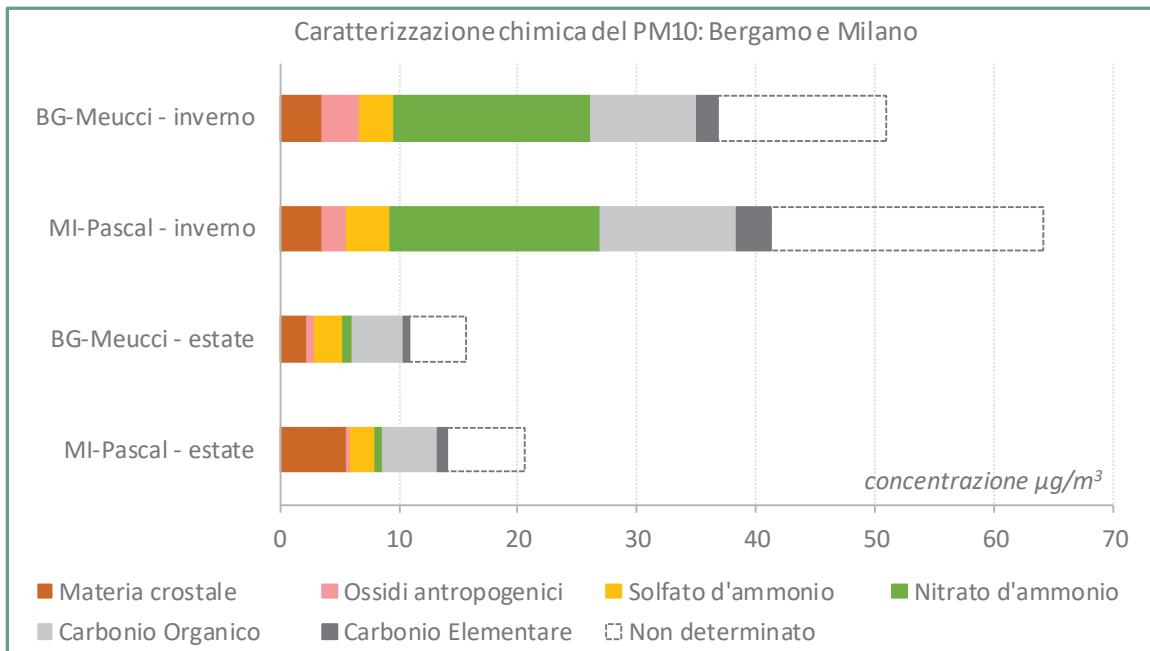
Passando dalla stagione invernale a quella estiva, solfato d'ammonio e carbonio organico non presentano grandi variazioni percentuali, a differenza del nitrato d'ammonio che scende mediamente sotto il 10% della massa totale del PM10, in accordo con quanto già descritto per i siti di Milano.

Per quanto riguarda le componenti primarie, si osserva tendenzialmente un leggero aumento della materia di origine crostale e, viceversa, una diminuzione degli ossidi di origine antropogenica durante la stagione estiva. Come discusso precedentemente, nei mesi più caldi le condizioni atmosferiche sono più favorevoli alla formazione di eventi di risollevarimento del suolo. Gli ossidi di origine antropogenica, comprendendo quella parte minerale (prevalentemente ossidi di metalli) di natura primaria che ha origine nelle attività umane, non presenta sostanziali differenze al variare delle stagioni, se non l'effetto aggiuntivo del riscaldamento degli edifici durante il periodo invernale. Per questo motivo, la sua variazione potrebbe essere associata solamente alle differenti condizioni di accumulo degli inquinanti al cambiare della stagione.

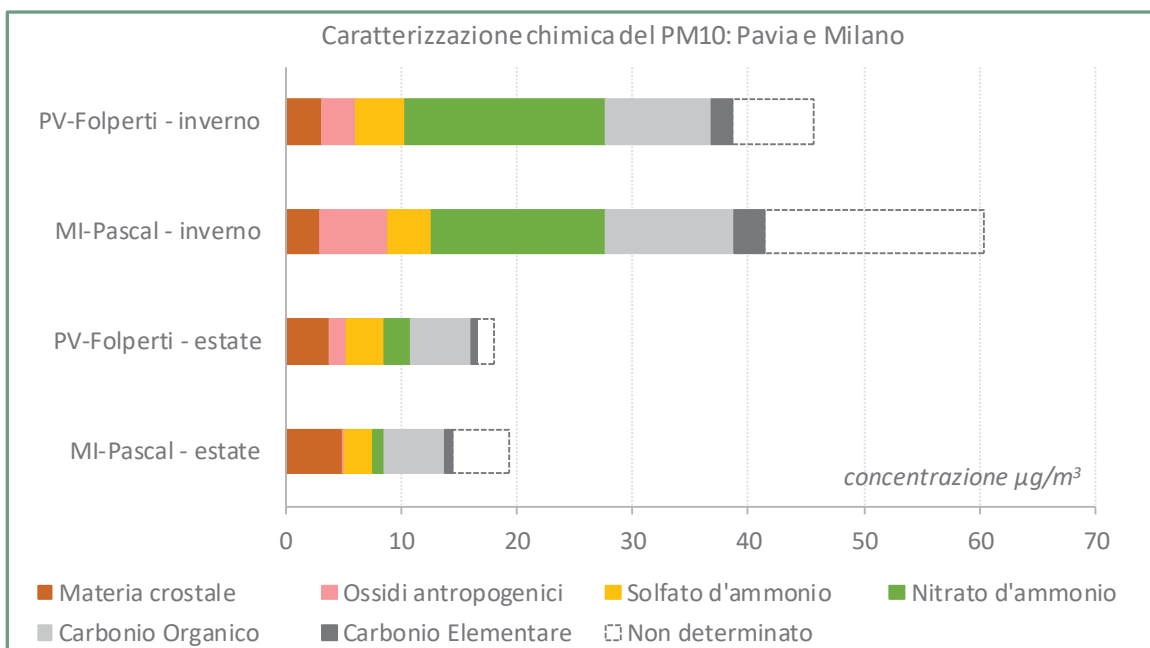


L'inatteso, rispetto a quanto appena detto, aumento della componente antropogenica nel sito di Milano-Pascal durante l'estate 2018 (**Grafico 4**) è stato causato da

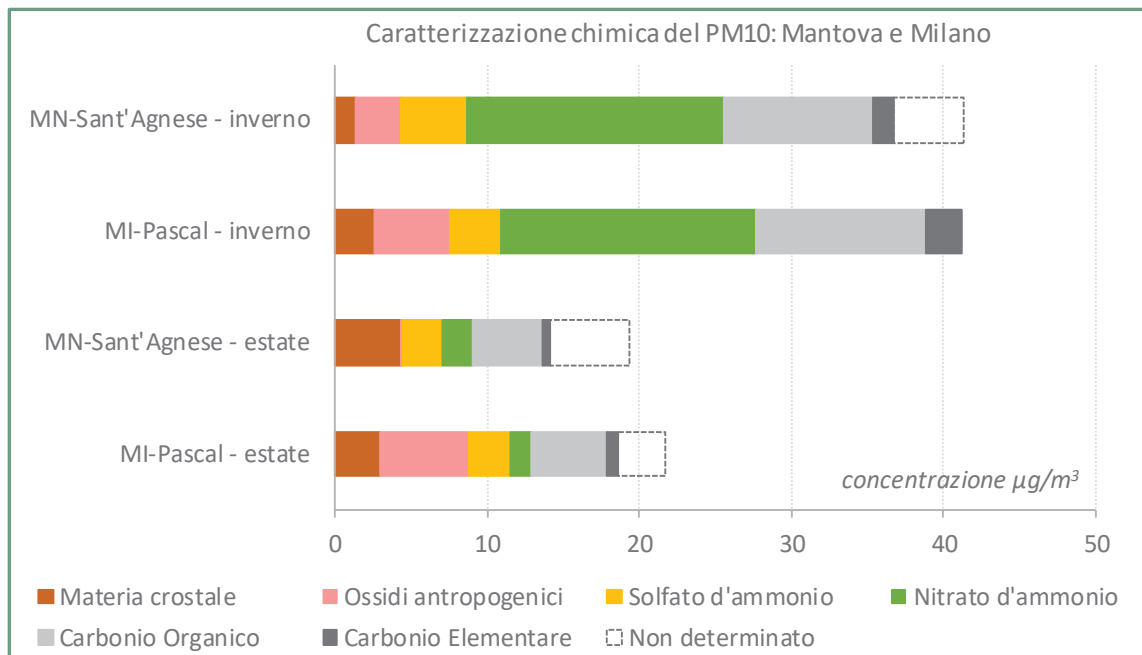
lavori di rifacimento della piazzola antistante la stazione di rilevamento.



**Grafico 2** – Caratterizzazione chimica del PM10 per i siti di Bergamo e Milano.  
 Fonte: ARPA Lombardia



**Grafico 3** – Caratterizzazione chimica del PM10 per i siti di Pavia e Milano.  
 Fonte: ARPA Lombardia



**Grafico 4** – Caratterizzazione chimica del PM10 per i siti di Mantova e Milano.  
 Fonte: ARPA Lombardia

### CONTRIBUTO DELLE SORGENTI

I dataset di speciazione chimica del PM10 sono stati ulteriormente elaborati attraverso l'applicazione di tecniche di source apportionment. Queste tecniche permettono la valutazione quantitativa del contributo delle sorgenti, primarie e secondarie, alle concentrazioni di PM rilevate. L'analisi si basa su dati ambientali (concentrazione e composizione chimica del PM) misurati nel punto recettore per risalire, sotto la basilare ipotesi di conservazione della massa, al numero, alla tipologia ed al contributo delle diverse sorgenti di emissione che determinano la situazione ambientale osservata. I modelli al recettore sono di tipo diagnostico, cioè stimano l'impatto delle varie sorgenti emissive in un sito sulla base delle misure raccolte. Si presentano i risultati dell'applicazione del modello multivariato PMF (Hopke, 2003) nella sua ultima versione (PMF5), sviluppato dall'agenzia ambientale americana (U.S. Environmental Protection Agency).

L'applicazione di PMF5 ai database mostra sostanzialmente l'identificazione di otto fattori, cui sono stati assegnati i seguenti nomi: Traffico totale e/o nelle due componenti Exhaust e Non-Exhaust, Solfato Secondario Organico, Sale (ovvero cloruro di sodio, indicativo dello spargimento di sale sulle strade nel

periodo invernale), Combustione di Biomassa, Materiale Crostale (ovvero la componente naturale della risospensione di polvere dal suolo), Nitrato Secondario e Industriale, rappresentato appunto da specie attribuibili ad attività di lavorazione industriale. A questi fattori si aggiunge un profilo identificato come Sahariana, che tiene conto del fenomeno di trasporto di polvere dal deserto a lungo raggio, riconosciuto a Mantova.

I fattori attribuiti al traffico stradale sono identificati essenzialmente dai loro marker, ovvero la componente carboniosa (circa un terzo del totale) ed in particolare il rapporto tra OC ed EC, per quanto riguarda l'Exhaust; gli elementi legati all'usura dei freni, degli pneumatici e delle parti meccaniche (Zn, Br, Pb, Cr, Mn) dei mezzi stradali, per quanto riguarda la parte non-Exhaust, con una variabilità spiegata fino al 60% per questi elementi. Il fattore Solfato Secondario Organico è composto essenzialmente dal solfato (fino all'80% del totale misurato), che porta con sé alcuni elementi prodotti nell'emissione dei mezzi pesanti ed in particolare il Br di cui spiega tra il 20% e il 40% della massa misurata; la parte organica del carbonio è qui rappresentata con una variabilità media intorno al 20%. Il Sale composto essenzialmente da sodio (fino al 60% di variabilità spiegata) e cloro (fino all'80%), rappresenta fino a circa il 5% sul totale del PM10 misurato. La Combustione di

Biomassa è identificata dal suo marker univoco, ovvero il levoglucosano (dal 60% al 90 % di variabilità spiegata), legato a potassio, rubidio e componente carboniosa, di cui spiega circa il 35% di variabilità. Il fattore Materia Crostale è rappresentato sostanzialmente dagli elementi terrigeni ed in particolare Al, Si e Ti; a Mantova il riconoscimento della Sahariana, che risulta comunque caratterizzata prevalentemente dagli stessi elementi ma separatamente rispetto alla polvere locale, determina una variabilità maggiore nella variabilità spiegata negli elementi caratteristici del suolo. Il Nitrato Secondario è legato principalmente agli ioni nitrato e ammonio (tra il 60% e l'80% di variabilità spiegata per entrambi), talvolta con una parte organica legata all'OC di minore entità. Il fattore Industriale è caratterizzato da componenti miste e generalmente legate ad attività antropiche/industriali varie.

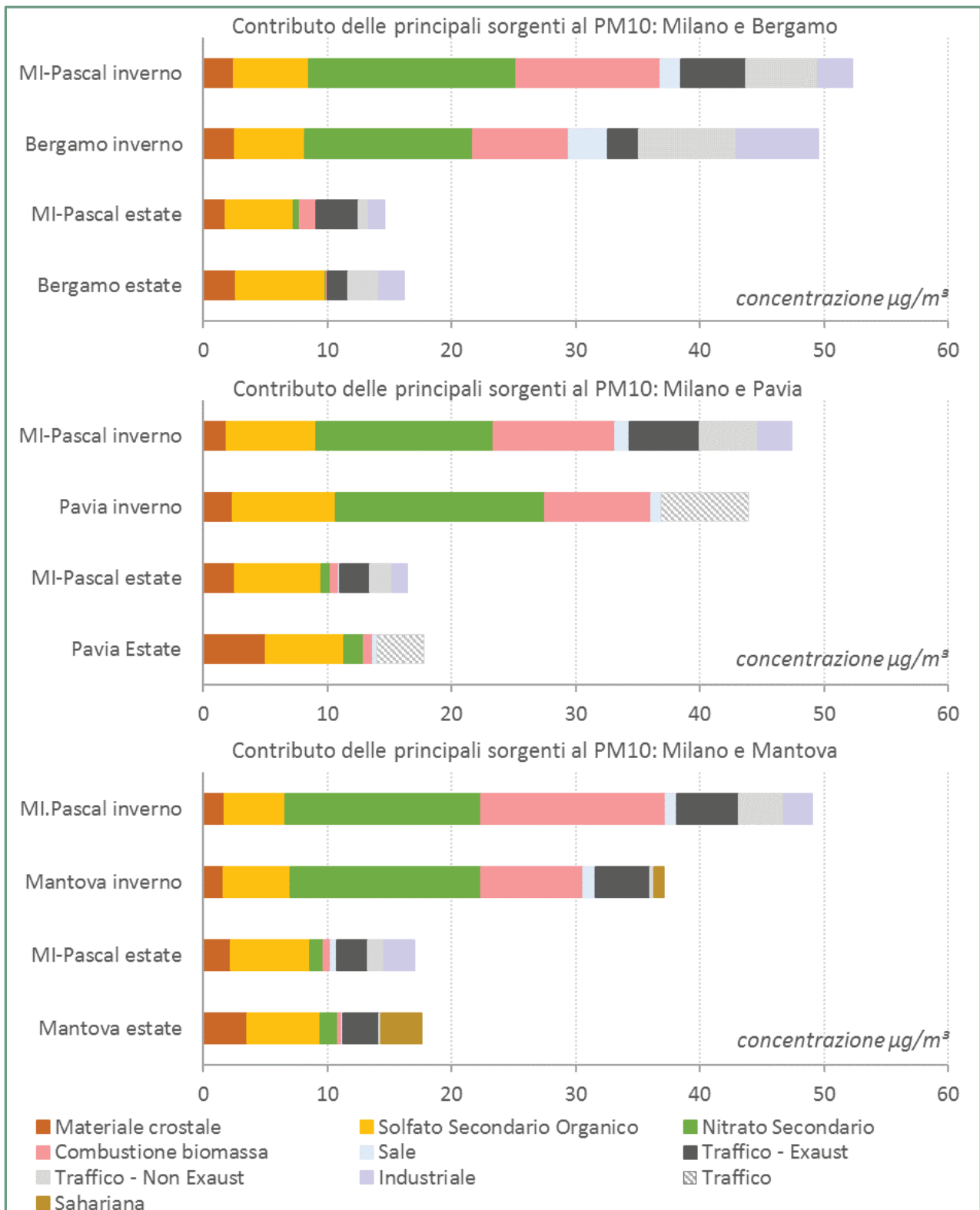
Considerando i risultati delle elaborazioni nella loro totalità, in generale si confermano in tutti i siti gli stessi impatti delle sorgenti principali, anche nella variazione da inverno ad estate. Fanno eccezione episodi peculiari come ad esempio il contributo della sabbia Sahariana che tra i mesi di aprile e maggio 2018 ha interessato tutto il territorio regionale. A Mantova questo evento spiega il 19% della massa del PM10 nel periodo estivo. Si sottolinea che nel sito di Milano Pascal la sorgente "Sahariana" non è stata risolta per la mancanza delle concentrazioni degli elementi di origine terrigena nel periodo interessato dall'evento. Tale fenomeno verrà approfondito nel paragrafo successivo.

Nel periodo invernale, ovvero il periodo più critico per i fenomeni di accumulo delle polveri, in tutti i siti il contributo maggiore all'inquinamento di PM10 è determinato dalla produzione di sali di nitrato d'ammonio. Tale contributo è quantificato tra il 27% e il 48% (rispettivamente a Bergamo e Pavia), riducendosi ad un contributo tra l'1% e il 9% nel periodo estivo (il minimo e il massimo rappresentano ancora Bergamo e Pavia). Altre sorgenti importanti nel periodo invernale sono le combustioni di biomassa (dal 16% di Bergamo al 33% di Milano), il solfato secondario organico (11% di Bergamo e Milano fino al 23% di Pavia) ed il traffico autoveicolare che si mantiene costantemente intorno al 20% in tutti i siti. Il contributo delle combustioni di biomassa cala nel periodo estivo analogamente al nitrato secondario, incrementando così in termini percentuali le altre due

categorie di sorgenti: lievemente il traffico (fino al 29% a Milano) e in maniera sostanziale il Solfato Secondario Organico (dal 34% di Mantova al 44% di Bergamo).

Il confronto tra le chiusure di massa realizzate con la PMF e con l'analisi di speciazione appaiono confrontabili per quanto riguarda le diverse sorgenti individuate con l'eccezione del Solfato Secondario Organico. Occorre tener presente che nella torta di speciazione il solfato d'ammonio, così come il nitrato d'ammonio, sono trattate come specie uniche mentre nei fattori ottenuti dalla PMF il suo profilo è costituito oltre che dal solfato d'ammonio, anche altre specie chimiche che vanno così a incrementare il contributo percentuale di questa sorgente. Questo fatto sta probabilmente ad indicare che mentre il nitrato d'ammonio è costituito da particelle poco invecchiate perché formatosi localmente, le particelle di solfato d'ammonio si possono essere formate molto lontano dal recettore e quindi arricchite anche di altre specie chimiche durante il loro invecchiamento.

Le figure del **Grafico 5** mostrano i contributi assoluti dei fattori individuati, nei periodi invernali ed estivi per le campagne di Bergamo, Pavia e Mantova, sempre a confronto con i risultati ottenuti per Milano nei periodi equivalenti (rispettivamente 13/07-13/08/2016 e 21/12/2016 – 31/03/2017; 15/10/2016 – 31/08/2017; 21/11/2017 – 30/07/2018).



**Grafico 5** – Contributo delle principali sorgenti al PM10 per i siti di Milano, Bergamo, Pavia e Mantova.  
 Fonte: ARPA Lombardia.

## EVENTI PARTICOLARI

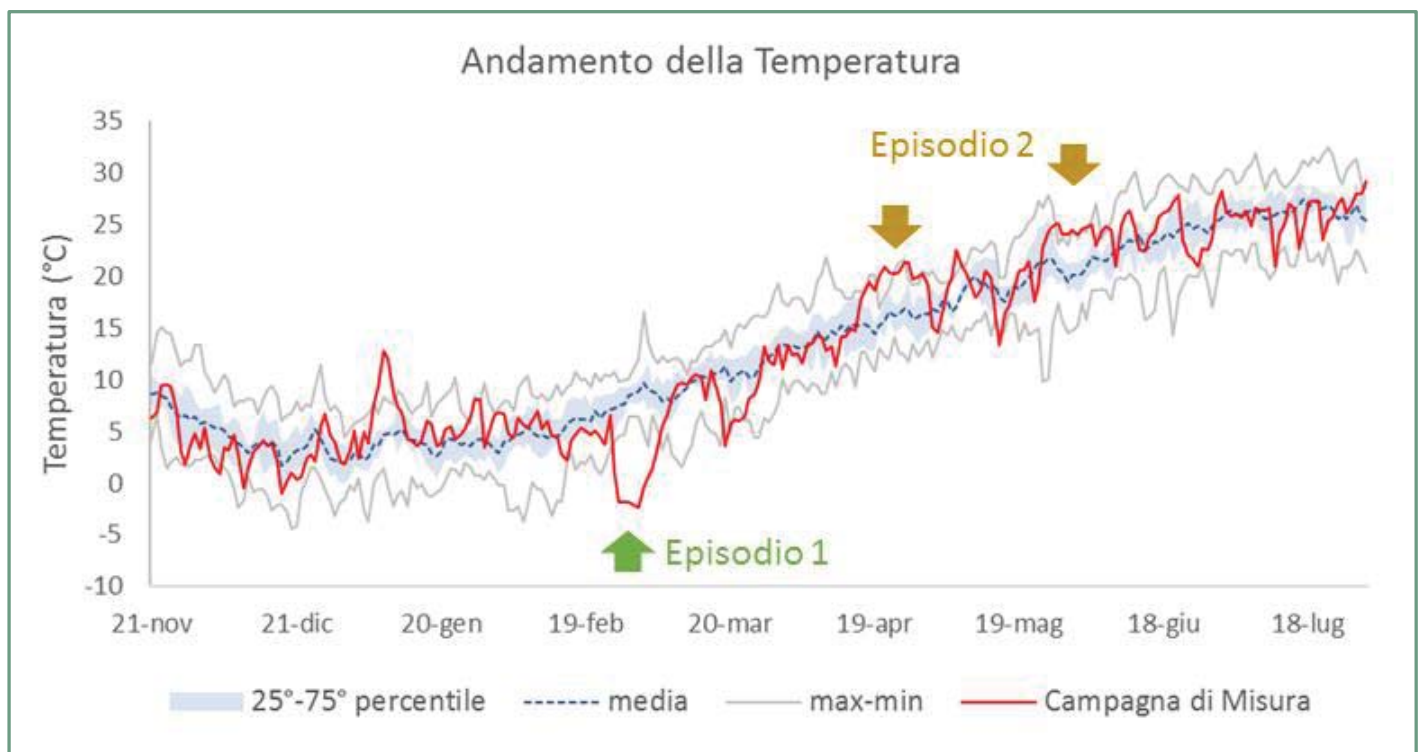
Nel periodo in esame, si sono verificati alcuni fenomeni che hanno portato ad una variazione della composizione chimica media fin qui descritta.

Durante il primo evento, verificatosi nei giorni 1 e 2 marzo 2018, si è registrato un aumento della componente secondaria, in particolare del nitrato d'ammonio; nel successivo, che ha interessato i mesi di aprile e maggio 2018, un episodio di inclusione di sabbia sahariana ha comportato un aumento della componente di natura terrigena.

### Episodio di neve

Tra il 25 e il 28 febbraio 2018 si è assistito in Pianura Padana ad inclusione di aria fredda da nord-est che ha

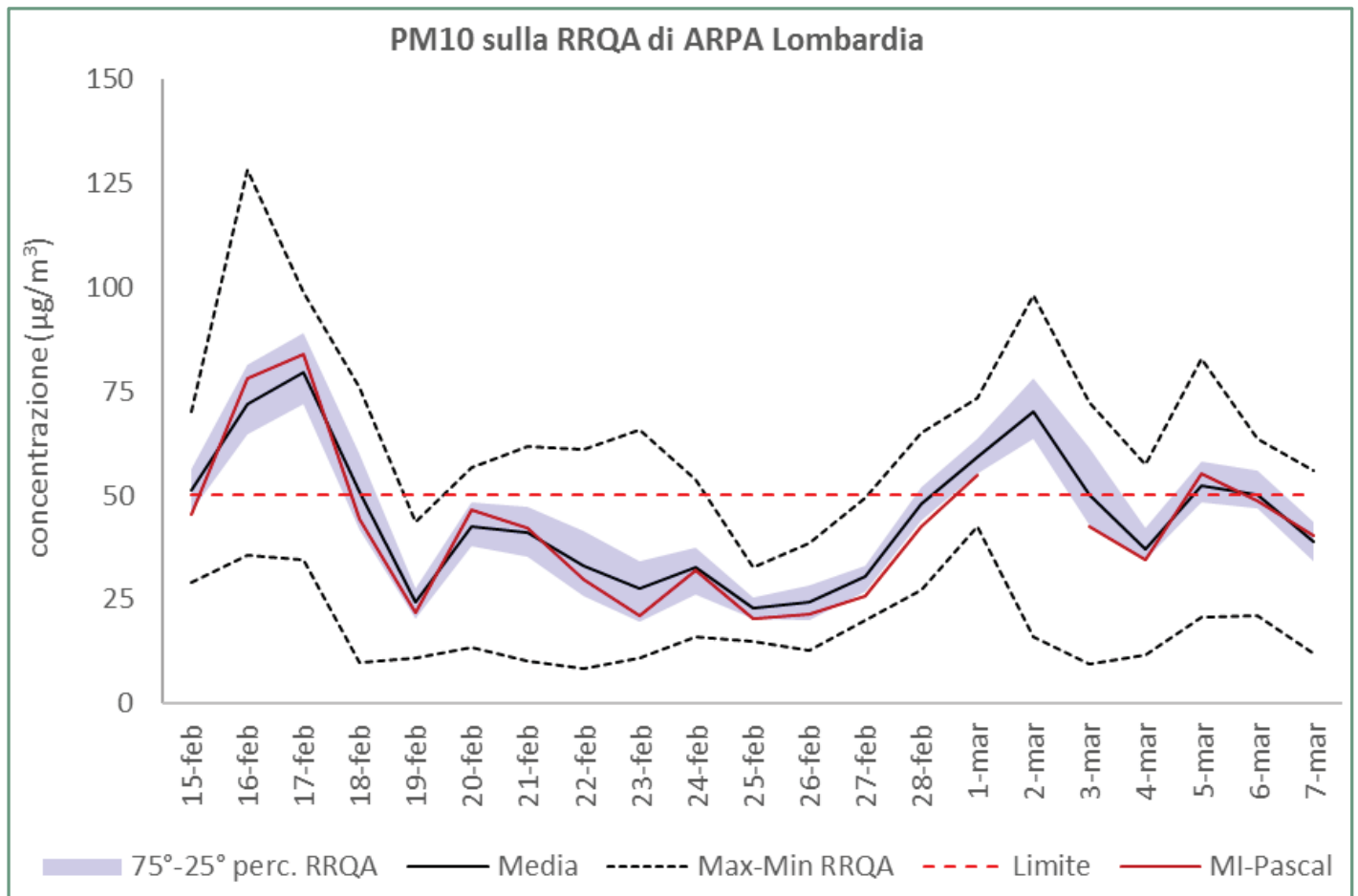
portato a temperature medie dell'aria al di sotto dello zero (**Grafico 6** – Episodio 1). Una successiva perturbazione di origine atlantica ha portato aria umida che, a contatto con l'aria fredda, ha causato precipitazioni di carattere nevoso tra giovedì 1° marzo e domenica 4 marzo 2018. In generale, precipitazioni e vento agiscono come abbattitori delle concentrazioni di polveri sottili, rimuovendole dall'atmosfera mediante meccanismi differenti. Il primo marzo sono iniziate le prime nevicate, proseguite per i giorni 2 e 3 marzo; nonostante le precipitazioni, il PM10 è aumentato per due giorni, per poi calare con la nevicata più intensa di sabato 3 marzo. Come è possibile notare nel **Grafico 7**, il fenomeno ha interessato tutto il territorio lombardo, mostrando come l'aumento del PM10 durante i giorni di neve non sia stato una peculiarità di alcuni siti.



**Grafico 6** – Andamento della temperatura media registrata a Mantova tra novembre 2017 e luglio 2018 confrontata con le statistiche dei dieci anni precedenti.

Fonte: ARPA Lombardia.





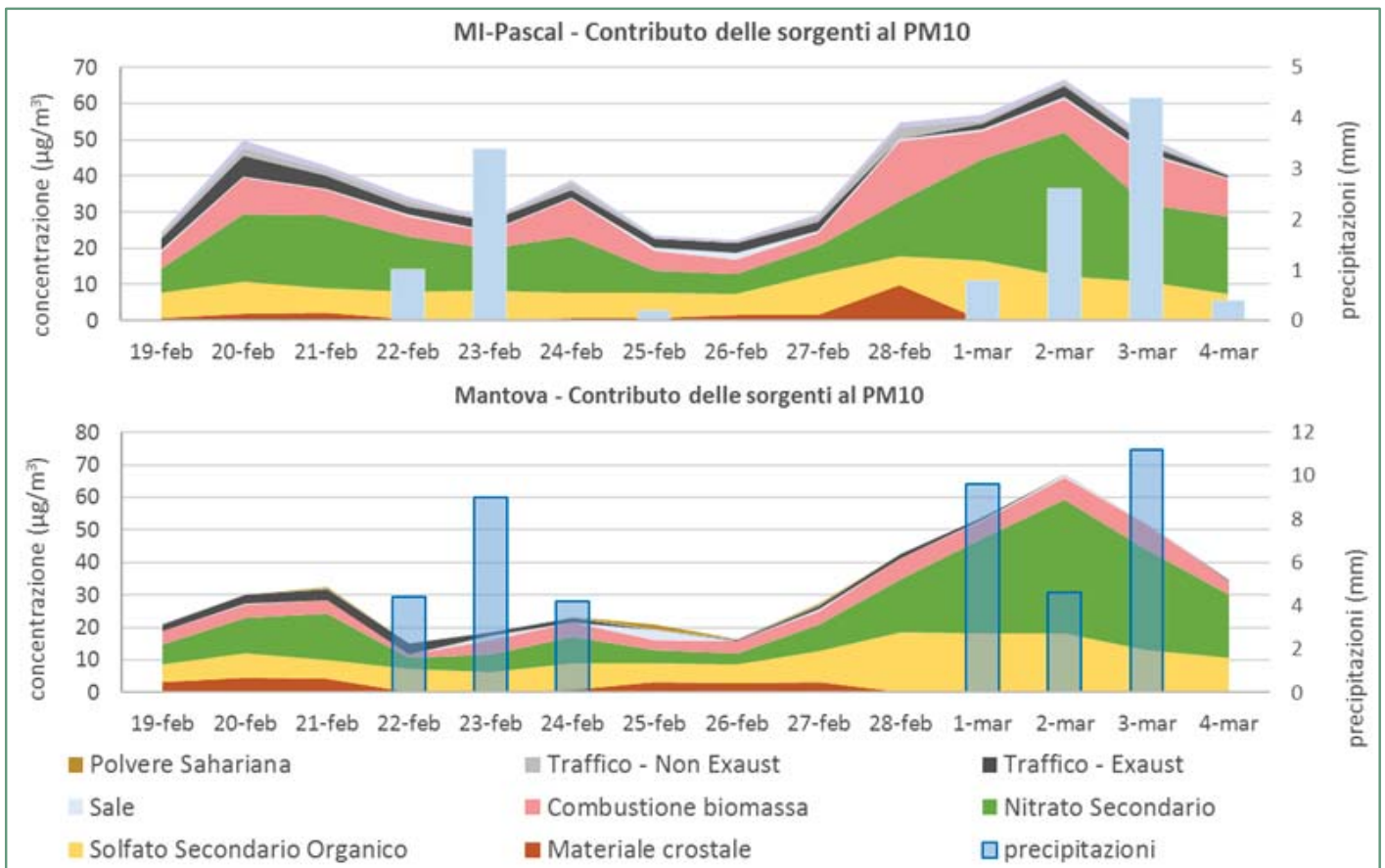
**Grafico 7** – Andamento della concentrazione media di PM10 registrata a Milano dal 15/02 al 7/03/2018, confrontata con le statistiche della regione.

Fonte: ARPA Lombardia

Dall'analisi della speciazione chimica e dallo studio del contributo delle diverse sorgenti, emerge che le nevicite del 1° e 2 marzo sono bastate per abbattere la componente terrigena del PM10 ma non la componente secondaria; in particolare il nitrato d'ammonio è aumentato ulteriormente con conseguente aumento del PM10. Questo effetto è visibile in entrambi i siti in cui è disponibile la speciazione chimica di quei giorni (**Grafico 8**).

Mentre il comportamento della componente primaria è strettamente legato alle sorgenti emissive, quello della componente secondaria (che costituisce oltre il 50% della massa totale) dipende da molti più fattori,

rendendone l'interpretazione più complicata. Per questo, sebbene alcune variabili meteorologiche siano ben correlate alle concentrazioni del PM10, non sempre è possibile spiegare il comportamento di tale inquinante basandosi su uno o pochi parametri. Le particolari condizioni di freddo e umidità, associate a condizioni di stabilità atmosferica, hanno probabilmente favorito la formazione e l'accumulo di nitrato d'ammonio che le prime modeste nevicite non sono riuscite a contenere. Successivamente, con le ulteriori precipitazioni del 3 marzo, si è registrato finalmente un calo delle concentrazioni di PM10.



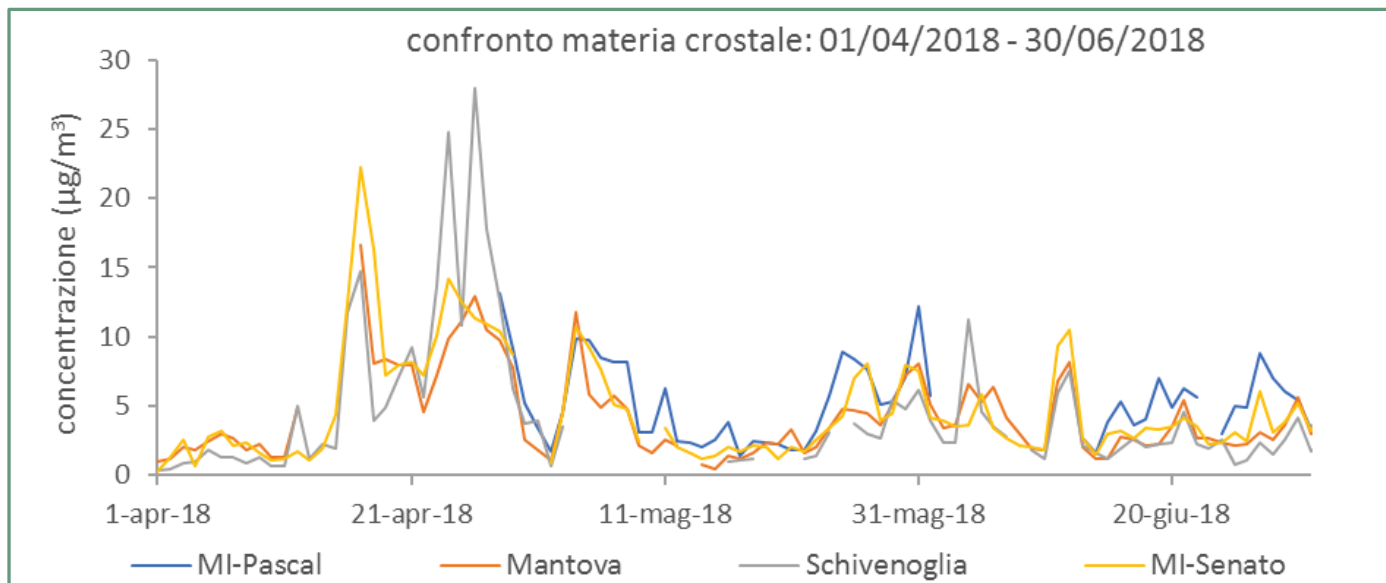
**Grafico 8** – Contributo delle sorgenti al PM10 di Milano e Mantova tra il 19/02 e il 04/03/2018.

Fonte: ARPA Lombardia

### Episodio di sahariana

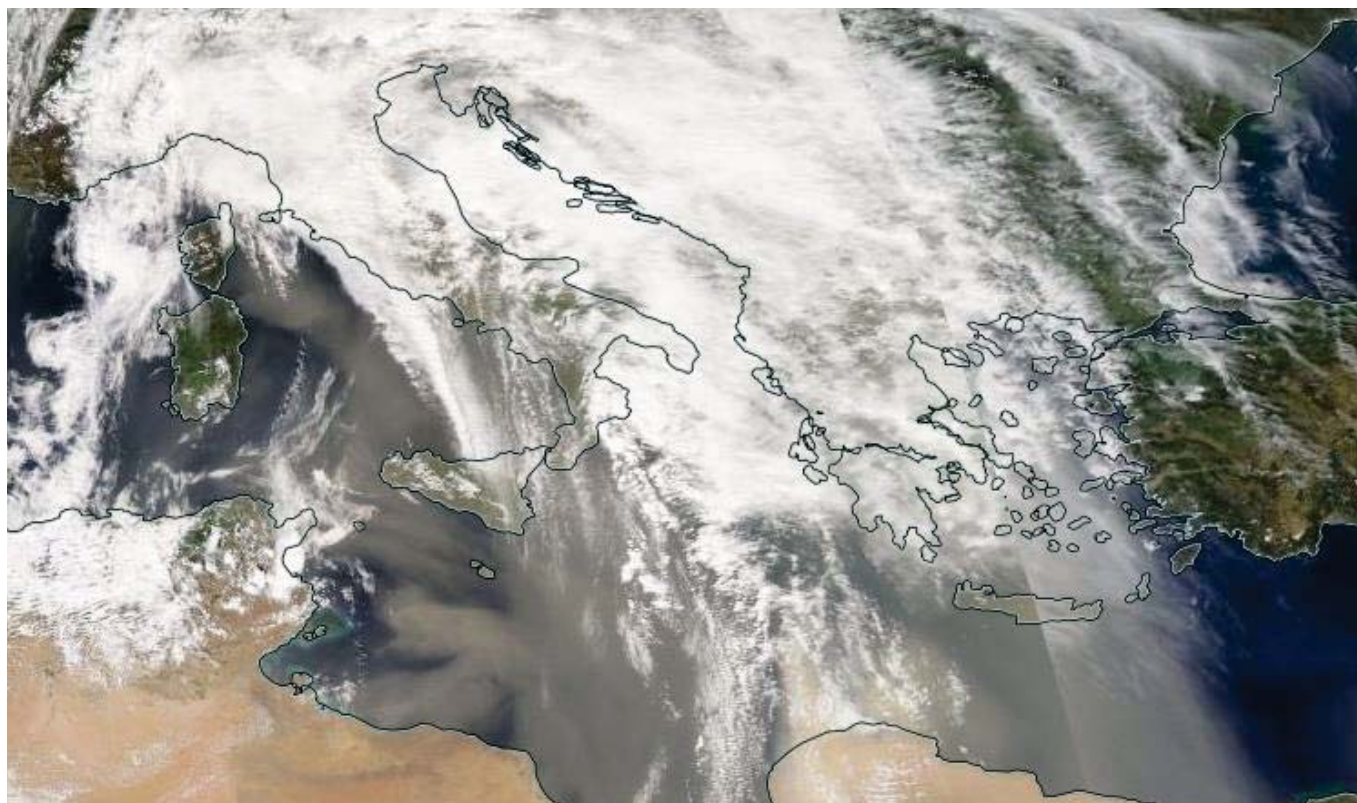
Tra i mesi di aprile e maggio del 2018, si sono verificati due episodi di inclusione di sabbia sahariana, registrati anche dalle immagini satellitari come quella in **Figura 1**. Questi eventi sono associati anche a temperature dell'aria superiori alla media stagionale (**Grafico 6** – Episodio 2). Come mostrato in **Grafico 9**, l'aumento della componente terrigena ha interessato tutto il territorio regionale.

L'analisi delle sorgenti effettuata, di cui si riporta in **Grafico 10** come esempio quella di Mantova, ha riconosciuto le polveri sahariane come sorgente del PM10. Mentre per il resto dell'anno il contributo è praticamente trascurabile, durante gli episodi di trasporto la sorgente "polvere sahariana" arriva a spiegare fino al 35% della massa di PM10.



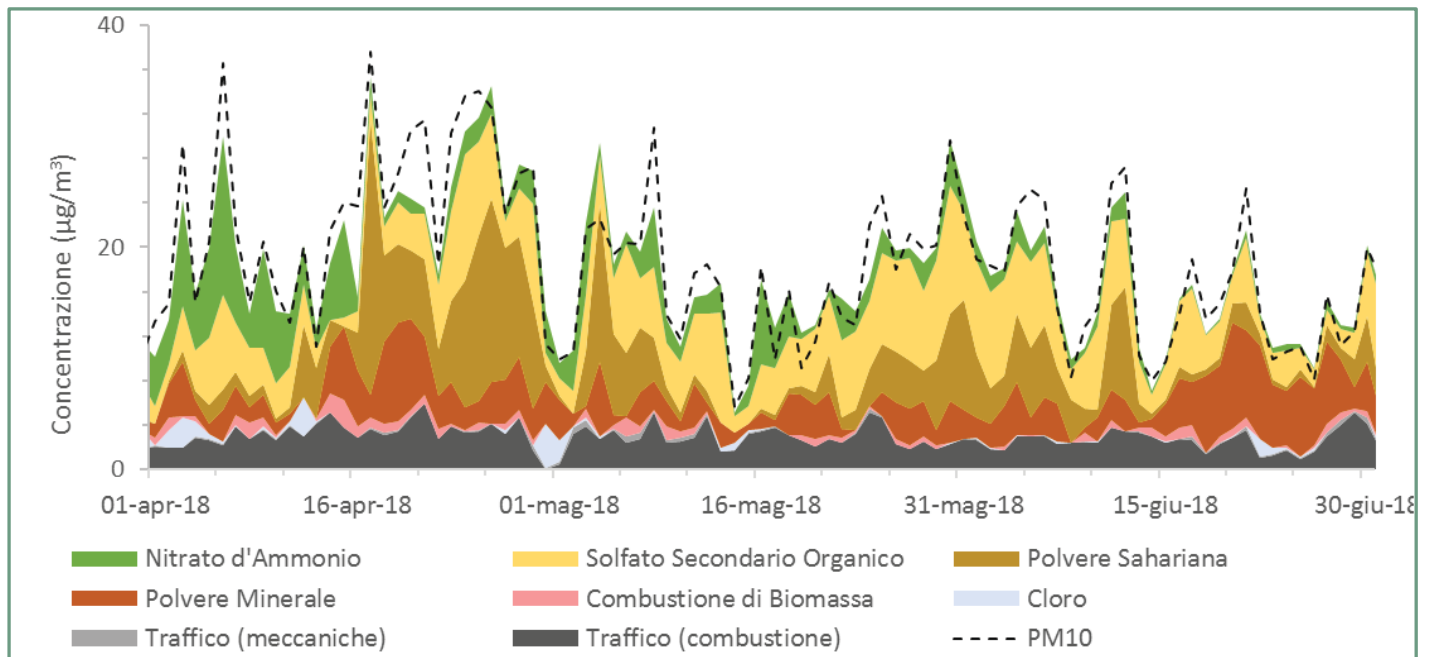
**Grafico 9** – Componente Crostale del PM10 a Milano Pascal, Milano senato, Mantova e Schivenoglia tra il 1/04 e il 30/06/2018.

Fonte: ARPA Lombardia



**Figura 1** – Immagine del Satellite MODIS TERRA elaborazione dust 15 Aprile 2018. In evidenza il passaggio della sabbia sahariana sul Mar Mediterraneo.

Fonte: NASA



**Grafico 10** – Contributo delle sorgenti al PM10 di Mantova tra aprile e giugno 2018.  
Fonte: ARPA Lombardia

## BIBLIOGRAFIA

Hopke, P. , A Guide To Positive Matrix Factorization, 2001.

Mason, B., Principles of Geochemistry. Wiley & Sons, New York, 1966.

Marcazan et al, Characterisation of PM10 and PM2.5 particulate matter in the ambient air of Milan (Italy), Atmospheric Environment 35, 2001

## SITOGRAFIA

<http://www.epa.gov/ttn/scram/receptorindex.htm>.



# STUDIO DELL'IMPATTO DELLA COMBUSTIONE DELLA LEGNA SUI LIVELLI DI PARTICOLATO E DI BENZO(A)PIRENE A BORMIO, LOCALITÀ MONTANA DELLE ALPI RETICHE

Vorne Gianelle, Anna De Martini, Eleonora Cuccia, Giuseppe De Stefani, Laura Carroccio  
ARPA Lombardia

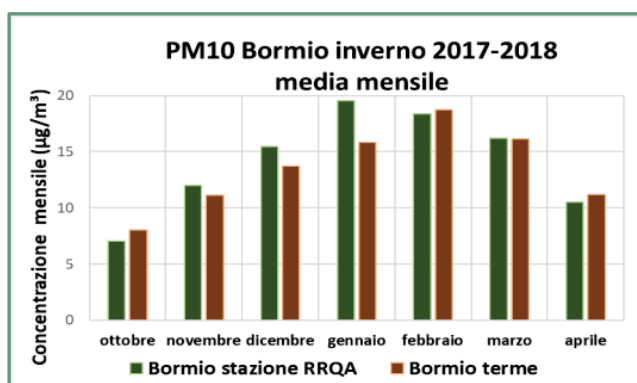
Il Centro Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria (CRMQA) di ARPA Lombardia in accordo con il Comune ha svolto a Bormio, località turistica situata alla quota di 1225 m s.l.m. in Alta Valtellina, una campagna di rilevamento del PM10 e dei suoi componenti per approfondire gli impatti sul territorio delle principali sorgenti emissive, in particolare della combustione da legna. Il monitoraggio è stato effettuato dal 5 ottobre 2017 al 30 aprile 2018. Nella campagna di monitoraggio si è voluto approfondire ciò che era emerso durante studi precedenti (p.e. "Campagna di misura della qualità dell'aria comune di Livigno 2015 e il 2016", disponibile sul sito ARPA), ovvero concentrazioni di benzo(a)pirene decisamente elevate, tra le più alte della Lombardia, con media annuale superiore al valore obiettivo stabilito dalla normativa vigente.

I rilevamenti sono stati effettuati contemporaneamente presso la stazione fissa della qualità dell'aria situata nel centro storico di Bormio ed in un secondo sito posto ad

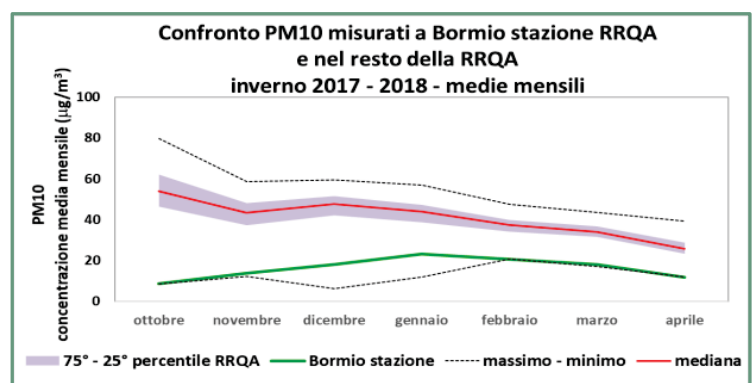
una distanza di circa 500 metri dalla stazione RRQA, in una zona residenziale nei pressi del centro termale, al confine dell'area urbanizzata del centro storico, in un prato aperto (Bormio Terme). La misura del particolato atmosferico è stata effettuata mediante campionatori sequenziali dotati di apposita testa di prelievo per la frazione PM10. La concentrazione in massa del particolato atmosferico, raccolto su opportuni filtri, è stata determinata mediante metodo gravimetrico, descritto nella norma UNI EN 1234:2014 e indicato come riferimento dalla legislazione vigente (D. Lgs. 155/2010).

## PM10 E LA SUA COMPOSIZIONE

Gli andamenti temporali delle concentrazioni medie mensili di PM10 determinate nei due siti di Bormio, mostrano un'ottima correlazione (coefficiente  $R^2=0.93$ ) e valori assoluti confrontabili (**Grafico 1**).



**Grafico 1** – Confronto trend PM10 nei due siti  
Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia



**Grafico 2** – Confronto trend PM10 con RRQA  
Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia



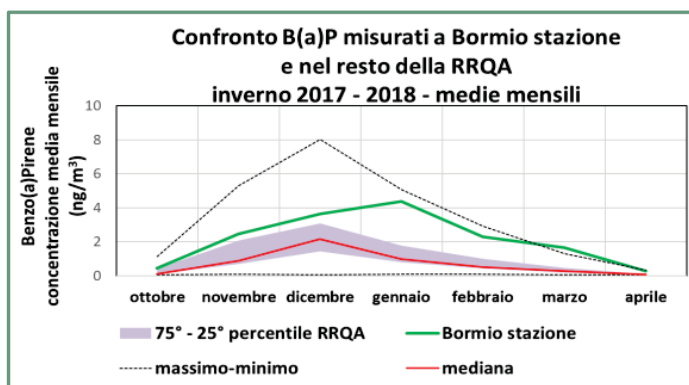
Il confronto tra le concentrazioni di PM10 di Bormio e l'insieme dei siti della RRQA con un rendimento superiore al 75% nel periodo della campagna, evidenzia come i valori di particolato rilevati a Bormio risultano essere tra i più bassi di tutta la regione Lombardia in gran parte del periodo di monitoraggio (**Grafico 2**).

Attraverso specifiche analisi in laboratorio sul particolato, è stato determinato il benzo(a)pirene poiché riconosciuto cancerogeno e il levoglucosano per determinare l'impatto della combustione di biomassa sulle concentrazioni di questo IPA.

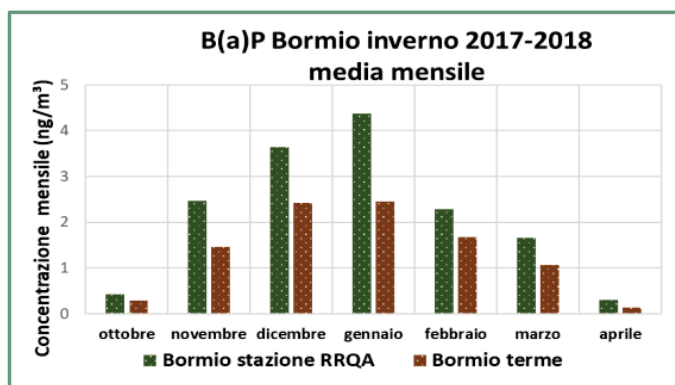
A fronte di concentrazioni più basse di PM10 rispetto agli altri siti regionali, le concentrazioni di B(a)P sono risultate

tra le più elevate della Lombardia (**Grafico 3**), in particolare quelle di Bormio stazione RRQA (**Grafico 4**), soprattutto da novembre 2017 a marzo 2018, periodo in cui le temperature medie giornaliere sono rimaste spesso al di sotto di 0 °C.

La stima della media annuale di B(a)P nelle due postazioni, calcolata utilizzando la serie delle medie annuali 2017 di tutti i siti del D.Lgs.155/2010 della Lombardia, ha evidenziato la certezza del superamento del limite per Bormio stazione RRQA (1.5 ng/m<sup>3</sup> con una incertezza di 0.2 ng/m<sup>3</sup>) e una probabilità del 27% per Bormio Terme (0.9 ng/m<sup>3</sup> con una incertezza di 0.2 ng/m<sup>3</sup>).



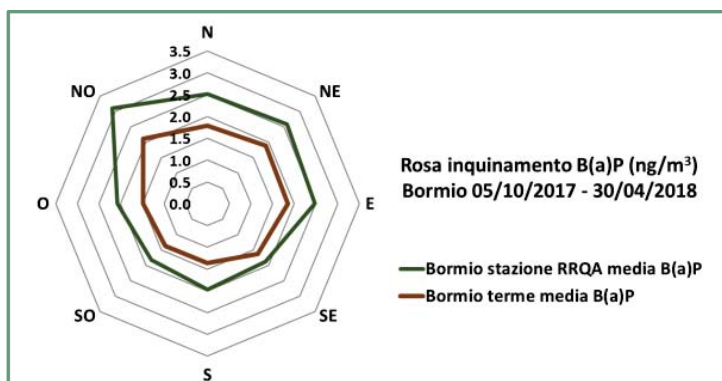
**Grafico 3** – Confronto trend B(a)P con RRQA  
 Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia



**Grafico 4** – Confronto trend B(a)P nei due siti  
 Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia

L'analisi delle concentrazioni di B(a)P in funzione della direzione del vento (Rosa del B(a)P (**Grafico 5**)) fornisce una spiegazione della differenza nei valori dei due siti riconducibile ad una maggiore porzione di abitato, e

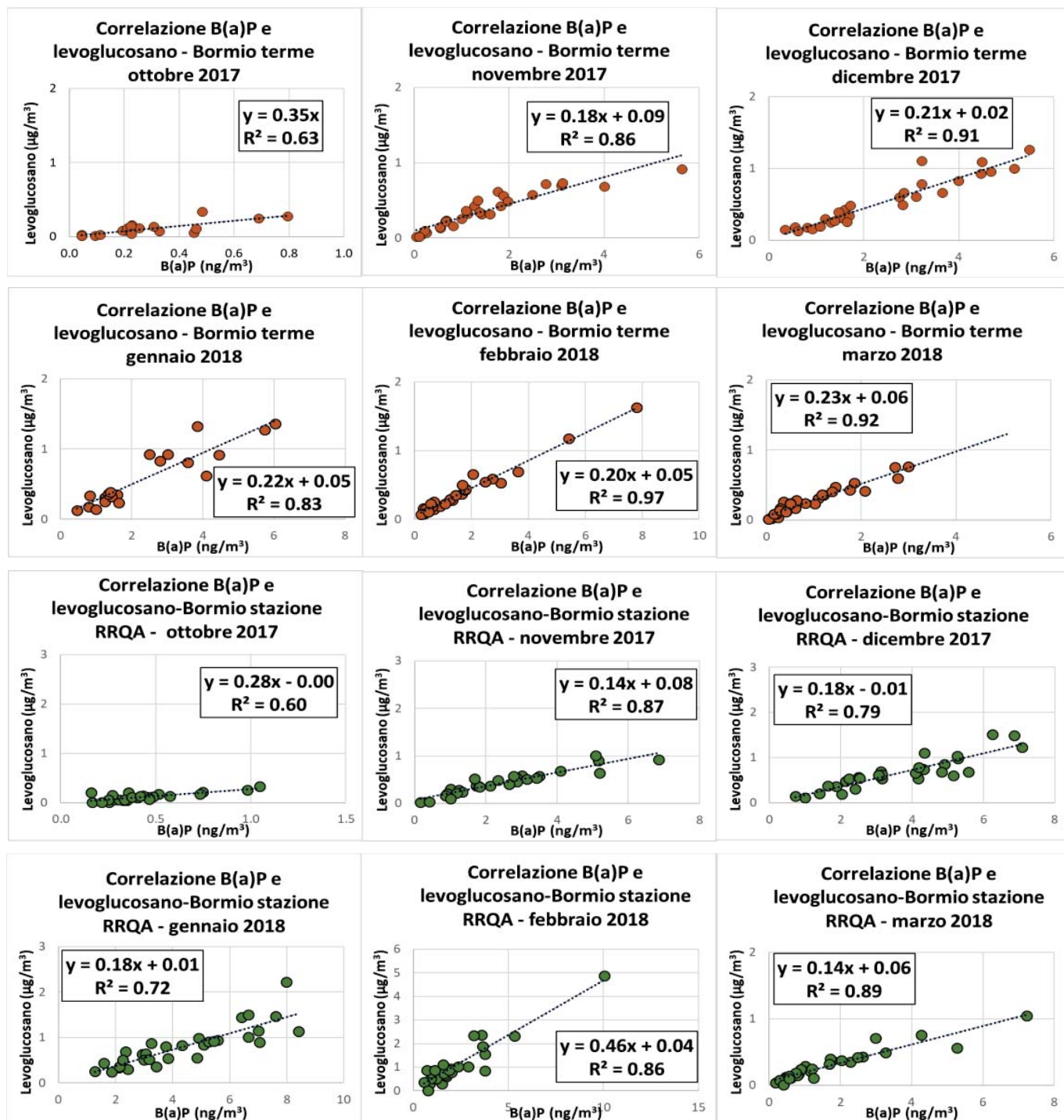
quindi di camini emissivi, sopravvento al punto di campionamento di Bormio stazione RRQA rispetto a quella di Bormio Terme, in corrispondenza da venti da nord-ovest.



**Grafico 5** – Rosa dell'inquinamento B(a)P nei due siti di misura.  
 Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia

La misura del levoglucosano su una lunga serie temporale ha permesso di ottenere importanti informazioni circa la specifica sorgente emissiva del B(a)P: infatti, le elevate correlazioni tra levoglucosano e

B(a)P in entrambi i siti permettono di identificare nella combustione da legna la sorgente principale di questo IPA (**Grafici 6**).



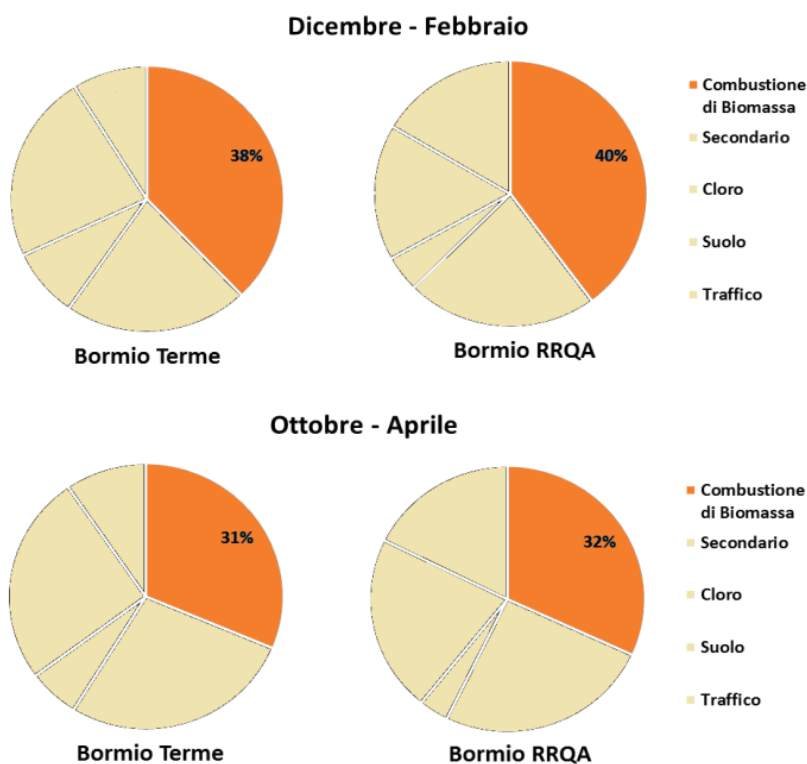
**Grafici 6** – Correlazione tra levoglucosano e B(a)P nei due siti.

Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia.

Attraverso l'applicazione di tecniche di source apportionment (PMF, Positive Matrix Factorisation, il modello a recettore attualmente il più accreditato ed utilizzato a livello internazionale, ad es. da EPA) i dataset di speciazione chimica raccolti nei due siti di Bormio sono stati elaborati per ricostruire il contributo delle diverse sorgenti primarie e secondarie, alle concentrazioni di PM rilevate. In entrambi i siti è risultato confrontabile e significativo il contributo dovuto alla sorgente "Combustione di Biomassa", più accentuato nel trimestre

invernale in cui sono state rilevate concentrazioni maggiori di levoglucosano e particolarmente elevate di IPA. (**Grafici 7**).

In entrambi i siti, i profili del fattore specifico per la combustione sono analoghi e mostrano come più dell'90% della varianza spiegata degli IPA considerati è associata alla sorgente combustione di biomassa e quindi non derivano in modo significativo dal traffico veicolare di Bormio nel periodo invernale.



**Grafici 7:** Apporzionamento del PM10 ricostruito a Bormio Terme e a Bormio RRQA (12 ottobre 2017 – 30 aprile 2018 e 1 dicembre 2017 – 28 febbraio 2018).  
Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia.

## BIBLIOGRAFIA

D.Lgs. 155/2010  
Hopke P.K., 2000. A guide to positive matrix factorization.

## SITOGRAFIA

<https://www.arpalombardia.it/Pages/Aria/Qualita-aria.aspx?mappa=sm#/topPagina>  
<http://www.epa.gov/ttn/scram/receptorindex.htm>

# SEVERE AIR POLLUTION EPISODES, IL PROGETTO AWAIR

Stefano Zauli Sajani e Stefano Marchesi  
ARPAe Emilia-Romagna

La lotta contro l'inquinamento atmosferico ha conosciuto negli scorsi decenni significativi successi ma nonostante questo il problema della qualità dell'aria rimane tutt'altro che risolto. Un'ampia quota di popolazione del continente Europeo, e dell'Italia in particolare, è infatti esposta a livelli di inquinamento che superano non solo i valori di riferimento dell'Organizzazione Mondiale della Sanità ma anche i più permissivi limiti di legge fissati dall'Unione Europea.

La sfida per un'aria più pulita appare però sempre più complessa tanto da richiedere da una parte interventi su molteplici settori economici e sociali e dall'altro azioni congiunte e coordinate a livello Europeo, nazionale, regionale e locale. La Pianura Padana, rappresenta a questo proposito un'area particolarmente problematica. La conformazione del territorio, pianeggiante e circondato da catene montuose, provoca un frequente ristagno degli inquinanti e un conseguente aumento delle loro concentrazioni. La consapevolezza della necessità di interventi a larga scala ha spinto le Regioni del bacino padano ad impegnarsi in progetti e in accordi per affrontare in modo coordinato il problema. Tra questi ricordiamo il progetto europeo PREPAIR ([www.lifeprepare.eu](http://www.lifeprepare.eu)) e l'Accordo di bacino padano sottoscritto a Bologna durante il G7 Ambiente del 9 giugno 2017 dal Ministro Galletti e dai Presidenti di Regione Lombardia, Piemonte, Veneto e Emilia-Romagna.

Se è ben chiaro che la priorità negli interventi è rappresentata dalle azioni sistemiche volte a ridurre i livelli degli inquinanti sul medio-lungo termine, è però altrettanto importante porre una attenzione adeguata anche sugli episodi acuti di inquinamento e su come in questi periodi sia possibile proteggere nel modo più efficace la salute delle persone. Questo è in buona sostanza l'obiettivo principale del progetto AWAIR, finanziato dal programma Interreg Central Europe e che

vede otto partner di Italia, Germania, Polonia e Ungheria impegnati a raccogliere questa ambiziosa sfida (**Figura 1**). Scopo finale è la definizione di un insieme di azioni da adottare al manifestarsi di elevati livelli di inquinamento in 3 città (Parma, Budapest e Katowice) dove i superamenti dei limiti di legge sono particolarmente frequenti. L'attenzione sarà focalizzata sugli inquinanti che mostrano le maggiori criticità nel periodo invernale e in particolare quindi su PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>. L'implementazione di azioni di mitigazione e di adattamento sono le linee su cui si sviluppano le attività progettuali. Questi due termini, mitigazione e adattamento, sono stati in un parte mutuati dal linguaggio tipico utilizzato nell'ambito dei cambiamenti climatici. Vengono considerate azioni di mitigazione quelle volte a ridurre i livelli di inquinamento (generalmente efficaci sul medio-lungo periodo), mentre sono chiamate azioni di adattamento quelle volte a ridurre l'esposizione e a proteggere la salute delle persone al di là del miglioramento della qualità dell'aria ambiente.

Un aspetto importante di questo e degli altri progetti Interreg è la stretta connessione tra attività di innovazione e ricerca e le applicazioni pratiche. Nel progetto AWAIR questo stretto connubio si evidenzia principalmente nei seguenti aspetti:

1. I vulnerabili al centro. L'attenzione prioritaria del progetto è per le persone più esposte agli effetti dell'inquinamento atmosferico, quali bambini, anziani e persone affette da un insieme ampio di patologie (es patologie dell'apparati respiratorio e cardio-circolatorio, malattie dismetaboliche come il diabete, etc). Su questi aspetti la discussione sulle possibili azioni da mettere in campo non sarà condotta solo all'interno del partenariato di progetto. E' prevista infatti l'istituzione di tavoli di confronto con e tra stakeholder di diversa natura



- (associazioni di malati, associazione ambientaliste, aziende, etc).
2. Non solo consigli, non i soliti consigli. E' in corso una consultazione tra esperti in campo medico (primari ospedalieri e professori universitari) per concordare fino a che punto sia possibile spingersi nel dare consigli alla popolazione generale, e alle persone vulnerabili in particolare, su come affrontare gli episodi acuti di inquinamento. Questo momento di confronto include una valutazione delle possibili variazioni nell'utilizzo di terapie farmacologiche già in essere e vedrà il suo culmine in un workshop internazionale che si terrà a Parma nell'autunno del 2019.
  3. Che aria che farà? Previsione e prevenzione. Il progetto prevede l'attuazione di una serie di azioni prima e durante il manifestarsi di elevate concentrazioni di inquinanti. Per questo grande attenzione è stata dedicata alla implementazione in tutte le aree di studio di efficienti sistemi di previsione della qualità dell'aria e alla valutazione dell'incertezza associata alle previsioni a diverse scale temporali (previsioni a 24, 48 e 72 ore).
  4. La qualità dell'aria a portata di mano. La definizione di consigli e azioni da porre in essere durante gli episodi acuti e le informazioni derivanti dai sistemi previsionali troveranno in una app per smartphone il loro canale di comunicazione prioritario. La app sarà gratuita e operativa in una versione test già nell'inverno 2019-2020 e il suo utilizzo verrà in particolare promosso tra gli studenti e le associazioni di malati. Essa diventerà anche il canale di diffusione dei provvedimenti delle amministrazioni locali relativi a limitazioni del traffico e altri interventi emergenziali insieme a agevolazioni e iniziative per incentivare l'utilizzo dei mezzi pubblici e di mobilità pulita. La **Figura 2** mostra in modo semplificato lo schema di funzionamento dell'app.
  5. Meglio in classe! Le scuole non rappresentano generalmente un ambiente particolarmente critico rispetto alla qualità dell'aria. Uno degli scopi del progetto è però verificare la possibilità di fare diventare le aule scolastiche un ambiente privilegiato di salvaguardia della salute dei bambini durante i periodi con elevate concentrazioni degli inquinanti. All'interno delle scuole verranno condotte sia attività di tipo educativo sia verifiche di efficacia su possibili comportamenti da adottare quando le concentrazioni degli inquinanti superano i limiti di legge. Nell'inverno 2019-2020 verranno condotte campagne di monitoraggio in diverse scuole per verificare l'impatto dell'applicazione di diversi protocolli di comportamento relativamente all'apertura e alla chiusura delle finestre e delle porte nelle aule scolastiche (**Figura 3**). Verrà anche valutato l'effetto dell'introduzione di purificatori di aria per un loro possibile futuro utilizzo nelle aule dove sono presenti studenti con patologie i cui sintomi possano essere influenzati in maniera rilevante dalle concentrazioni degli inquinanti (es bambini asmatici).
  6. Dati sensati dai sensori? Gli strumenti per la misura della qualità dell'aria basati su sensori sono oggetto di una attenzione crescente sia in ambito di ricerca che da parte di cittadini e associazioni. Il prezzo contenuto di alcuni di questi e la versatilità di utilizzo ne hanno facilitato la loro diffusione tra diverse categorie di utenti. Molti hanno visto in questi nuovi strumenti l'occasione per effettuare misure in autonomia e in condizioni che venivano considerate proibitive per i costi, l'ingombro e la complessità di utilizzo degli strumenti che adottano metodologie di misura indicate come riferimento dalle direttive europee. Dal canto suo la letteratura scientifica ha rimarcato sì le nuove opportunità offerte da questi tipi di strumenti ma anche i notevoli rischi insiti nell'utilizzo da parte di personale non professionale di strumentazione con caratteristiche estremamente variegata e caratterizzate da controlli di qualità spesso deficitari. Nell'ambito del progetto AWAIR si è ritenuto importante verificare quanto l'utilizzo di questo tipo di strumenti potesse essere appropriato nell'ambito delle attività progettuali. Le prove effettuate hanno dato risultati molto confortanti (vedi **Figura 4**) tanto da rendere legittimo un loro utilizzo per la verifica di efficacia sia di azioni di mitigazione (es misure outdoor legate alla valutazione dell'efficacia delle limitazioni al traffico veicolare) che di adattamento



(misure indoor per la valutazione dell'impatto dei diversi protocolli di ventilazione nelle scuole).

7. Nero come il carbone. Le direttive europee fissano un insieme di parametri di qualità dell'aria che gli stati membri sono tenuti a monitorare. Esistono però alcuni parametri non ancora considerati obbligatori dalla legislazione corrente ma indicati dall'UE e dall'OMS come importanti per la protezione della salute. Tra questi un ruolo importante riveste il Black Carbon, la componente

del particolato più strettamente legata alle combustioni. Il progetto prevede il monitoraggio di questo parametro in due siti: uno da traffico all'interno dell'area urbana di Parma e uno di fondo suburbano in un centro abitato minore (Colorno) a circa 10 km di distanza dal capoluogo. La **Figura 5** mostra i risultati di una analisi preliminare dell'efficacia delle azioni di limitazione del traffico nell'area urbana di Parma fatta rispetto alle concentrazioni di Black Carbon e degli altri principali inquinanti legati al traffico veicolare.



Figura 1 - Aree di studio e partner del progetto AWAIR

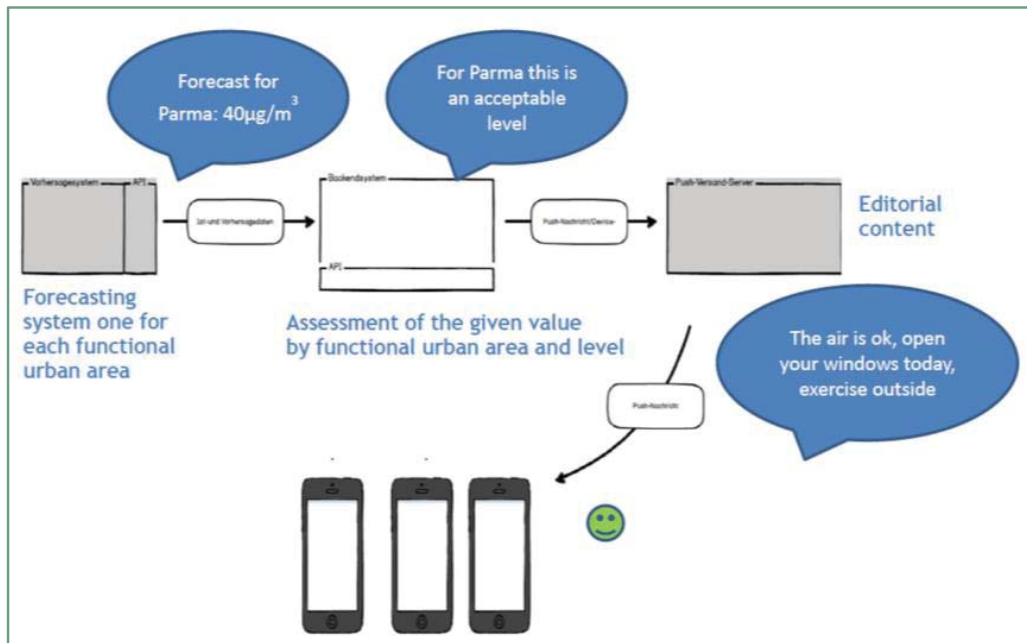


Figura 2 - Schema di funzionamento della app per smartphone

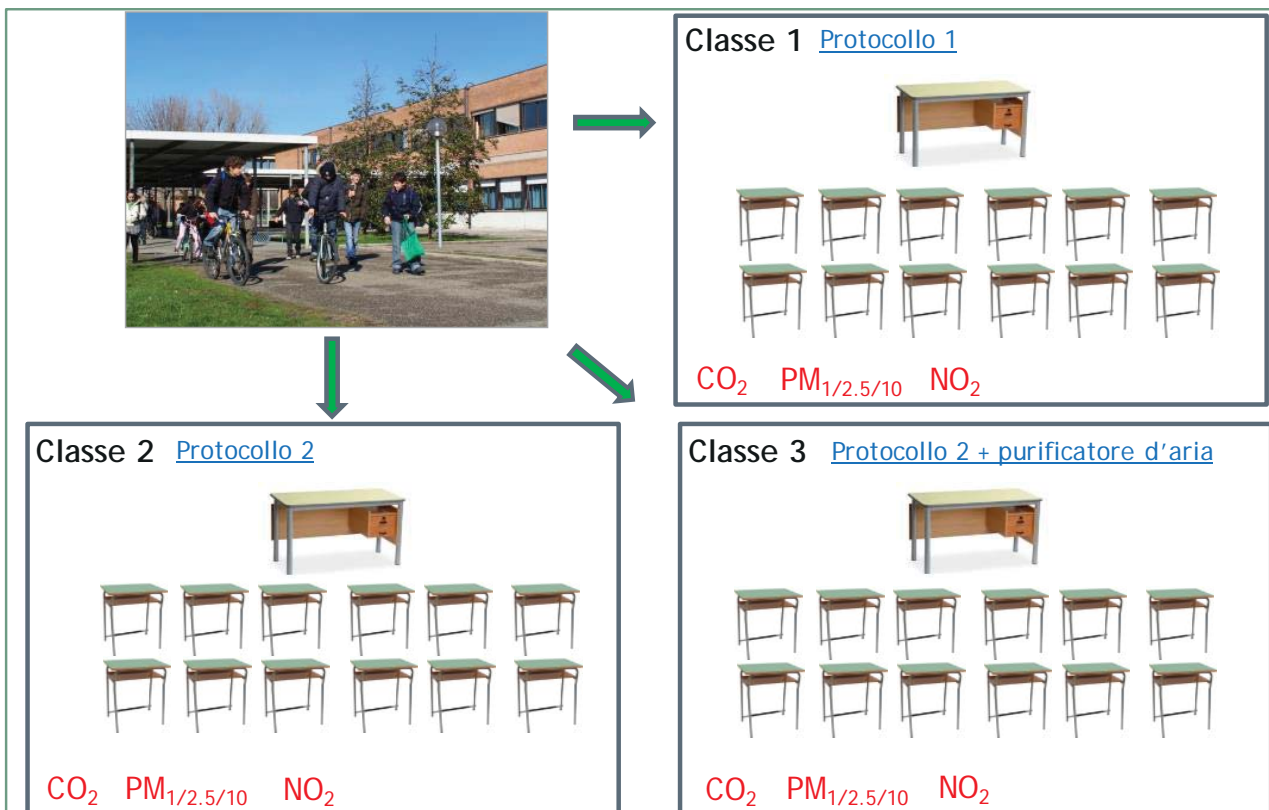
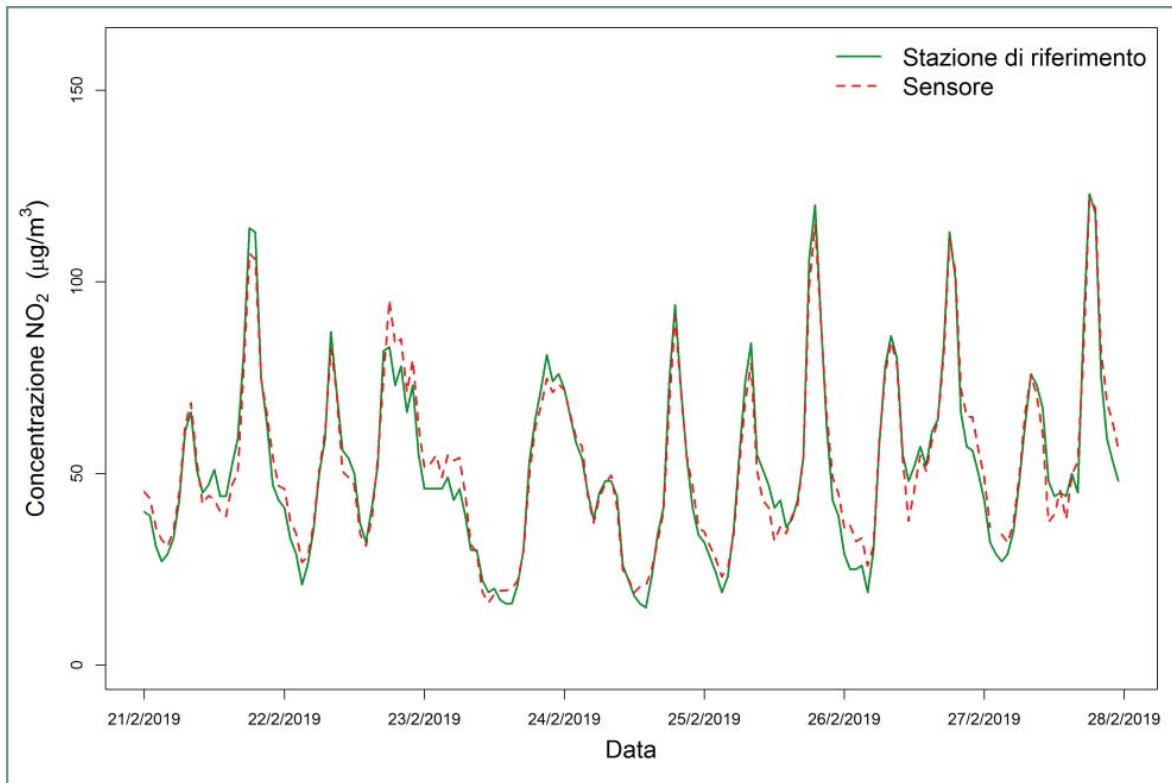
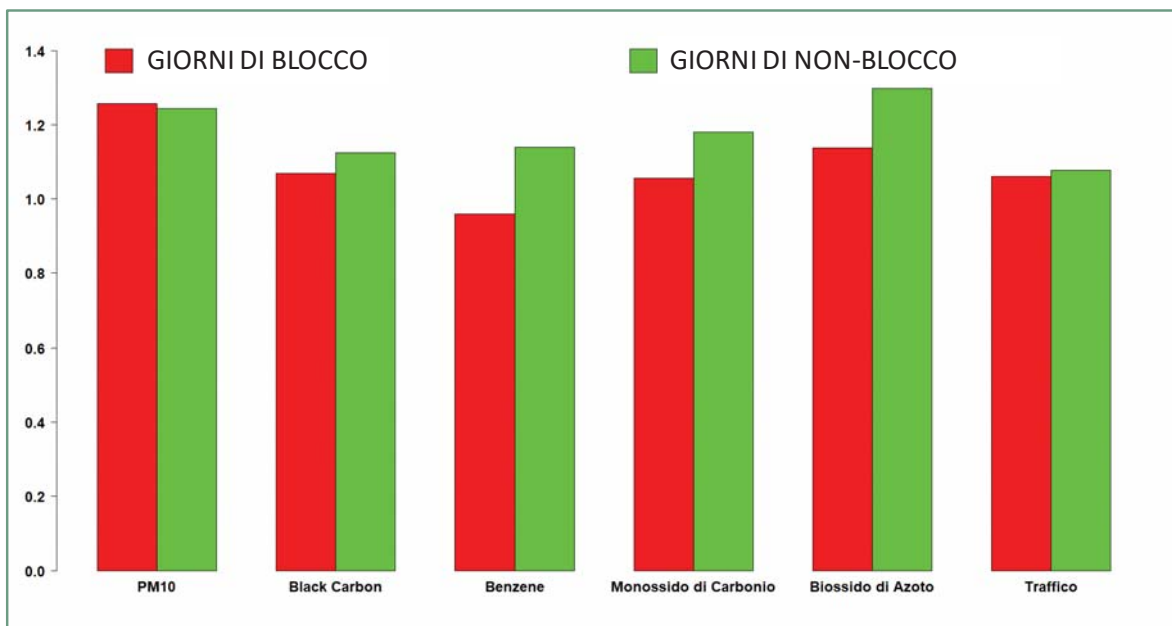


Figure 3 - Impostazione delle campagne di misura nelle scuole nell'ambito del progetto AWAIR. Il monitoraggio contestuale delle classi permetterà di valutare l'impatto dell'adozione di diversi protocolli di apertura e chiusura delle finestre e delle porte delle classi in occasione di episodi acuti di inquinamento.



**Figura 4** - Esempio di confronto tra i dati di NO<sub>2</sub> misurati da un sensore elettrochimico e dalla centralina di monitoraggio di Arpae nel periodo invernale.



**Figura 5** - Comparazione tra i livelli di alcuni inquinanti (normalizzati sulla media del periodo) e dei flussi di traffico misurati nei giorni di limitazione del traffico e nei restanti giorni presso la stazione da traffico di Via Montebello a Parma

# METODI ALTERNATIVI IN VITRO PER LA PREDIZIONE DEI RISCHI PER LA SALUTE ASSOCIATI ALL'ESPOSIZIONE A PARTICOLATO URBANO

Monica Vaccari, Maria Grazia Mascolo, Francesca Rotondo, Cristina Zanzi  
ARPAe Emilia-Romagna

## INTRODUZIONE

L'inquinamento atmosferico è una delle principali cause di morte prematura e malattie ed è il maggiore fattore di rischio ambientale per la salute in Europa, dove stime recenti indicano che oltre 400 000 morti premature all'anno siano causate dall'esposizione a lungo termine della popolazione a PM<sub>2.5</sub>. Le patologie cardiologiche e gli ictus sono le cause più comuni di morte prematura imputabili all'inquinamento atmosferico, seguite dalle patologie e dalle neoplasie polmonari. L'esposizione a breve e lungo termine di bambini e adulti all'inquinamento atmosferico può portare a una riduzione della funzione polmonare, a infezioni respiratorie e all'insorgenza o aggravamento dell'asma. Effetti avversi sulla fertilità, sull'andamento della gravidanza e del parto, sui neonati e sui bambini sono stati associati all'esposizione materna all'inquinamento dell'aria ambiente. Vi sono prove emergenti, inoltre, che l'esposizione all'inquinamento atmosferico sia associata all'insorgenza di diabete di tipo 2 negli adulti e possa essere collegata anche a obesità, infiammazione sistemica, invecchiamento, morbo di Alzheimer e demenza (EEA, 2018).

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro ha classificato l'inquinamento atmosferico in generale, e il particolato come componente separato delle miscele di inquinamento atmosferico, come cancerogeno di Gruppo 1 (IARC, 2013a). Tale valutazione si è basata su evidenze sufficienti di cancerogenicità nell'uomo e in studi sperimentali *in vivo*. Studi epidemiologici hanno dimostrato una chiara associazione tra esposizione al PM protratta per tutta la vita e l'incidenza di patologie tumorali polmonari. L'associazione è supportata da solidi

dati meccanicistici, che confermano l'induzione di danni mutageni e genotossici da parte de PM nell'uomo e nei sistemi sperimentali *in vivo* e *in vitro*. Il PM, inoltre, attraverso l'induzione di infiammazione sostenuta dallo stress ossidativo, può portare all'insorgenza di tumori di origine non genotossica (IARC, 2016).

Il PM<sub>2.5</sub> rappresenta la frazione del particolato atmosferico che penetra in profondità nel tratto respiratorio, fino a raggiungere gli alveoli polmonari. I livelli di PM<sub>2.5</sub> misurati nelle stazioni di fondo urbano sono considerati come i migliori indicatori per la valutazione dell'esposizione della popolazione generale. Nel 2016, la parte della popolazione residente nelle aree urbane dei 28 paesi europei esposta a livelli di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> al di sopra dei limiti fissati dalle Ambient Air Quality Directive della UE e dalle linee guida per la qualità dell'aria del WHO (Air Quality Guidelines AQG WHO) è stata la più bassa dal 2000, confermando l'andamento decrescente registrato negli ultimi 20 anni. Ciò nonostante, il 42% e il 74% della popolazione urbana è esposta a livelli rispettivamente di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> superiori a quanto definito nelle AQG WHO (EEA, 2018).

Anche se in molte aree urbane la qualità dell'aria è migliorata in modo rilevante negli ultimi decenni, grazie alle politiche di riduzione e di mitigazione intraprese, l'inquinamento atmosferico continua a costituire un'importante preoccupazione per la salute pubblica a causa della sua ubiquità e del suo potenziale impatto sulla qualità e sull'aspettativa di vita delle popolazioni residenti.

## LA VALUTAZIONE DEL PROFILO TOSSICOLOGICO NEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Nel campo della tutela della salute umana e ambientale, il miglioramento della comprensione dei rischi, in particolare quello cancerogeno, legati all'esposizione a contaminanti ambientali costituisce un obiettivo primario. Tuttavia, dal punto di vista tossicologico, la valutazione del rischio associato all'esposizione a miscele complesse, in particolare di origine ambientale, rappresenta ancora una sfida non risolta, per diverse motivazioni.

In primo luogo, le miscele di origine ambientale presentano tipicamente composizione ignota e variabile. I campioni ambientali sono, infatti, caratterizzati dalla presenza di moltissimi componenti, con meccanismi di azione diversi e diversi profili tossicologici. La concentrazione dei singoli componenti nella miscela è variabile nel tempo e nello spazio, a seconda del luogo di campionamento e delle fonti di emissione presenti. Spesso non tutti i componenti della miscela sono identificati e non sempre i componenti noti sono identificabili, perché presenti in quantità inferiori ai limiti di rilevabilità dei metodi analitici disponibili.

Nel monitoraggio ambientale, tuttavia, la valutazione del profilo tossicologico e la predizione del rischio per la salute associato a miscele complesse di contaminanti è affidata proprio alla quantificazione dei singoli componenti che costituiscono la miscela, con lo scopo di assicurare che i limiti stabiliti dalla normativa per ogni sostanza pericolosa non siano superati.

Il PM costituisce un esempio paradigmatico di miscela complessa di origine ambientale cui questo approccio viene applicato. L'attuale regolamento UE, 2008/50/CE, recepito nel D.Lgs. 155/2010, definisce l'elenco delle sostanze chimiche che dovrebbero essere identificate e misurate nel PM aerodisperso e stabilisce i livelli di concentrazione accettabili per i composti di riferimento, il cui profilo tossicologico è stato valutato in prove standard. I livelli di concentrazione accettabili derivano da studi sperimentali e, quando questi livelli non sono

superati, l'esposizione è considerata sicura. Allo stato attuale, non per tutti i composti presenti nel PM le informazioni disponibili riguardo al profilo tossicologico, in particolare per quanto concerne il potenziale cancerogeno, sono adeguate per una corretta valutazione del rischio per la salute umana associato alla esposizione.

Un altro fattore che può portare ad una stima non corretta dei possibili effetti avversi di un campione di origine ambientale sono le possibili interazioni tra le sostanze chimiche presenti nella miscela, che possono risultare nella modifica dell'intensità e, a volte, della natura dell'effetto avverso. Ad esempio, oltre a sostanze cancerogene, nella miscela possono essere presenti agenti non classificati come cancerogeni, ma capaci di indurre perturbazioni in processi biologici rilevanti nel processo di cancerogenesi, concorrendo all'outcome finale e conducendo ad una deviazione da quanto atteso sulla base degli effetti dei singoli componenti (Goodson *et al.*, 2015).

## I NUOVI APPROCCI METODOLOGICI NELLA VALUTAZIONE TOSSICOLOGICA DELLE MISCELE

L'approccio tradizionale, negli studi tossicologici, prevede l'utilizzo di modelli animali. Nel caso della valutazione degli effetti tossicologici di campioni di origine ambientale, è evidente che gli studi sperimentali *in vivo* non possono rappresentare una strategia praticabile per rispondere alle esigenze regolatorie e di monitoraggio, poiché sarebbe impossibile eseguire saggi sperimentali così lunghi e costosi per tutte le possibili miscele. Allo scopo di supportare il processo decisionale, è pertanto necessario identificare strumenti semplici, di rapida esecuzione e a costo contenuto che possano essere usati per la valutazione della pericolosità intrinseca e del rischio per la salute umana di miscele complesse (Bopp *et al.*, 2019). Tali approcci, che non prevedono l'utilizzo di animali, sono basati su metodologie sperimentali *in vitro* o su strumenti computazionali (**Tabella 1**).



**Tabella 1** - Possibili usi dei nuovi approcci metodologici per supportare la valutazione della pericolosità di miscele e del rischio per la salute a loro associato (adattato da Bopp et al, Regulatory assessment and risk management of chemical mixtures: challenges and way forward. Critical Reviews in Toxicology, 2019)

Approccio	Possibile utilizzo
<b>Metodi <i>in vitro</i></b>	Determinare la pericolosità intrinseca dei componenti e delle loro combinazioni Valutare in modo rapido, economico ed efficiente l'effetto di numerosi composti, senza utilizzo di animali Possibilità di saggiare direttamente la miscela e supportare il monitoraggio Identificare i modi di azione Verificare l'ipotesi di effetti additivi alle basse dosi
<b>Omics (transcrittomica, proteomica, metabolomica)</b>	Determinare i pathway modulati per identificare i modi di azione Valutare possibili interazioni (antagonismi o sinergie)
<b>QSAR (Quantitative Structure Activity Relationship)</b>	Prevedere informazioni (mancanti) sui singoli composti (proprietà fisico-chimiche, effetti tossicologici) Prevedere gli effetti combinati e le interazioni dei composti nella miscela Supportare l'identificazione di gruppi di sostanze che agiscono in modo simile
<b>TTC (Threshold of Toxicological Concern)</b>	Stabilire valori conservative (safe exposure levels) da usare in assenza di dati tossicologici per una specifica sostanza
<b>Read-across</b>	Prevedere le informazioni mancanti per componenti della miscela non ancora valutati sperimentalmente Prevedere gli effetti di miscele simili
<b>TK models</b>	Modellizzare l'esposizione interna Valutare la possibilità/probabilità di co-esposizioni interne Prevedere le possibili interazioni tossico-dinamiche tra componenti della miscela Facilitare l'uso dei dati provenienti dal biomonitoraggio umano nella valutazione del rischio

I modelli *in vitro* sono costituiti da linee cellulari che sono coltivate in laboratorio in condizioni standard. Il vantaggio principale di tali modelli consiste nella possibilità di studiare le risposte biologiche in condizioni controllate, mentre i modelli *in vivo* possono essere influenzati da numerosi fattori non legati al trattamento chimico, che possono rendere l'interpretazione del dato più complessa. Inoltre la maggior parte delle linee cellulari *in vitro* è facilmente coltivabile e può essere usata per saggi ad alto rendimento (High-throughput testing), consentendo di saggiare diversi composti e loro combinazioni in vari test contemporaneamente.

I test tossicologici *in vitro*, oltre che dall'opinione pubblica, sono fortemente sostenuti a livello legislativo dall'Unione Europea mediante la direttiva 2010/63/EU riguardante la protezione degli animali utilizzati per scopi

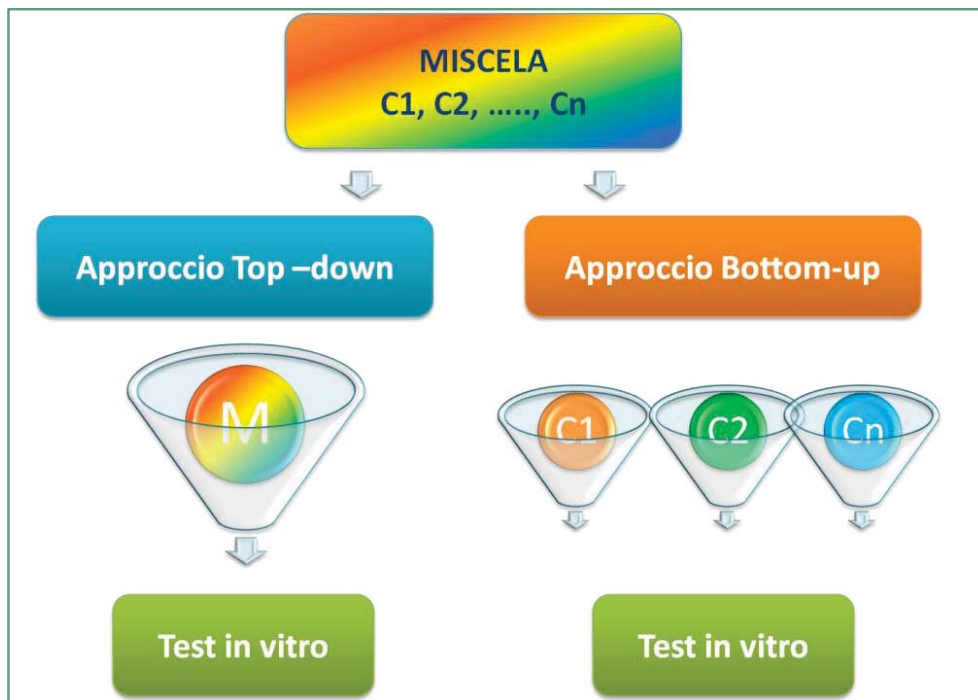
scientifici e anche attraverso altre normative (ad esempio REACH e CLP) che promuovono l'uso di metodi alternativi per la valutazione della pericolosità delle sostanze, in accordo con i principi delle 3R (Russell e Burch, 1956). L'utilizzo degli animali a scopo scientifico deve basarsi, infatti, su tre principi fondamentali: "Replacement", ossia la sostituzione degli animali, ove possibile, con materiale non senziente (ad esempio colture cellulari), "Reduction", ossia la riduzione del numero di animali utilizzati durante i test e "Refinement", ossia l'affinamento delle pratiche utilizzate nei test in modo da causare negli animali la minore sofferenza possibile.

Negli ultimi anni, grazie alla migliore comprensione dei processi fisiologici e tossicologici nell'uomo e nell'animale e alla traduzione di queste conoscenze in

approcci sperimentali non basati sull'uso degli animali, sono stati compiuti sostanziali progressi della riduzione e nell'affinamento dell'uso degli animali e nella messa a punto e validazione di metodi alternativi nel campo dei test tossicologici.

L'applicazione dei test *in vitro* nella valutazione delle miscele complesse può essere eseguita secondo due diversi approcci: *top-down* e *bottom-up* (Bopp *et al.*, 2015) (Figura 1). Nell'approccio *top-down* i test *in vitro* sono utilizzati per la valutazione degli effetti scatenati dalla miscela nel suo complesso. Nel monitoraggio ambientale

questo approccio si rivela particolarmente interessante perché permette di studiare situazioni reali e di superare le limitazioni legate alla mancata identificazione di tutti i componenti della miscela. Nell'approccio *bottom-up*, invece, il punto di partenza è lo screening degli effetti prodotti dai singoli componenti della miscela su specifici endpoint *in vitro*. Questo approccio può essere usato non solo nel monitoraggio ambientale, ma anche in altri contesti, come la valutazione delle interazioni tra farmaci, dei prodotti per la cura della persona e di ingredienti e additivi alimentari.



**Figura 1** - Possibili approcci per la valutazione del profilo tossicologico di una miscela mediante test *in vitro*

### I SAGGI DI CANCEROGENESI IN VITRO E IL LORO UTILIZZO NEL CONTESTO DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

La cancerogenesi è un processo complesso e questo rende difficile sviluppare modelli di test alternativi *in vitro* che riproducano l'intero processo, considerando anche la varietà e il numero dei possibili organi bersaglio. I modelli *in vivo* di cancerogenesi nel roditore sono tuttora considerati test di elezione per lo studio sperimentale del rischio cancerogeno per l'uomo, ma, nel contempo, sono

state proposte strategie alternative che integrano le informazioni provenienti da varie fonti e incorporano informazioni sui meccanismi d'azione, la cinetica e l'esposizione umana, in modo da ridurre il più possibile la necessità di sperimentazione animale (Corvi *et al.*, 2017; Jacobs *et al.*, 2016).

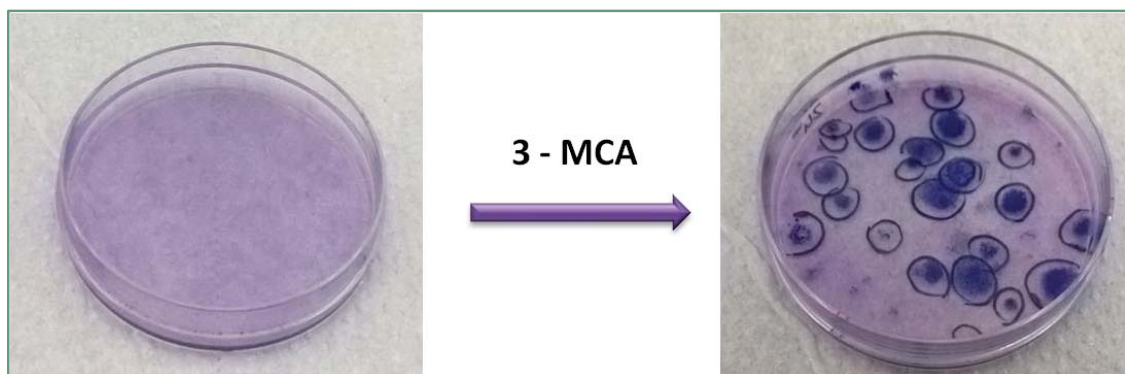
Lo sviluppo di metodi *in vitro* per i test di cancerogenicità deve affrontare una serie di sfide tecniche e scientifiche, specialmente quando si valuta la cancerogenicità di sostanze chimiche non genotossiche, di classi specifiche di sostanze come quelle di origine biologica e i

nanomateriali, e di miscele complesse (Madia *et al.*, 2016). I test *in vitro* che valutano eventi chiave correlati al processo di cancerogenesi attualmente disponibili sono a diversi stadi di sviluppo e di accettazione a livello regolatorio e, per il momento, possono sostituire solo in parte i test nell'animale. Anche se i metodi *in vitro* validati possono essere utilizzati per la valutazione delle miscele, in genere il processo di validazione del metodo utilizza composti singoli, mentre le miscele non vengono saggiate (Corvi *et al.*, 2017).

Tra i metodi alternativi alla sperimentazione animale, il saggio di trasformazione *in vitro* (Cell Transformation Assay, CTA) viene considerato il più promettente per la valutazione del potenziale cancerogeno di composti, miscele complesse e contaminanti ambientali. Il CTA misura la trasformazione morfologica di cellule indotta dall'esposizione a un cancerogeno, a seguito di un processo multifasico che riproduce alcuni passaggi chiave del processo di cancerogenesi *in vivo*.

I modelli di trasformazione *in vitro* più usati per lo studio della cancerogenicità sono il modello SHE (Syrian Hamster Embryo cells) e i modelli CH3 10T1/2, Bhas 42 e BALB/c 3T3. Le cellule SHE sono colture primarie con

cariotipo normale derivate dalla disgregazione di embrioni di hamster siriano. La comparsa di colonie morfologicamente trasformate viene correlata ad effetti del cancerogeno sulle fasi precoci della cancerogenesi. In saggi che utilizzano linee cellulari murine, come CH3 10T1/2 e BALB/c 3T3, rispettivamente di prostata ed embrionali, la trasformazione cellulare si manifesta con la comparsa di tipiche strutture, detti foci, formate da cellule con una morfologia alterata (forma allungata e fusiforme, intensa basofilia, crescita disordinata) che si infiltrano nel monostrato di cellule non trasformate (Figura 2). La comparsa dei foci è considerata come un indice di effetti sulle fasi più tardive del processo di cancerogenesi. Un vantaggio del saggio CTA è la possibilità di produrre curve dose-risposta anche a basse concentrazioni che rispecchiano di più le dosi reali d'esposizione, cosa difficilmente ottenibile *in vivo*. La correlazione tra frequenza di trasformazione *in vitro* e potenziale cancerogeno *in vivo* è supportata dalla capacità delle cellule trasformate con fenotipo maligno, come quelle isolate dai foci di tipo III, di produrre tumori, se inoculate in animali suscettibili (Kakunaga, 1985; Colacci *et al.*, 1993).



**Figura 2** - Foci di trasformazione indotti in cellule BALB/c 3T3 A31-1-1 dall'esposizione al controllo positivo 3-metilcolantrene (MCA)

Il CTA, oltre a presentare i vantaggi tipici degli studi *in vitro*, quali la rapidità, la riproducibilità e la possibilità di una valutazione dose-risposta, permette l'identificazione di parametri critici per gli effetti avversi e lo studio dei meccanismi molecolari alla base degli effetti biologici, come, ad esempio, l'identificazione di marcatori

biomolecolari corrispondenti agli endpoint rilevati *in vivo* nell'animale e nell'uomo.

Parallelamente al test di trasformazione cellulare viene eseguita la valutazione di citotossicità della sostanza in esame, la cui somministrazione al sistema di saggio può risultare in una serie di possibili danni cellulari, che influenzano la capacità delle cellule di formare colonie.

Le cellule possono andare incontro a necrosi, perdendo l'integrità della membrana cellulare e morendo rapidamente come risultato della lisi cellulare, oppure possono smettere di crescere attivamente e di dividersi, con una decrescita della vitalità cellulare. Infine le cellule possono attivare il programma genetico di morte controllata, l'apoptosi. A differenza della maggior parte degli altri saggi che valutano la tossicità, il risultato di questo saggio non è condizionato dal meccanismo mediante il quale la sostanza in esame determina tossicità. La capacità di una cellula singola di formare una colonia, che può essere visualizzata anche a occhio nudo, è considerata la dimostrazione che la cellula è sopravvissuta al trattamento e ha conservato la propria capacità replicativa. Il numero delle colonie e la loro dimensione forniscono, rispettivamente, indicazioni sugli effetti sulla sopravvivenza cellulare e sulla proliferazione. Il saggio consente di effettuare studi di dose-risposta e di evidenziare, se esistenti, dosi in grado di stimolare la crescita cellulare. Il numero di cellule sopravvissute al trattamento, che si ottiene, al termine del test di citotossicità, mediante la determinazione del numero delle colonie formatesi rispetto al numero di cellule seminate (efficienza clonale), viene utilizzato per calcolare la frequenza di trasformazione, cioè un indice di quante cellule hanno subito trasformazione a seguito dell'esposizione (Mascolo *et al.*, 2010).

Il CTA permette, nell'ambito di un programma di monitoraggio ambientale, di applicare un approccio *in vitro* di tipo *top-down*, analizzando quindi direttamente la miscela, senza la necessità di eseguire test con i singoli componenti, arrivando così a determinare la tossicità e la capacità di indurre trasformazione *in vitro* del campione oggetto del monitoraggio.

Gli studi di validazione internazionale condotti sul CTA hanno stabilito che questo test ha basi scientifiche valide per la determinazione del potenziale cancerogeno di sostanze chimiche e può essere utilizzato come saggio alternativo al test *in vivo* di cancerogenesi nei roditori, nell'ambito di strategie integrate che includono anche dati di genotossicità, informazioni sulle relazioni struttura-attività e sulla tossicocinetica, e una valutazione del peso dell'evidenza (*weight-of-evidence*) basato sul modo di azione (Jacobs *et al.*, 2016).

Nell'ottica di una strategia integrata che permetta di disporre di dati meccanicistici, la trascrittomico, ovvero

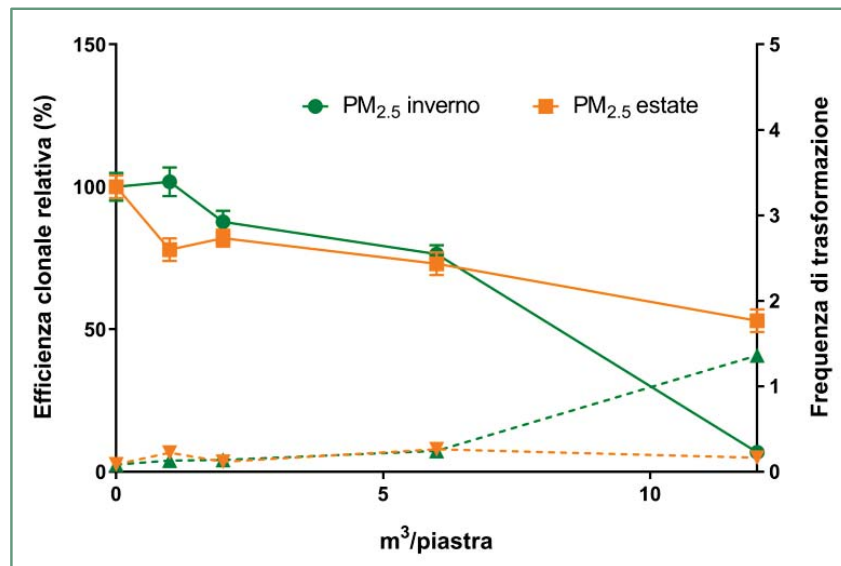
l'analisi dell'impatto di una esposizione sulla trascrizione del genoma, può costituire uno strumento interessante per la valutazione dell'effetto associato a miscele complesse. L'analisi delle modulazioni dell'espressione genica indotte da miscele può portare all'identificazione di pathway e reti di segnalazione coinvolti nella risposta all'esposizione ambientale, fornendo indicazioni per la comprensione dei meccanismi di azione coinvolti nell'insorgenza di eventi avversi.

### L'APPLICAZIONE DELL'APPROCCIO TOP-DOWN IN VITRO ALLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA: L'ESEMPIO DEI PROGETTI *MONITER* E *SUPERSITO*

Il progetto triennale **Monitor**, monitoraggio degli inceneritori nel territorio dell'Emilia-Romagna, promosso da Regione Emilia-Romagna e ARPA, si è posto, tra gli altri, l'obiettivo di mettere a punto e applicare metodiche, sia sperimentali che di risk assessment, per la valutazione del rischio cancerogeno genotossico e non genotossico associato al particolato e per la individuazione delle modulazioni dell'espressione genica in risposta all'esposizione a PM di linee cellulari rappresentative di organi target. Lo scopo era proporre un approccio innovativo per la valutazione della qualità dell'aria, che andasse oltre all'applicazione dei test di mutagenesi, già da tempo in uso nella Rete regionale di monitoraggio della mutagenicità del particolato urbano dell'Emilia-Romagna.

Lo studio Monitor si è concentrato sul PM<sub>2.5</sub> campionato in una stazione di fondo urbano, i cui effetti sono stati confrontati con quelli indotti dal particolato prelevato nei punti di massimo o minimo impatto delle emissioni di un termovalorizzatore. I dati ottenuti nei saggi di citotossicità e trasformazione dopo esposizione di fibroblasti embrionali murini BALB/c 3T3 A31-1-1 a estratti organici di PM<sub>2.5</sub> prelevati in diverse stagioni sono stati valutati e discussi alla luce delle informazioni derivanti dallo studio di trascrittomico condotto sulle medesime cellule (**Figura 3**).





**Figura 3** - Effetti citotossici e trasformativi indotti dall'esposizione di cellule BALB/c 3T3 A31-1-1 a particolato PM<sub>2.5</sub> prelevato in un sito di fondo urbano in due diverse stagioni.

I campioni analizzati hanno causato una forte risposta citotossica dose-relata, dipendente dalla stagione di campionamento, ma non sono stati in grado di indurre l'insorgenza di foci trasformati. L'approccio tossico genomico ha confermato gli effetti stagionali sul profilo tossicologico del PM esaminato, mettendo anche in luce la modulazione di *pathways* associati a tossicità e a eventi precoci nel processo di cancerogenesi, come ad esempio l'attivazione dei *pathway* di segnalazione coinvolti nella risposta infiammatoria e nella morte cellulare programmata. Questi risultati hanno portato a ipotizzare che il tipo e la concentrazione dei contaminanti presenti nella miscela e il tempo di esposizione fossero sufficienti a perturbare l'espressione di geni coinvolti negli effetti tossici del PM<sub>2.5</sub>, ma non sufficienti a determinare trasformazione *in vitro* (Vaccari *et al.*, 2015)

Nel progetto **Supersito**, realizzato da Regione Emilia-Romagna e Arpa, con la collaborazione del Cnr-Isac e di altre istituzioni nazionali ed internazionali, le metodiche utilizzate in precedenza sono state affiancate da saggi e approcci innovativi, come ad esempio la valutazione degli effetti ecotossicologici del PM mediante saggio di tossicità in *Vibrio fischeri*, organismo ampiamente utilizzato per il monitoraggio di diverse matrici ambientali. Lo studio si è focalizzato, inoltre, su

parametri che di norma non rientrano nelle attività della rete di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico della regione Emilia-Romagna, quali la valutazione tossicologica del particolato con diametro aerodinamico inferiore a 1 µm e della fase gassosa.

Il grande numero di dati ottenuto ha consentito di valutare se le osservazioni fatte nel corso del precedente progetto fossero associabili all'attività tossicologica del particolato urbano o fossero invece tipiche dell'esposizione ad aria prelevata nei pressi di impianti ad alto impatto ambientale, quali gli inceneritori, e di approfondire le conoscenze relativamente agli aspetti tossicologici del particolato fine ed ultrafine.

Lo scopo finale del progetto era ampliare e approfondire il quadro delle conoscenze sugli effetti tossicologici del particolato atmosferico, con lo scopo ultimo di fornire dati innovativi a supporto del processo decisionale per la prevenzione degli effetti avversi sulla salute della popolazione e, contestualmente, contribuire alla valutazione degli interventi di prevenzione già in atto nella Regione Emilia Romagna.

In questo studio, ai campioni ambientali di PM<sub>2.5</sub> o PM<sub>1</sub> rappresentativi dell'esposizione nell'area urbana della città di Bologna, è stato applicato un approccio *in vitro top-down*, utilizzando saggi tossicologici ed ecotossicologici *in vitro* per valutare sia gli effetti tossici



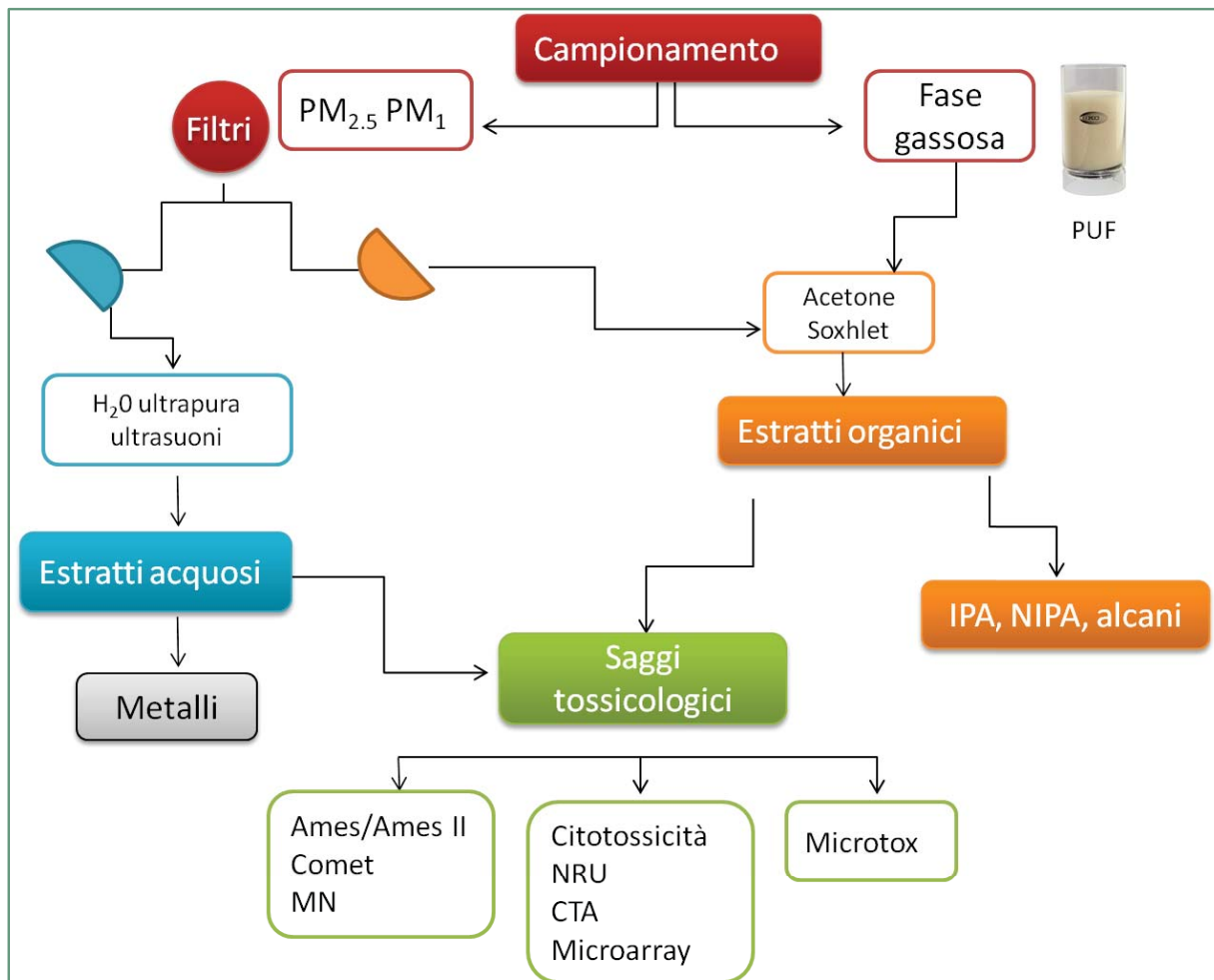
sia il rischio cancerogeno associato alla genotossicità e alla capacità di indurre trasformazione cellulare degli estratti organici o acquosi (**Figura 4**).

Negli estratti organici erano contenute quantità misurabili di IPA classificati dalla IARC nel Gruppo 1 “Carcinogenic to humans”, come il benzo[a]pirene (IARC, 2012) e nel Gruppo 2A “Probably carcinogenic to humans” (ciclopenta[cd]pirene, d[a,h]antracene, dibenzo[a,l]pirene) (IARC, 2010). Tra i nitro derivati 6-Nitrocrisene e 1-Nitropirene inclusi nel Gruppo 2A IARC (IARC, 2013b), solo 1-Nitropirene è stato misurato a concentrazioni al di sopra del limite di rilevabilità nei campioni prelevati durante l’autunno-inverno (**Tabella 2**). I dati derivanti dai saggi di citotossicità e trasformazione hanno confermato la capacità del PM, alle concentrazioni saggate, rappresentative dell’esposizione della popolazione generale durante l’attività all’aperto, di indurre effetti tossici, senza parallelamente determinare un incremento della trasformazione in vitro. I risultati ottenuti sono poi stati messi in relazione con i dati ambientali (periodo di campionamento, livelli di PM) e con le concentrazioni dei microinquinanti, quali idrocarburi policiclici aromatici (IPA), loro nitro- e ossi-derivati (nitro-IPA), alcani, metalli) derivanti dalla caratterizzazione chimica degli estratti (Colacci *et al.*, 2014) (**Figura 5**).

Gli effetti associabili al diverso diametro aerodinamico e alle diverse modalità di estrazione del PM sono poi stati indagati in linee cellulari rappresentative degli organi bersaglio (polmone, mammella) con tecniche di tossicogenomica, riservando una particolare attenzione alla modulazione di pathway e processi associati all’infiammazione e allo stress ossidativo e alle modulazioni geniche correlabili a patologie e disordini della sfera riproduttiva. All’attività sperimentale è stata affiancata la valutazione del rischio cancerogeno condotta sul PM campionato in un sito urbano e un sito rurale, per la stima dell’eccesso di rischio associato all’inalazione di aria nei diversi periodi dell’anno e in diversi contesti.

I risultati dei progetti Monitor e Supersito, nel complesso, confermano l’utilità dell’approccio in vitro top-down per la caratterizzazione degli effetti tossicologici associati all’esposizione realistica a miscele di contaminanti ambientali. Confermano anche l’importanza dell’uso integrato in vitro di strategie integrate in cui saggi con

endpoint diversi, come tossicità e trasformazione morfologica, concorrono con gli approcci “omici” a migliorare l’accuratezza nella valutazione del potenziale cancerogeno del particolato urbano, al fine dello sviluppo di strategie di mitigazione più mirate e dell’utilizzo efficace delle informazioni nell’ambito di processi decisionali.

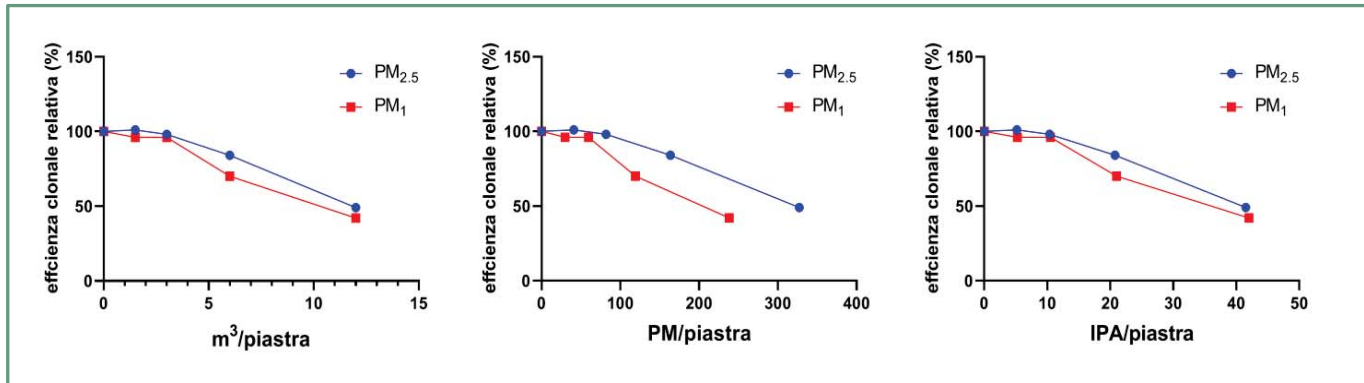


**Figura 4** - Flusso di lavoro utilizzato nel Progetto Supersito per la valutazione tossicologica del particolato urbano. Il particolato è stato raccolto tramite due campionatori sequenziali ad alto volume (PM<sub>2.5</sub>: Air Flow PM<sub>2.5</sub>-HVS, AMS Analitica, flusso di aspirazione 500 L/min; PM<sub>1</sub> e PUF Air Flow PM<sub>2.5</sub>-HVS con la testa di campionamento ottimizzata per il PM<sub>1</sub>, flusso di aspirazione 200 L/min). Dopo il campionamento, ogni filtro è stato tagliato in due e le due metà, dopo essere state pesate, hanno subito due differenti estrazioni. Per la preparazione degli estratti organici, i PUF ed una metà di tutti i filtri di ogni campagna sono stati estratti in acetone (Acetone RS per pesticidi) tramite apparato Soxhlet. Il solvente è stato evaporato mediante rotavapor e il residuo secco è stato inviato agli utilizzatori finali. Al momento dell'esecuzione dei saggi tossicologici, il residuo secco è stato ripreso in dimetilsolfossido (DMSO) a concentrazioni finali idonee per la somministrazione ai diversi sistemi di saggio. Gli estratti acquosi sono stati preparati mediante sonicazione e successiva risospensione in acqua ultrapura. Prima di essere portato a secco, ogni estratto è stato diviso in 4 aliquote, di cui 3 destinate ai laboratori che hanno eseguito i saggi tossicologici e 1 da utilizzare per la determinazione dei microinquinanti. PUF = polyurethane foam; H<sub>2</sub>O up = acqua ultrapura; IPA = idrocarburi policiclici aromatici; NIPA = nitro IPA; Ames = test di retromutazione in Salmonella; Comet = test della Cometa; MN = test del micronucleo; citotossicità = saggio di citotossicità; NRU = saggio Neutral Red Uptake; CTA = saggio di trasformazione cellulare in vitro; Microtox = saggio di tossicità in *Vibrio fischeri*.

**Tabella 2** - Elenco degli IPA e nitro-IPA misurati negli estratti organici di PM<sub>1</sub> e PM<sub>2.5</sub> campionati durante il progetto Supersito (adattata da Serra *et al.*, ALTEX, 2019).

IPA	N° CAS	Classificazione IARC	Autumn 2012		Summer 2013	
			PM <sub>1</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	PM <sub>1</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (ng/m <sup>3</sup> )
Benzo[a]pyrene	50-32-8	1	0,062	0,173	0,030	0,002
Cyclopenta[cd]pyrene	27208-37-3	2A	0,030	0,024	0,011	0,010
Dibenz[a,c][a,h]anthracene	[a,h] 53-70-3 + [a,c] 215-58-7	2A + 3	0,079	0,078	0,002	0,003
Dibenzo[a,l]pyrene	191-30-0	2A	0,036	0,034	0,002	<LOD
Naphthalene	91-20-3	2B	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Benz[a]anthracene	56-55-3	2B	0,153	0,150	0,002	0,010
Chrysene	218-01-9	2B	0,260	0,257	0,020	0,018
Benzo[k]fluoranthene	207-08-9	2B	0,288	0,257	0,009	0,009
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	193-39-5	2B	0,320	0,310	0,010	0,012
Dibenzo[a,i]pyrene	189-55-9	2B	0,004	0,002	<LOD	<LOD
Dibenzo[a,h]pyrene	189-64-0	2B	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Benzo(b+j)fluoranthene	205-99-2 + 205-82-3	2B + 2B	0,811	0,889	0,041	0,040
Acenaphthene	83-32-9	3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Fluorene	86-73-7	3	0,002	<LOD	<LOD	<LOD
Phenanthrene	85-01-8	3	0,061	0,033	0,032	0,022
Anthracene	120-12-7	3	0,001	0,002	<LOD	<LOD
Fluoranthene	206-44-0	3	0,139	0,130	0,037	0,032
Pyrene	129-00-0	3	0,149	0,128	0,034	0,038
Benzo[e]pyrene	192-97-2	3	0,404	0,394	0,022	0,023
Perylene	198-55-0	3	0,019	0,033	<LOD	<LOD
Benzo[ghi]perylene	191-24-2	3	0,558	0,521	0,018	0,022
Dibenzo[a,e]fluoranthene	5385-75-1	3	0,047	0,045	<LOD	<LOD
Dibenzo[a,e]pyrene	192-65-4	3	0,035	0,040	<LOD	<LOD
Acenaphthylene	208-96-8	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Nitro-IPA			PM <sub>1</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	PM <sub>1</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (ng/m <sup>3</sup> )
1-Nitropyrene	5522-43-0	2A	0,026	0,027	<LOD	<LOD
6-Nitrochrysene	7496-02-8	2A	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
2-Nitrofluorene	607-57-8	2B	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
3-Nitrobenzanthrone	17117-34-9	2B	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
1,6-Dinitropyrene	42397-64-8	2B	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
1,8-Dinitropyrene	42397-65-9	2B	<LOD	<LOD	<LOD	0,022
9-Nitroanthracene	602-60-8	3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
3-Nitrofluoranthene	892-21-7	3	0,356	0,334	<LOD	<LOD
7-Nitrobenz[a]anthracene	20268-51-3	3	0,029	0,026	<LOD	<LOD
6-Nitrobenzo[a]pyrene	63041-90-7	3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

9-Nitrophenanthrene	954-46-1	na	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
---------------------	----------	----	------	------	------	------



**Figura 5** - Effetti citotossici di PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>1</sub> prelevati in un sito di fondo urbano nel corso del progetto Supersito. I dati sono stati espressi in funzione dei m<sup>3</sup> equivalenti, della quantità di particolato presente nell'aria campionata e della quantità di IPA misurati nell'estratto organico

## BIBLIOGRAFIA

Bopp, S.K., Kienzler, A., Richarz, A.-N., van del Linden, S.C., Paini, A., Parissis, N., Worth, A.P., 2019. Regulatory assessment and risk management of chemical mixtures: challenges and way forward. *Critical Reviews in Toxicology*. doi: 10.1080/10408444.2019.1579169

Bopp, S.K., Berggren, E., Kienzler, A., van del Linden, Worth, A.P., 2015. Scientific methodologies for the assessment of combined effects of chemicals – a survey and literature review. JRC Technical Report. EUR 27471 EN, 64 pp., Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2788/093511>.

Colacci A., Albin A., Melchiori A., Nanni P., Nicoletti G., Noonan D., Parodi S. and Grilli S., 1993. Induction of a malignant phenotype in BALB/c 3T3 cells by 1,1,2,2-tetrachloroethane. *Int. J. Oncol*; 2:937-945.

Colacci A., Vaccari M., Mascolo M.G., Rotondo F., Morandi E., Quercioli D., Perdichizzi S., Zanzi C., Serra S., Poluzzi V., Angelini P., Grilli S. and Zinoni F., 2014. Alternative Testing Methods for Predicting Health Risk from Environmental Exposures. *Sustainability* 2014, 6, 5265-5283; doi:10.3390/su6085265

Corvi, R., Madia, F., Guyton, K.Z., Kasper, P., Rudel, R., Colacci, A., Kleinjans, J., Jennings, P., 2017. Moving forward in carcinogenicity assessment: Report of an

EURL ECVAM/ ESTIV workshop. Toxicology in vitro 45, 278–286. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2017.09.010>

EEA, European Environment Agency, 2018. Air quality in Europe - 2018 Report. doi:10.2800/777411

Goodson, W.H., Lowe, L., Carpenter, D.O., Gilbertson, M., Manaf Ali, A., Lopez de Cerain Salsamendi, A., Lasfar, A., Carnero, A., Azqueta, A., Amedei, A., Charles, A.K., Collins, A.R., Ward, A., Salzberg, A.C., Colacci, A., Vaccari M., et al., 2015. Assessing the carcinogenic potential of low-dose exposures to chemical mixtures in the environment: the challenge ahead. *Carcinogenesis* 36 Suppl 1, S254-96. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgv039>

IARC, 2010. Some non-heterocyclic aromatic hydrocarbons and some related exposure. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 92, 1-853.

IARC, 2012. Chemical agents and related occupations: A review of human carcinogens. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans 100F, 1-599.

IARC, 2013a. Air pollution and cancer. IARC Scientific Publication 161, 1-169. <https://www.iarc.fr/news-events/iarc-scientific->

publication-no-161-air-pollution-and-cancer-as-an-e-book/

IARC, 2013b. Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 105, 1-703.

IARC, 2016. Outdoor air pollution. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 109, 1-448. <https://publications.iarc.fr/538>

Jacobs, M.N., Colacci, A., Louekari, K., Luijten, M., Hakkert, B.C., Paparella, M., Vasseur, P., 2016. International Regulatory Needs for Development of an IATA for Non-Genotoxic Carcinogenic Chemical

Substances. ALTEX 33, 354–392.  
<https://doi.org/10.14573/altex.1601201>

Kakunaga T, 1985. Critical review of the use of established cell lines for in vitro cell transformation, in Kakunaga, T. and Yamasaki, H. (Eds.), Transformation assay of established cell lines: mechanisms and application. IARC Scientific Publications 67, Lyon, 55-69.

Mascolo, M.G., Perdichizzi, S., Rotondo, F., Morandi, E., Guerrini, A., Silingardi, P., Vaccari, M., Grilli, S., Colacci, A., 2010. BALB/c 3T3 cell transformation assay for the prediction of carcinogenic potential of chemicals and environmental mixtures. *Toxicology in Vitro* 24, 1292–1300. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2010.03.003>



# MARCATORI MOLECOLARI PER LO STUDIO DEGLI EFFETTI DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

Giangabriele Maffei, Ada Mescoli e Gelsomina Pillo  
ARPAe Emilia-Romagna

Un *biomarker* (biomarcatore) può essere definito come una variazione biochimica, cellulare, fisiologica o comportamentale, oggettivamente misurabile che può essere associata ad un particolare evento (esposizione e/o effetto) in un sistema biologico e ne consente dunque la rilevazione.

L'applicazione e l'utilizzo dei *biomarker* è pratica ormai diffusa in ogni campo della biologia, dagli studi clinici a quelli ambientali. In particolare, in tossicologia e nello studio della carcinogenesi legata a fattori ambientali, l'individuazione di *biomarker* ha consentito negli ultimi anni notevoli avanzamenti. Nel campo della diagnostica e della valutazione di end-point precoci correlati a patologie, e nello studio dei nessi causali e delle correlazioni tra le diverse fasi dei processi legati alla tossicità dei composti, i *biomarker* hanno contribuito a migliorare la valutazione della pericolosità e della relazione dose-risposta, nonché lo studio delle modalità e dei meccanismi di azione degli xenobiotici.

In questo ambito di applicazione i *biomarker* sono stati classificati, in base al tipo di informazione fornita, come: marcatori di esposizione, di effetto e di suscettibilità (WHO Regional Office for Europe, 2013). L'utilizzo di *biomarker* validati può dunque rappresentare un valido strumento nella determinazione ed analisi del continuum di eventi consecutivi e causalmente correlati che a partire dall'esposizione terminano infine nell'effetto avverso, schematicamente rappresentato dal *framework* degli Adverse Outcome Pathways (AOPs).

Particolare rilevanza stanno assumendo i marcatori di effetto molecolari la cui misurazione può riflettere il decorso temporale di un evento biologico e dunque fornire informazioni sui meccanismi molecolari di tossicità.

Approfondire questi concetti è oggi fondamentale e coerente con le nuove direttive di standardizzazione dei

test a livello internazionale, che mirano ad una riduzione della sperimentazione animale e ad una valorizzazione delle indagini a livello molecolare sui meccanismi d'azione che sottendono gli effetti avversi. Questo approccio è particolarmente indicato per gli studi di cancerogenesi, per i quali non sono ancora disponibili test alternativi validati e sono necessarie ulteriori ricerche per una esaustiva comprensione dei meccanismi d'azione.

Grazie alla tossicogenomica, è possibile individuare le alterazioni molecolari, derivanti dall'esposizione alla sostanza in esame, anche in fasi molto precoci, in cui l'effetto, dal punto di vista fenotipico, non sarebbe ancora identificabile. Queste alterazioni molecolari potrebbero rappresentare dei potenziali marcatori, identificati nelle impronte genetiche tossicologiche (*toxicological signature*) o *gene signature*.

## TOSSIGENOMICA: L'ESEMPIO DEL TRANSFORMICS ASSAY

“L'Omica” può per certi versi essere considerata come un recente sviluppo dell'approccio e della metodologia basati sui *biomarker*. Sono state descritte diverse tipologie di “omics” *biomarker*: genomici (genotipizzazione, trascrittomica e epigenetica), proteomici e metabolomici (Fowler, 2012), fino ad arrivare al più recente concetto di *biomarker gene signature*.

L'approccio dei *biomarker gene signature*, considerando più marcatori contemporaneamente, o interi profili di espressione genica, consente in ambito clinico l'identificazione di vie di segnalazione che controllano la proliferazione cellulare, l'apoptosi ed altri *hallmark* tumorali, supportando la formulazione di diagnosi precoci e tipizzazione tumorale (Madia *et al.*, 2019).

I *biomarker gene signature*, già utilizzati in ambito clinico, trovano ancora limiti applicativi nella tossicologia predittiva e regolatoria, a causa delle difficoltà interpretative della grande mole di dati, la mancanza di linee guida e procedure standardizzate e, soprattutto per quanto riguarda gli studi *in vitro*, delle problematiche relative l'ancoraggio fenotipico, ovvero il nesso causale che correla i profili allo sviluppo della patologia.

Nell'ambito dell'approccio IATA (*Integrated Approaches for Testing and Assessment*, linea guida per lo sviluppo e l'utilizzo di approcci integrati per la valutazione del rischio), è stato sviluppato il metodo *Transformics Assay* (Figura 1), derivante dalla combinazione tra BALB/c 3T3 CTA e analisi trascrizionale con microarray (Mascolo *et al.*, 2018). Questo metodo offre la possibilità di conciliare i vantaggi dei saggi CTA (*Cell Transformation Assay*), e dunque un ancoraggio fenotipico che correla direttamente l'esposizione all'end point del focus, con l'approccio tossicogenomico, introducendo la possibilità di individuare specifici pattern di espressione genica potenzialmente predittivi di cancerogenicità.

Il *Transformics Assay* sta contribuendo ad evidenziare alcuni aspetti molecolari, coinvolti nel processo di

trasformazione cellulare, con particolare riferimento a meccanismi non genotossici, caratterizzanti anche l'attività di molecole genotossiche (Mascolo *et al.*, 2018). L'approccio sperimentale integrato del *Transformics Assay*, applica in parallelo il saggio CTA e l'estrazione dell'RNA per la successiva analisi trascrizionale. Dipendentemente dal periodo di estrazione dell'RNA possono essere indagate le diverse fasi del processo di trasformazione cellulare. Le cellule utilizzate sono le BALB/c 3T3 A31-1-1, una linea di fibroblasti embrionali murini adattati alla crescita *in vitro*, che presentano, a seguito di esposizione ad agenti cancerogeni, evidenti *marker* fenotipici di oncotrasformazione.

Per quanto riguarda il disegno sperimentale, vengono tipicamente allestiti 4 gruppi di trattamento, comprendenti: cellule trattate con la sostanza in esame ad una o più concentrazioni, controlli negativi, ovvero cellule non trattate (NT) e cellule trattate con il solo solvente, e controllo positivo (cellule trattate con un cancerogeno di riferimento).

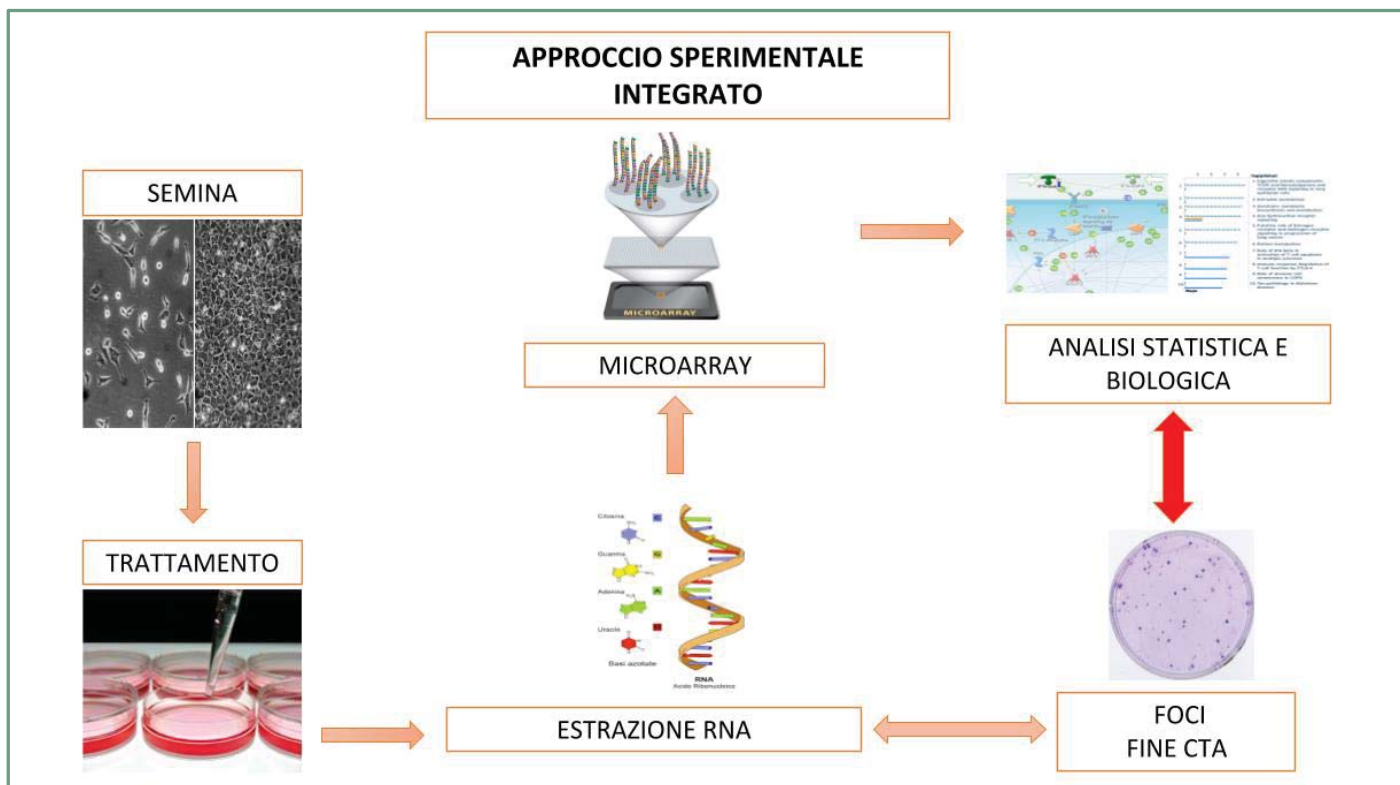


Figura 1- Disegno sperimentale metodo *Transformics Assay*.

Per l'analisi trascrizionale (Figura 2) viene utilizzata la tecnologia microarray, al termine della quale si ottiene la cosiddetta "immagine" poi sottoposta ad una complessa analisi dati. Questa prevede una prima estrazione delle informazioni principali attraverso il software *Feature Extraction*, che fornisce report sulla qualità dei dati grezzi e della slide. Segue analisi statistica con il software *GeneSpring* per la normalizzazione e filtrazione dei dati

e l'individuazione dei geni la cui espressione varia nelle diverse condizioni di trattamento. Infine, l'interpretazione biologica dei risultati è stata effettuata grazie all'ausilio del database *MetaCore* che effettua *Geneset enrichment analysis* e restituisce informazioni riguardo le seguenti categorie biologiche: "Pathway maps", "Process Networks", "Disease by Biomarkers", "Metabolic Networks" e "GO Process".

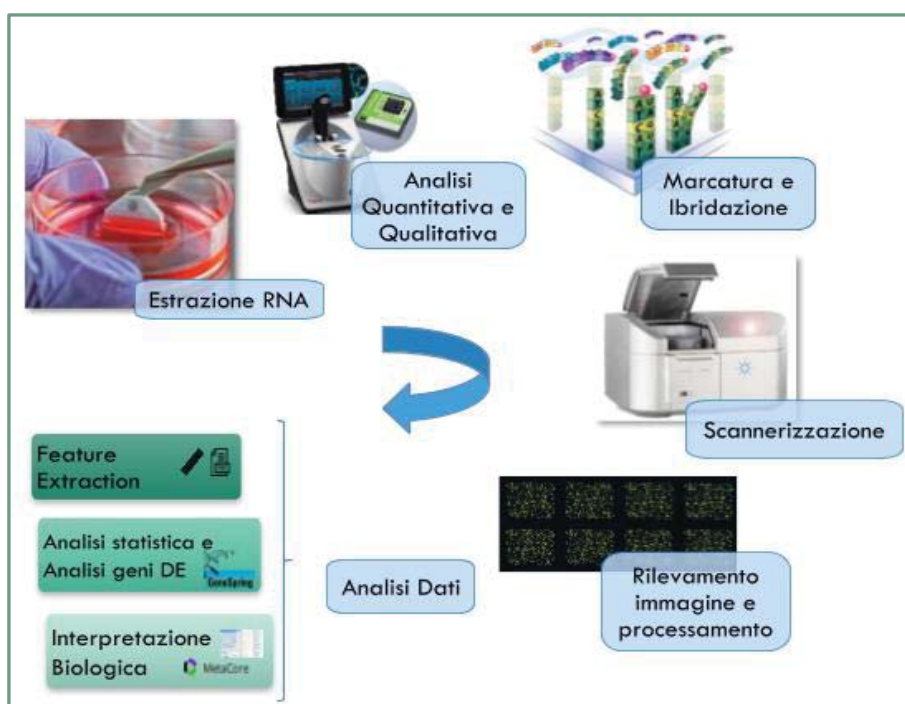


Figura 2 - Analisi Trascrizionale

### STUDIO MOLECOLARE DEL PM PER L'INDIVIDUAZIONE DI TOXICOLOGICAL GENE SIGNATURES

Il particolato atmosferico (PM, *particulate matter*) è una miscela complessa ed eterogenea, che proviene da processi naturali e da processi antropogenici, la cui composizione varia in dipendenza delle sorgenti di emissione, della chimica dell'atmosfera e delle condizioni meteorologiche. Le componenti principali comprendono solfati, nitrati, ammonio, materiali organici, specie cristalline, sali marini, ioni idrogeno e acqua.

Gli effetti del PM inalatorio sulla salute umana sono stati ampiamente studiati negli esseri umani e in modelli animali, e includono asma e patologie del tratto

respiratorio, problemi cardiovascolari, danni al sistema nervoso centrale, al sistema riproduttivo e cancro (WHO, 2000; Pope and Dockery, 2006; Ruckerl et al., 2011; Teixeira et al., 2012; Loomis et al., 2013; Hamra et al., 2014; Vaccari et al., 2015). È stato anche osservato che gli effetti a breve e lungo termine del PM sono correlati alla concentrazione, alla chimica ed alle dimensioni delle particelle (Valavanidis et al., 2008).

L'attuale regolamento UE 2008/50/CE, recepito nel D.Lgs. 155/2010, definisce l'elenco delle sostanze chimiche che dovrebbero essere identificate e caratterizzate nel PM aerodisperso, e stabilisce i livelli di concentrazione accettabili delle singole componenti, sulla base del profilo tossicologico dei relativi composti di

riferimento. Tale approccio risulta tuttavia inefficace per stimare il rischio reale delle miscele complesse, poiché non prende in considerazione le interazioni additive o sinergiche che potrebbero verificarsi tra le varie componenti della miscela, presenti a varie e solitamente basse concentrazioni (Jarvis *et al.*, 2014). Di fatti, i singoli inquinanti, presenti nei campioni di PM aerodisperso, sono spesso al di sotto dei limiti stabiliti dalle normative e, talvolta, addirittura al di sotto dei limiti tecnici di rilevamento.

L'utilizzo di campioni di PM come trattamento, nell'ambito del progetto Supersito (2013), ha consentito una valutazione del reale impatto della miscela sul modello cellulare, ed evidenziato la modulazione di svariati *pathway* coinvolti in molte delle patologie, per le quali è stata dimostrata correlazione con l'esposizione al PM. La miscela è risultata citotossica con variabilità legata alla stagionalità, presentando maggiore tossicità per campioni invernali, effetti probabilmente legati alla variazione della quantità di PM ed IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) nei campioni di aria prelevati. Nonostante nel CTA non si sia riscontrata trasformazione, l'analisi dei profili di espressione genica in due linee cellulari esposte, ha rilevato un impatto importante della miscela sul sistema cellulare. Questo risultato è stato confermato da un recente studio (dati non pubblicati) attraverso l'applicazione del *Transformics Assay*, effettuato con più estrazioni dell'RNA in diversi momenti temporali nell'arco dell'intero esperimento. Nello studio è stata confermata l'alterazione di *pathway* riguardanti funzioni cellulari cruciali nello sviluppo della cancerogenesi. Ne rappresentano un esempio:

- *Pathway Maps* legati ai geni delle Efrine, coinvolti nello sviluppo, regolazione e rimodellamento del citoscheletro e nella regolazione dell'adesione cellulare;
- *Pathway Maps* relativi alle vie di segnalazione Wnt, associate allo sviluppo, progressione e capacità metastatica in diverse tipologie di tumore;
- *Pathway Maps* coinvolti nella risposta di tipo infiammatorio/immunitaria.

Inoltre, è stata osservata la modulazione di geni collegati a COPD, *Chronic Obstructive Pulmonary Disease*

(patologie polmonari progressive) tra cui: enfisema, bronchite cronica e asma.

Un'altra importante conferma è data dalla notevole sovraespressione della famiglia dei geni del citocromo P450 (CYP), conseguenza dell'attivazione del recettore arilico (AhR) da parte degli IPA contenuti nel PM (**Figura 3**).

Questi enzimi sono legati alla metabolizzazione di composti xenobiotici, compresi farmaci, sostanze chimiche e inquinanti ambientali. Inoltre, i CYP sono coinvolti nella sintesi e nel metabolismo di diversi substrati endogeni, introducendo cambiamenti ossidativi, perossidativi e di riduzione in un'ampia varietà di molecole con strutture chimiche differenti.

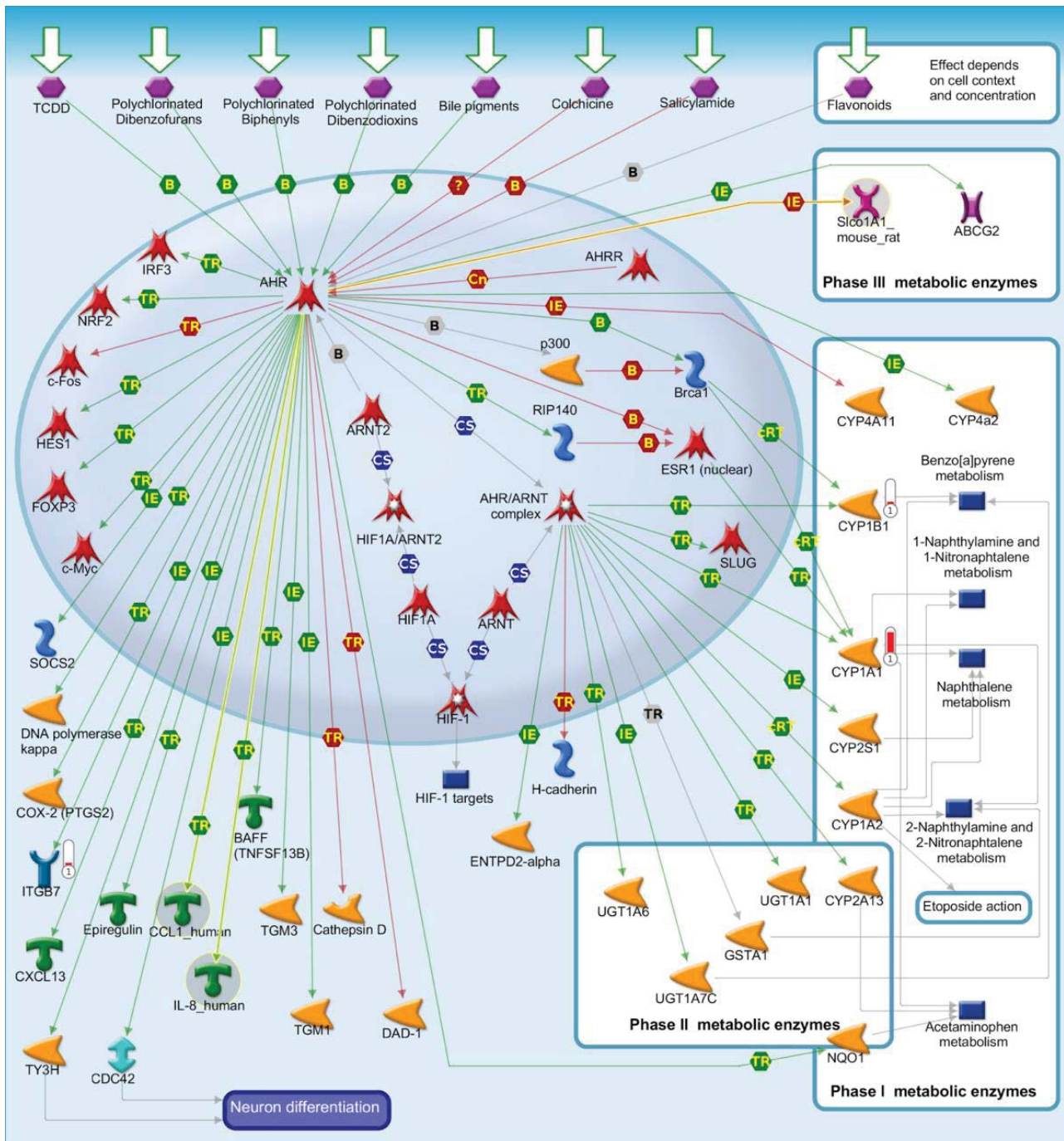
Le alterazioni trascrizionali esaminate trovano conferma nel quadro dei disordini patologici. Infatti, tra i "*Disease by Biomarkers*" perturbati, si osservano:

- Patologie polmonari e cardiovascolari;
- Disturbi metabolici e della nutrizione;
- Patologie autoimmuni;
- Disturbi neurologici e patologie neurodegenerative;
- Patologie del sistema endocrino;
- Tumori di diversi organi e tessuti.

In particolare, per quanto riguarda gli squilibri del sistema endocrino, si sottolinea una maggiore sensibilità della popolazione di sesso femminile, relativamente a patologie dell'apparato urogenitale e complicanze nella gravidanza, in linea con risultati epidemiologici (Candela *et al.*, 2013). Questi dati indicano un possibile ruolo del particolato atmosferico come "*endocrine disruptor*".

L'utilizzo del metodo *Transformics Assay*, infine, conferma la complessità della risposta trascrizionale a miscele complesse di origine ambientale, riscontrata nella notevole variazione dei profili di espressione genica nei diversi punti temporali di estrazione. Inoltre, è stata evidenziata una perturbazione molecolare anche nel punto temporale coincidente con la fine del test di trasformazione, indice di impatto a lungo termine sulle cellule che va oltre ad una semplice risposta adattativa.





**Figura 3 - Pathway maps Aryl hydrocarbon receptor signaling.** Esempio di *Pathway Maps* creato mediante la funzione *Single Experiment Enrichment Analysis* di *MetaCore*. Il recettore AhR, fattore di trascrizione attivato da ligando è un chemosensore per numerosi composti tossici e partecipa alla risposta cellulare a xenobiotici ambientali ed ai processi metabolici e catabolici correlati. Essenziale nel mediare la risposta adattativa agli xenobiotici, il recettore è attivato da contaminanti ambientali. Tra i geni target della via di segnalazione AhR si evidenziano i geni CYP1A1 e 1B1. L'attivazione dell'espressione dei geni CYP1, mediata dall'interazione di ligandi con il recettore AhR, è in grado di determinare, accanto ad effetti di tipo genotossico, effetti di tipo non genotossico con fenomeni di *cross talk* con altri fattori di trascrizione e molecole di segnalazione contribuendo, tra gli altri, alla modulazione di *pathway* coinvolti nella risposta allo stress ossidativo, nel controllo del ciclo cellulare e nell'adesione cellulare.



## BIBLIOGRAFIA

- Candela, S., Ranzi, A., Bonvicini, L., Baldacchini, F., Marzaroli, P., Evangelista, A., Luberto, F., Carretta, E., Angelini, P., Sterrantino, A.F., Broccoli, S., Cordioli, M., Ancona, C., Forastiere, F., 2013. Air pollution from incinerators and reproductive outcomes: A multisite study. *Epidemiology* 24, 863–870. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3182a712f1>
- Fowler, B.A., 2012. Biomarkers in toxicology and risk assessment. *EXS*. [https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_16)
- Hamra, G.B., Guha, N., Cohen, A., Laden, F., Raaschou-Nielsen, O., Samet, J.M., Vineis, P., Forastiere, F., Saldiva, P., Yorifuji, T., Loomis, D., 2014. Outdoor particulate matter exposure and lung cancer: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*. <https://doi.org/10.1289/ehp.1408092>
- Jarvis, I.W.H., Dreij, K., Mattsson, Å., Jernström, B., Stenius, U., 2014. Interactions between polycyclic aromatic hydrocarbons in complex mixtures and implications for cancer risk assessment. *Toxicology*. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2014.03.012>
- Loomis, D., Grosse, Y., Lauby-Secretan, B., El Ghissassi, F., Bouvard, V., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., Baan, R., Mattock, H., Straif, K., International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group IARC, 2013. The carcinogenicity of outdoor air pollution. *The Lancet. Oncology* 14, 1262–3.
- Madia, F., Worth, A., Whelan, M., Corvi, R., 2019. Carcinogenicity assessment: Addressing the challenges of cancer and chemicals in the environment. *Environment International* 128, 417–429. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2019.04.067>
- Mascolo, M.G., Perdichizzi, S., Vaccari, M., Rotondo, F., Zanzi, C., Grilli, S., Paparella, M., Jacobs, M.N., Colacci, A., 2018. The transformics assay: First steps for the development of an integrated approach to investigate the malignant cell transformation in vitro. *Carcinogenesis* 39, 955–967. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgy037>
- Pope, C.A., Dockery, D.W., 2006. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *Journal of the Air & Waste Management Association* 56, 709–742. <https://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464485>
- Rückerl, R., Schneider, A., Breitner, S., Cyrys, J., Peters, A., 2011. Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence. *Inhalation Toxicology* 23, 555–592. <https://doi.org/10.3109/08958378.2011.593587>
- Teixeira, E.C., Pra, D., Idalgo, D., Henriques, J.A.P., Wiegand, F., 2012. DNA-damage effect of polycyclic aromatic hydrocarbons from urban area, evaluated in lung fibroblast cultures. *Environmental Pollution* 162, 430–438. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.11.030>
- Vaccari, M., Mascolo, M.G., Rotondo, F., Morandi, E., Quercioli, D., Perdichizzi, S., Zanzi, C., Serra, S., Poluzzi, V., Angelini, P., Grilli, S., Colacci, A., 2015. Identification of pathway-based toxicity in the BALB/c 3T3 cell model. *Toxicology in Vitro* 29, 1240–1253. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2014.10.002>
- Valavanidis, A., Fiotakis, K., Vlachogianni, T., 2008. Airborne particulate matter and human health: toxicological assessment and importance of size and composition of particles for oxidative damage and carcinogenic mechanisms. *Journal of environmental science and health. Part C, Environmental carcinogenesis & ecotoxicology reviews* 26, 339–62. <https://doi.org/10.1080/10590500802494538>
- WHO, 2000. Air quality guidelines for Europe. Second edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91 2000, x + 273 pages. Bilthoven, Netherlands.
- WHO Regional Office for Europe, 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project. HO European Centre for Environment and Health, Bonn, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

# VALUTAZIONE DEL RISCHIO CANCEROGENO DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO

Sandro Grilli<sup>1</sup> e Stefania Serra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento Medicina Specialistica, Diagnostica e Sperimentale, Università di Bologna

<sup>2</sup>Centro Interdipartimentale per la Ricerca sul Cancro "Giorgio Prodi", Università di Bologna

Si parla di sicurezza per la salute umana riguardo l'esposizione a sostanze potenzialmente tossiche e in grado di causare patologie nella popolazione, quando si può concretamente prevedere che determinate dosi giornaliere non provocheranno effetti sanitari negativi.

La valutazione dei rischi per l'uomo correlati all'esposizione a contaminanti ambientali è di prioritaria importanza nell'ambito della tutela della salute umana e dell'ambiente. Tali contaminanti possono essere responsabili di un aumento del rischio cancerogeno e malattie cardiovascolari e respiratorie.

Il *risk assessment* si basa sull'utilizzo di modelli predittivi che consentono di stimare la probabilità che, in seguito a una specifica esposizione, un effetto avverso si verifichi con frequenza maggiore di quanto accade in assenza di tale esposizione.

Nelle linee guida proposte dall'U.S. EPA (2005) si sottolinea l'importanza di una valutazione del rischio cancerogeno basata su una serie di dati, non necessariamente ottenuti in modelli animali, che possano concorrere all'ottenimento di una informazione univoca sul tipo ed estensione del danno indotto dalla sostanza in esame. Condizione necessaria per ricavare uno *slope factor* di riferimento è l'utilizzo di test che siano in grado di mettere in luce relazioni dose-risposta e i possibili meccanismi d'azione del composto o miscela oggetto dello studio.

Per le sostanze prive di effetti mutageni e cancerogeni, cioè per quelle sostanze che esercitano tossicità acuta e/o cronica o che sono tossiche per la riproduzione e lo sviluppo, la dose giornaliera accettabile o tollerabile (ADI o TDI) viene determinata più frequentemente da dati di vaste sperimentazioni su diverse specie animali utilizzando, tra le tante, la dose più bassa alla quale non si è osservato alcun effetto tossico (NOAEL). Al contrario, per i composti mutageni/cancerogeni,

l'approccio è probabilistico senza dose soglia. Si assume, quindi, che la relazione dose-risposta alle basse dosi sia sempre lineare.

Il rischio cancerogeno in eccesso viene calcolato, quando i dati sono disponibili, moltiplicando l'Unità di Rischio (UR) (o potenza o *hazard*), per la reale esposizione giornaliera, misurata o stimata (esposizione = E). UR corrisponde al numero di tumori in eccesso attesi entro una certa dimensione di popolazione come conseguenza dell'esposizione quotidiana per tutta la vita a una dose unitaria del cancerogeno. Il rischio cancerogeno è pertanto dato da:  $UR \times E$ .

UR è ricavato dai dati sperimentali disponibili, utilizzando modellistiche matematiche linearizzate (ad esempio il modello multistage linearizzato) che consentono di arrivare a definire l'effetto alle basse dosi. A partire dalla curva dose-risposta sperimentale, è possibile calcolare lo *Slope Factor* (SF), che si ottiene dividendo l'eccesso di rischio del 10% (= 0,1) per il limite inferiore della dose che induce il 10% degli effetti attesi (LED10), per cui  $SF = 0,1/LED10$ . SF identifica la pendenza della relazione lineare tra dose e risposta. Se espresso in mg/kg p.c./die, SF rappresenta UR per esposizione orale del cancerogeno.

Per supportare una corretta gestione e mitigazione del rischio nell'ambito dell'adozione di politiche ambientali sulla qualità dell'aria, l'eccesso di rischio cancerogeno calcolato deve poi essere confrontato con i livelli definiti come accettabili o trascurabili dalle agenzie internazionali. Viene definito come trascurabile per la popolazione generale un rischio in eccesso inferiore a 1 morte per tumore in 1 milione di esposti a una determinata dose di un singolo agente per tutta la vita ( $1 \times 10^{-6}$ ). Quando si considerano miscele complesse di contaminanti è necessario considerare non solo il rischio legato ai singoli composti presenti nella miscela, ma

anche i possibili effetti legati alle interazioni tra i componenti.

Nell'ambito del progetto Supersito, la valutazione del rischio cancerogeno associata all'inalazione di microinquinanti veicolati dal particolato si è basata sui dati di esposizione ottenuti dalla caratterizzazione chimica del PM<sub>2.5</sub>. Sono stati presi in considerazione i campionamenti effettuati durante otto campagne di monitoraggio (autunno 2011 – estate 2014) condotte nei siti Main Site (MS, sito urbano) e San Pietro Capofiume (SPC, sito rurale).

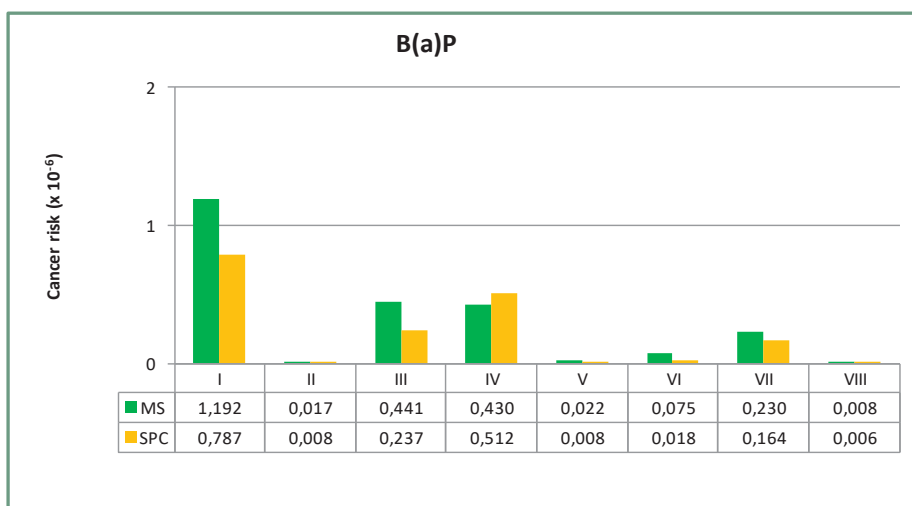
L'analisi si è focalizzata su idrocarburi policiclici aromatici (IPA, ng/m<sup>3</sup>) e i loro nitro e ossi-derivati (nitroIPA, NIPA, ng/m<sup>3</sup>) estratti da PM<sub>2.5</sub> e misurati in tutte le campagne. I dati sono stati espressi come concentrazione media giornaliera ± deviazione standard (SD) nei diversi periodi di campionamento. Quando la quantità del composto misurata nel campione analizzato è risultata inferiore al limite di rilevabilità (LOD), allora, a scopo cautelativo, è stata considerata nel calcolo la metà del limite (LOD/2), secondo quanto riportato da US EPA (US EPA; 2005).

Per la determinazione dell'esposizione da inalazione, le quantità dei composti appartenenti alla stessa classe sono state sommate per ottenere la concentrazione media giornaliera della classe (IPA totali =  $\sum$  IPA +  $\sum$

NIPA). Le analisi statistiche sono state effettuate applicando il test del t di Student per il confronto tra IPA totali (concentrazione media giornaliera ± SD, ng/m<sup>3</sup>) misurati nella stessa stagione nei due siti di campionamento o nello stesso sito nelle diverse stagioni di campionamento.

Per quanto riguarda le concentrazioni medie di benzo(a)pirene (B(a)P), cancerogeno noto per l'uomo (IARC, 2012), per il quale la normativa definisce un valore obiettivo annuale di 1 ng/m<sup>3</sup> (D.Lgs. 155/10), in tutte le campagne di monitoraggio analizzate i valori rientrano nel valore obiettivo.

Al fine della valutazione quantitativa del rischio cancerogeno da inalazione di particolato urbano, ci si è attenuti allo scenario espositivo più cautelativo, assumendo che la totalità dei composti cancerogeni veicolati dal PM inalato siano rilasciati e assorbiti a livello del tessuto bersaglio e non siano attivi meccanismi metabolici di detossificazione o clearance. Come approccio iniziale, è stato valutato il rischio associato al B(a)P, assunto come composto surrogato, indicatore della presenza di IPA cancerogeni nella miscela (Figura 1) (WHO/IPCS, 1998). Per l'UR si è fatto riferimento a quella definita dall'Environmental Protection Agency della California ( $1,1 \times 10^{-6}$ /ng/m<sup>3</sup>, CA EPA, 2005).



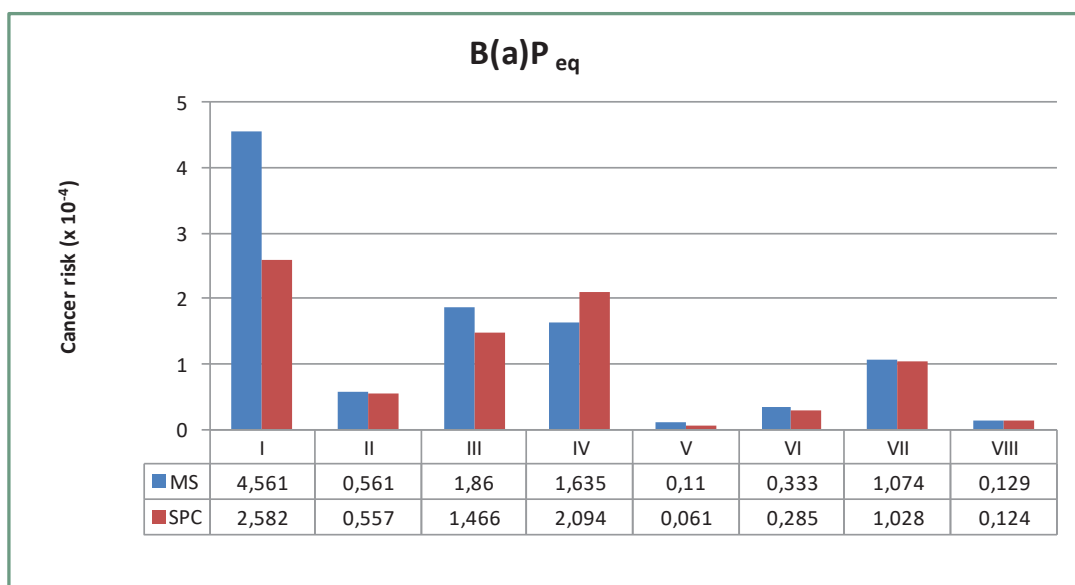
**Figura 1** - Rischio cancerogeno associato all'esposizione per inalazione di B(a)P nelle diverse campagne. Il valore è stato ottenuto a partire dalla concentrazione di B(a)P misurata (ng/m<sup>3</sup>) e dalla UR ( $1,1 \times 10^{-6}$ /ng/m<sup>3</sup>).

La valutazione del rischio cancerogeno associato alla miscela di IPA e NIPA è stata condotta mediante l'approccio basato sui fattori di equivalenza (*Potency Equivalence Factors*, PEF), raccomandato dall'OMS come alternativo e/o complementare al precedente (WHO/IPCS, 1998). I PEF sono indici di potenza relativa derivati da studi di cancerogenesi nei roditori, che, quando disponibili, correlano il potenziale cancerogeno di IPA e NIPA a quello del B(a)P, posto pari a 1 (EPA, 2000) (MOE, 1997) (CCME, 2008). I PEF sono stati utilizzati per la stima della potenza cancerogena di una miscela di IPA sulla base della sommatoria delle concentrazioni di ogni singolo componente trasformate in B(a)P equivalenti, secondo la formula

$$B(a)P_{eq} = \sum (IPA_i \times PEF_i) + \sum (NIPA_i \times PEF_i)$$

La potenza cancerogena delle miscele di IPA (Figura 2) è stata ottenuta moltiplicando l'esposizione ( $B(a)P_{eq}$ ,  $ng/m^3$ ) per l'UR ( $1 \times 10^{-4}/ng/m^3$ ) determinata per i B(a)P equivalenti (CCTN, 1991; WHO, 2000).

L'incremento del rischio associato all'esposizione a PM è inferiore a quello definito in letteratura (di  $1 \times 10^{-4}$  per esposizione a  $1 ng/m^3$ ) e inferiore di circa 1 ordine di grandezza nella campagna estiva rispetto quella invernale. Il rischio associato all'inalazione cronica di miscele complesse è stato, infatti, stimato, in base ai B(a)P equivalenti, dell'ordine di 1 su 100.000 per le campagne estive e 1 su 10.000 per le campagne autunnali e invernali, fatta eccezione per la I e la VI campagna, per cui il rischio calcolato è rispettivamente dell'ordine di 4 su 10.000 e di 3 su 100.000.



**Figura 2** - Rischio cancerogeno associato all'esposizione per inalazione di miscele di IPA nelle diverse campagne. Il valore è stato ottenuto a partire dalla concentrazione di  $B(a)P_{eq}$  calcolata ( $ng/m^3$ ) e dalla UR ( $1 \times 10^{-4}/ng/m^3$ ).

## BIBLIOGRAFIA

California EPA, 2005. Air toxic hot spots program. Risk assessment guidelines. Part II. Technical support document for describing available cancer potency factors. OEHHA, Air toxicology and epidemiology section, Budroee JD et al., May 2005.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2008. Canadian Soil Quality Guidelines for Carcinogenic and Other Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (Environmental and Human Health Effects). Scientific Supporting Document, pp 106-108.

CCTN (Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale). 1991. Parere della CCTN sugli idrocarburi policiclici aromatici. Raccolta dei pareri espressi dalla CCTN nel 1991. Serie Relazioni, Istituto Superiore di Sanità 92/1, pp. 56-62. Roma 28.11.

MOE (Ministry of the Environment), 1997. Scientific criteria document for multimedia standard development. Polycyclic aromatic Hydrocarbons (PAH). Part 1: Hazard identification and dose-response assessment. MOE, Toronto, Ontario.

U.S. EPA 2000 Supplementary guidance for conducting health risk assessment of chemical mixtures.

EPA/630/R-00/002. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.

U.S. EPA, 2005. Guidelines for Carcinogen Risk Assessment. EPA/630/P-03/001B, March 2005. Washington, D.C.

WHO/IPCS, 1998. Selected Non-Heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Environmental Health criteria 202, Geneva, World Health Organization

World Health Organization (WHO) Regional Office for Europe, Copenhagen 2000. Air quality guidelines for Europe. II edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91



# LA VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (E SANITARIO): VERSO L'INTEGRAZIONE DEGLI APPROCCI EPIDEMIOLOGICI E TOSSICOLOGICI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Andrea Ranzi  
ARPAe Emilia Romagna

Il tema della valutazione dell'impatto sanitario delle esposizioni ambientali rappresenta un argomento di attualità, non ancora strutturato dal punto di vista delle realtà interessate e delle figure professionali necessarie. Le procedure di autorizzazione, in linea con la Direttiva Europea IPPC (ora Direttiva IED), hanno storicamente indirizzato le azioni verso una riduzione degli impatti sull'ambiente determinati dalle emissioni antropiche.

Più recentemente l'emanazione della nuova Direttiva Europea sulla VIA (2014/52/CE) ha dato maggiore rilevanza alla valutazione degli impatti sulla salute delle popolazioni esposte all'interno delle procedure di VIA.

Il recepimento di questa Direttiva Europea sulla VIA, con il Dlgs 104 del 16 giugno 2017, ha incluso la Valutazione d'Impatto Sanitario (VIS) come strumento di valutazione obbligatorio all'interno del processo di VIA per alcune tipologie di impianti quali le centrali termiche e altri impianti di combustione con potenza termica superiore a 300 MW, da condurre secondo le linee guida redatte dall'Istituto Superiore di Sanità.

Questo passaggio ha di fatto aperto la questione dell'inserimento di una valutazione dell'impatto sulla salute all'interno delle procedure di VIA.

Altro passaggio fondamentale è stata l'introduzione all'interno del Piano Nazionale della Prevenzione 2014-2018 dell'Obiettivo Centrale 8.4 ("sviluppare modelli, relazioni istituzionali per la valutazione degli impatti sulla salute dei fattori inquinanti").

La Valutazione Integrata di Impatto Ambientale e Sanitario (VIAAS) risponde alle esigenze del PNP e delle crescenti domande che i differenti stakeholder (dalle Istituzioni ai cittadini) pongono alle Autorità Locali circa la pericolosità di nuovi insediamenti per la salute pubblica.

Su questo argomento è quindi vivo il confronto e la discussione, anche a seguito di vicende puntuali che hanno evidenziato la necessità di una maggiore organizzazione per fronteggiare l'argomento.

La multidisciplinarietà della tematica (scienze ambientali, epidemiologia, tossicologia, economia) rende cruciale l'individuazione di percorsi e figure professionali capaci di coordinare il contributo di esperti che devono agire in sinergia.

Questo ha portato a definizioni e ambiti non sempre comuni ma orientati allo stesso obiettivo, che si può riassumere nella definizione di Valutazione di Impatto Sanitario che è riportata nel *Consensus Paper* della conferenza del WHO di Gothenburg del 1998: "combinazione di procedure, metodi e strumenti con i quali si possono stimare gli effetti potenziali sulla salute di una popolazione di una politica, piano o progetto e la distribuzione di tali effetti all'interno della popolazione"

Si parla quindi di progetti, piani e programmi, che declinato in termini di processi di autorizzazioni ambientali riguarda le VIA, VAS e AIA.

In Italia esiste una lunga tradizione nella valutazione degli effetti dei fattori ambientali sulla salute che ha coinvolto gli operatori del Sistema Sanitario Nazionale (SSN) e del sistema delle Agenzie per la Protezione Ambientale (ARPA).

Esperienze concrete di VIIAS sono già state realizzate in Italia sui temi dell'inquinamento atmosferico (VIIAS) e dei rifiuti solidi urbani (SESPIR). Un progetto CCM sulla Valutazione di Impatto Sanitario (Tools For HIA, - T4HIA), coordinato dalla Regione Emilia Romagna; ha prodotto un documento guida sulla VIS con indicazioni per proponenti e decisori. Il Sistema Agenziale ha elaborato un documento specifico (Linee guida per la

valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA)). La Valutazione Integrata di Impatto Ambientale e Sanitario (VIAS) si pone come articolazione ed approfondimento della VIS alla luce del documento prodotto dal Sistema Agenziale su metodi e esempi di valutazione quantitativa del rischio secondo le metodiche del *risk assessment e health impact assessment*.

La Valutazione di Impatto Sanitario è un processo sistematico per valutare gli effetti effettivi o potenziali sulla salute di individui, gruppi o comunità derivanti da condizioni ambientali o pericoli prodotti da politiche, obiettivi, programmi, piani o attività. Esamina sia i potenziali benefici per la salute che gli impatti sulla salute derivanti da un'attività o una situazione.

In questo quadro, una valutazione integrata dell'impatto sulla salute ambientale (VIAS) può essere vista come uno strumento per quantificare il rischio e/o i benefici per la salute derivanti dall'esposizione a fattori di stress ambientale.

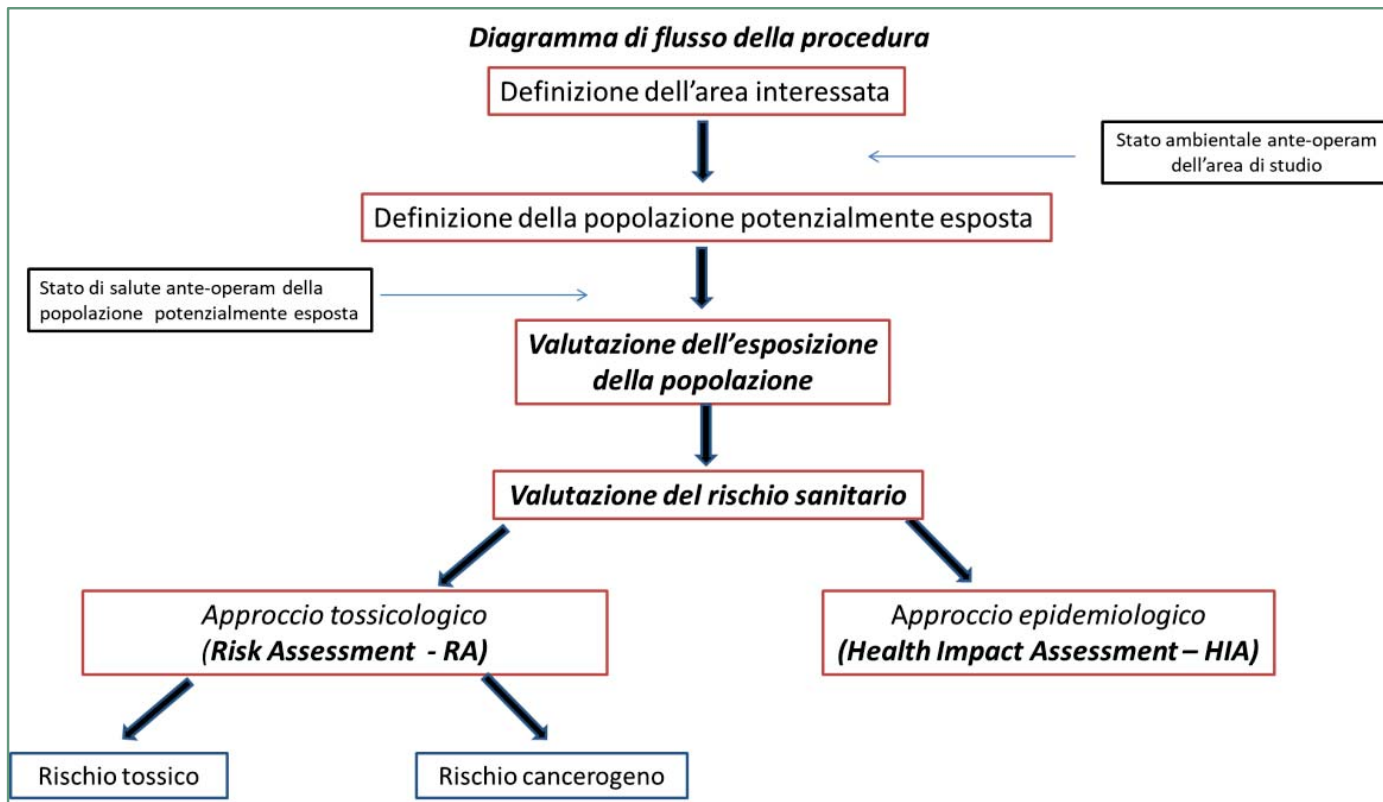
Le attività a livello nazionale sulla Valutazione di Impatto sulla Salute hanno di recente avuto tre sviluppi paralleli e sinergici: l'esperienza del progetto CCM EpiAmbNet, che ha messo in luce potenzialità e criticità degli aspetti quantitativi dell'approccio VIAS, la redazione da parte dell'ISS delle linee guida per la Valutazione di Impatto Sanitario legate al D.Lgs. 104/2017 che integrano la valutazione del rischio tossicologico e epidemiologico in una visione di valutazione prospettica, e infine la creazione di un gruppo ad hoc sulla tematica all'interno della Task Force Nazionale Ambiente e Salute. In questo contesto il consolidamento del rapporto istituzionale fra SSN e SNPA favorisce l'integrazione di competenze e relazioni per la realizzazione di strumenti operativi che permettano ai diversi livelli l'applicazione delle indicazioni emerse dalle citate esperienze

La sinergia auspicata tra esperti dell'ambiente e della sanità pubblica è anche avallata dal punto di vista delle attività essenziali. La natura interdisciplinare delle procedure illustrate richiede la fattiva collaborazione dei Dipartimenti di Prevenzione delle istituzioni sanitarie locali e del Sistema Agenziale, che devono garantire, rispettivamente, i Livelli Essenziali di Assistenza (LEA) e i Livelli Essenziali delle Prestazioni Tecniche Ambientali (LEPTA).

Il Piano Nazionale della Prevenzione 2014-2018 (approvato con l'Intesa Stato-Regioni Rep. Atti n. 156/CSR del 13 novembre 2014), che costituisce il quadro strategico nazionale delle politiche di promozione della salute e di prevenzione, prevede, nelle strategie del Macro-obiettivo 8 sulla riduzione delle esposizioni ambientali potenzialmente dannose per la salute, l'Obiettivo Centrale "*Sviluppare percorsi e strumenti interdisciplinari per la valutazione preventiva degli impatti sulla salute delle modifiche ambientali*", il cui relativo Indicatore Centrale è la produzione di "*Atti di Indirizzo regionali per la valutazione integrata di impatto sulla salute che comprenda strumenti in supporto sia dei valutatori sia dei proponenti*".

Il Catalogo delle prestazioni SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente), Articolo 9 della 132 del 2016, prevede il "Supporto Tecnico e analitico a Strutture Sanitarie e alle iniziative di tutela della popolazione dal rischio ambientale", supporto per le attività di sorveglianza epidemiologica, per le autorizzazioni sanitarie e per le valutazioni di impatto sanitario.

La VIAS è un processo iterativo e i passaggi non devono essere considerati indipendenti o devono essere eseguiti in un ordine cronologico. L'esecuzione di un VIAS richiede passaggi diversi. Sono richiesti differenti dati di input (livello di inquinamento atmosferico, identificazione della popolazione esposta e del relativo stato di salute); vari assunti e scelte devono essere fatti dai valutatori dell'impatto sulla salute (come l'area di studio da indagare, i risultati sanitari considerati, le funzioni concentrazione-risposta). Tutti questi passaggi e decisioni sono potenzialmente influenzati da incertezze.



La definizione dell'area di studio è strettamente legata alle informazioni ricavabili dal SIA e dalla modellistica ambientale applicata. Da questa fase dipendono la definizione della numerosità della popolazione esposta, la definizione dell'incidenza di background delle patologie, la stima dell'esposizione a livello di popolazione.

La popolazione esposta è definibile e quantificabile a livello di sezione di censimento, attraverso strumenti liberamente consultabili, come ad esempio quelli disponibili dal sito dell'Istat. Il progetto EpiAmbNet ha identificato come livello utile di disaggregazione della popolazione la sezione di censimento, indicando quindi come non opportuna una stima di popolazione esposta che aggrega la popolazione ad un livello superiore.

Sono stati indicati anche i metodi per calcolare la cosiddetta Population Weighted Exposure (PWE), come concentrazione media della popolazione residente all'interno di ogni sezione di censimento.

Il progetto RIAS intende proseguire nella linea di Azioni indicate all'interno del progetto EpiAmbNet, con l'obiettivo di sviluppare tool-kit operativi per le valutazioni

di impatto, definire e creare dei *repository* dei dati ambientali, demografici, sanitari utili per le valutazioni, raccogliere i casi e le buone pratiche per le valutazioni di impatto di piccoli impianti, redarre documenti guida e strumenti per le valutazioni sui piccoli impianti.

L'aspetto relativo alla omogeneizzazione dei dati ambientali e sanitari è cruciale per una buona riuscita del processo di VIIAS. Le informazioni relative allo stato di salute della popolazione indagata, (ovvero i tassi di mortalità o di incidenza delle patologie oggetto di valutazione) rappresentano un dato di fondamentale importanza, che non può essere delegato a un proponente esterno al Sistema Sanitario.

E' indubbio che le informazioni debbano essere gestite direttamente dalle Aziende Sanitarie competenti, che devono essere in grado di fornire il dato utile alle valutazioni, adottando tutte le misure necessarie alla protezione della privacy.

Si ravvisa l'importanza di una disponibilità di informazioni sanitarie a una risoluzione spazio-temporale analoga a quelli ambientali. Questo deve avvenire attraverso il

coinvolgimento diretto delle Aziende Sanitarie Regionali e Locali, detentori delle informazioni utili.

Un aspetto importante riguarda il supporto alle regioni per la valutazione di impatto di programmi e politiche, per le quali già all'interno del progetto EpiAmbNet si era sottolineata la buona disponibilità di metodi e procedure, pronti per una loro applicazione ai diversi contesti (piani aria regionali, PUMS, piani di gestione rifiuti, ...). In questo ambito, che riguarda una visione più completa del

concetto di VIS (non limitato alla parte quantitativa di stima degli impatti), il supporto operativo alle regioni riguarderà la creazione di percorsi e strumenti operativi per la valutazione di politiche, le modalità di coinvolgimento e il ruolo dei vari *stakeholder*, la definizione di scenari controfattuali, la connessione con la parte di comunicazione.

## BIBLIOGRAFIA

Sito progetto EpiAmbnet  
Linee Guida ISS  
Linee guida T4HIA  
Linee guida Sistema Agenziale  
Documento WHO Europe – The integration of Health

# LA MOBILITÀ ATTIVA E I BENEFICI PER SALUTE E AMBIENTE: IL PROGETTO BIKE TO WORK – MODENA

Federica Parmagnani\* e Giuliano Carrozzi\*\*

Arpae Emilia-Romagna, CTR Ambiente, prevenzione e salute

\*Servizio Epidemiologia e Comunicazione del rischio, Dipartimento di Sanità Pubblica AUSL Modena

Il Comune di Modena, in partenariato con soggetti locali pubblici e privati, ha partecipato al bando emanato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare "Programma sperimentale nazionale di mobilità sostenibile casa-scuola e casa-lavoro" [1] per il finanziamento di progetti riguardanti la mobilità sostenibile promossi da Enti Locali con un ambito territoriale superiore ai 100.00 abitanti.

Il progetto "Bike to Work – Modena" è un'iniziativa di mobilità sostenibile basata sulla cessione di buoni mobilità ad un campione di lavoratori maggiorenni che abbiano residenza e/o sede di lavoro all'interno del Comune di Modena e che utilizzano la bicicletta negli spostamenti sistematici casa-lavoro. A questa iniziativa viene associata l'analisi dei benefici sanitari e del benessere psico-fisico, nonché la valutazione dei benefici ambientali ed economici. Le valutazioni ambientali e sanitarie sono affidate rispettivamente ad Arpae Emilia-Romagna e alla Ausl di Modena.

Il valore aggiunto del progetto è quello di esaltare la sinergia fra obiettivi sanitari e di qualità ambientale creando a livello locale collaborazioni forti tra i settori che si occupano direttamente di salute e quelli che si occupano della pianificazione della mobilità, dei trasporti e dell'ambiente.

## AZIONI SPECIFICHE DEL PROGETTO

1) Cessione a titolo gratuito di buoni mobilità (Euro/Km) ad un campione di 1000 lavoratori maggiorenni che abbiano residenza e/o sede di lavoro all'interno del Comune di Modena e che utilizzino la bicicletta negli spostamenti casa-lavoro, per una durata minima di 12 mesi;

2) Realizzazione di nuovi percorsi ciclabili protetti che favoriscano gli spostamenti casa-lavoro;

3) Incremento della dotazione di depositi protetti per biciclette con attenzione alla loro localizzazione in punti strategici per gli spostamenti casa-lavoro dei partecipanti;

4) Iniziative di promozione della mobilità attiva allo scopo di intercettare la quota di coloro che attualmente utilizzano l'auto per gli spostamenti casa-lavoro e indurre uno *shift* modale a favore in particolare della bicicletta;

5) valutazione dei benefici ambientali, sanitari ed economici derivanti dal mancato utilizzo del mezzo privato negli spostamenti casa-lavoro.

## VALUTAZIONE DEI BENEFICI PER L'AMBIENTE

Lo strumento di certificazione dei km percorsi in bicicletta ai fini della maturazione del buono mobilità sarà una App gratuita disponibile per iOS, Android e WP. Grazie ai dati raccolti attraverso la App, sarà possibile effettuare una valutazione ex post dei benefici ambientali generati dal progetto, attraverso modelli che tengono conto delle specificità del parco circolante locale. I dati raccolti saranno inoltre utilizzati per effettuare stime dell'esposizione degli utenti arruolati durante lo spostamento casa-lavoro, utilizzando dati e modelli ambientali sviluppati appositamente nell'ambito urbano della città di Modena per la stima della distribuzione spaziale degli inquinanti.

## VALUTAZIONE DEI BENEFICI PER LA SALUTE

È ampiamente riconosciuto in letteratura come l'attività fisica rappresenti uno degli strumenti più importanti per la prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili e sia in grado di sostenere e rafforzare il benessere psico-fisico e di migliorare la qualità della vita. L'inattività fisica è il quarto più importante fattore di rischio di mortalità nel mondo. L'OMS stima che in Europa oltre un milione di



morti l'anno sia da attribuire a un'insufficiente attività fisica e la raccomanda per ogni fascia di popolazione. In particolare, le persone adulte tra i 18-64 anni dovrebbero svolgere alla settimana un'attività aerobica moderata di almeno 150 minuti oppure intensa di almeno 75 minuti [2]. L'attività fisica svolta con regolarità riduce significativamente il rischio di problemi di ipertensione, malattie cardiovascolari, ictus, diabete tipo 2, osteoporosi, depressione e alcuni tipi di cancro. Recenti stime indicano che in Italia la sedentarietà è causa del 9% delle malattie cardio-vascolari e del 15% dei casi di morte prematura. In quest'ottica diventa evidente l'importanza della mobilità attiva negli spostamenti quotidiani [3]. Secondo i dati di sorveglianza PASSI [4] aggiornati al 2018, in provincia di Modena per gli spostamenti abituali il 16% della popolazione fa uso della bicicletta e il 37% si muove a piedi, questo ha evitato l'emissione di 32.700 tonnellate di CO<sub>2</sub> e una riduzione stimata di mortalità del 13% (bicicletta) e del 16% (piedi), per un risparmio complessivo di 77 decessi annui.

Il progetto Bike to Work Modena intende valutare gli effetti sulla salute e sul benessere psico-fisico delle persone che parteciperanno al programma attraverso quattro filoni di indagine:

1) Studio di coorte dei soggetti aderenti al progetto Bike to work. La coorte sarà seguita nel tempo e indagherà l'utilizzo dei farmaci e dei servizi sanitari ricorrendo alle banche dati sanitarie correnti quali l'accesso in Pronto Soccorso (PS), dimissione ospedaliera (SDO), consumo di farmaci erogati in assistenza diretta (FED) o tramite farmacie territoriali (AFT). Lo scopo è di valutare sia gli effetti positivi (riduzione del consumo di farmaci, dell'utilizzo di servizi sanitari, ecc) che negativi (traumi, incidenti stradali, ecc) della mobilità attiva sullo stato di salute.

2) Health Interview Survey (HIS) che rileverà, tramite un questionario ad hoc da somministrare in più fasi, il benessere psico-fisico e gli stili di vita delle persone aderenti.

3) Health Examination Survey (HES), che rileverà alcuni parametri antropometrici e di performance fisica (peso, altezza, stato nutrizionale, pressione arteriosa ecc.). Questo ramo dello studio prevede la chiamata attiva dei partecipanti presso il Centro di Medicina dello Sport dell'Ausl di Modena, dove gli utenti effettueranno i test di performance e verranno sottoposti alle misure previste.

Test di valutazione:

- Test del cammino dei sei minuti (six minute walking test - 6MWT)
- Test di equilibrio (test di Romberg, tandem test)
- Test di forza muscolare (Chair sit to stand test e Handgrip test con dinamometro)

4) Sorveglianza PASSI che permetterà di rilevare su tutta la popolazione adulta (18-69 anni) del Comune di Modena il benessere psico-fisico, i fattori di rischio comportamentale e la mobilità attiva. Questo permetterà di avere un confronto tra la popolazione aderente al progetto e tutta la cittadinanza comunale e provinciale. Saranno possibili anche confronti con il livello regionale e nazionale.

## VALUTAZIONE INDIRETTA DEI BENEFICI ECONOMICI E SANITARI

La valutazione dei benefici sanitari sarà inoltre effettuata tramite l'utilizzo di HEAT - Health Economic Assessment Tool for cycling and walking [5], strumento on-line messo a punto dall'OMS per stimare il risparmio economico derivante da una riduzione della mortalità legata a una maggiore diffusione del camminare e dell'usare la bicicletta in modo regolare. HEAT è pensato per un'ampia gamma di professionisti, oltre a quelli della sanità, sia a livello nazionale che locale: decisori nel settore dei trasporti, ingegneri del traffico, gruppi di interesse, economisti della salute, esperti di attività fisica e di promozione della salute. Permette inoltre di stimare la riduzione del rischio di mortalità se l'attività fisica diventa abitudine e non eccezione.

Nel contempo sarà sperimentato il meccanismo di certificazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e il processo di valorizzazione dei titoli di efficienza energetica da misure di *mobility management* allo scopo di contribuire a mantenere il finanziamento dei buoni mobilità alla fine del progetto e oltre l'esaurimento delle risorse previste in questa richiesta di finanziamento.

L'originalità e la forza del progetto Bike to Work Modena sta nella molteplicità degli approcci che consentono di avere una valutazione multidisciplinare. La mobilità attiva, soprattutto nelle città, non è solo una soluzione ottimale per raggiungere i livelli raccomandati di attività fisica, ma è anche un modo per ottenere benefici sull'ambiente.

## BIBLIOGRAFIA

WHO World Health Organization. *Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020*. ISBN 978 92 4 150623 6

De Mei B, Cadeddu C, Luzi P, Spinelli A (Ed.). *Movimento, sport e salute: l'importanza delle politiche di promozione dell'attività fisica e le ricadute sulla collettività*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2018. (Rapporti ISTISAN 18/9).

## SITOGRAFIA

[https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/mobilita\\_sostenibile/dm\\_28\\_07\\_2016\\_208\\_mobilita\\_programma\\_sperimentale.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/mobilita_sostenibile/dm_28_07_2016_208_mobilita_programma_sperimentale.pdf)

Sistema di Sorveglianza PASSI  
<http://www.ausl.mo.it/dsp/passi>

Health economic assessment tools (HEAT) for walking and for cycling <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Transport-and-health/activities/guidance-and-tools/health-economic-assessment-tool-heat-for-cycling-and-walking>

# FOCUS: CITTÀ CIRCOLARI

# CITTÀ CIRCOLARE, OSSIMORO E SPERANZA

Simone Ombuen

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre

## IL CONCETTO DI “CITTÀ CIRCOLARE” È UN OSSIMORO

I cicli naturali nella loro interdipendenza sono definibili come circolari. In essi non esiste rifiuto, ma tutto – viventi e materia - rientra in quel perenne processo di trasformazione che quando trova le sue omeostasi dà luogo agli habitat distinguibili che conosciamo e in alcuni dei quali abitiamo.

È dai fenomeni naturali che deriviamo il concetto di circolarità applicata ai processi, giacché è l'osservazione della natura che ci dà le maggiori occasioni di riconoscerla (basti pensare al movimento dei corpi celesti); così come è l'ecosistema a esporci meglio di ogni altro il concetto di interdipendenza, nel quale nulla è in sé ma tutto esiste in quanto legato da relazioni – appunto – ecosistemiche.

Di ciò ha potuto profittare il genere umano, che grazie all'osservazione ha potuto comprendere le leggi che regolano i fenomeni naturali, e le ha poi usate per affermarsi come specie dominante. Le masse umane e il loro potere sulla natura attraverso la tecnica e la tecnologia sono così divenute determinanti, tanto da produrre il nome di una nuova era geologica, l'Antropocene ([Crutzen e Stoermer 2000](#)).

Nonostante le speranze intellettuali di una teoria unificata dell'armonia (Hofstadter 1984) l'uso umano delle risorse presenta andamenti molto diversi dai cicli naturali. Gli studi di Georgescu-Roegen, fondatore della bioeconomia, hanno definitivamente reso evidente come la materia utilizzata per usi antropici non riemerge mai come materia prima vergine, ma che le sue qualità d'uso risultino degradate in misura sempre maggiore via via

che essa venga reimpiegata, poiché nei diversi usi essa incorpora quote crescenti di entropia<sup>106</sup>. Un andamento quindi non circolare ma spiroidale, nel quale a ogni fase corrispondono periodi di recupero ecosistemico sempre più lunghi.<sup>107</sup> Il bilancio “a saldo zero” che sembra promettere il concetto di circolarità è quindi da considerare fuorviante, laddove venga assunto al di fuori di una consapevolezza ecosistemica, delle effettive capacità rigenerative dei cicli naturali e dei loro tempi.

È diffuso l'uso di valutare la sostenibilità delle azioni umane utilizzando concettualizzazioni intuitive e facilmente comprensibili, come ad esempio l'impronta ecologica, che rendono evidenti la limitatezza delle risorse naturali disponibili. Di esse si fa un utilizzo eminentemente quantitativo; ma si trascurano spesso di considerare aspetti qualitativi persino più importanti. È vero che i servizi ecosistemici erogati dalle componenti ambientali sono in grado di assorbire quote degli impatti generati dall'azione umana; ma quasi sempre **i tempi di tale recupero sono assolutamente fuori scala rispetto alla dimensione e alla rapidità della pressione antropica**. Dire che un certo materiale è completamente biodegradabile, ma omettere che impiega 500 anni a completare il suo ciclo di degrado, è presentare una verità solo in superficie.

Vi è poi un limite concettuale. Un ecosistema è tale in quanto comprende in sé tutte le interazioni e le interdipendenze, che in natura sono molto più elevate e sorprendenti delle nostre limitate capacità di descrizione e comprensione<sup>108</sup>. Per quanto si vogliano affinare strumenti di rappresentazione concettuale del funzionamento degli ecosistemi, siamo sempre limitati

<sup>106</sup> “... le ‘transazioni’ tra il processo economico e l'ambiente devono necessariamente includere, anche in uno stato stazionario, una certa quantità di materia disponibile per compensare la materia che viene continuamente e irrevocabilmente dissipata”. N. Georgescu-Roegen, *Analisi energetica e valutazione economica*, in “Bioeconomia” cit., p. 150

<sup>107</sup> Basti pensare alla quasi impossibile rinaturazione di molti dei suoli urbani degradati; un recente lavoro di ISPRA stima che l'85% dei suoli urbani attualmente sigillati in Italia sia da considerare definitivamente irrecuperabile.

<sup>108</sup> Come ben mostrano recenti e inattesi effetti del GCC come la fusione del permafrost o lo scioglimento subacqueo dei ghiacci artici, che si stanno sviluppando con una velocità e una intensità non previste dalle pur accurate analisi dell'IPCC.

dal fatto che **siamo in grado di comprendere pienamente le interdipendenze solo quando esse si manifestano**; cioè nello specifico quando gli effetti delle pressioni antropiche sono già divenuti tanto rilevanti da alterare gli equilibri naturali. Purtroppo l'umanità mostra di non essere in grado di una piena consapevolezza del fatto che **essa appartiene all'ecosistema** nel quale si è sviluppata, e non il contrario, e di praticare fattualmente le conseguenze di tale radicalmente diverso punto di vista, assumendo un approccio del conoscere come esser parte e non come modalità del dominare.<sup>109</sup>

**Una città, in quanto città, non può quindi essere completamente circolare, per definizione.** Può essere ambientalmente “sostenibile”, rispettosa per quanto possibile delle condizioni di naturalità nelle quali è necessariamente inserita, e da cui dipende; ma se si considerassero i servizi ecosistemici necessari al suo sostentamento, la porzione di territorio da annetterle per avere bilanci in pareggio – la sua impronta ecologica – sarebbe molto grande, da noi quasi sempre molto maggiore dell'intero territorio comunale. Anche una completa circolarità, ove mai possibile, non vorrebbe necessariamente dire “a km zero”, ma dipenderebbe comunque in misura molto significativa dall'intero ecosistema terrestre, per via dei molteplici e inderogabili vincoli d'interdipendenza.<sup>110</sup>

## PER UN USO CONSAPEVOLE DEL CONCETTO DI “CITTÀ CIRCOLARE”

Se è evidente la sostanziale impossibilità di giungere ad una “città circolare” nel senso compiuto del termine, dobbiamo quindi fare a meno del concetto di città circolare? No, non vi è motivo per un tale diniego. Se si tratta di un concetto non applicabile nel suo senso integrale, perché sarebbe fuorviante, va invece raccolto l'invito ad usarlo in altro modo; nel senso cioè che una città sostenibile e circolare è quella nella quale una serie sempre maggiore di cicli d'uso delle risorse sono

organizzati per la chiusura, con la tendenziale trasformazione di ogni rifiuto in materia prima seconda e con una maggiore consapevolezza e una progressiva riduzione (l'autosufficienza è impossibile) della sua (nostra) dipendenza ecosistemica. Nella consapevolezza che la logica di *policy design* di riduzione del danno che da ciò deriva, talvolta risulta inapplicabile: quando i livelli di pressione sulle componenti rischiano di varcare soglie di non ritorno, vale a dire quando si producono rotture nelle capacità di resilienza dei sistemi.

Molti pensatori (tra gli altri Virginio Bettini, Giorgio Nebbia, Nanni Campeol) si sono applicati alla definizione di matrici input-output e alla definizione di bilanci ecologico-ambientali (esempi ne sono le [tecniche CLEAR](#), o l'[EcoBUDGET](#)) per città e territori: come i bilanci di materia, di energia, di suolo, o i bilanci idraulici, che estendono all'insieme dell'ambiente urbano le metodiche di analisi chimico-fisica proprie dei laboratori sperimentali; o i bilanci termici che si utilizzano per studiare le isole di calore urbane e le relative misure di mitigazione.

Ma il cambio di dimensione dei fenomeni urbani, travolgendo il confine fra naturale e urbano, ha reso sempre più complessi i tentativi di costruire bilanci territoriali (senza un confine sulla base del quale definire i flussi ogni bilancio diviene aleatorio). D'altro lato l'accresciuta consapevolezza ecologico-ambientale ha reso sempre più evidente come l'ambiente antropizzato dipenda in modo sostanziale da servizi ecosistemici in gran parte extralocali.<sup>111</sup> Per questo le discipline urbane e territoriali tendono sempre più a guardare insieme i fenomeni, individuando veri e propri “ambienti insediativi”, bio-regioni urbane (Fanfani Magnaghi 2010) nelle quali le città vengono reintegrate nei loro ambienti e territori di appartenenza, con un processo logico di ri-regionalizzazione dell'urbano (Balducci Fedeli Curci

<sup>109</sup> La visione della natura contenuta nel testo del primo libro della Genesi: “*Siate fecondi e moltiplicatevi, riempite la terra e soggiogatela, dominate sui pesci del mare e sugli uccelli del cielo e su ogni essere vivente che striscia sulla terra*”, che poteva esser valida in una società pastorale, è foriera di profondi errori se applicata alla nostra realtà attuale, senza considerare il potere assunto dal genere umano.

<sup>110</sup> Per esempio, quando si sostituisce la combustione dei rifiuti organici con la digestione fermentativa si libera meno CO<sub>2</sub> in atmosfera, con un indubbio beneficio climatico; ma dato che più della metà dell'ossigeno atmosferico è prodotto dalle alghe e dal fitoplancton oceanico, la dipendenza dagli oceani per il fabbisogno di ossigeno si riduce solamente, non si azzerà.

<sup>111</sup> Come già detto, la metà dell'ossigeno è prodotta per fotosintesi da alghe e fitoplancton oceanico, e le zone di ricarica delle falde della pianura padana sono zone montane a volte distanti centinaia di chilometri.



2017), ed a classificare i sistemi ambientali in relazione al loro coinvolgimento nei fenomeni insediativi.

Tale tendenza è dapprima nata “in negativo”, secondo la logica dei “territori liberati”; distinguendo ad esempio nella pianificazione delle aree naturali protette fra le aree *core*, a nulla o bassissima interferenza antropica, e le aree via via più lontane, dalle aree buffer alle aree di complementarità, con pressioni antropiche via via maggiori. Ma si è più di recente evoluta sulla scia della identificazione e del valore delle reti ecologiche in ambito urbano; in tali elaborazioni si è passati a ricomprendere in particolare il periurbano come componente fondamentale per l'erogazione dei servizi ecosistemici in grado di donare capacità ecosistemica e sostenibilità alle città e agli ambienti insediativi a bassa densità caratterizzati da fenomeni di *sprawl* e di *sprinkling* (Romano et al. 2015).

### COMPLESSITÀ DEI CICLI “CHIUSI” E MERCATO

Anche nelle realtà virtuose la chiusura dei cicli presenta rilevanti difficoltà. Ad esempio, in uno dei cicli urbani più noti e sotto l'attenzione dei mezzi d'informazione, il ciclo dei rifiuti, anche nelle realtà più avanzate<sup>112</sup> spesso la quantità di materiale effettivamente recuperata ad un ulteriore uso è assai più bassa delle aspettative. “Per molto tempo ci è stato detto che il riciclo sarebbe stata la soluzione, ma di tutta la plastica prodotta a partire dagli anni '50 solo il 9% è stato correttamente riciclato” spiega Giuseppe Ungherese<sup>113</sup>, secondo cui “riciclare è importante, ma non basterà a salvare il Pianeta”.

Nonostante l'impegno profuso dal CONAI per l'incremento del recupero di materia nei cicli di produzione e consumo, le complessità e le fragilità dei cicli chiusi, già evidenziate da tempo in letteratura (von Bertalanffy, Georgesu-Roegen), non solo impediscono di fatto la realizzazione di recuperi di materia al 100%, ma mettono seriamente in dubbio la concreta gestibilità a livelli opportuni di obiettivi definiti come praticabili

(CONAI 2019) se non accompagnati da un ampliamento dei soggetti chiamati all'operatività.

È concettualmente errato pretendere di affidare esclusivamente ai soggetti del mercato l'attuazione di obiettivi che riguardano la ridefinizione radicale delle relazioni fra società umana ed ecosistemi naturali. Ciò perché il mercato, anche al netto degli aspetti speculativi, è una infrastruttura sociale e la sua razionalità di base è di tipo strumentale, non finalistico. Ciò non vuol dire che non si debba ulteriormente utilizzare leve di mercato, e sistemi di incentivi e disincentivi, per il perseguimento degli obiettivi di circolarità economica e urbana; ma serve tuttavia essere consapevoli che **tali leve non saranno MAI sufficienti**, e che una assunzione di responsabilità, politico-istituzionale come culturale e nei comportamenti diffusi, è indispensabile.

### CITTÀ CIRCOLARI TRA TRANSIZIONE ECOLOGICA E ADATTAMENTO CLIMATICO

La città è opera dell'ingegno umano, l'artefatto per antonomasia. Essa nasce per produrre un ambiente modellato sulle preferenze umane, distinto dall'ambiente naturale e – almeno all'inizio - da esso separato da recinti e muri. Con l'esplosione dell'urbano prodottasi con la rivoluzione industriale dalla metà del '700 e poi accelerata nel Novecento con la motorizzazione privata di massa, le città hanno travolto via via ogni limite fisico, acquisendo palese evidenza a scala geografica e innescando un impressionante fenomeno di consumo di suolo, tanto grave che oggi è prioritario attivare efficaci azioni di salvaguardia nei confronti dei suoli non urbanizzati e individuare politiche e strumenti per concentrare la domanda di trasformazioni e di insediamento di funzioni all'interno del patrimonio urbanizzato esistente, attivando quei processi di rigenerazione urbana da tempo invocati e che sono parte costitutiva dei documenti programmatici delle Nazioni Unite e degli organi comunitari, dal Patto di Amsterdam ad Europa 2030.

<sup>112</sup> Ad esempio a Parma, dove il sindaco Pizzarotti vinse la sua campagna elettorale proprio sui problemi del ciclo dei rifiuti, e dove opera uno dei sistemi di recupero più avanzati a livello nazionale, accade che una quota del 50-65% del materiale recuperato dalla locale multiutility Iren con il ciclo della differenziata venga poi comunque avviato all'incenerimento. Cfr. Luisiana Gaita su Il Fatto Quotidiano del 1.11.2019, al link <https://www.ilfattoquotidiano.it/2019/11/01/plastica-gli-italiani-raccogliono-e-la-separano-ma-un-rifiuto-su-due-va-in-inceneritore-soluzioni-meno-consumi-e-piu-riuso/5535280/>

<sup>113</sup> responsabile Campagna Inquinamento di Greenpeace Italia

**La rigenerazione urbana**, se riconnessa ad una visione olistica, va quindi anzitutto interpretata **a partire dalla capacità generativa e rigenerativa degli ecosistemi**. Occorre invertire l'istanza di separazione dall'ambiente naturale che all'origine del fenomeno urbano era solo parziale e che è via via divenuta sempre più profonda. Una città è in grado di rigenerarsi solo se esprime capacità generativa, così naturale come sociale ed economica, ed in particolare se le componenti ambientali presenti in città invece di essere segregate e separate vengono reintegrate funzionalmente con le *blue & green infrastructures*, in particolare con le componenti presenti nell'ambito periurbano nel quale si giocano le maggiori partite (fra cooperazione e conflitti) di una reintegrazione ecosistemica fra città e ambienti insediativi.

L'attivazione di processi circolari negli ambienti urbani rappresenta quindi un passaggio indispensabile per accedere a una transizione ecologica che investendo ogni aspetto del produrre e del consumare e della nostra vita quotidiana, ci porti sperabilmente a ridurre gradualmente l'attuale insostenibile livello di pressione antropica sull'ecosistema, causa di sconvolgimenti climatici che rischiano di mettere in causa perfino la sopravvivenza della specie umana.

La considerazione dei tempi e delle accelerazioni che il cambiamento climatico va in modo sempre più evidente dimostrando introducono nel tema della transizione alla circolarità dell'economia urbana delle stringenti priorità. Non è oggi solo indispensabile avviare e sostenere i diversi processi di chiusura dei cicli a scala urbana, ma occorre fissare specifici obiettivi di risultato, e sistemi di valutazione e monitoraggio che consentano di misurare l'avanzamento verso gli obiettivi fissati e di attivare tempistiche misure correttive quando si evidenzino scarti significativi rispetto ai *target* assunti.

Acqua, energia, materiali, mobilità, alimentazione, rifiuti, problemi che la promessa novecentesca di una civiltà

urbana pareva saper gestire, si riaprono nella nuova era dell'antropocene; ed aggravati da dimensioni molto maggiori di un tempo e dall'esaurimento di molte delle capacità rigenerative e di resilienza degli ecosistemi.

La tecnologia continua ad accrescere la potenza a disposizione degli individui e l'economia di piattaforma, affermatasi anche in Italia nell'ultimo decennio, trasforma i comportamenti collettivi in comportamenti individuali di massa<sup>114</sup>, riducendo così le occasioni di acquisire consapevolezza collettiva degli effetti cumulativi prodotti dalle scelte individuali.

Il continuativo aumento della mobilità di persone e merci ha alterato le condizioni di spaziotempo nella quotidianità dei cicli urbani; mentre una volta l'elemento di maggiore rigidità si presentava essere lo spazio, la progressiva sostituzione delle condizioni di prossimità con le nuove condizioni di accessibilità (Ombuen 2017) ha fatto sì che il tempo sia divenuto la condizione più rigida (e con in più il problema che il tempo ha una sola dimensione, mentre lo spazio ne ha tre).

Questi processi sono avvenuti in una contingenza storica che dal 2008, in concomitanza con la crisi finanziaria e poi con la conseguente crisi economica, ha visto in Italia un crollo degli investimenti pubblici in opere ed interventi di gestione del territorio, e con il blocco del turn-over una riduzione sostanziale delle capacità e delle competenze degli organi tecnici delle amministrazioni territoriali chiamati a svolgere le azioni di pianificazione, programmazione, coordinamento e controllo.

Ma occorre rimuovere un fraintendimento; anche per le precarie condizioni di finanza pubblica, si sbaglierebbe se si concepissero la rigenerazione di città e territori e la chiusura dei cicli solo nella logica delle tradizionali opere pubbliche, pur necessarie. Dinanzi alla relevantissima mutazione che gli insediamenti umani si trovano ad affrontare nessun risultato di qualche importanza sarà possibile se non ampiamente condiviso e partecipato,

---

<sup>114</sup> Il recente sviluppo dei social media e di nuove forme d'interazione sociale che tendono ad esaltare l'individuo stanno producendo l'illusione che la popolazione sia un insieme di soggetti. Il pensiero di Michel Foucault ci ha invece esposto in modo convincente come un tratto specifico della modernità e della sua governamentalità si ha quando "... *la popolazione come collezione di soggetti è sostituita dalla popolazione come insieme di fenomeni naturali*" (Foucault 2005, p. 256-257). La popolazione ha la sua naturalità poiché "... *tra ogni individuo e tutti gli altri si determina una serie di interazioni, di effetti circolari, di effetti di diffusione, capaci di instaurare un legame [...] spontaneo*"... "...*se la popolazione è dotata di una naturalità, di uno spessore e di meccanismi interni di regolazione ... la presa in carico della popolazione nella sua naturalità implica lo sviluppo ... di pratiche ... che fioriscono nella seconda metà del XVIII secolo*". L'era dei nuovi media sta alterando questa naturalità, così come l'approccio della governamentalità, che grazie alla tecnologia ha iniziato a collaudare metodi di controllo di massa dei singoli individui, grazie allo "scambio ineguale" oggi possibile fra visibilità individuale e messa a disposizione delle informazioni sui propri comportamenti e dati personali.

con l'assunzione collettiva dei valori e delle priorità che la rigenerazione ecologica richiede. La rigenerazione è quindi anzitutto umana, della *civitas*, e poi urbana, dell'*urbs*. Gli sfidanti obiettivi che è necessario assumere e lo stretto sentiero che occorre percorrere chiedono quindi un molteplice processo di ri-apprendimento collettivo: nei corpi tecnici e amministrativi chiamati a guidare processi nuovi e diversi, e nei corpi sociali chiamati ad essere i veri protagonisti di tali processi. Ma soprattutto nelle figure dirigenti del Paese, nella politica e nelle aziende come nei sindacati ed in altri corpi intermedi, chiamati a disegnare un futuro possibile ed auspicabile a partire da un quadro di contesto che vede assommarsi nuove minacce a debolezze e criticità già presenti e di cui solo di recente il Paese ha iniziato a comprendere rilevanza, dimensione e pervasività, e a rielaborarle nel suo senso comune. Contrariamente alla condizione naturale, per l'umanità **nessuna circolarità è possibile senza consapevolezza**, senza una definitiva riunificazione fra *res cogitans* e *res extensa* in una prospettiva ecosistemica.

### DALLA PIANIFICAZIONE DI ASSETTO ALLA GESTIONE INTEGRATA DI CICLI ED ASSETTI

Sul piano operativo occorre rifondare la pianificazione. Occorre trasformarla da articolazione di un metodo lineare che, vedendo le risorse come oggetto di appropriazione, consuma risorse e produce rifiuti, a funzione interattiva che, individuando le risorse come potenziale immanente costitutivo di identità e di valori, sia in grado di governare processi portandoli alla chiusura dei cicli e a quelle nuove forme di condivisione civile e sociale in grado di far divenire circolare anche il processo conoscenza-azione. Passare quindi da una pianificazione di assetto, quale quella che ci proviene dalla lunga storia della regolazione edilizia, ad una pianificazione operativa di tipo essenzialmente gestionale, che non separi il progetto dall'attuazione ma consideri la gestione sincretistica di flussi e assetti come condizione inderogabile dell'agire. E ciò non solo perché le condizioni di sostenibilità si concretizzano all'interno dei molteplici flussi di energia, materia e informazioni, ma anche perché l'aggravamento delle condizioni ambientali richiede l'assunzione di una stringente logica strategica,

costruita per priorità e con inderogabili vincoli temporali per il raggiungimento dei risultati.

Alcuni concetti di circolarità sono già entrati nella pratica, ad esempio i provvedimenti di blocco del traffico urbano in concomitanza con i picchi d'inquinamento, o l'introduzione dell'invarianza idraulica di recente operata in Lombardia, sia pur solo con riferimento alle trasformazioni urbanistico-edilizie. Più forte e di più ampio effetto sarebbe l'introduzione del concetto di neutralità climatica, data la pervasività degli effetti climatici in praticamente tutti i campi dell'azione umana (agricoltura, industria, produzione di servizi, residenzialità, mobilità, ecc.).

In alcune realtà regionali, ormai da molti anni all'avanguardia nella gestione dell'ambiente e del territorio, la sperimentazione di modalità strategiche di pianificazione sono ricche e varie (dalle Agende 21 locali alle componenti strategiche nella pianificazione per il governo del territorio, a esperienze avanzate di programmazione socioeconomica per lo sviluppo locale) e costituiscono importanti riferimenti da cui prendere le mosse. Ma senza un cambio di paradigma, una scossa generale nelle modalità di funzionamento del Paese e anzitutto delle amministrazioni pubbliche, la partita rischia di esser persa in partenza. L'assunzione di una logica strategica, per obiettivi e risultati, deve quindi a mio avviso prendere le mosse dalla riforma della contabilità generale dello Stato, ed a cascata nel modo di costruire i bilanci di tutto il settore pubblico. In una società dominata dal denaro e dalla logica dello scambio come generatore simbolico di ultima istanza **ciò che non si conta non conta**.<sup>115</sup> Per ottenere la rapida transizione necessaria perché il cambio di paradigma risulti efficace in tempo con l'aggravarsi dei fenomeni, si possono usare i criteri di contabilità pubblica sia per affiancarli con le valutazioni di sostenibilità, sia per aumentare drasticamente la capacità di coerenza delle politiche pubbliche; andando così a dare soluzione ad uno storico problema particolarmente grave in Italia (Dente 1995) ed insieme aumentando attraverso criteri di coerenza fra bilanci la capacità e la velocità di spesa, e le possibilità di individuare e rendere operative risorse disponibili ad obiettivi, spesso celate dietro gli invalicabili muri dei criteri di competenza.

<sup>115</sup> Devo ad Umberto Galimberti tale illuminante constatazione.

## DENSITÀ E POPOLAZIONE

Attualmente in Italia, stante una dinamica demografica che vede i saldi naturali gravemente e costantemente negativi per l'oggi e per un futuro prevedibilmente lungo, l'urbanizzazione e l'edificazione mostrano una più elevata correlazione con le correnti migratorie, che a loro volta si indirizzano nei contesti territoriali che hanno mercati del lavoro capaci di offrire opportunità (Ombuen 2019).

Semplici criteri di efficienza nell'uso delle risorse suggerirebbero di aumentare l'utilizzo del patrimonio costruito con azioni di rigenerazione urbana, per non costruirne di nuovo e per non perdere l'entropia già contenuta nel costruito esistente. Ciò vale di sicuro per i territori a più elevata urbanizzazione, ma tanto più anche per il grande patrimonio insediativo dei centri minori ed interni, oggi afflitti da gravi e crescenti fenomeni di calo demografico, di impoverimento sociale ed economico, di aumento dell'età media della popolazione.

In un'epoca di digitalizzazione e virtualizzazione progressiva, spostare il lavoro dove c'è patrimonio insediativo sarebbe molto più semplice e economico che spostare le persone e le loro esigenze di urbanizzazione dove c'è lavoro. Tale politica avrebbe anche il grande vantaggio di ripopolare luoghi storici e di evitare l'abbandono delle zone interne, garantendo presidio territoriale, dando occasioni di lavoro nel settore della cura del territorio e della lotta al dissesto idrogeologico, e sostenendo nel contempo le produzioni e le tipicità locali, ed in generale un modello di più elevata sostenibilità ambientale e sociale in grado di combattere le crescenti disuguaglianze che l'attuale modello di sviluppo produce.

Gli sviluppi del Programma Operativo Nazionale "Aree interne" hanno portato a leggere sistemi urbani di rango sui quali le Aree interne selezionate dalla Strategia gravitano per i servizi di livello superiore, individuando figure territoriali funzionali più complesse di quelle semplicisticamente associabili alle evidenze delle disuguaglianze. La dimensione di riequilibrio nella sostenibilità che ne deriva supera definitivamente il limite urbano e pone in radice la necessità di valutare le forme di interdipendenza ecosistemica economica e sociale sulle quali la Strategia interviene, con una definitiva reintegrazione fra insediamenti e territori in una visione

di circolarità e di metabolismo dei flussi. L'auspicio è che le sperimentazioni ed i metodi di tali nuovi approcci al *policy design* possano nel prossimo ciclo di programmazione estendersi alla generalità delle politiche, sia a quelle della programmazione comunitaria ma anche alle politiche ed alle pianificazioni ordinarie, che a causa della forte riduzione dei flussi di risorse prodottasi dal 2010 in poi hanno anche vissuto un brusco calo delle loro capacità d'innovazione e di aggiornamento alle nuove e sempre più sfidanti condizioni di contesto.

## MATERIA, NESSO MATERIA-ENERGIA E BILANCIO DELLE EMISSIONI

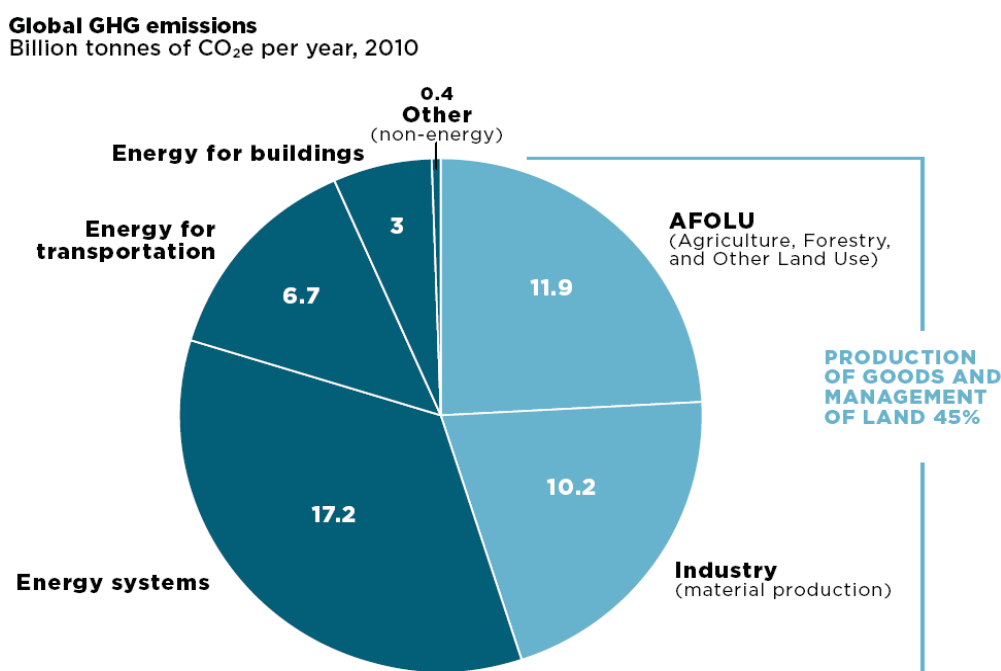
La produzione di merci e manufatti espressa da agricoltura e industria produce a livello planetario circa il 45% del totale delle emissioni climalteranti (Ellen MacArthur Foundation 2019). Se si vuol prendere sul serio la sfida della circolarità dei sistemi produttivi come componente della sostenibilità complessiva, non si tratta quindi solo di cambiare la produzione di energia verso fonti rinnovabili, ma anche di abbattere i consumi di energia e materia nella produzione, sia riducendo i consumi dei cicli produttivi sia allungando molto il ciclo di vita dei prodotti.

Ad esempio, calcolando il decadimento nel tempo nella capacità produttiva e i consumi energetici connessi alla produzione, al montaggio e allo smaltimento a fine vita, si stima che rispetto ai 20 anni circa di periodo di vita di un pannello fotovoltaico solo sei siano effettivamente utili a produrre un saldo energetico positivo. Invece valori molto più positivi si riscontrano in altri sistemi di produzione di FER, come l'eolico o l'idrico. La parsimonia nell'uso dei materiali e il loro riutilizzo a seguito dell'esaurimento del primo ciclo d'uso sono quindi condizioni essenziali per avviare il disaccoppiamento fra produzione, tasso di sviluppo ed emissioni climalteranti. A ben riflettere anche gli interventi di messa in sicurezza sismica e di efficientamento energetico del patrimonio edilizio esistente, se a volte apparentemente poco economici (dal punto di vista monetario varie volte sarebbe più conveniente demolire e ricostruire anziché adeguare), in realtà corrispondono alle esigenze di un approccio circolare. E non solo perché consentono la riutilizzazione, ma anche perché salvaguardano il patrimonio di entropia già incorporato negli edifici



esistenti, che verrebbe disperso da una demolizione/ricostruzione. Il fatto diviene evidente se si considera l'intensità di lavoro per unità energetica impiegata: demolizione e ricostruzione sono oggi attività fortemente meccanizzate, che impegnano grandi quantità di energia e di materia ma uno scarso contributo

di lavoro. Al contrario gli interventi di adeguamento del patrimonio sono ad elevata intensità di lavoro e a bassa intensità energetica, e quindi anche caratterizzati da molto più limitate emissioni climalteranti.



Note: "Industry" and "AFOLU" include their own energy-related emissions but not indirect emissions from electricity and heat production.  
 Source: IPCC, "IPCC's Fifth Assessment Report (AR5)" and Material Economics analysis.

## MOBILITÀ

La transizione dalla mobilità con combustibili fossili ad una mobilità completamente elettrica è possibile, al netto di alcune criticità per la reperibilità di alcuni minerali rari (Monti Barbieri Armaroli 2019). La migliore efficienza della trazione elettrica ridurrebbe di circa due terzi i consumi energetici, e la transizione avrebbe inoltre buoni effetti sulla ricerca e sull'innovazione industriale. Il futuro delle città circolari dovrebbe però vedere lo sviluppo di

una mobilità complessivamente più sostenibile, con la drastica riduzione della mobilità privata di massa a favore di mobilità collettiva sostenibile.<sup>116</sup> La domanda di mobilità è in continua crescita poiché connessa al diritto di accesso a molteplici dimensioni della vita urbana e al "right to the city"; per la credibilità di un modello di vita urbana pienamente sostenibile è quindi assolutamente necessario l'allestimento di risposte adeguate a tale crescente domanda.

<sup>116</sup> "Va sottolineato che l'obiettivo finale della rivoluzione elettrica non dovrebbe essere la replica del sistema attualmente inefficiente e insostenibile fortemente basato sulla mobilità individuale, con una popolazione urbana in aumento intrappolata negli ingorghi, sebbene "elettrica". La grande transizione che potrebbe essere realizzata entro i prossimi 30 anni riguarda principalmente lo sviluppo di trasporti pubblici, di massa, leggeri e intelligenti, che comportano autobus / metropolitane, ferrovie, piste ciclabili, mobilità condivisa, guida autonoma. L'espansione auspicabile del mercato degli autoveicoli elettrici è solo uno degli ingredienti per realizzare un cambiamento radicale del sistema di trasporto verso paradigmi nuovi, razionali ed efficienti sotto il profilo delle risorse che rendono le città progettate per le persone e non per le automobili." (Monti Barbieri Armaroli 2019)



## CONCLUSIONI

Sono le città i luoghi dove siamo chiamati già oggi a combattere la battaglia decisiva per la sopravvivenza del Mondo per come lo conosciamo, prima di essere travolti da fenomeni in grado di porre termine alla vita di gran parte delle specie viventi, fra cui la nostra.

## BIBLIOGRAFIA

Balducci A, Fedeli V, Curci F (2017) a cura di, "Metabolismo e regionalizzazione dell'urbano", Guerini e Associati, Milano

von Bertalanffy L (1971) "Teoria generale dei sistemi. Fondamenti, sviluppo, applicazioni", ISEDI, Milano

Corticelli, E., Tondelli, S. (2017). Esperienze significative di rigenerazione urbana: verso la definizione di una nuova urbanistica a consumo di suolo nullo, in AA. VV., Proceedings of XIX Conferenza Nazionale SIU. "Cambiamenti. Responsabilità e strumenti per l'urbanistica al servizio del paese", Roma Milano, Planum Publisher, 1312–1317.

CONAI (2019) "Pensare circolare. Risorse e idee per la sostenibilità", RCS, Milano

CRESME, CNAPPC, ANCE (2012). Riuso 2012. Città, mercato e rigenerazione. Analisi del contesto per una nuova politica urbana, Roma

Crutzen PJ, Stoermer EF (2000) The "Anthropocene", Global Change News Letter No.41 pp. 17-18, International Geosphere–Biosphere Programme

Dente B (1995) "In un diverso Stato. Come rifare la pubblica amministrazione italiana", Il Mulino, Bologna

Ellen MacArthur Foundation (2019) "Completing the picture: how the Circular Economy tackles Climate Change"

[https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Completing\\_The\\_Picture\\_How\\_The\\_Circular\\_Economy\\_Tackles\\_Climate\\_Change\\_V3\\_26\\_September.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Completing_The_Picture_How_The_Circular_Economy_Tackles_Climate_Change_V3_26_September.pdf)

Fanfani D, Magnaghi A, a cura di (2010) "Patto città campagna. Un progetto di bioregione urbana per la Toscana", Alinea, Firenze

Ciò "si può fare", sempre che si abbia un'idea concreta della dimensione e della rilevanza di ciò che occorre fare. E anche questo è un aspetto rilevante ed un campo d'intervento delle politiche per la circolarità; perché il "dover fare" è una dimensione che la politica ama poco, molto più attratta dal volere e dal potere, che fanno meglio rima con il consenso.

Foucault M (2005) "Sicurezza, territorio, popolazione", Feltrinelli, Milano

Gasparrini C (2017) "Waste, Drosscape and Project in the Reverse City", RE-CYCLE ITALY  
<http://recycleitaly.net/estratto/waste-drosscape-and-project-in-the-reverse-city/>

Georgescu-Roegen N (2003) "Bioeconomia", Bollati Boringhieri, Torino

Hofstadter D R (1984) "Godel, Esher, Bach", Adelphi, Milano

Singer C, Holmyard E J, Hall A R, Williams T I, eds (1954) "A History of Technology", Clarendon Press, Oxford

Monti F, Barbieri A, Armaroli N (2019) "Battery Electric Vehicles: Perspectives and Challenges". Substantia 3(2) Suppl. 2: 75-89. doi: 10.13128/Substantia-576

Ombuen S (2017) "Pianificazione urbanistica e pianificazione locale della mobilità" in "Qualità dell'ambiente urbano. XIII Rapporto. Focus su mobilità pedonale in città", pp. 133-140, ISPRA

Ombuen S (2019) "Territori che cambiano", in Ombuen S, Properzi P, "Rapporto dal Territorio 2019", Vol. II pp. 9-12, INU Edizioni, Roma

Romano B, Zullo F, Ciabò S, Fiorini L, Marucci A (2015) Geografie e modelli di 50 anni di consumo di suolo in Italia. Scienze e ricerche, 6, 17-28

Tondelli S (2019) a cura di, Report, "L'economia circolare nelle aree urbane e periurbane" gruppo di lavoro 5 "Città e Territorio", ICESP  
[https://www.icesp.it/landing/docs/gdl/gdl5/REPORT\\_GdL5\\_Citt%C3%A0%20e%20Territorio.pdf](https://www.icesp.it/landing/docs/gdl/gdl5/REPORT_GdL5_Citt%C3%A0%20e%20Territorio.pdf)

## SITOGRAFIA

COST – European Cooperation in Science and Technology, COST Action “Circular City Re.Solution”

<https://circular-city.eu/>

Ellen MacArthur Foundation  
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/cities-and-the-circular-economy>

European Union, European Circular Economy Stakeholder Platform  
<https://circulareconomy.europa.eu/platform/>

<https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/knowledge/completing-picture-how-circular-economy-tackles-climate-change>

OECD - A Territorial Approach to the SDGs  
<http://www.oecd.org/cfe/territorial-approach-sdgs.htm>

PRINT RE-CYCLE ITALY <http://recycleitaly.net/>

# GREEN PUBLIC PROCUREMENT E POLITICHE SUI RIFIUTI URBANI A FAVORE DELLA CITTÀ CIRCOLARE

Domenico Adamo e Silvana Garozzo  
ISTAT

Con l'adozione del piano nazionale dei Green Public Procurement gli acquisti di beni e servizi da parte della Pubblica amministrazione sono sempre più orientati a prodotti che garantiscano determinati requisiti di sostenibilità ambientale. Le questioni ambientali rappresentano ormai una parte rilevante nelle azioni di governo e il sistema produttivo dovrà orientarsi sempre più verso un modello di economia circolare, che investa in sostenibilità con riguardo all'intero ciclo di vita dei prodotti, diffondendo la pratica del riuso e del riciclo e rendendo minima la produzione dei rifiuti.

Le amministrazioni pubbliche hanno un ruolo fondamentale nell'indirizzare l'economia verso la transizione a un modello circolare. In tal senso è rilevante, anche alla luce della più recente evoluzione normativa<sup>117</sup>, considerare le misure che maggiormente contribuiscono a caratterizzare la *performance* sostenibile delle amministrazioni dei comuni capoluogo di provincia o città metropolitana in merito alle modalità di acquisizione di beni e servizi nell'ambito del Piano d'azione nazionale per il *Green Public Procurement* (PAN GPP). Il nuovo Codice degli appalti (D.lgs 50/2016) ha reso il GPP obbligatorio attraverso l'adozione dei *criteri ambientali minimi* (CAM) per l'acquisto di beni e servizi da parte delle pubbliche amministrazioni. Nelle intenzioni del Legislatore, l'adozione dei CAM nelle pratiche di acquisto (anche detti *acquisti verdi*), attraverso la leva della domanda pubblica, ha il fine di incentivare lo sviluppo del mercato di prodotti e servizi

con impatto sostenibile per l'ambiente nell'arco dell'intero ciclo di vita dei prodotti.

A fianco alla transizione verso un'applicazione piena del GPP vanno considerate le politiche da adottare in tema di rifiuti. Come previsto dalla direttiva quadro 2008/98/EC, queste politiche devono rispettare la seguente gerarchia nella definizione delle misure da porre in essere: 1) prevenzione, 2) preparazione per il riutilizzo, 3) riciclaggio, 4) recupero di altro tipo (ad es. il recupero di energia), 5) smaltimento. L'obiettivo è quello di disaccoppiare ciclo economico e pressione sull'ambiente, derivante dalla produzione di rifiuti, stimolando l'approdo all'economia circolare.

La città – dove si concentrano gran parte di attività economiche e pressioni antropiche sull'ambiente – appare l'ambito territoriale che meglio si presta ad osservare l'associazione di performance su GPP e gestione dei rifiuti urbani al fine di monitorare il grado di circolarità raggiunto.

## ACQUISTI VERDI NEI COMUNI CAPOLUOGO

Le tipologie di beni e servizi disciplinate dai CAM per le quali è stato effettuato almeno un acquisto nel 2017 dalle amministrazioni dei comuni capoluogo<sup>118</sup> sono soprattutto la carta (75% dei 109 capoluoghi), le cartucce per stampanti (69%), le apparecchiature elettroniche per ufficio (58%), gli arredi per ufficio (51%) e i servizi di pulizia e i prodotti per l'igiene (48%).

Il 79% delle amministrazioni comunali che ha acquistato la carta lo ha fatto applicando i CAM (tra cui Torino,

<sup>117</sup> In Italia la normativa è riassunta nel Piano d'Azione Nazionale per gli Acquisti Verdi (PAN Green public procurement)<sup>117</sup>, aggiornato con D.M. 10 aprile 2013.

<sup>118</sup> I comuni capoluogo di città metropolitana sono: Torino, Genova, Milano, Venezia, Bologna, Firenze, Roma, Napoli, Bari, Reggio di Calabria, Palermo, Messina, Catania e Cagliari.

Genova, Milano, Venezia, Bologna, Firenze, Roma, Bari, Palermo, Catania e Cagliari). La carta, quindi, oltre a essere il prodotto acquistato dal maggior numero di comuni risulta nel contempo quello con la percentuale più elevata di coloro che hanno applicato i CAM. La percentuale di comuni capoluogo che ha effettuato acquisti verdi nel settore della ristorazione collettiva e delle derrate alimentari è del 76% (su 42 amministrazioni con almeno un acquisto, tra cui Torino, Milano, Firenze, Reggio di Calabria, Palermo e Cagliari). I beni e servizi relativi a cartucce per stampanti, arredi per ufficio, tessili e illuminazione pubblica vengono acquistati nel rispetto dei CAM da almeno il 70% dei comuni che hanno provveduto al loro approvvigionamento. Su 52 comuni capoluogo che hanno acquistato servizi di pulizia e prodotti per l'igiene, il 69% hanno applicato i CAM (tra cui Torino, Genova, Venezia, Bologna, Palermo e Cagliari). Inoltre, hanno effettuato acquisti verdi in veicoli e

apparecchiature elettroniche per ufficio circa il 65% dei capoluoghi (tra cui Torino, Genova, Venezia, Bologna, Roma e anche Bari e Palermo per quanto riguarda le sole apparecchiature elettroniche).

Dei 109 capoluoghi, 41 hanno applicato i CAM per tutte le tipologie di beni e servizi per i quali hanno fatto acquisti nel 2017 (sui 15 disciplinati dalla normativa), tra questi i capoluoghi di città metropolitana di Torino, Genova, Milano, Firenze, Roma, Napoli, Palermo e Messina (che ha però effettuato soltanto una tipologia di acquisto). Dei restanti comuni, 29 hanno applicato i CAM almeno sul 50% delle tipologie di acquisto effettuate (tra cui Venezia, Bologna, Bari, Reggio di Calabria, Catania e Cagliari). Invece, 12 comuni li hanno applicati su meno della metà e altri 12 su nessuna delle tipologie di acquisto effettuate. Infine, sono 15 i comuni che non hanno effettuato nessun tipo di acquisto di beni e servizi tra quelli disciplinati dalla normativa.

**Tabella 1** - Comuni capoluogo di provincia/città metropolitana che hanno effettuato acquisti con o senza CAM per le categorie di beni e servizi disciplinati dalla normativa. Anno 2017  
 Fonte: ISTAT, Rilevazione Dati ambientali nelle città

Tipologie di beni e servizi disciplinate dai CAM	Comuni che hanno effettuato acquisti		
	Totale	di cui con CAM	
	Numero	Numero	Percentuale
Apparecchiature elettroniche per ufficio	63	41	65,1
Arredi per ufficio	56	41	73,2
Arredo urbano	38	16	42,1
Ausili per l'incontinenza	10	5	50,0
Carta	82	65	79,3
Cartucce per stampanti	75	56	74,7
Edilizia	24	13	54,2
Illuminazione pubblica	30	21	70,0
Pulizia e prodotti per l'igiene	52	36	69,2
Rifiuti urbani	13	7	53,8
Ristorazione collettiva e derrate alimentari	42	32	76,2
Servizi energetici per gli edifici ( <i>illuminazione, climatizzazione</i> )	33	18	54,5
Tessili	33	24	72,7
Veicoli	37	24	64,9
Verde pubblico	29	18	62,1

## PREVENZIONE, RIDUZIONE E RICICLO DEI RIFIUTI URBANI NEI COMUNI CAPOLUOGO

Le amministrazioni comunali, nel fronteggiare i servizi connessi alla gestione dei rifiuti urbani, hanno il dovere di investire in politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani, affinché si raggiungano gli obiettivi, sempre più stringenti, previsti dalla comunità europea<sup>119</sup>. Le politiche di prevenzione e riduzione dei rifiuti urbani più diffuse riguardano le iniziative per promuovere l'approvvigionamento di acqua potabile di qualità in spazi pubblici. Queste sono adottate dal 57% dei comuni capoluogo, valore che raggiunge il 74% in quelli del Nord, tra cui Torino e Venezia, comuni capoluogo di città metropolitana, si attesta al 64% nei capoluoghi del Centro, compreso Firenze, e scende al 33% nel Mezzogiorno.

L'attuazione di buone pratiche in uffici, scuole e nidi comunali, come ad esempio l'impiego di stoviglie lavabili nelle mense comunali, la riduzione dell'uso della carta, la disponibilità di erogatori di acqua filtrata, avviene nel 55% dei capoluoghi ma ancora una volta le differenze territoriali sono considerevoli: l'85% dei capoluoghi del Nord, il 41% di quelli del Centro, tra cui Firenze e Roma, e il 28% di quelli del Mezzogiorno, tra cui Napoli e Palermo.

Particolarmente diffuse sono anche le campagne di sensibilizzazione in tema di prevenzione, svolte dal 54% dei capoluoghi. Al Nord si raggiunge il 70% (in cui rientrano tutti i comuni capoluogo di città metropolitana), al Centro il 59% (tra cui Firenze) mentre nel Mezzogiorno si scende al 33% dei capoluoghi, tra cui Palermo e Catania.

Altra politica fondamentale per prevenire e ridurre i rifiuti urbani è l'eliminazione degli sprechi alimentari, attuata dal 47% dei capoluoghi, il 55% di quelli del Nord (tra cui i comuni capoluogo di città metropolitana di Torino, Venezia e Bologna), il 32% di quelli del Centro (tra cui Firenze e Roma) e il 15% dei capoluoghi del Mezzogiorno.

Altrettanto rilevante è l'iniziativa che riguarda mercatini dell'usato, punti di scambio e centri per il riuso, diffusa nel 36% dei comuni capoluogo, soprattutto al Nord (60%, tra cui tutti i comuni capoluogo di città metropolitana), nel 32% dei capoluoghi del Centro e nel 10% di quelli del Mezzogiorno, tra cui Catania.

L'applicazione di sconti a utenze non domestiche che attuano politiche di prevenzione, riduzione e/o riciclo dei rifiuti urbani, è prevista dal 36% dei capoluoghi, soprattutto nel Centro-nord (oltre il 40%, tra cui Venezia), meno nel Mezzogiorno (28%, tra cui Bari, Palermo e Catania).

Un'iniziativa che comincia a diffondersi riguarda l'uso di stoviglie biodegradabili o lavabili in sagre e manifestazioni temporanee, avviata dal 32% dei comuni capoluogo: poco più del 53% dei capoluoghi del Nord (tra cui tutti i comuni capoluogo di città metropolitana, tranne Milano), circa il 36% di quelli del Centro (tra cui Firenze) e il 5% di quelli del Mezzogiorno, tra cui Napoli.

Inoltre, per ridurre gli imballaggi e dematerializzare la pubblicità e le comunicazioni alla clientela, il 17% delle amministrazioni ha attivato accordi con la grande distribuzione, soprattutto al Nord, dove li sottoscrive il 21% delle città, tra cui Torino e Bologna; molto meno al Centro (18%), dove li attuano Firenze e Roma, e nel Mezzogiorno (13%).

Infine, è ancora scarsa ovunque la presenza di centri di riparazione o preparazione al riutilizzo, attivi soltanto in 14 comuni capoluogo, tra cui Torino, Venezia e Genova, così come le misure volte a incentivare l'uso di pannolini lavabili, applicate soltanto da 9 capoluoghi.

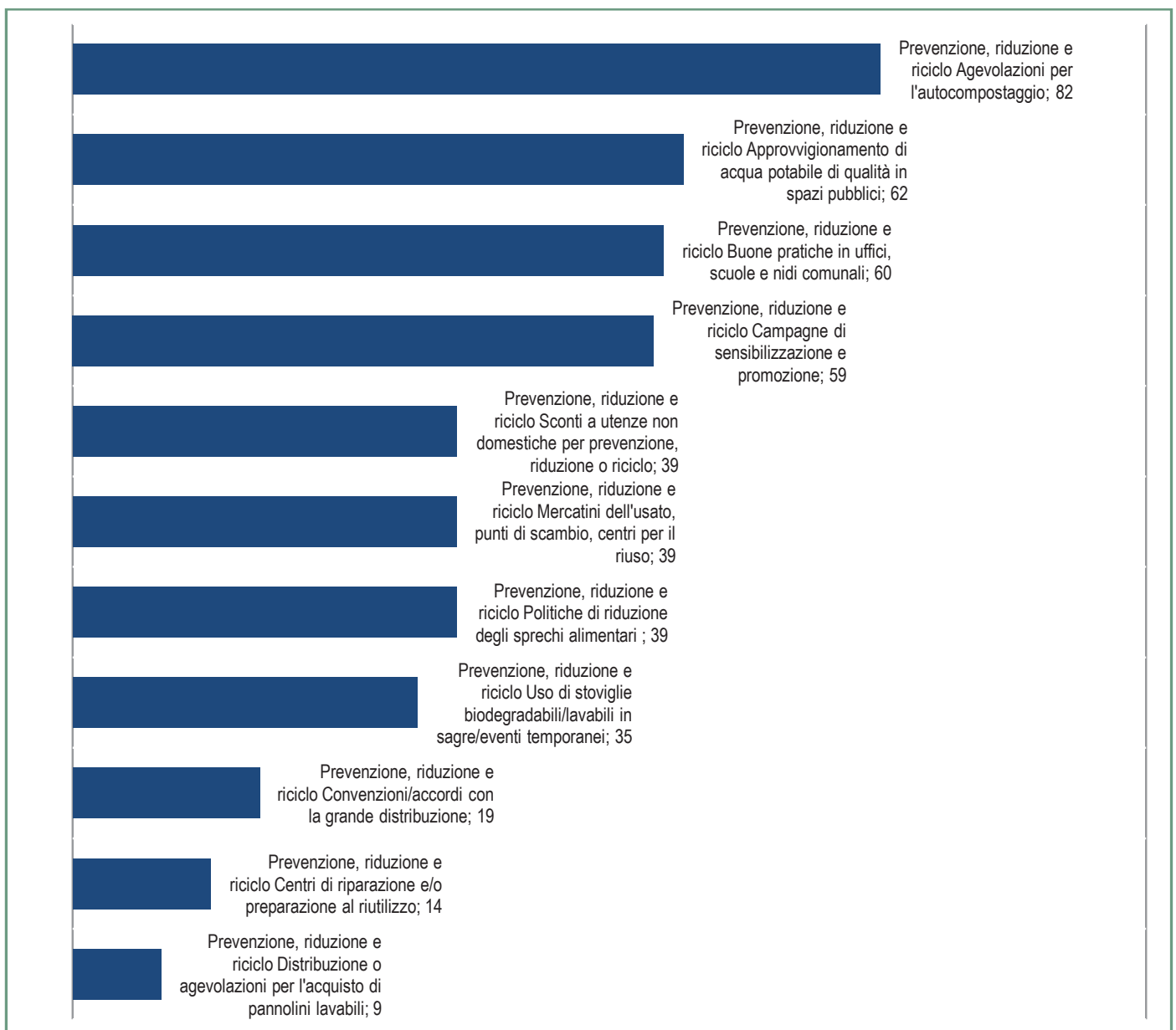
In tema di riciclo, una politica largamente attuata dai comuni capoluogo riguarda l'autocompostaggio, con l'obiettivo di incrementare il coinvolgimento diretto e la coscienza ambientale, applicando agevolazioni alle utenze che lo praticano. Sono circa il 75% le amministrazioni che hanno adottato tale politica: tutti i comuni capoluogo di città metropolitana, ad eccezione di Torino, e anche quelli con oltre 200mila abitanti (86% nel Centro, 79% al Nord e 65% nel Mezzogiorno).

<sup>119</sup> In base alla Direttiva quadro 2008/98/CE (recepita in Italia attraverso le modifiche alla parte IV del decreto legislativo 3 aprile 2006 n.152, attuate dal d.lgs. 3 dicembre 2010 n. 205) entro il 2020, la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio di rifiuti quali, come minimo, carta, metalli, plastica e vetro provenienti dai nuclei domestici, e possibilmente di altra origine, nella misura in cui tali flussi di rifiuti sono simili a quelli domestici, sarà aumentata complessivamente almeno al 50% in termini di peso. La direttiva quadro è stata ampiamente modificata dalla direttiva 2018/851/UE, che ha aggiunto ulteriori obiettivi per la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio dei rifiuti urbani, da conseguirsi entro il 2025 (55%), 2030 (60%) e 2035 (65%).



Gli utenti che scelgono di realizzare il compost non conferiscono ai tradizionali sistemi di raccolta la frazione umida dei loro rifiuti domestici, ma la utilizzano per l'autoproduzione di fertilizzanti naturali di elevata qualità ecologica, che reimpiegano direttamente. L'incentivo più frequentemente adottato dai comuni che hanno optato per questo tipo di agevolazioni è la

riduzione della tariffa per il servizio di gestione dei rifiuti urbani alle utenze che praticano il compostaggio domestico, prevista dal 69% delle amministrazioni (il 7% la prevede anche per le utenze non domestiche); altri incentivi sono la distribuzione gratuita della compostiera (43%) e l'offerta di corsi di compostaggio (poco più del 7%).



**Grafico 1** - Politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani nei comuni capoluogo di provincia o di città metropolitana. Anno 2017, numero di comuni

Fonte: ISTAT, Rilevazione Dati ambientali nelle città

Nel 2017, l'analisi delle politiche complessivamente adottate dai 109 comuni capoluogo (quelle esaminate

sono in tutto 11) restituisce il classico gradiente Nord – Centro – Mezzogiorno. Sono 35 le città che attuano

almeno 6 politiche in tema di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani. La maggiore concentrazione di comuni si ha al Nord (77%), tra cui Torino, Venezia, Bologna. Decisamente minore quella dei comuni del Centro (20%), tra cui Firenze. Nel Mezzogiorno soltanto il comune di Matera raggiunge questo livello.

Altri 27 capoluoghi attuano 4 o 5 politiche tra quelle considerate, il 44% tra quelli del Nord, tra cui Genova, comune capoluogo di città metropolitana, il 22% al Centro, tra cui Roma, e il 33% circa nel Mezzogiorno, tra cui Napoli, Palermo e Catania. Infine, i restanti 47 comuni applicano non più di 3 politiche in tutto e sono particolarmente concentrati nel Mezzogiorno, con il 64% dei capoluoghi, tra cui Bari, Reggio di Calabria, Messina e Cagliari. Il 17% si collocano al Nord, tra cui Milano, e il 19% al Centro. Considerando più nel dettaglio il numero totale di politiche di prevenzione, riduzione e riciclo adottate da ciascun comune, tra le 11 analizzate, le migliori performance si registrano per Torino, Venezia, Ferrara e Prato che ne hanno attuate almeno 9; seguono La Spezia, Monza, Modena, Bologna, Forlì Pistoia e Pesaro (con 8 politiche). Altri 38 capoluoghi ne attuano almeno la metà (da 5 a 7), mentre 7 neanche una.

### GPP E POLITICHE SUI RIFIUTI URBANI: PUNTI DI CONVERGENZA NELLE CITTÀ CIRCOLARI

Gli strumenti di governance a disposizione delle amministrazioni nell'ambito del *Green Public Procurement* e della prevenzione dei rifiuti urbani costituiscono nel loro insieme una parte rilevante di ciò che è possibile attuare per favorire la circolarità dell'economia a livello locale. Lo sviluppo parallelo di queste azioni amministrative da parte degli enti locali può velocizzare il raggiungimento degli obiettivi previsti per l'economia circolare. Per questi motivi si intende analizzare in che misura i comuni capoluogo applichino in maniera convergente questi strumenti. A tale scopo sono stati classificati in base al numero di tipologie di beni e servizi, disciplinati dalla normativa, per le quali hanno effettuato acquisti applicando i CAM, suddividendoli in tre classi: a) comuni che non hanno applicato i CAM in nessun acquisto, b) comuni che hanno applicato i CAM per almeno una tipologia di acquisto, c) comuni che hanno applicato i CAM in tutte le tipologie di

acquisto effettuate. Rimangono 15 comuni che non hanno effettuato alcun tipo di acquisto di beni e servizi disciplinati dai GPP.

Dal lato delle politiche sui rifiuti urbani, invece, i capoluoghi sono stati classificati in base al numero di politiche di prevenzione, riduzione e riciclo attuate dalle amministrazioni comunali (sulle 11 considerate nell'indagine) ottenendo le seguenti tre classi: a) comuni che hanno attuato fino a 3 politiche, b) comuni che hanno attuato 4 o 5 politiche, c) comuni che hanno attuato 6 e più politiche.

Considerando congiuntamente le due classificazioni, si è costruito uno schema di ricodifica per rappresentare l'abbinamento dei due fattori considerati, attraverso una scala crescente che va da (1) - peggiore performance - a (5) - migliore performance. I gruppi (1) e (2) rappresentano le situazioni più deboli, — (1) *nessun acquisto con CAM e fino a 3 politiche* e (2) *nessun acquisto o almeno un acquisto con CAM (o nessun tipo di acquisto<sup>120</sup>) e fino a 5 politiche*; sulla diagonale principale si posiziona il gruppo (3), che rappresenta la situazione media — *tutti gli acquisti con CAM e fino a 3 politiche / almeno un acquisto con CAM e 4 o 5 politiche / nessun acquisto con CAM e più di 5 politiche*; infine, i gruppi (4) e (5), a cui corrispondono le migliori performance delle amministrazioni — (4) *almeno un acquisto con CAM o tutti gli acquisti con CAM e più di 3 politiche* e (5) *tutti gli acquisti con CAM e più di 5 politiche*.

I 15 capoluoghi che non hanno effettuato nessun tipo di acquisto tra quelli disciplinati dai CAM, e che quindi non possono essere classificati in base all'applicazione o meno dei CAM, hanno però attuato fino a 5 politiche sui rifiuti urbani. Nello schema congiunto delle due classificazioni, si è scelto di conteggiarli nel gruppo (2) e non nel gruppo (1), in modo da non penalizzarli eccessivamente. (vedi **Prospetto 1**).

<sup>120</sup> Comuni che non hanno fatto alcun acquisto di beni e servizi disciplinati dai CAM.

**Prospetto 1** - Schema di classificazione congiunta per acquisti con o senza CAM e politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani

		Numero di politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani		
		Fino a 3	4 – 5	6 e più
Acquisti	Nessuno con CAM	(1)	(2)	(3)
	Almeno uno con CAM	(2)	(3)	(4)
	Tutti con CAM	(3)	(4)	(5)

**Legenda:**

- (1) = nessun acquisto con CAM e fino a 3 politiche
- (2) = nessun acquisto o almeno un acquisto con CAM (o nessun tipo di acquisto) e fino a 5 politiche
- (3) = tutti gli acquisti con CAM e fino a 3 politiche / almeno un acquisto con CAM e 4 o 5 politiche / nessun acquisto con CAM e più di 5 politiche
- (4) = almeno un acquisto con CAM tutti gli acquisti con CAM e più di 3 politiche
- (5) = tutti gli acquisti con CAM e più di 5 politiche

Distribuendo i 109 comuni capoluogo in base allo schema appena esposto, 48 si collocano nei gruppi (4) e (5) con le performance più elevate, nella classe centrale

(3) abbiamo 19 comuni, infine nei gruppi (1) e (2) con le performance più deboli ricadono 42 città.

**Tabella 2** - Numero di Comuni capoluogo di provincia/città metropolitana per classi di acquisti con o senza CAM, relativi alle tipologie disciplinate dai GPP, (o con nessun tipo acquisto) e politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani. Anno 2017

Fonte: ISTAT, Rilevazione Dati ambientali nelle città

		Numero di politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani			Totale
		Fino a 3	4 – 5	6 e più	
Acquisti	Nessuno con CAM	9	6 (a)	-	15
	Almeno uno con CAM	27 (b)	8	18	53
	Tutti con CAM	11	13	17	41
Totale		47	27	35	109

(a) Di cui 3 capoluoghi con nessun tipo di acquisto tra quelli disciplinati dai CAM

(b) Di cui 12 capoluoghi con nessun tipo di acquisto tra quelli disciplinati dai CAM

Considerando la distribuzione dei 5 gruppi di capoluoghi individuati (prospetto 1) in base alla ripartizione geografica, emerge una predominanza delle performance più elevate, (4) e (5), in corrispondenza del

Nord; per contro si ha una prevalenza di comuni appartenenti al gruppo (2) nel Mezzogiorno. (vedi **Tabella 3**)

**Tabella 3** - Numero di Comuni capoluogo di provincia/città metropolitana per classi di acquisti (con o senza CAM, relativi alle tipologie disciplinate dai GPP), politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani e ripartizione geografica. Anno 2017

Fonte: ISTAT, Rilevazione Dati ambientali nelle città

Ripartizione Geografica	Classi di acquisti con o senza CAM e politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani (*)					Totale
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
Nord	3	3	6	21	14	47
Centro	1	6	5	8	2	22
Mezzogiorno	5	24	8	2	1	40
<b>Totale</b>	<b>9</b>	<b>33</b>	<b>19</b>	<b>31</b>	<b>17</b>	<b>109</b>

(\*) Vedi prospetto 1

**Tabella 4** - Numero di Comuni capoluogo di provincia/città metropolitana per classi di acquisti (con o senza CAM, relativi alle tipologie disciplinate dai GPP), politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani e classi percentuali di raccolta differenziata dei rifiuti urbani. Anno 2017

Fonte: ISTAT, Rilevazione Dati ambientali nelle città

Classi di raccolta differenziata dei rifiuti urbani	Classi di acquisti con o senza CAM e politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani (*)					Totale
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
Fino a 31,3%	4	11	5	1	1	22
Da 31,4% a 50,7%		8	5	7	2	22
Da 50,8% a 64,9%	1	10	5	11	6	33
Oltre 64,9	4	4	4	12	8	32
<b>Totale</b>	<b>9</b>	<b>33</b>	<b>19</b>	<b>31</b>	<b>17</b>	<b>109</b>

(\*) Vedi prospetto 1

Un altro aspetto interessante da analizzare riguarda la distribuzione dei 5 gruppi rispetto alla quota di raccolta differenziata di rifiuti urbani dei comuni. Se da un lato non sono ancora visibili gli effetti dell'economia circolare sulla riduzione dei rifiuti prodotti, la cui quantità è tuttora fortemente dipendente dal trend economico, dall'altro la percentuale di raccolta differenziata è un indicatore di performance nella gestione dei rifiuti delle amministrazioni comunali. Rispetto allo schema congiunto dell'applicazione dei CAM e dell'adozione di politiche di riduzione dei rifiuti urbani, si può osservare come ci sia una concordanza tra i gruppi (4) e (5), relativi

alle performance migliori, e le quote più elevate di raccolta differenziata dei rifiuti urbani. Infatti, il numero di comuni di questi due gruppi si concentra maggiormente in corrispondenza delle quote più elevate di raccolta differenziata. Si distribuiscono uniformemente, invece, i comuni con le performance intermedie, appartenenti al gruppo (3), rispetto alle classi percentuali di raccolta differenziata. Anche per quanto riguarda i gruppi (1) e (2), delle performance più basse, non si nota una associazione significativa rispetto ai livelli di raccolta differenziata. (vedi **Tabella 4**).

Restringendo l'analisi soltanto ai capoluoghi delle città metropolitane si osservano associazioni non del tutto simili dei due fenomeni. Queste differenze possono essere ricondotte alle maggiori complessità nella gestione amministrativa delle grandi città. Nessuna di queste, infatti, raggiunge il 65% di raccolta differenziata, a causa sia dell'inefficacia gestionale sia dagli ingenti quantitativi di rifiuti da gestire. Le città di Torino e Firenze, appartenenti al gruppo (5), si collocano nelle classi percentuali di raccolta differenziata intermedie (con rispettivamente 44,7% e 50,8%). Tra le città del gruppo (4), Bologna, Genova, Napoli e Roma, si collocano in corrispondenza della classe medio-bassa di raccolta differenziata; Palermo, invece, con il 13,8% si posiziona nella classe bassa di raccolta differenziata. Venezia,

infine, si posiziona nella classe medio-alta con il 57,8%. Per quanto riguarda le città metropolitane appartenenti al gruppo (3), Messina e Catania si situano nella classe bassa di raccolta differenziata, la prima con il 14,2% e la seconda con l'8,4%, situazione peggiore tra i capoluoghi di città metropolitana. Milano con il 57,8% di raccolta differenziata ricade nella classe medio-alta.

A differenza di quanto avveniva nella distribuzione dei 109 comuni capoluogo, gli unici tre capoluoghi di città metropolitana con basse performance sia nei GPP sia nelle politiche sui rifiuti – gruppo (2) – sono altrettanto inadeguate nella raccolta differenziata. Cagliari si colloca nella classe bassa (28,9%), Bari (39,9%) e Reggio di Calabria (31,5%) appartengono a quella medio-bassa. (vedi **Tabella 5**)

**Tabella 5** - Comuni capoluogo di città metropolitana per classi di acquisti (con o senza CAM, relativi alle tipologie disciplinate dai GPP), politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani e classi percentuali di raccolta differenziata dei rifiuti urbani. Anno 2017

Fonte: ISTAT, Rilevazione Dati ambientali nelle città

Classi di raccolta differenziata di rifiuti urbani	Classi di acquisti con o senza CAM e politiche di prevenzione, riduzione e riciclo dei rifiuti urbani (*)					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Totale
Bassa (fino a 31,3%)	-	Cagliari	Catania Messina	Palermo	-	4
Medio-bassa (da 31,4% a 50,7%)	-	Bari Reggio di Calabria	-	Bologna Genova Napoli Roma	Torino	7
Medio-alta (da 50,8% a 64,9%)	-	-	Milano	Venezia	Firenze	3
Alta (oltre 64,9)	-	-	-	-	-	-
<b>Totale</b>	-	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>14</b>

(\*) Vedi prospetto 1

Sebbene, si intravedano i primi risultati delle azioni che le amministrazioni locali mettono in atto per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità ambientale, è necessario

intensificare gli sforzi per ottenere livelli più elevati e recuperare i ritardi più consistenti che ancora permangono tra le diverse realtà territoriali.



## BIBLIOGRAFIA

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "*Norme in materia ambientale*", Parte quarta artt. 183 e 184.

Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive

Direttiva (UE) 2018/850 del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti

Rapporto rifiuti urbani 2018 ISPRA

## SITOGRAFIA

MATTM: I Criteri ambientali minimi l'Osservatorio europeo dei combustibili alternativi:  
<https://www.minambiente.it/pagina/i-criteri-ambientali-minimi>

ISTAT: Dati ambientali nelle città  
<https://www.istat.it/it/archivio/ambiente+urbano>

Catasto rifiuti: <https://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/index.php?pg=menuprodru&width=1366&height=768>

# ECONOMIA CIRCOLARE URBANA: VERSO UN INDICATORE A SUPPORTO DEI *POLICY MAKER*

Giacomo Di Foggia, Massimo Beccarello  
CESISP Università di Milano-Bicocca

## PREMESSA

Che cosa si intenda e come migliorare la competitività di un territorio è argomento di numerosi dibattiti tra accademici, comunità del mondo imprenditoriale, istituzioni e *policy maker*. E non da poco tempo. Per esempio ai più potrebbe venir in mente il celebre trattato sulla ricchezza delle nazioni di Adam Smith e, come approccio non è cambiato molto a distanza di oltre due secoli. A testimonianza di ciò si veda il numero di studi disponibili inerenti la competitività nel contesto globale. Per citarne uno, dal 1979 il World Economic Forum ha iniziato a sviluppare un modello per confrontare diversi paesi in termini di competitività attuale e prospettica proponendo differenti indici volti a misurare, rispettivamente, la competitività attuale, quella futura e quella complessiva, quest'ultimo noto come Global CI, Global Competitiveness Index (World Economic Forum, 2019).

Oggi, il termine competitività, che a livello nazionale rappresenta ancora il principale indicatore per comparare la creazione di ricchezza, non è più solo prerogativa di interi Stati ma un ruolo sempre più importante lo stanno acquisendo regioni, aree metropolitane e in generale le città. Proprio sulle città occorrerebbe porre l'accento soprattutto sulla loro capacità di essere fattore di sviluppo economico e coesione sociale. "*Città e la ricchezza delle nazioni*" è per esempio il titolo di un recente libro della famosa urbanista Jane Jacobs.

Le città rappresentano l'85% della produzione globale del PIL e sono anche grandi collezionisti di materiali e nutrienti, che rappresentano il 75% del consumo di risorse naturali. Le città producono anche il 50% dei rifiuti globali e il 60-80% delle emissioni di gas serra.

Con la loro elevata concentrazione di risorse, capitali, dati e talenti distribuiti su un'area geografica relativamente piccola, le città sono in una posizione unica per guidare una transizione globale verso un'economia circolare. Pertanto ciò che rende le città di successo deve essere una delle questioni più importanti dell'economia politica del XXI secolo. Ma cosa rende una città, una città di successo?

## CONTESTO

Nell'ambito delle politiche ambientali europee, stanno assumendo un ruolo sempre più rilevante l'insieme di provvedimenti per promuovere un modello di Economia Circolare. Il nuovo pacchetto europeo sull'economia circolare si prefigge di promuovere un sistema di progettazione, produzione e consumo di beni e servizi, nonché la gestione dei rifiuti e il riutilizzo dei materiali all'interno del sistema economico nel quale l'uso efficiente delle risorse è il pilastro portante dello sviluppo sostenibile (EC, 2015).

Come noto il pacchetto sull'economia circolare dell'Unione Europea comprende una strategia per l'economia circolare che stabilisce un programma d'azione concreto e ambizioso, con misure che coprono l'intero ciclo: dalla produzione e dal consumo fino alla gestione dei rifiuti e al mercato delle materie prime secondarie.

La transizione verso un'economia circolare richiede che i cittadini si impegnino attivamente nel cambiamento dei propri modelli di consumo.

A tale proposito è fondamentale, da un lato, creare le condizioni per mercati e efficienti sistemi di gestione dei rifiuti, dall'altro lato, creare un sistema di incentivi e comunicazione verso i cittadini per supportarne le

iniziative dal basso e stimolarne il comportamento virtuoso.

Per quanto concerne il primo punto, la gestione dei rifiuti, al fine di modernizzare i sistemi di gestione dei rifiuti all'interno dell'Unione nel 2018 è entrato in vigore un quadro legislativo europeo comprendente: una rimodulazione dei tassi di riciclaggio che seppur ambiziosi appaiono essere realistici, anche in virtù della semplificazione e armonizzazione delle definizioni e dei metodi di calcolo volti a chiarire la qualifica giuridica dei materiali riciclati e sottoprodotti.

Per quanto concerne la collettività il quadro legislativo recentemente entrato in vigore tende a rafforzare le norme e ad aggiungere nuovi obblighi in materia di raccolta differenziata siano essi rifiuti organici, rifiuti tessili e rifiuti pericolosi prodotti da nuclei domestici o rifiuti di costruzione e demolizione (EC, 2019).

In Italia la legge n. 221/2015 indica la necessità di sviluppare una strategia che favorisca la transizione da un modello economico di tipo lineare a uno di tipo circolare, per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali. Dato che la gestione degli scarti, che non sono da considerare rifiuti ma risorse da valorizzare e far entrare nuovamente nel ciclo economico, rappresenta una parte sempre più rilevante nell'ambito del più ampio concetto di gestione efficiente delle risorse, oltre agli orientamenti del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare alla legge 221/2015 risulta utile considerare le più recenti disposizioni ARERA in materia di rifiuti ed economia circolare. Nello specifico è da sottolineare la Delibera 443/2019/R/Rif, che definisce i criteri di riconoscimento dei costi efficienti di esercizio e di investimento. In particolare l'articolo 3 tratta di incentivi alle infrastrutture per l'economia circolare partendo dal presupposto che sebbene il servizio di igiene urbana sia sovente classificato come *labour intensive*, è evidente che per il raggiungimento degli obiettivi europei i territori devono dotarsi di infrastrutture per il trattamento. Analogamente gli articoli 4 e 5 si riferiscono alla determinazione delle entrate tariffarie e alla determinazione dei corrispettivi per l'utenza e intendono

introdurre segnali di prezzo volti a incentivare e premiare il comportamento virtuoso degli stakeholder siano essi utenti finali o operatori del settore<sup>121</sup>.

### EFFICIENZA DELLA GESTIONE DEI RIFIUTI: DRIVER PER L'ECONOMIA CIRCOLARE

Per promuovere un sistema di economia circolare, assume un ruolo centrale il servizio di gestione della raccolta dei rifiuti urbani. È quindi importante che politiche e la regolamentazione efficiente dei servizi pubblici locali siano progressivamente adottate anche nel settore della raccolta e smaltimento dei rifiuti per garantire la massima efficienza nella gestione del servizio alla luce del fatto che la filiera dei servizi ecologici si è profondamente evoluta verso un sistema complesso di gestione integrata di servizi (Di Foggia & Beccarello, 2018).

A livello nazionale questa trasformazione ha reso necessario un aggiornamento dei modelli di gestione dei rifiuti urbani che, in precedenza, erano svolti su base prevalentemente comunale. Negli anni novanta il servizio di gestione dei rifiuti era gestito in modo parcellizzato da una moltitudine di soggetti con scarse performance economiche e qualitative del servizio. Per superare questa frammentazione sono state introdotte misure per rafforzare le sinergie attraverso una riorganizzazione sovracomunale dei servizi per poter raggiungere gli obiettivi di economicità, di efficienza, pubblicità e trasparenza dell'attività pubblica.

Punto centrale del nuovo assetto organizzativo del servizio è stata l'istituzione degli ambiti territoriali ottimali che raggruppano e organizzano l'attività di gestione precedentemente sviluppata da più Comuni all'interno del quale sono organizzati servizi pubblici integrati. Ad oggi, l'esercizio delle funzioni amministrative in tema di gestione dei rifiuti, definito dalla disciplina statale, è attuato attraverso una serie di normative regionali che non sempre convergono alle disposizioni generali del codice ambientale (Perfetti, 2014). Nonostante la complessità organizzativa dei sistemi di gestione dei rifiuti, le *performance* del sistema nazionale, in termini di

---

<sup>121</sup> In particolare l'articolo 4 paragrafo 4.2 recita "Le entrate tariffarie determinate per ciascuna delle annualità 2020 e 2021 non possono eccedere quelle relative all'anno precedente, più del limite alla variazione annuale, che tiene conto, ai sensi dell'Articolo 4 del MTR: del tasso di inflazione programmata; del miglioramento della produttività; del miglioramento previsto della qualità e delle caratteristiche delle prestazioni erogate agli utenti; delle modifiche del perimetro gestionale, con riferimento ad aspetti tecnici e/o operativi.

obiettivi di raccolta differenziata, risulta ben posizionato a livello europeo (Arnaudo & Pietropaolo, 2011). Per esempio le performance della raccolta differenziata possono essere oggetto di analisi i cui risultati possono essere comunicati alla cittadinanza concorrendo allo sviluppo di una consapevolezza sui risvolti positivi che comportamenti virtuosi possono avere sulla collettività. Rappresentativo in questo caso è il Contatore ambientale. Nel caso del Contatore ambientale della raccolta differenziata di Milano, l'analisi è relativa alla vita del materiale dal momento in cui diventa rifiuto, fino alla preparazione per la trasformazione in nuovo prodotto, materia prima da riutilizzare, o in nuova energia. Una volta raccolti i dati sulla quantità di rifiuti raccolti e suddivisi nelle varie frazioni, vengono analizzati i passaggi sulle attività che occorrono per rigenerarli e renderli riutilizzabili in nuovi prodotti. Si usano, ad esempio, i dati relativi ai mezzi di trasporto e di movimentazione all'interno degli impianti, il relativo consumo di carburante, la produzione di ulteriori scarti, gli scarichi in acqua e le emissioni in aria dovuti ai processi di trattamento. Anche in questo caso i dati vengono elaborati attraverso un set di indicatori, in grado di restituire dati e cifre che esprimono in maniera sintetica i vantaggi della raccolta differenziata rispetto a uno scenario in cui i rifiuti vengono destinati esclusivamente alla discarica: emissioni di CO<sub>2</sub> risparmiate, minore consumo di acqua, energia elettrica non consumata, ri-prodotti confezionati con materiale riciclato, materie prime vergini risparmiate per produrre nuovi oggetti. Nello specifico con la raccolta differenziata del 2018 è stato misurato, per la prima volta, un risparmio di circa 350mila tonnellate di CO<sub>2</sub>, tre milioni di metri cubi di acqua, quasi duemila megawatt di energia elettrica. Gli obiettivi dichiarati di iniziative sono generare consapevolezza dei benefici ambientali e sociali derivati dall'adozione di buone pratiche comportamentali e di gestione dei rifiuti urbani, incrementare la diffusione della cultura ambientale anche attraverso interventi di sensibilizzazione e di educazione ambientale, fornire un contributo sempre maggiore al raggiungimento degli obiettivi nazionali e comunitari nel rispetto dei principi di economia circolare (Zavatta, 2019)

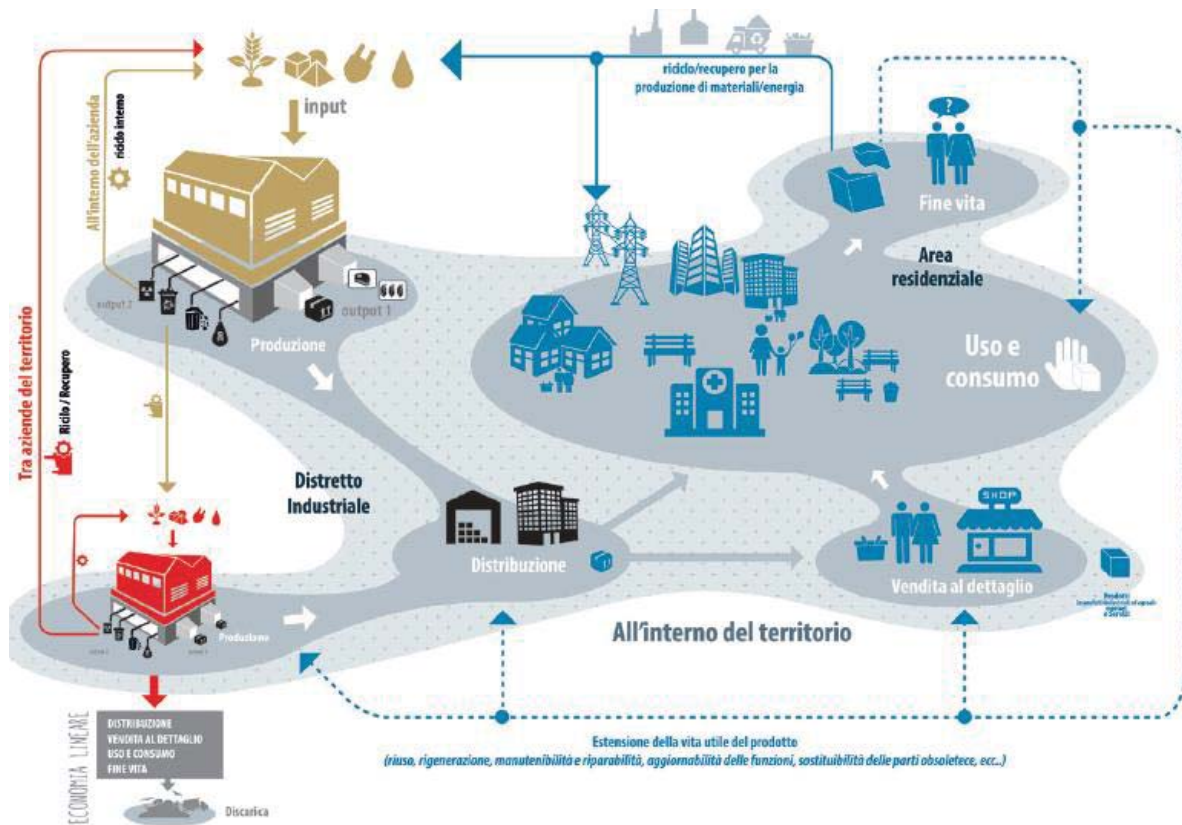
## MISURARE L'ECONOMIA CIRCOLARE

Come indicato dal documento del Ministero dell'Ambiente le azioni di economia circolare devono essere misurabili al fine creare valore. Non si può che concordare sul fatto che sia importante definire precisi riferimenti di misurabilità dell'economia circolare, in caso contrario risulterebbe complicato ottenere dei riscontri in termini di risultati dalle azioni perseguite o da perseguire e di conseguenza valutare i benefici in termini economici, sociali e ambientali. Ai fini della contabilità pubblica e della valutazione economica e finanziaria a prescindere dall'oggetto, per esempio città, prodotto, risorsa materiale, idrica o energetica, l'economia è in grado di assegnare un valore attraverso il sistema dei prezzi osservati o prezzi ombra. Misurare la circolarità è essenziale per dare concretezza e riferimenti univoci alle azioni perseguite o da perseguire: è fondamentale ottenere un riscontro che dimostri molto chiaramente i risultati ottenuti in termini di sostenibilità economica ed ambientale nella gestione delle risorse. Ne consegue l'importanza di identificare un insieme di parametri che permettano di quantificare la circolarità in base ai benefici che generano sia in termini di riduzione delle risorse non rinnovabili impiegate, sia in termini di risorse rinnovabili utilizzate. Questo approccio è relativamente semplice se si considerano la quantità di materiali impiegati oppure i consumi energetici, mentre risulta più articolato nel momento in cui deve essere valutata la circolarità di requisiti come l'estensione della vita utile di un prodotto o le attività di condivisione. Il tema della "misurazione della circolarità deve essere comunque affrontato principalmente a due livelli – macro: come strumento da applicarsi al sistema paese, – micro: come strumento da applicarsi al sistema delle imprese e di altre attività pubbliche e private.

## MISURARE L'ECONOMIA CIRCOLARE NELLE CITTÀ

Le città possono contribuire non solo a ridurre i propri impatti negativi sugli ecosistemi, e diventare veri e propri luoghi di trasformazione e innovazione. Nuove soluzioni devono quindi mirare a ridurre il consumo di risorse attraverso un uso più efficiente. In questa ottica, le pratiche di economia circolare moltiplicano la produttività delle risorse estratte, minimizzando allo stesso tempo le esternalità negative prodotte (McDonough, 2017).





**Figura 1:** Da un modello lineare alla città circolare  
 Fonte: ENEA

Tuttavia, l'analisi economica non ha ancora consolidato un perimetro di riferimento per una misurazione condivisa delle policies e delle performances complessive e trattandosi di una sfida che parte dai comportamenti quotidiani delle collettività è necessario creare una base dati e di conoscenza condivisa a supporto di tutti i portatori di interesse coinvolti, soprattutto la cittadinanza. Ecco perché è importante iniziare da una mappatura delle politiche di prossimità del cittadino e una misurazione dell'efficacia delle aree urbane che come detto sono oggi il motore dello sviluppo economico e sociale.

Quanto appena esposto è così sintetizzabile in una serie di condizioni consecutive: le città sono i motori della crescita economica, pertanto hanno la capacità di supportare l'economia circolare, quest'ultima favorisce il raggiungimento di obiettivi di sostenibilità economica, ambientale e sociale. Da qui la necessità che le politiche

locali debbano supportare l'economia circolare e che quest'ultime necessitino di dati comparabili.

Per queste ragioni è necessaria una metodologia per pervenire nel medio periodo ad un indicatore condiviso di circolarità urbana. L'obiettivo consiste pertanto nello sviluppo di un indice di circolarità quale strumento di supporto per l'analisi di impatto regolatorio delle politiche ambientali e per la sostenibilità. L'obiettivo consiste nel rendere disponibile uno strumento a supporto di analisi e valutazioni di impatto propedeutiche allo sviluppo di policy di economia circolare come indicato dalla normativa europea e nazionale.

### INDICATORE DI CIRCOLARITÀ URBANA

La strategia comunitaria per l'economia circolare sarà un game changer della politica ambientale europea destinato a cambiare profondamente la struttura dei sistemi economici e sociali degli Stati dell'Unione. Nella nostra visione l'economia circolare, per l'ampiezza delle



aree di intervento sul piano della sostenibilità e l'uso delle risorse naturali, deve essere ricondotta alla concretezza di azione. Per questo riteniamo che sia necessario avviare un percorso di ricerca per dotarsi di opportune metodologie di misurazione.

È pertanto fondamentale un punto di vista anche locale partendo da una valutazione di quanto è stato fatto e quanto si deve fare a livello locale ed è importante iniziare da una mappatura delle politiche di prossimità che toccano il cittadino. Il Cesisp ha sviluppato un sistema di misurazione dell'economia circolare nelle prime 10 città italiane per popolazione (tutte superiori ai 300mila abitanti): in ordine alfabetico, Bari, Bologna, Catania, Firenze, Genova, Milano, Napoli, Palermo, Roma, Torino. Abbiamo costruito una serie di variabili per dare un contenuto numerico ai 5 cluster o pilastri dell'economia circolare: il riutilizzo delle risorse, la condivisione sociale, la sostenibilità ambientale, la condivisione dei beni e l'uso efficiente di beni e risorse.

A partire dal un modello di sintesi diffuso di economia circolare è possibile, adattandolo, rappresentare il concetto di economia circolare urbana attraverso dei cluster

- Input sostenibili: utilizzo di input da fonti rinnovabili o da riutilizzo e riciclo;
- Condivisione sociale: ruolo del volontariato / piattaforme per condividere gli asset per ridurre lo spreco;
- Uso di beni come servizi: comprende modelli di business innovativi per offrire prodotti sotto forma di servizi;
- End of life: soluzioni volte a preservare il valore di fine vita di un bene e a riutilizzarlo;
- Estensione della vita dei prodotti: azioni volte ad aumentare la vita utile di beni e servizi.

La **Figura 2** sintetizza le variabili e il loro collocamento all'interno dei cluster identificati.



**Figura 2:** I cluster e le variabili  
 Fonte: elaborazione propria

A partire dai dati utilizzati per la prima edizione dell'indicatore che mappa le città italiane più performanti sul piano della sostenibilità e dell'economia circolare emerge che Milano è la città con le migliori performance grazie all'offerta e all'utilizzo del trasporto pubblico e dei servizi di car sharing, all'efficienza della rete idrica, all'alto livello di raccolta differenziata e all'alto fatturato delle attività di vendita dell'usato. Segue Firenze, che

emerge per le politiche di responsabilizzazione del cittadino, il numero di colonnine pro capite di ricarica per le auto elettriche e i tanti cittadini impegnati nel volontariato. Chiude il podio Torino, al top per efficienza energetica e qualità dei sistemi di depurazione. Gli indicatori in tutto sono venti. Milano è risultata prima in 3 cluster su 5 (riuso, condivisione dei beni, uso risorse), seconda nel livello di condivisione sociale,

mostrando le principali criticità per input sostenibili (pilastro nel quale si posiziona quinta), in particolare in efficienza energetica, disponibilità di aree verdi sul totale della superficie comunale e produzione di energia elettrica da fotovoltaico. In quest'ultimo indicatore, al contrario, punteggio massimo per Catania seguita da Bari e poi Bologna.

Prendendo in considerazione alcuni degli altri parametri, Firenze, Genova e Milano primeggiano per i cittadini che scelgono di acquistare beni di seconda mano e per percentuale di raccolta differenziata mentre Torino, Milano, Roma e Bologna per utilizzo del TPL o per diffusione della sharing mobility. Più colonnine di ricarica per i mezzi elettrici si registrano a Firenze, seguita da Milano, poi Bari. Le città con più volontari in percentuale alla popolazione sono risultate, in ordine, Firenze, Bologna e Torino. Per aree verdi, Roma batte Palermo e

Bologna. Per orti urbani sul totale del verde, Bologna, Napoli e Firenze formano il podio. Infine, Bologna domina per diffusione di auto elettriche e ibride sul totale del parco auto, seguita da Milano e Roma. Venendo alle piste ciclabili in cima Bologna, quindi Firenze e Torino.

Queste considerazioni hanno l'obiettivo di fornire e sviluppare strumenti per supportare i decisori locali regionali e statali per comprendere il posizionamento del nostro Paese e, soprattutto, avere dei primi strumenti di analisi di impatto per promuovere un impianto normativo efficace basato sulla consapevolezza della realtà.

A titolo esemplificativo la **Tabella 1** permette di valutare il posizionamento relativo delle dieci città oggetto di analisi in ognuno dei cinque cluster. Nella prima colonna è riportato il posizionamento mentre nelle colonne riferite ai cluster sono riportati i rank dei singoli cluster oggetto di misurazione.

**Tabella 1** – Posizionamento relativo nei cinque cluster

Fonte: CESISP

Posizione	Città	End of life-riciclo / riuso	Città	Condivisione sociale	Città	Input Sostenibili	Città	Beni durevoli come servizio	Città	Estensione vita - uso efficiente risorse
1°	Milano	4,8	Firenze	4,6	Roma	4,0	Milano	4,6	Milano	4
2°	Torino	4,0	Bologna	3,5	Bologna	3,8	Torino	3,8	Genova	4
3°	Genova	3,9	Milano	3,5	Torino	3,2	Firenze	3,6	Bologna	3,75
4°	Firenze	3,5	Torino	3,3	Firenze	3,0	Roma	3,4	Roma	3,5
5°	Bologna	3,1	Napoli	3,2	Milano	2,9	Bologna	3,3	Torino	3,4
6°	Roma	2,9	Bari	2,3	Genova	2,6	Catania	2,5	Firenze	3,25
7°	Napoli	2,8	Palermo	2	Bari	2,4	Genova	1,9	Bari	3
8°	Palermo	2,3	Genova	1,8	Palermo	2,2	Bari	1,8	Napoli	2,75
9°	Bari	2,1	Roma	1,6	Catania	1,8	Palermo	1,5	Palermo	2,75
10°	Catania	0,9	Catania	1,5	Napoli	1,6	Napoli	1,3	Catania	2,25

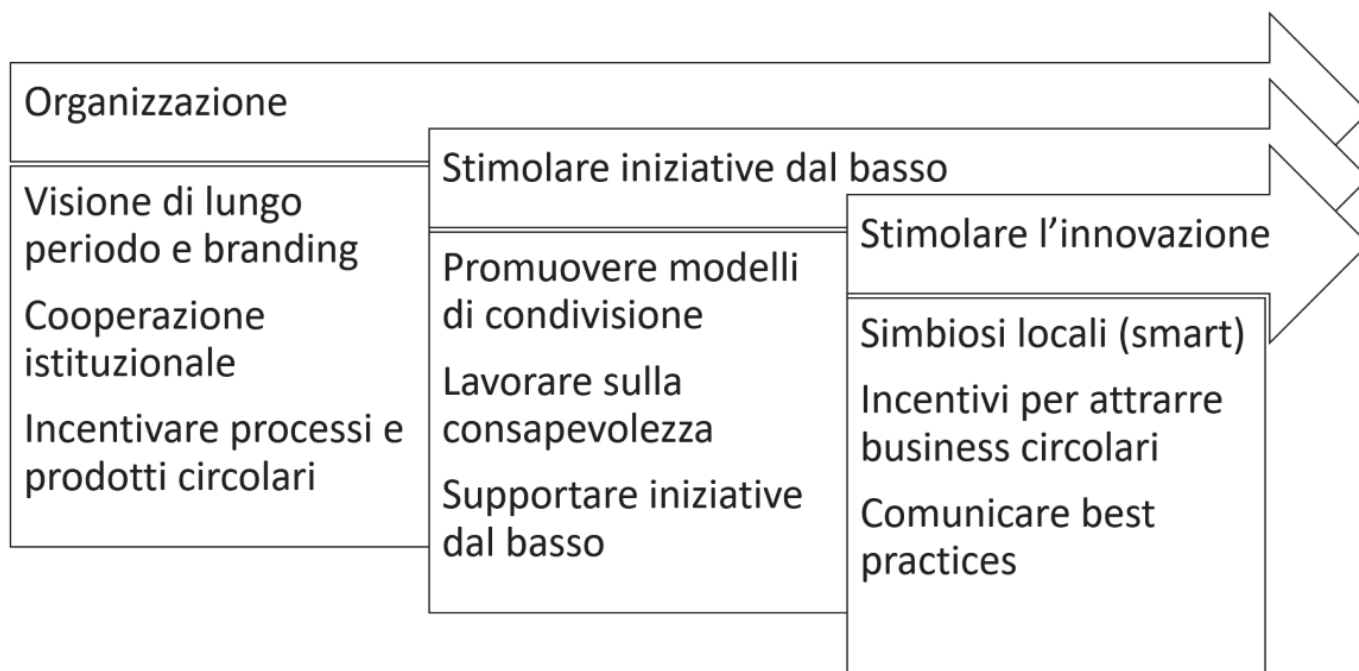
## IMPLICAZIONI

Alla luce delle considerazioni sopra riportate qual è il potenziale dell'economia circolare per le città? L'attuazione dell'economia circolare nelle città può portare enormi benefici economici, sociali e ambientali.

Attraverso un cruscotto comparativo i portatori di interesse potrebbero essere in grado di identificare le aree critiche sulle quali investire per ridurre il divario con comuni comparabili, innescando un circolo virtuoso che, secondo la fondazione Ellen Machartur possa: incentivare la produttività economica e allo stesso tempo

la riduzione della congestione, degli sprechi e dei costi sociali a questi associati, creare nuove opportunità di crescita e di business, rendere le città più vivibili e più

resilienti, riducendo la dipendenza dalle materie prime e bilanciando la produzione locale con le catene di fornitura globali (Fondazione Ellen Machartur, 2019).



**Figura 3:** Governace per una roadmap per l'economia circolare urbana  
 Fonte: elaborazione propria

Come ogni processo complesso la roadmap per una transizione verso città circolari comprende delle opportunità e dei rischi. Il messaggio principale trasferibile ai portatori di interesse, soprattutto le amministrazioni, che vogliono iniziare con l'implementazione di policies per l'economia circolare urbana è farlo. Attraverso l'indicatore e gli altri casi abbiamo mostrato alcuni elementi chiave che possono essere utilizzati come punto di partenza. Affiancata dalle politiche europee e nazionali in ottica di economia circolare la politica locale ed in particolare le amministrazioni comunali possono fare molto anche autonomamente. Soprattutto però occorre sostenere iniziative dal basso provenienti dai cittadini e dalle imprese supportando lo sviluppo, anche attraverso la comunicazione, di progetti e di tecnologie facilitanti. La transizione verso un'economia circolare potrebbe trarre vantaggio dall'introduzione di un pensiero più circolare nella programmazione locale con l'ausilio di strumenti e piattaforme che facilitano tale pensiero e scambio di opinioni tra le diverse parti interessate. È evidente quindi

che una transizione di successo verso l'economia circolare nelle città richiede non solo un approccio dall'alto verso il basso avviato dalle autorità pubbliche, ma anche di identificare e applicare nuovi modi di cooperazione volontaria tra le autorità pubbliche e altre parti interessate: cittadini, imprese (commercio e industria), media, università, istituzioni educative e organizzazioni della società civile. L'elevato numero di diverse parti interessate e gli interessi e le interazioni individuali tra loro rendono la governance circolare in una città abbastanza complessa.

Tornando alla domanda in premessa, ovvero cosa renda una città di successo, uno degli elementi chiave è la capacità di innescare un processo virtuoso anch'esso circolare supportato da dati comparabili. A questo scopo le amministrazioni disporranno di un cruscotto attraverso il quale valutare e confrontare la propria performance, questo consentirà lo sviluppo di benchmark che spingerà l'opinione pubblica a vedere la propria città ben posizionata e la politica a massimizzare gli sforzi per sostenere il tessuto sociale e imprenditoriale del territorio

anch'essa per scalare posizioni. Il combinato disposto di impegno civile e politico innesterà un comportamento

virtuoso al rialzo che, in fine, porterà verso un'economia circolare rendendo una città, una città di successo.

## BIBLIOGRAFIA

ARERA. Delibera 443/2019/R/rif. Definizione dei criteri di riconoscimento dei costi efficienti di esercizio e di investimento del servizio integrato dei rifiuti, per il periodo 2018-2021

Arnaudo, L., & Pietropaolo, G. M. (2011). Ambiente e concorrenza. Il caso delle gestioni consortili di rifiuti in Italia. *Mercato Concorrenza Regole*, 1, 163–190. <https://doi.org/10.1434/34293>

CESISIP. Indicatore di circolarità urbana. <http://www.cesisp.unimib.it/indice-di-circularita-urbana/>

Di Foggia, G., & Beccarello, M. (2018). Improving efficiency in the MSW collection and disposal service combining price cap and yardstick regulation: The Italian case. *Waste Management*, 79, 223–231. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.040>

EC. (COM/2019/190 final). Relazione della Commissione al Parlamento Europeo, sull'attuazione del piano d'azione per l'economia circolare.

EC. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy (2015). Bruxelles: European Commission.

ENEA. Economia circolare in ambito urbano. di Carolina Innella, Grazia Barberio, Claudia Brunori, Fabio

Musmeci e Luigi Petta, ENEA DOI 10.12910/EAI2017-00 - Energia, Ambiente e Innovazione, 58, 1/2017

Fondazione Ellen Machartur, 2019. City Governments and their role in enabling a circular economy transition. An overview of urban policy levers.

Ministero dell'Ambiente. Verso un modello di economia circolare per l'Italia. Documento di inquadramento e di posizionamento strategico

McDonough, W. (2017). How cities could save us. *Scientific American*, 317(1), 44-48

Perfetti, S. (2014). La disciplina legislativa regionale delle funzioni amministrative conferite dallo Stato: il caso della gestione dei rifiuti. *Le Regioni, Bimestrale Di Analisi Giuridica e Istituzionale*, 4, 701–720. <https://doi.org/10.1443/78955>

World Economic Forum. The Global Competitiveness Index 2019. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf)

Zavatta, G. (2019). Ambiente. I primi risultati del "Contatore ambientale". Presentazione al convegno CESISIP "Il valore della Circular Economy a Milano. <https://www.comune.milano.it/-/ambiente.-i-primi-risultati-del-contatore-ambientale->

# ROMA, LA SPERANZA È PREZIOSA

Francesco Iacorossi  
Roma Servizi per la Mobilità

Tutte le volte che viaggio in Europa per progetti e attività legate al mio lavoro come l'incremento della mobilità attiva o la sicurezza stradale, faccio sempre caso a quanti bambini, anziani e disabili incontro. Perché sono proprio loro i canarini moderni delle nostre città, se non li vediamo in strada dovremmo tutti cominciare seriamente a preoccuparci. Le vostre città come stanno? La qualità della vita è alta? Come vengono trattati i "canarini"? La realtà è che molte città sono malate e ahimè lo è anche la mia, Roma.

Sebbene sarebbe poco onesto non ricordare le tortuose vicissitudini, ben descritte nel libro di Insolera (Insolera, 1962), che hanno impedito il compimento di un percorso urbano virtuoso che invece altre Capitali hanno avuto, i numeri della Roma di oggi sono un chiaro sintomo di una città in affanno. Dei 2.8 milioni di abitanti il 65% si sposta quotidianamente attraverso il mezzo privato (50% auto, 15% moto/motorini). Spostamenti a piedi e in bicicletta sono rispettivamente al 6% e 1%. Una città dove ci sono 620 auto per 1.000 abitanti e in media l'automobilista perde 80 minuti al giorno nel traffico con automobili parcheggiate per il 90% del tempo. Un morto ogni tre giorni e 46 feriti ogni giorno a seguito di incidenti stradali, il killer numero uno tra la fascia di età 5/19, con un costo sociale di 1.2 Miliardi (€404 a testa). Oltre 2.000 morti all'anno legati all'inquinamento. Una città anziana dove nel 2050 un cittadino su 2.5 (40.3%) avrà più di 60 anni (United Nations, 2017) e dove la dispersione urbana, ovvero la migrazione della popolazione dal centro verso le aree periferiche, porterà il 30% della popolazione fuori dal Grande raccordo anulare entro il 2020. Tutto questo potrebbe sembrare un quadro disperato, una situazione senza speranza, invece no, la buona notizia è che esiste una cura e si chiama sostenibilità.

Nonostante sia diventata, assieme a green ed elettrico una delle parole più abusate degli ultimi anni venendo spesso accostata a misure o politiche che nulla hanno a

che vedere con la vera sostenibilità, ancora mantiene il suo valore originario.

Per coloro che ancora non lo sanno (o fanno finta di non saperlo), vivere in città sostenibili mette in moto l'economia. La cosiddetta #bikeconomy, l'economia legata alla bicicletta, genera in Europa ogni anno 150 miliardi (ECF, 2016) 12 dei quali solo in Italia, per non parlare dei benefici economici legati all'inquinamento atmosferico e alla mobilità attiva in generale.

Lo studio del 2017 *Health impact assessment of cycling network expansions in European cities* condotto da ricercatori dell'Istituto di salute globale di Barcellona (ISGlobal, 2017), ha rilevato che l'espansione delle reti ciclabili nelle città potrebbe fornire notevoli benefici sanitari e economici. Questo è stato il primo studio che valuta le potenziali associazioni tra la lunghezza della rete ciclabile, l'intermodalità e gli impatti sulla salute associati nelle città europee. L'analisi, parte del progetto PASTA (Physical Activity Through Sustainable Transport Approaches) finanziato dalla Commissione europea, che ha visto Roma tra le 7 città studio coinvolte<sup>122</sup>. Lo studio stima che se tutte le città valutate raggiungessero una percentuale di spostamenti in bicicletta pari al 24,7%, si potrebbero evitare più di 10.000 decessi prematuri ogni anno. I ricercatori hanno anche eseguito un'analisi economica per confrontare i costi legati all'aumento delle reti ciclabili con i benefici economici stimati connessi alla ridotta mortalità prematura. I risultati mostrano, come per la salute, che i migliori rapporti costi-benefici sarebbero ottenuti già con un aumento del 10% della rete ciclabile, in cui il rapporto delle prestazioni per euro speso sarebbe fino a 70 a 1 e 21 morti evitate nel caso di Roma. Fondamentale, per migliorare la salute e il benessere nelle città europee, la combinazione di misure "push&pull" che rendano le auto poco allettanti attraverso politiche dissuasive come la sosta tariffaria volte a rendere più attraenti i trasporti pubblici e la bicicletta.

<sup>122</sup> <http://www.pastaproject.eu/home/>





Alcune città lo hanno capito da decenni altre come Roma lo stanno scoprendo con fatica solo da pochi anni.

Tra le tante difficoltà, in primis una cultura auto-centrica plasmata da decenni di politiche pro mezzo privato, Roma attraversa un periodo florido di attività legate alla mobilità attiva. La ciclabilità in particolare vede un +80% di opere rispetto allo stato attuale. Le nuove piste ciclabili di Via Nomentana, Via Tuscolana, Via Prenestina, il Grande Raccordo Anulare della Bici (GRAB) sono solo alcune delle infrastrutture che nei prossimi tre anni rappresenteranno la nuova ossatura ciclabile della Capitale. A queste si aggiungeranno 69 nuovi Hub Multimodali e circa 3.000 nuovi stalli bici per consentire a chi utilizza la bicicletta di sfruttare al meglio l'opzione intermodale, unica vera soluzione di trasporto nelle città grandi.

A tal proposito è utile citare un ambizioso progetto europeo chiamato Handshake. Per il Comune di Roma il progetto, gestito da Roma Servizi per la Mobilità e coordinato da Isinnova, rappresenta un'occasione importante per ripensare la politica di mobilità ciclabile, integrando gli interventi infrastrutturali con quelli regolatori, comunicativi e culturali. Nell'intraprendere questo cammino, la città collaborerà non solo con le città

più avanzate al mondo in materia di ciclabilità urbana, come Amsterdam, Copenaghen e Monaco di Baviera ma con altre 10 città Europee (cosiddette future capitali ciclabili) interessate ad accelerare il percorso di assimilazione delle esperienze quarantennali e delle metodiche utilizzate altrove con successo. Handshake si focalizza sia sulle soluzioni tecniche che hanno consentito ad Amsterdam e Copenaghen di cambiare radicalmente il volto della propria mobilità e l'uso degli spazi urbani, sia sul coinvolgimento attivo, diffuso e prolungato dei principali attori delle comunità locali, e dunque la politica, le strutture amministrative, il mondo del commercio e dell'impresa, e la società civile nelle sue forme associative e non. La società Olandese Decisio, leader della consulenza economica e specializzata in studi costi/benefici collaborerà con Roma per analizzare la nuova bike lane (5.6km) di via Prenestina. Il ruolo attivo della politica locale è determinante e di enorme valore simbolico. Pertanto gli esponenti dell'Amministrazione Capitolina competenti (tra cui mobilità, ambiente, urbanistica, commercio) sono invitati ad aderire e a farsi portavoce delle attività promosse dal progetto durante i suoi tre anni di vita<sup>123</sup>.

<sup>123</sup> <https://handshakecycling.eu/>



Sostenuto e incoraggiato dalle politiche di trasporto della Commissione europea, è volto a favorire lo sviluppo e l'integrazione di pratiche sostenibili attraverso tutti i mezzi di trasporto il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) adottato da Roma ad agosto 2019, si inserisce in questa direzione di cambiamento<sup>124</sup>. Il lancio del PUMS segna infatti uno degli interventi più partecipativi e dinamicamente inclusivi fino ad oggi mai sperimentati in una città europea. Si tratta di un piano strategico con un orizzonte temporale di breve, medio e lungo periodo, che sviluppa una visione di sistema della mobilità, affrontando il tema delle infrastrutture per il trasporto pubblico, per la mobilità attiva, per la rete stradale primaria e per la distribuzione delle merci. Il piano mira a favorire la sicurezza e l'accessibilità per tutti e ad implementare le tecnologie per accrescere "l'intelligenza" tra infrastruttura, veicolo e persona. I principi ispiratori del PUMS sono stati l'integrazione, la partecipazione, la valutazione e il monitoraggio. La sua definizione ha posto al centro i cittadini e la soddisfazione delle loro esigenze di mobilità, con un approccio trasparente e partecipativo, che ha previsto, sin dalle fasi preliminari, il coinvolgimento di tutti i portatori di interesse. Con il PUMS si è operata una piccola

rivoluzione nelle modalità di pianificazione delle politiche di mobilità e trasporto: è decaduto l'approccio ex post sul traffico in quanto "criticità", ed è emersa come priorità la valutazione delle esigenze di spostamento delle persone e della relativa offerta di modalità di spostamento sostenibile.

Perché il Piano Urbano della Mobilità sia realmente sostenibile è stato studiato un sistema urbano dei trasporti con le seguenti priorità: garantire a tutti cittadini opzioni di trasporto per accedere alle destinazioni e ai servizi chiave, migliorare le condizioni di sicurezza, ridurre l'inquinamento atmosferico e acustico, le emissioni di gas serra e i consumi energetici, aumentare l'efficienza e l'economicità dei trasporti di persone e merci, contribuire all'attrattività del territorio e alla qualità dell'ambiente urbano.

La costruzione della fiducia ha svolto un ruolo chiave nell'approccio di sviluppo e pianificazione che ha rafforzato la volontà dell'amministrazione nell'impegno verso un futuro sostenibile della nostra città. La mobilità sostenibile è diventata (fortunatamente) elemento ispiratore di pianificazione strategica per le autorità locali sia per il benessere sia per il miglioramento della vita quotidiana dei cittadini (Roma capitale, 2019).

<sup>124</sup> [www.pumsroma.it](http://www.pumsroma.it)



La speranza come la definisce lo scrittore J.Franzen è una cosa piccola e fragile ma alle volte è più vicina di quello che si pensa. L'esempio di Amsterdam e Copenaghen ben descritti in HandShake è tra i più ispiranti e utili a capire l'importanza di come una rivoluzione partita dal basso, dai cittadini, abbia portato le due città in 40 anni ad essere esempi di eccellenza in termini di sostenibilità e qualità della vita. La buona notizia è che, proprio grazie all'enorme lavoro di apripista fatto da queste due città, oggi siamo in grado di ridurre la finestra temporale necessaria a poter cambiare volto alla

città a 15, massimo 20 anni. Si può continuare a pensare che non ci sia speranza e che il declino sia inevitabile, oppure si può guardare in faccia la realtà, rimboccarsi le maniche e combattere battaglie locali che si possono vincere, come magari inforcare la bicicletta per andare a lavoro. A Roma circa 400 mila cittadini hanno spostamenti giornalieri sotto i 5 km, si potrebbe iniziare da questi.

La speranza è preziosa.

## BIBLIOGRAFIA

ECF (2016-2018) *The benefits of cycling - Unlocking their potential for Europe*

Insolera Italo (1962), *Roma Moderna, da Napoleone I al XXI secolo*, Piccola Biblioteca Einaudi.

ISGlobal (2017), *Health impact assessment of cycling network expansions in European cities*, in Preventive Medicine n, anno 2017

United Nations (2017). *World Population Prospects: the 2017 Revision*.

Roma Capitale (2019), *Piano Urbano della Mobilità Sostenibile, Documento PUMS - Volume 1, Quadro conoscitivo ed obiettivi; Volume 2 – Strategie, Azioni, Scenari, Valutazioni, Monitoraggio*.  
<https://www.pumsroma.it/ilpiano/download/>

## RINGRAZIAMENTI

Dedico questo articolo alla mia compagna Lucia e ai miei figli Tito e Anita, con il desiderio che questa nostra complicata città ed i suoi abitanti ri-imparino ad amarsi, creando le condizioni affinché la speranza da preziosa diventi finalmente reale.

# APPALTI PUBBLICI ECOLOGICI. UNA RETE DI ENTI PUBBLICI PER UNA SPESA SOSTENIBILE

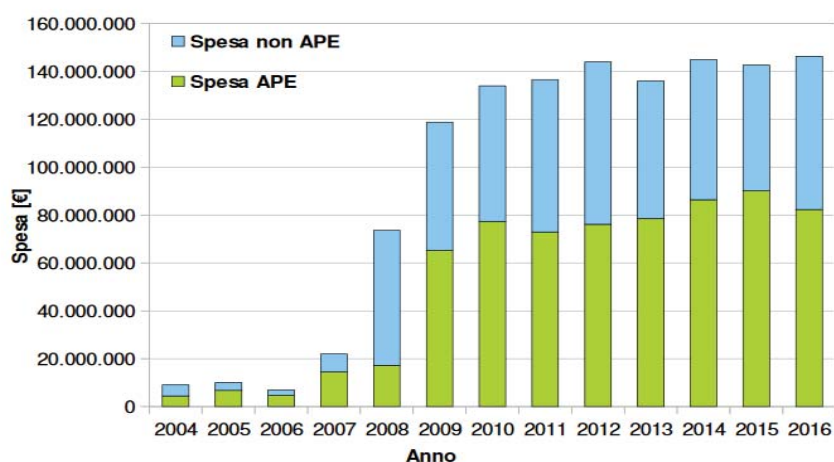
Marco Glisoni  
ARPA Piemonte

Gli Acquisti Verdi o GPP (*Green Public Procurement*) sono definiti dalla Commissione europea come l'approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano con i criteri ambientali tutte le fasi del processo di acquisto di beni, prodotti o servizi, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita. Tale strategia discende dalla consapevolezza che gli acquisti pubblici generano il 19% circa del PIL dell'Unione Europea e pertanto è importante poter incidere profondamente su questo settore al fine di stimolare un sostanziale cambiamento in chiave ambientale delle politiche di produzione di beni ed erogazione di servizi. Si tratta infatti di uno strumento di politica ambientale che intende favorire lo sviluppo di un mercato di prodotti e servizi a ridotto impatto ambientale attraverso la leva della domanda pubblica. Le autorità pubbliche che intraprendono azioni di GPP si impegnano

sia a razionalizzare acquisti e consumi sia ad incrementare la qualità ambientale delle proprie forniture e affidamenti.

In Piemonte sono attivamente impegnate in questo campo la Società di Committenza Regionale SCR Piemonte e la Città Metropolitana di Torino che può vantare in questo ambito un'esperienza più che decennale derivante dall'avviamento del Progetto APE (Acquisti Pubblici Ecologici) nel 2003 e che prosegue a livello europeo attraverso il progetto SPP Regions.

Dal 2003 il Protocollo APE (Appalti Pubblici Ecologici) della Città Metropolitana, con l'assistenza di ARPA Piemonte, ha fatto molta strada insieme ai circa 80 soggetti che lo hanno sottoscritto impegnandosi, lavorando insieme per inserire criteri ambientali sfidanti nei loro bandi di acquisto per forniture, opere e lavori (**Grafico 1**). I sottoscrittori sono enti molto diversi tra loro, vanno dal Comune di Torino all'Associazione Cinemambiente, dal Politecnico e l'Università di Torino alla Società di Committenza Regionale.



**Grafico 1** - Evoluzione della spesa per acquisti verdi (in verde) e non (in blu)

Fonte: Progetto APE



L'ultimo monitoraggio sullo stato di attuazione del Protocollo è del 2016 (poi gli appalti verdi sono diventati obbligatori per legge) segnalava che gli aderenti al Protocollo APE hanno destinato circa 82 milioni di euro per l'acquisto di beni e servizi che rispettano i criteri ecologici, a fronte di una spesa complessiva dichiarata di circa 146,3 milioni di euro, raggiungendo complessivamente il 56,3% di conformità al Protocollo. Ovviamente energia elettrica, autoveicoli e attrezzature informatiche sono le categorie con i maggiori effetti diretti sul tema energetico ed è possibile stimare che con gli acquisti fatti in tali ambiti nel 2016 - e considerando la sola fase di utilizzo - sia stato possibile evitare l'emissione di 7.838,8 tonnellate di gas climalteranti (CO<sub>2</sub> equivalente). Per quantificare tali risultati ambientali sono stati usati calcolatori condivisi a livello europeo ([www.sppregions.eu/tenders/measuring-savings/](http://www.sppregions.eu/tenders/measuring-savings/))

Negli ultimi anni dagli appalti verdi si è passati agli appalti sostenibili (inserendo i criteri sociali) e agli "appalti circolari" (nell'ottica della *circular economy*).

Occorre evidenziare inoltre gli ultimi aggiornamenti a livello europeo, nazionale e locale:

- la Commissione europea ha infatti pubblicato il documento sugli "Appalti pubblici per un'economia circolare",
- le Regioni hanno aderito ad un coordinamento sul GPP con il Ministero dell'Ambiente ed è stata licenziata la ISO 20400 Guida all'approvvigionamento sostenibile,
- è stato sottoscritto il Protocollo d'Intesa sul GPP tra le Città metropolitane,
- la Regione Piemonte ha avviato il progetto CircPRO per la promozione degli appalti circolari a livello locale,
- il sistema agenziale SNPA ha adottato linee guida sugli appalti verdi

Tutto ciò richiede una nuova visione del Progetto APE metropolitano torinese e in particolare occorre:

- spingere l'internalizzazione e la messa a regime nelle organizzazioni di un sistema di forniture sostenibili attraverso l'adeguamento di procedure e strumenti tecnico-amministrativi,
- sperimentare metodi innovativi di GPP appresi dai partner europei più avanzati (*circular procurement*, *life*

*cycle costing*, ecc.) in occasione del progetto SPPRegions,

- contabilizzare i benefici ambientali ed economici connessi agli acquisti verdi, anche in funzione della possibilità di rappresentare "all'esterno" i benefici ottenuti, ad es. attraverso l'uso di appositi calcolatori di *carbon footprint*.

Le categorie di acquisto che prevedono criteri ambientali sono:

- arredi (mobili per ufficio, arredi scolastici, arredi per sale archiviazione e sale lettura)
- costruzioni e ristrutturazioni di edifici
- gestione dei rifiuti urbani e assimilati
- gestione del verde pubblico, arredo urbano
- servizi energetici (illuminazione, riscaldamento e raffrescamento degli edifici, illuminazione pubblica e segnaletica luminosa)
- elettronica (attrezzature elettriche ed elettroniche d'ufficio e relativi materiali di consumo, apparati di telecomunicazione)
- prodotti tessili e calzature
- cancelleria (carta e materiali di consumo)
- ristorazione (servizio mensa e forniture alimenti)
- servizi di gestione degli edifici (servizi di pulizia e materiali per l'igiene)
- mezzi di trasporto, sistemi di mobilità sostenibile
- organizzazione di eventi
- carta stampata

I sottoscrittori hanno inoltre deciso di avviare una fase di verifica in corso d'opera dell'applicazione dei criteri minimi ambientali (CAM). Infatti, oltre alla verifica in sede di gara, risulta fondamentale avviare un percorso per dare credibilità a tutto il progetto e potenziare gli audit di verifica dei CAM in post gara. A tale fine è stata definita una procedura dettagliata di audit e sono stati eseguite verifiche a campione presso alcuni enti aderenti al Progetto APE: servizio mensa e pulizia di ARPA Piemonte, Mensa e servizio bar della Città Metropolitana di Torino, servizio pulizie e vendign dell'Università di Torino.



Gli audit hanno evidenziato l'importanza di controllare anche gli aspetti ambientali e sociali dei contratti e non solo la puntualità o la quantità degli approvvigionamenti. Tali audit hanno anche permesso di aggiornare la formazione sia dei responsabili di procedimento di acquisto dell'ente appaltante sia degli operatori per far comprendere appieno l'importanza della sostenibilità dei propri prodotti, servizi e opere fornite.

Obiettivo è anche la definizione di una procedura di audit standard che possa servire ad altri enti che intendono verificare gli appalti verdi in corso d'opera.

### **BANDO UNITO VENDING**

Il Bando Unito vending è stato dichiarato il miglior bando verde del 2019 nel corso dell'ultimo Forum Compraverde per *l'innovazione ambientale, l'eco-design, la circolarità, la riduzione degli impatti, il coinvolgimento del mercato e l'informazione*.

Università di Torino, sottoscrittore storico del Protocollo APE, si è distinta per un coraggioso e impegnativo bando

eco-innovativo finalizzato a cambiare il mondo dei distributori automatici nel mondo scolastico e universitario. Infatti, la gara europea per l'affidamento in concessione del servizio di installazione e gestione di distributori automatici eco-innovativi di alimenti e bevande presso tutte le proprie sedi prevedeva i seguenti requisiti sostenibili:

- nuove entrate economiche per l'Università dalla concessione di 236 distributori automatici localizzati in oltre 60 sedi dell'Ateneo,
- riduzione del consumo di energia dei distributori,
- snack salutari e con un calibrato apporto nutrizionale,
- installazione di erogatori di acqua di rete per ridurre il consumo delle bottiglie in plastica,
- calcolo benefici ambientali ed economici derivanti dal bando,
- educazione ambientale e al consumo responsabile verso i giovani,
- promozione del commercio equo e solidale.

### **SITOGRAFIA**

<http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/ambiente/agenda21/ape>

<https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/ecogestione-e-sostenibilita>

# IL RUOLO PRODUTTIVO ED ECOLOGICO DEGLI ORTI URBANI PER IL RECUPERO SOSTENIBILE DELLE AREE MARGINALI IN CITTA'

Valter Bellucci, Giulio Carcani, Marcello Cornacchia, Valerio Silli  
ISPRA, APS Orti Urbani Tre Fontane

La città, con le aree periurbane, rappresenta un contesto ambientale peculiare a sé stante, fortemente alterato, caratterizzato da un'elevata densità abitativa e dai processi antropici ad essa correlati. I flussi energetici e di materiali necessari ad alimentare e sostenere le numerose funzioni ed i processi tipici di questo ecosistema, originano rifiuti ed emissioni in atmosfera derivanti dal cosiddetto "metabolismo urbano" (Zhang et al., 2009), con impatto spesso fortemente negativo sull'ambiente. Solitamente solo una piccola parte di questi prodotti viene riconvertita e immessa nuovamente in circolo sotto forma di energia o materie prime riutilizzabili. Lo studio e l'analisi di tutto ciò che attraversa il sistema urbano e dei relativi cicli di materia ed energia, consente quindi di definire e caratterizzare con precisione questo contesto, evidenziandone i disequilibri e le criticità. La conoscenza di questi processi consente inoltre una pianificazione ed una progettazione ambientale e urbanistica strategica, mirata ad una economia sostenibile ed alla continuità di fruizione degli importanti e vitali Servizi Ecosistemici corrisposti (Kennedy et al., 2011). Tali servizi sono numerosi e diversificati e vanno da benefici su scala planetaria come l'assorbimento della CO<sub>2</sub> per contrastare il riscaldamento globale, passando per l'abbattimento degli inquinanti aerodispersi (Silli et al., 2015) ed il miglioramento del microclima e dell'ambiente in senso complessivo. Questi importanti servizi corrisposti dal verde e dalla natura sostengono le attività umane come le conosciamo, garantendo anche il benessere psico-fisico dei cittadini. Le aree verdi inoltre ospitano una grande biodiversità, con numerose specie di insetti pronubi che, attraverso il loro servizio d'impollinazione delle piante, garantiscono

non solo la riproduzione di specie ad elevato valore naturalistico, ma anche gran parte della produzione agroalimentare del pianeta (Hall et al., 2016). Le api domestiche e selvatiche in particolare, sono responsabili di circa il 70% dell'impollinazione di tutte le specie vegetali viventi sul pianeta e garantiscono circa il 35% della produzione globale di cibo (Kremen et al., 2007; Melathopoulos et al., 2015). Purtroppo più del 40% delle specie di invertebrati, in particolare api e farfalle, che garantiscono l'impollinazione, rischiano di scomparire (Neto. et al.2017). È proprio nelle aree urbane e periurbane che gli impollinatori subiscono molteplici pressioni e minacce tra le quali ci sono, oltre alla sottrazione di habitat e ai cambiamenti globali, anche l'uso di pesticidi sia nelle limitrofe aree agricole sia in quelle residenziali, impiegati anche nella lotta a zanzare ed altri insetti molesti (Salata et al, 2017; ISPRA, 2016). La distruzione e l'alterazione degli habitat naturali rappresenta la principale causa della diminuzione degli impollinatori soprattutto apoidei. Il consumo dei suoli naturali e agricoli anche in Italia raggiunge ogni anno livelli elevatissimi, specialmente in ambito periurbano ed è una delle principali cause di perdita di habitat (LIFE SAM 4 CP, 2016; SNPA Report n. 8/2019). Negli ultimi 50 anni la produzione agricola ha avuto un incremento di circa il 30% grazie al contributo diretto degli insetti impollinatori. La salvaguardia ed il recupero delle aree verdi in città e dei relativi habitat dove questi insetti vivono e si riproducono è quindi di rilevanza strategica, al fine di assicurare il proseguimento del loro prezioso servizio a garanzia anche della sicurezza alimentare del Pianeta (Gallai et al., 2016).

Qualunque sia la scelta della politica di pianificazione, i suoli urbani dovrebbero essere innanzitutto conosciuti e gestiti in modo sostenibile (FAO, 2017) in particolar modo nelle aree urbane e peri-urbane (FAO, 2016); questo significa lasciare ampie aree di suolo naturale o rinaturalizzato, riducendo al minimo le pressioni sulle dinamiche naturali del suolo.

Se nel 1950 solo il 10-15% della popolazione mondiale risiedeva in comunità cosiddette “urbane”, ai giorni nostri tale quota ha raggiunto il 50% circa ed è destinata a crescere ulteriormente, tanto che per il 2030 le proiezioni indicano un altro cospicuo incremento, che porterà al 60% circa la popolazione totale mondiale residente nelle aree urbane (Grimm *et al.*, 2008). Gli studi evidenziano inoltre come nel 2050 il 70% circa della popolazione, che nel frattempo avrà raggiunto quota 9.8 miliardi di abitanti, risiederà stabilmente nelle aree urbane. È facile immaginare quali e di che portata potranno essere le problematiche di carattere sociale, economico ed ambientale indotte da tale sovraffollamento umano. In questo contesto delicato e complesso il verde presente in città, con giardini, parchi, viali alberati, ma anche con vere e proprie foreste urbane, ha sempre rivestito una grande importanza sia dal punto estetico e ricreativo, sia funzionale, rappresentando un elemento essenziale e cruciale della programmazione urbanistica. Nelle città, anche piccole aree vegetate presenti tra un isolato e l'altro, magari ottenute recuperando e riqualificando aree dismesse e degradate, se interconnesse dal punto di vista ecologico e funzionale tra loro, possono apportare grandi benefici e servizi all'ambiente urbano e alla comunità che vi risiede.

In quest'ottica anche piccoli appezzamenti di terra gestiti e coltivati da associazioni di quartiere o di cittadini, intesi come giardini con alberi, fiori e siepi, ricchi di biodiversità e di produzioni di ortaggi e frutti, possono rappresentare una grande opportunità di recupero e di salvaguardia del territorio e dei servizi naturali che ne derivano. Tali interventi ed attività, oltre a rivestire una rilevante valenza ambientale rappresentano anche un punto di aggregazione e di incontro per i cittadini -soprattutto per le persone sole o che hanno terminato la loro attività lavorativa per limiti di età-, che possono così interagire e collaborare per il bene comune.

Per garantire l'efficienza e la funzionalità dei suoli e degli organismi che li popolano, occorre però adottare alcune

misure volte a tutelare l'integrità dell'ecosistema nel suo insieme, in particolare:

- salvaguardare la biodiversità. I suoli sono assimilabili ad ampi serbatoi di biodiversità e gli organismi presenti in esso sono alla base della maggior parte dei servizi ecosistemici. Nei diversi suoli troviamo un'ampia varietà di microhabitat con caratteristiche diverse che si trasformano nel tempo, i suoli urbani possono fornire un elevato livello di biodiversità quando non impermeabilizzati o alterati;
- agire per il ripristino della biodiversità vegetale (favorendo così anche la biodiversità del suolo), ad esempio migliorando le pratiche di gestione mirate a conservare la materia organica presente;
- incentivare nei parchi e nei giardini l'utilizzo di leguminose che fissano l'azoto;
- applicare la rotazione delle colture nelle aree agricole, colture in consociazione, mantenimento di siepi e rifugi, e quindi habitat per specie di pregio;
- non utilizzare pesticidi e fertilizzanti chimici di sintesi.

Nella gestione dell'orto, particolare cura deve essere posta nella conservazione della fertilità del suolo, nella gestione razionale della risorsa idrica, nella protezione delle colture dagli agenti atmosferici e dagli agenti patogeni, riducendo al minimo l'utilizzo di sostanze chimiche e favorendo quanto più possibile la creazione di un agroecosistema naturale in equilibrio con l'uomo e l'ambiente circostante. L'uso razionale dei mezzi tecnici (concimi chimici, fitofarmaci, ecc.) e delle risorse naturali a disposizione, come anche la riduzione degli sprechi, hanno inoltre il vantaggio rilevante di ridurre fortemente i costi, preservando la salute degli operatori e permettendo di produrre ortaggi sani con residui di sostanze chimiche minimi o assenti.

## GENESI DI UN ORTO URBANO

Gli orti urbani in Italia rappresentano una realtà virtuosa e sono in continua espansione (circa il 4% in più di superficie dal 2016 al 2017) e sommano quasi 2 milioni di m<sup>2</sup> di superficie in 77 capoluoghi. Roma ad esempio, nel 2017 poteva già vantare 35.100 m<sup>2</sup> di orti urbani (dati ISTAT) distribuiti sul territorio comunale.

In particolare gli orti urbani dell'Associazione Tre Fontane rappresentano un'importante realtà locale ed un esempio virtuoso di recupero di aree abbandonate e degradate; gli orti si trovano tra le vie Benedetto Croce e

Aldo Ballarin nel quartiere Montagnola di Roma; in passato tali aree erano non gestite, mal frequentate e minacciate da speculazione edilizia, adibite ad una sorta di discarica e meta di senza fissa dimora. I terreni dell'associazione, dati in gestione dal VIII Municipio, si estendono su una superficie di circa 2.500 mq e gli orti urbani vennero realizzati tra il 2013 e il 2014, dopo lunghi e faticosi interventi di bonifica dei soci, che ora ammontano a circa 250 (Rivolta G., 2015). La tipologia è quella di orto produttivo, sociale, didattico, abusivo da recuperare, d'integrazione multi-etnico. L'area è suddivisa in orti produttivi, orto didattico, spazio sociale a verde con annesso attività senza terra (compostaggio, apicoltura e serra).

L'Associazione "Orti Urbani Tre Fontane" nasce nel gennaio del 2013, su iniziativa di un gruppo di amici abitanti nel quartiere Montagnola dell'VIII Municipio di Roma con una spiccata sensibilità verso le tematiche ambientali e sociali.

La conoscenza del territorio induce il gruppo ad individuare un'area abbandonata al degrado, portando

così alla decisione di sensibilizzare nel quartiere, tramite volantaggio ed incontri.

Sorprendentemente, al primo appuntamento pubblico volto alla riappropriazione ed alla riqualificazione dell'area, si assiste ad una forte risposta da parte dei cittadini, segnale questo di viva sensibilità verso le tematiche ambientali del quartiere. In pochi mesi l'area viene così bonificata per opera dei soci volontari da quintali di rifiuti abbandonati, pulita dalle piante infestanti, per una superficie di circa 6000 m<sup>2</sup>; successivamente viene approvata dall'Assemblea della nascente Associazione, la decisione di realizzare orti e coltivazioni e così si provvede a delimitarla e suddividerla in 65 lotti da 50m<sup>2</sup> ciascuno, in cui vengono avviate piccole coltivazioni condivise.

Nel 2016 l'opera di bonifica prosegue in un'area abbandonata limitrofa all'attuale, realizzando altre 40 parcelle e arrivando così a 117 orti, con una superficie complessiva attuale di circa 2,5 ettari di spazi verdi da mantenere e preservare.



Vista sugli orti dell'Associazione Orti Urbani Tre Fontane

### ORTI URBANI E RAPPORTO CON LE ISTITUZIONI

I rapporti con le istituzioni locali rappresentano sempre un punto critico e strategico in questo genere di iniziative. Il tavolo di discussione e trattativa con i rappresentanti dell'VIII Municipio ha portato, nel mese di Ottobre 2015, alla legittima assegnazione dell'area all'Associazione

Orti Urbani Tre Fontane, da parte del Comune di Roma. La delibera, approvata in data 17 luglio 2015, è ad oggi ancora in attesa di attuazione.

La collaborazione con l'ufficio Orti Urbani del Comune di Roma e con l'Assessorato all'Ambiente ha prodotto il "Regolamento per l'affidamento in comodato d'uso e per la gestione di aree a verde di proprietà di Roma



Capitale”, compatibili con la destinazione a orti/giardini, in sinergia con altre realtà orticole urbane di Roma sull'esempio di altre città italiane ed europee. Il grande risultato raggiunto si traduce in linee guida, in forma di regolamento, per l'organizzazione e gestione delle aree pubbliche da destinare a orti e giardini urbani, criteri fondamentali indirizzati a tutelare il lavoro delle associazioni e dei cittadini che si adoperano per migliorare l'ambiente urbano, attraverso il recupero e la valorizzazione sostenibile del territorio.

In esse, si delineano i meccanismi di assegnazione del suolo in termini solidali, nel rispetto delle categorie più deboli, così come si stabilisce il divieto per l'uso di fitofarmaci e prodotti chimici di sintesi, nel pieno rispetto della biodiversità e dell'ambiente. Il regolamento, come si legge nel titolo, verrà applicato sulle aree verdi pubbliche di proprietà di Roma Capitale, che costituisce anche “il più grande Comune agricolo d'Europa”.

L'importanza di questo regolamento è il riconoscimento delle realtà esistenti sul territorio e la centralità dell'associazionismo. Con esso si vuole evidenziare il valore del lavoro e della partecipazione attiva e condivisa, introducendo o mantenendo criteri per la “sensibilizzazione verso le buone pratiche di sostenibilità ambientale”, spingendo a far emergere “il senso di appartenenza della comunità al territorio”. Proprio in quest'ottica, nel Titolo I del regolamento si evidenzia come questi percorsi favoriscano i principi di integrazione, inclusione sociale, solidarietà, intercultura e rispetto dell'ambiente. L'associazione si è organizzata in gruppi di lavoro, per dar concretezza ad azioni e obiettivi condivisi.

A sei anni di distanza dalla sua nascita, l'Associazione Orti Tre Fontane ha messo in campo numerose iniziative, legate sia alla terra, sia al suo mantenimento, che all'educazione ambientale e alla socialità.

### UN ESEMPIO DI CIRCOLARITÀ: IL COMPOSTAGGIO

Il compost rappresenta un esempio virtuoso di riutilizzo di parte dei rifiuti organici prodotti dalle attività umane, contenute principalmente idonei scarti vegetali e animali, che maturando nel tempo, divengono una sorta di prezioso fertilizzante organico, nutrimento per le piante, incluse quelle agricole. Utilizzando materiale di recupero, come vecchie pedane in legno, sono state costruite 3 grandi vasche ciascuna di circa 2 metri per 3, nelle quali

raccogliere i rifiuti vegetali provenienti sia dalla pulizia delle infestanti che dal cosiddetto cambio di stagione tra l'orto estivo e quello invernale. Le compostiere sono divise a metà, in modo tale da avere a disposizione sempre una metà per la raccolta di nuove potature e scarti compatibili, in via di maturazione ed un'altra contenente compost maturo pronto all'uso. Il compost viene poi utilizzato, ridistribuendolo uniformemente all'interno degli orti. L'ostacolo maggiore, è rappresentato dall'insegnare agli ortisti cosa può essere inserito nelle compostiere, soprattutto cercando di non aggiungere il nuovo prodotto al vecchio, operando anche la separazione dagli scarti da materiali non compatibili, quali la cenere, gli aghi di pino o piccole plastiche come quelle utilizzate per vari utilizzi. Gli stessi principi di circolarità e riuso hanno portato ad acquistare in convenzione con l'Azienda Municipalizzata Ambientale del Comune di Roma altro compost ad integrazione di quello autoprodotta all'interno degli Orti Tre Fontane.

### CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ E FORMAZIONE AMBIENTALE

L'orto didattico è una parte importante degli Orti Urbani Tre Fontane ed è diviso in parcelle di terreno; una delle aree più significative è rappresentata da quella delle piante aromatiche e officinali destinate alla formazione dei visitatori occasionali. Completano la parte dedicata alla didattica la zona centrale riservata al riconoscimento delle piante spontanee e una parte specifica allestita ad hoc e dedicata alle coltivazioni stagionali.

L'orto didattico è anche destinato a sviluppare, in accordo con le istituzioni scolastiche della zona, attività formative e al contempo ludiche, a favore degli alunni delle scuole soprattutto materne ed elementari.

Completano lo spazio didattico un lombricaio, utilizzato a scopo dimostrativo, per incuriosire e sensibilizzare i bambini nei confronti dell'importanza ambientale di questi animali, avvicinandoli concretamente al concetto ecologico di economia circolare nella gestione dei rifiuti. E' da evidenziare come gli Orti urbani Tre Fontane abbiano fin'ora incontrato un buon successo, registrando un cospicuo numero di visite settimanali, proprio a dimostrazione che molte persone apprezzano e sono sensibili alle problematiche di carattere sociale ed ambientali del territorio.



Negli Orti Urbani Tre Fontane è in cantiere anche un progetto per lo sviluppo di una banca-semi per il mantenimento della biodiversità delle varietà locali (definita anche banca del germoplasma). A tal fine gli operatori sono impegnati attualmente allo scambio di sementi con altri orti ed al recupero di varietà di ortaggi locali, ormai poco coltivati. In particolare una convenzione con l'Università della Tuscia (VT) prevede il recupero e la valorizzazione delle sementi di pomodori di specie di pregio autoctoni del Lazio.

Non tutti i soci hanno un orto e molti contribuiscono ad abbellire e arricchire gli spazi comuni con la coltivazione di fiori e piante da giardino. Il risultato è un percorso formativo, volto ad apprendere le tecniche di coltivazione e gestione di piante ornamentali ed agricole. Nella frequentazione di gruppo, si impara così a gestire piccole aiuole fiorite, con piante erbacee e arboree, si insegna a potare fiori e cespugli e a mantenere fiorito il viale per tutto l'anno. Da questa attività è scaturita la campagna "Adotta un albero", messa in campo nel 2015. L'obiettivo duplice è stato quello di stabilizzare una spalletta laterale di terreno in fase di avanzato dissesto idrogeologico, acquistando e piantando alcuni alberi e facendoli "adottare" ai soci attraverso semplici sottoscrizioni. Anche in questo caso la scelta è caduta sulla ricerca di specie in via di estinzione e antiche come le Giuggiole, la mela Everest, melograni etc.

La naturale sinergia tra le piante, il risparmio di acqua, lo studio delle relazioni tra le specie, la lotta naturale non chimica ai parassiti e la coltivazione ad uso personale ma condiviso, rappresentano i punti di forza degli orti urbani. Ciò significa migliorare e diffondere la consapevolezza ed il rispetto per l'ambiente attraverso una partecipazione attiva della cittadinanza ai valori della collettività. La prossima sfida per gli Orti Urbani Tre Fontane sarà quella di reperire ulteriori fondi trovando un riscontro nella programmazione futura, anche per attività complementari come quelle relative alla disabilità scolastica.

## INSETTI IMPOLLINATORI E BENEFICI PRODUTTIVI ED AMBIENTALI

La passione di alcuni associati nei confronti degli insetti e delle api e la convinzione dell'utilità ambientale e produttiva di questo imenottero sociale ha prevalso rispetto all'iniziale avversione e diffidenza di molti soci

all'idea di installare alveari. Così nel 2014 gli Orti Urbani Tre Fontane acquistano le prime tre arnie, divenute ben presto le 8 attuali, riscontrando nel tempo un evidente aumento della produzione orticola e fruttifera all'interno delle loro aree. Le perplessità sono scomparse dopo aver constatato l'assenza di pericolo ed aver beneficiato del miele prodotto, rigorosamente millefiori, senza l'ausilio di sostanze chimiche e rispettando i ritmi e la produttività delle colonie. Le api e gli altri apoidei impollinatori non sono importanti solo per l'equilibrio degli ecosistemi e per la riproduzione di specie ad alto valore naturalistico o in via di estinzione, ma sono fondamentali anche per garantire la sicurezza alimentare del Pianeta, dato che circa un terzo della produzione agroalimentare che giunge sulle nostre tavole dipende dal servizio di impollinazione che questi insetti svolgono.

A completamento della riqualificazione dell'area è prevista anche la realizzazione di un percorso ciclabile di collegamento tra i quartieri prospicienti e la pista ciclabile cittadina che, passando a fianco degli orti, permetterebbe il recupero di altre due aree limitrofe, andando a creare un corridoio ecologico con le attuali aree.



Gli Orti Urbani Tre Fontane con la loro biodiversità



Attività didattica negli Orti Urbani Tre Fontane

## CONCLUSIONI

Gli Orti Urbani Tre Fontane, rappresentano un esempio di recupero e gestione sostenibile del territorio urbano e peri-urbano, con lo scopo di preservare le risorse naturali dell'ecosistema, creando percorsi collettivi di formazione e sensibilizzazione in campo ambientale. Ciò può

rappresentare un contributo importante al fine di preservare il territorio e gli indispensabili servizi ecosistemici da esso forniti alla collettività, fondamentale supporto alle attività umane.

Le attività virtuose presenti nelle aree degli orti urbani, sono realizzate esclusivamente grazie al lavoro di

volontari ed il contributo di sottoscrizioni provenienti dai cittadini che vivono nelle vicinanze in cui ricade l'area, rendendoli così sempre più sensibili e partecipi alle diverse iniziative di carattere ambientale, sociale e divulgativo proposte dalle associazioni.

Il recupero delle aree e la gestione condivisa dei lotti, il coinvolgimento diretto dei singoli soci per la cura dei terreni comuni e l'assegnazione di alcuni lotti ad associazioni di quartiere a sostegno delle loro attività,

## BIBLIOGRAFIA

- FAO, 2017. Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management, <http://www.fao.org/3/a-bl813e.pdf>
- FAO, 2016. Guidelines on urban and peri-urban forestry. FAO forestry paper 178, <http://www.fao.org/3/a-i6210e.pdf>
- Grimm N.B., Faeth S.H., Golubiewski N.E., Redman C.L., Wu J., Bai X., Briggs J.M. 2008. Global Change and the Ecology of Cities. *Science* 319.
- ISPRA, 2016. Rapporto consumo di suolo. Parte III, Valutazione dei Servizi Ecosistemici Parte III, Cap.45 Impollinazione, 248:100-102
- Gallai N., Garibaldi L., Li X., Breeze T. D. 2016. Economic valuation of pollinator gains and losses - Rapport IPBES November 2016 Chapter 4 - [https://www.researchgate.net/publication/310794987\\_Chapter\\_4\\_-\\_Economic\\_valuation\\_of\\_pollinator\\_gains\\_and\\_losses\\_-\\_Rapport\\_IPBES](https://www.researchgate.net/publication/310794987_Chapter_4_-_Economic_valuation_of_pollinator_gains_and_losses_-_Rapport_IPBES)
- Hall et al. 2016. The city as a refuge for insect pollinators. *Conservation Biology*, Volume 31, No. 1, 24–29
- Kennedy C., Pincetl S., Bunje P. The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental Pollution* 159: pp. 1965-1973.
- Kremen C., Williams Neal M., Aizen M. A., Gemmill-Herren B., LeBuhn G., Minckley R., Packer L., Potts S. G., Roulston T., Steffan-Dewenter I., Va'zquez D. P., Winfree R., Adams L., Crone E. E., Greenleaf S. S., Keitt T. H., Klein A. M., Regetz J. and Ricketts T. H. 2007. Pollination and other ecosystem services produced by
- mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10: 299–314.
- LIFE SAM 4 CP - Soil Administration Model For Community Project – Life Project <http://www.sam4cp.eu/wp-content/uploads/2016/03/Presentazione-ISPRA.pdf>.
- Melathopoulos A., Cutler G. C., Tyedmers P. (2015) Where is the value in valuing pollination ecosystem services to agriculture? *Ecological Economics*, January 2015, 59:109.
- Neto A. et al. (2017) European Red List of Bees. IUCN Global Species Programme, European Union Representative Office.
- Rivolta Gianni. 2015. La tenuta delle Tre fontane. Dal medioevo agli orti urbani. Iacobelli Editore pp107.
- Silli V., Salvatori E., Manes F. 2015. Removal of airborne particulate matter by vegetation in an urban park the city of Rome (Italy): an ecosystem services perspective. *Ann. Bot.* 2015, 5:53–62. DOI 10.4462/ANNBOTRM-13077.
- SNPA Report n. 8/2019 - Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2019 <https://www.snambiente.it/2019/09/17/consumo-di-suolo-dinamiche-territoriali-e-servizi-ecosistemici-edizione-2019/>
- Salata S., Stollo A., Barbieri C.A., Giaino C., Assennato F., Abate Daga I., Munafò M., Alberico S. (2017). Modelli urbanistici per ridurre il consumo di suolo: il progetto Life SAM4CP. *Reticula*, 15-2017: 15-17.
- Zhang Y., Yang Z., Yu X. 2009. Evaluation of urban metabolism based on emergy synthesis: A case study for Beijing (China). *Ecological Modelling* 220: pp.1690-1696.

## SITOGRAFIA

<https://ortiurbanitrefontane.it/>  
<https://www.comune.roma.it/web/it/scheda-servizi.page?contentid=inf60787>  
[https://www.comune.roma.it/pcr/it/dip\\_tut\\_amb\\_orti\\_.page](https://www.comune.roma.it/pcr/it/dip_tut_amb_orti_.page)  
<https://www.italianostra.org/wp-content/uploads/linee-guida-progetto-orti-urbani.pdf>

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia per la collaborazione e la disponibilità L'Associazione Orti Tre Fontane di Roma e in particolare Marcello Cornacchia per il materiale editoriale fornito.



# CITTÀ ED ECONOMIA CIRCOLARE. IL *LIVING LAB* DI TORINO

Federico Cuomo  
Università di Torino, Dipartimento CPS  
Città di Torino, Servizio Fondi Europei e Innovazione

## ABSTRACT

This paper aims to present the Living Lab Sharing and Circular Economy (LLSC), which is allowing eight experimentations of reuse, reduce and recycle in public urban spaces. Since circular economy required a transversal and collaborative approach, the City has decided to face the challenge, starting from connecting local companies with the citizens. The case study is analyzed in three sections. First of all, it is described the approach of the local public administration to the tool of the Living Lab as a stimulus of innovative activities. In the second part, the LLSC is deepened through the description of experimentations. Moreover, weaknesses and positive results are highlighted starting from the perspective of the involved key-actors. The conclusions are focused on: highlighting the main barriers faced by the City of Turin in LLSC; pointing out new policies aimed at stimulating the Circular Economy.

## INTRODUZIONE

L'economia circolare (EC) è un approccio alternativo di sviluppo che affonda le radici nel riuso dei prodotti, nella riduzione degli scarti e nel riciclo dei materiali. L'EC si basa sul presupposto che l'emergenza ambientale, unita alla decrescita delle materie prime a disposizione, rendano insostenibile il tradizionale modello lineare, costruito sul paradigma "prendi-usa-getta" (Ministero dell'Ambiente, 2017).

Nonostante il termine compaia in letteratura da quasi mezzo secolo, soltanto nell'ultimo decennio l'EC ha attirato l'interesse concreto di istituzioni e organizzazioni internazionali (Ghisellini P. *et al.*, 2016).

Nel 2015, la Commissione Europea (CE) ha deciso di introdurre l'EC nella propria agenda politica, dando vita al *Circular Economy Package*, un insieme di 54 misure finalizzate a "chiudere il cerchio" del ciclo di vita dei

prodotti. Un obiettivo che, secondo la Commissione, deve essere perseguito dalle istituzioni pubbliche su scala globale e locale, attraverso il diretto intervento delle amministrazioni più vicine alle piccole e medie imprese e ai cittadini: le città (CE 2015).

Tale manifestazione di intenti nasce dalla volontà di poter mettere a sistema l'enorme potenziale creativo delle aree urbane (Karvonen A. e van Heur B., 2013). Le città, sebbene coprano il 3% della superficie terrestre, raccolgono circa il 55% della popolazione mondiale all'interno dei propri confini, ospitando gran parte delle associazioni e delle piccole e medie imprese (United Nations, 2018). Proprio le piccole e medie imprese, che in Italia rappresentano il 92% del totale, hanno dimostrato di poter proporre sul mercato nuove soluzioni di EC, trasformando scarti in risorse, e abbattendo gli impatti ambientali in settori quali l'edilizia, la ristorazione e il manifatturiero (Rizos V., 2016). In quest'ottica, la CE ha ritenuto che le politiche delle città debbano incentivare le imprese di piccole dimensioni nella sperimentazione e nel lancio di prodotti di EC (KPMG, 2018).

Per rispondere a tali stimoli, le città italiane hanno iniziato a inserire l'EC in progetti volti a promuovere lo sviluppo locale mediante *public-private-people partnerships* (4Ps). Le 4Ps, prevedendo la collaborazione tra enti pubblici, settore privato e cittadini, dovrebbero favorire l'approccio trasversale e multisettoriale richiesto dall'EC e, allo stesso tempo, garantire un valido supporto al settore privato (Ellen Machartur Foundation, 2015).

La Città di Torino ha di recente tentato di stimolare le imprese attive nel campo dell'EC, promuovendo una collaborazione e sperimentazione urbana, dando vita al *Living Lab Sharing and Circular Economy* (LLSC). A partire da maggio 2018, l'iniziativa ha consentito a otto imprese di mettere alla prova soluzioni nel campo della condivisione dei servizi e del riutilizzo, recupero e riciclo



di materiali. Potendo contare su un contributo economico, un'attività di accompagnamento fornita da un ente esterno e un iter autorizzativo semplificato, le otto sperimentazioni hanno avuto l'opportunità di essere testate dai cittadini, in spazi aperti al pubblico, per una durata massima di nove mesi.

L'articolo si prefigge di ripercorrere l'avvicinamento della Città di Torino al tema dell'EC e allo strumento dei *Living Lab*; analizzare il caso di studio del LLSC, evidenziando criticità e aspetti positivi delle sperimentazioni emersi *in itinere*; offrire spunti di riflessione su possibili sviluppi delle politiche di supporto all'EC.

## METODOLOGIA

Il seguente contributo mira a fornire un'analisi del caso di studio, adottando una metodologia qualitativa che ha abbinato l'approfondimento documentale con la ricerca sul campo.

La ricostruzione della fase di avvicinamento della Città di Torino al tema dell'EC e all'adozione di *Living Lab* è stata realizzata attraverso l'approfondimento di circa 150 documenti ufficiali dell'Ente (report ufficiali, deliberazioni e determine).

Per condurre la ricerca empirica, finalizzata a evidenziare criticità e aspetti positivi delle sperimentazioni, sono state realizzate 15 interviste semi-strutturate con funzionari pubblici, referenti delle aziende e responsabili dell'ente gestore che hanno svolto l'attività di accompagnamento. Mediante l'osservazione partecipante, sono state seguite le attività istruttorie della Città, così come i workshop e gli eventi aperti al pubblico organizzati dall'ente gestore.

## I LIVING LAB DELLA CITTA' DI TORINO

I Living Lab sono spazi fisici in cui attori appartenenti a *public-private-people partnerships* (4Ps), aziende, enti pubblici, università e cittadini collaborano per creare, mettere a punto e valutare nuove tecnologie, servizi e prodotti in contesti di vita reale (Leminen S., 2015).

Negli ultimi anni, la Città di Torino ha voluto aprirsi alla sperimentazione, intravedendo le potenzialità del modello *Living Lab*, per supportare le imprese locali (Schuurman D. e Tonurist P., 2017). L'idea fondante consiste nel far sedere al tavolo delle politiche di sviluppo più attori, abilitandoli a esprimere attraverso la propria voce aspettative e bisogni specifici (Bobbio L., 2004).

Tre passaggi hanno caratterizzato il cammino che ha portato Torino a lanciare un laboratorio aperto a iniziative di economia circolare:

Il primo Living Lab condotto dalla Città di Torino è stato il *Living Lab* di Campidoglio nel 2016, che ha permesso il test di 32 prototipi in aree pubbliche. Tale esperienza ha trasformato per un anno il quartiere Campidoglio, un'area semi-centrale della città, in una zona di piattaforme per la condivisione dei dati, sistemi di illuminazione a basso impatto, rilevatori della qualità dell'aria e irrigatori per la coltura urbana a basso fabbisogno idrico<sup>125</sup>.

Nel 2017, la Città ha aperto un nuovo *Living Lab* dedicato alle tecnologie IoT (*Internet of Things*). L'iniziativa ha permesso di disseminare in diversi quartieri cittadini la messa a punto di sensori per l'efficientamento energetico, il monitoraggio dei trasporti e l'analisi dei flussi urbani<sup>126</sup>.

Nel 2018, la Città di Torino ha lanciato la piattaforma "Torino City Lab", un'iniziativa che permette alle aziende di testare in qualsiasi momento le proprie soluzioni sul suolo cittadino, a diretto contatto con gli utenti. Il Torino City Lab ha permesso alla città di rendere continuativa la propria apertura alla sperimentazione, divenendo "catalizzatore" di tutti i *Living Lab*, con l'obiettivo di stimolare lo sviluppo locale e al tempo stesso attirare investimenti sul territorio<sup>127</sup>.

La prima sfida, aperta attraverso la piattaforma del Torino City Lab, è stata quella rivolta alle imprese attive nell'ambito dell'EC, con il lancio del LLSC nel maggio del 2018. La Città ha così accettato di promuovere l'EC mettendo a disposizione i propri spazi, per sostenere attività impegnate nella condivisione dei servizi e nel recupero, riuso e riciclo dei materiali.

<sup>125</sup>Per maggiori informazioni sul Torino Living Lab di Campidoglio: <http://www.comune.torino.it/circ4/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2801>

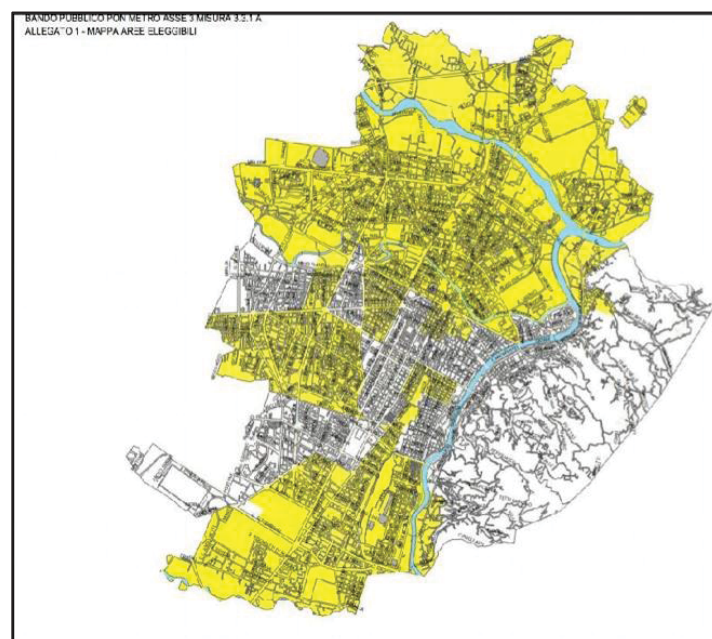
<sup>126</sup>Per maggiori informazioni sul Lab IoT: <https://www.torinocitylab.it/it/news/233-lab-iot-iod-i-primi-risultati-della-sperimentazione-di-enerbrain>

<sup>127</sup>Per maggiori informazioni sul Torino City Lab: <https://www.torinocitylab.it/it/>

## LA NASCITA DI UN LABORATORIO URBANO DI ECONOMIA CIRCOLARE

Il LLSC nasce all'interno di un vasto programma di riqualificazione urbana, AxTo (Azioni per le periferie torinesi), che ha portato Torino ad avviare 44 iniziative mirate al recupero, alla riscoperta e alla rinascita di specifiche aree della città. La Città, potendo contare su fondi nazionali messi a disposizione dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri con il "Programma straordinario di

intervento per la riqualificazione urbana e la sicurezza delle periferie", ha deciso di investire su cinque principali assi: lo spazio pubblico; le abitazioni; il lavoro e l'innovazione; la scuola e la cultura; la partecipazione civica<sup>128</sup>. Torino ha dunque preferito agire capillarmente, avviando micro-azioni in quartieri che hanno manifestato specifiche criticità sul piano della scolarità, dell'occupazione e del patrimonio edilizio, evidenziati in giallo nel **Grafico 1**.



**Grafico 1** - Le aree di sperimentazione  
Fonte: Città di Torino

All'interno del terzo asse, dedicato all'innovazione, la Città ha deciso di inserire il LLSC, un'iniziativa concreta di Economia Circolare che potesse sostenere attività virtuose e, allo stesso tempo, produrre benefici ambientali e sociali concreti per le comunità territoriali. Per raggiungere tali obiettivi, il Servizio Innovazione della Città di Torino ha deciso di lanciare un Living Lab che, da maggio 2018 a dicembre 2019, permettesse a realtà attive nel campo dell'EC di mettere a punto le proprie soluzioni circolari, testandole e migliorandole con i cittadini delle aree coinvolte.

Nella primavera del 2018, la Città ha avviato la selezione di un ente esterno gestore per il LLSC, al fine di garantire

un supporto tecnico e di comunicazione alle aziende coinvolte. L'ente gestore, individuato nella società S&T, è entrato fin da subito in azione, avviando dei workshop finalizzati a far nascere idee e ad accompagnare le aziende alla presentazione della candidatura per sperimentazioni di EC.

In parallelo, la Città ha istituito un Comitato di valutazione che, mettendo in comunicazione tecnici dei diversi settori dell'Ente coinvolti (Verde, Innovazione, Edilizia etc.), ha individuato i criteri di valutazione per la selezione delle proposte di sperimentazione. Dopo un mese di lavori, i cinque parametri individuati per classificare le soluzioni di economia circolare sono stati: (I) fattibilità tecnica; (II)

<sup>128</sup> Per maggiori informazioni sul programma AxT0: <http://www.axto.it/>

coerenza; (III) livello di innovazione; (IV) livello di coinvolgimento; (V) sostenibilità economica. Sulla base di tali criteri, la Città ha ufficialmente lanciato il bando di selezione da maggio a luglio 2018, mettendo a disposizione 100 mila euro per sostenere le

sperimentazioni, prevedendo un massimo richiedibile di 15 mila euro per proposta, pari al 50% dei costi previsti. Il Comitato di valutazione ha vagliato le 22 proposte ricevute, selezionando le otto ritenute più fattibili e convincenti (**Grafico 2**).



**Grafico 2** - Le proposte selezionate  
 Fonte: Città di Torino

L'eterogeneità delle proposte ha caratterizzato la risposta delle imprese: dal cibo al manifatturiero, passando per il settore agricolo. Molteplici settori di EC hanno trovato un risvolto pratico nel LLSC.

Gli otto soggetti sperimentatori hanno stipulato un accordo di partnership con la Città di Torino, che ha chiarito termini e condizioni, fissando in nove mesi il limite massimo di sperimentazione sul territorio.

### LE OTTO SPERIMENTAZIONI DEL LLSC

Reintrodurre gli scarti nel ciclo produttivo, trasformando un rifiuto in risorsa, è la sfida lanciata dall'economia circolare a tutti i settori dell'attività umana (Starace F. e Realacci E., 2018). Volendo coinvolgere più ambiti di EC, la Città ha selezionato nel quadro del LLSC otto imprese eterogenee per natura e mercato di riferimento. Pur essendo alcune di esse ancora in corso, ogni sperimentazione ha fatto emergere criticità e aspetti positivi in *itinerare*, individuati attraverso le interviste e i workshop, che meritano un approfondimento.

### Abbassoimpatto

È un progetto basato sull'economia collaborativa e costruito sul modello dei Gruppi di Acquisto Solidale (GAS). Si pone l'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali nei consumi degli esercizi di ristorazione e ospitalità e di garantire prezzi sostenibili alle forniture grazie all'acquisto di gruppo, con la mediazione della cooperativa Verdessenza. Quest'ultima si occupa di effettuare una valutazione delle esigenze degli esercizi di ristorazione e ospitalità; individuare e selezionare i gruppi di prodotti e servizi attraverso considerazioni di carattere ambientale in un'ottica di ciclo di vita (selezionando quelli significativamente più impattanti); redigere i Criteri Minimi Ambientali attraverso i quali selezionare i fornitori che garantiscono un processo produttivo più attento alla sostenibilità socio-ambientale; commercializzare i prodotti agli esercizi commerciali che ne hanno fatto richiesta. L'area di sperimentazione individuata è il quartiere San Salvario di Torino. Destinatari del progetto sono tutti gli esercizi di

ristorazione e ospitalità: locali serali, ristoranti, hotel, b&b.

**Proponente:** Verdessenza

**Criticità:** difficoltà nel comunicare la competitività economica delle forniture.

**Aspetti positivi:** capacità di sapersi inserire in reti consolidate di consumatori; possibilità di fornire prodotti circolari a un costo competitivo per le strutture ricettive; possibilità di ampliare la scala di commercio.

### Beautiful Precious Plastic

La sperimentazione intende portare il riciclaggio della plastica su scala locale, attraverso l'utilizzo di macchine *Open Source* in grado di sminuzzarla e termoformarla. Tali macchine sono utilizzate da Izmade per lo sviluppo di nuovi prodotti di arredo e messe a disposizione per tutti gli utenti/cittadini presso l'officina IZlab Maker Space. Il progetto è basato sulle conoscenze, strumenti e macchine sviluppate e migliorate continuamente dalla *community* internazionale di Precious Plastic, attraverso cui è possibile riciclare oggetti realizzati con polimeri termoplastici e trasformarli in nuovi manufatti, donando così alla plastica un nuovo ciclo di vita. L'intero sistema produttivo è autocostruibile ed è composto da quattro macchine con funzioni differenti. Una macchina sminuzza la plastica trasformandola in granuli, le altre tre fondono il materiale sminuzzato per poi essere estruso in filamento nel caso dell'estrusore. Invece, nel caso dell'iniettore della pressa, il materiale fuso viene iniettato o compresso in stampi.

"Beautiful Precious Plastic" ha come territorio di sperimentazione Barriera di Milano. Per la raccolta della plastica usata sono coinvolte due case del quartiere: i Bagni pubblici di via Agliè e i Laboratori di Barriera. Uno degli obiettivi del progetto è rendere "preziosi" i rifiuti plastici, ma allo stesso tempo donare ad essi un'estetica piacevole e accattivante, rendendoli veri e propri oggetti di design, quindi senza mai tralasciare l'utilità e la funzionalità.

**Proponente:** Izmade

**Criticità:** costi di produzione ancora elevati, dovuti all'eccessivo dispendio nella selezione e pulizia delle plastiche da lavorare.

**Aspetti positivi:** idea imprenditoriale che può trovare uno sbocco concreto sul mercato; possibilità di abbassare i costi comprando direttamente le plastiche

lavorabili; possibilità di diversificare i prodotti da immettere nel mercato.

### CON il cibo 2

Obiettivo del progetto è quello di fornire un pasto caldo, con un apporto equilibrato e adeguato di nutrienti essenziali, agli adulti senza dimora ospiti delle Case di Ospitalità Notturna (CON) gestite dalla Cooperativa Stranaidea. Con questo progetto Stranaidea assicura 100 pasti, cinque volte alla settimana, che si vanno ad aggiungere ai due pasti che le associazioni di volontariato già forniscono alle CON, con il coordinamento della Cooperativa stessa. In questo modo il servizio è garantito tutti i giorni dell'anno. Il progetto prevede attività di raccolta delle eccedenze alimentari (con apposito furgone Ape Piaggio a motorizzazione elettrica furgonato per il trasporto termico), selezione e trattamento di derrate per la preparazione di pasti precucinati, e la loro distribuzione agli ospiti delle CON, con l'impiego di tirocinanti, ospiti delle CON stesse e volontari, sotto la conduzione operativa di un Responsabile della cooperativa.

**Proponente:** Stranaidea Scs

**Criticità:** necessità di ampliare la rete dei fornitori per garantire quotidianamente pasti adeguati ed equilibrati.

**Aspetti positivi:** contributo concreto al benessere psicologico degli ospiti delle CON attraverso il loro coinvolgimento nella gestione delle risorse alimentari e del servizio in generale; recupero delle eccedenze alimentari (sollevando gli esercizi commerciali e la Grande Distribuzione Organizzata di parte dello smaltimento degli invenduti); possibilità di proseguire l'esperienza avviando nuove collaborazioni.

### Edilizia Circolare

Edilizia Circolare nasce con l'obiettivo di applicare il concetto di riuso e riciclo nell'ambito delle costruzioni.

Lo scopo è quello di dare vita ad un nuovo modo di concepire l'edilizia, seguendo criteri di sostenibilità, originalità e qualità, promuovendo la riconversione di risorse materiali, intellettuali e manuali verso progetti di architettura e design alternativi.

Il primo passo è stata la costituzione di un team di professionisti del riuso, composto da architetti, designer, imprese e artigiani. A ciò segue la fase di individuazione e raccolta di materiali potenzialmente riutilizzabili che



vengono donati da cittadini, aziende ed artigiani del luogo, per essere poi trasformati e riprendere vita in nuovi arredi e finiture. Durante tutto il percorso sono organizzati workshop e focus group sia per professionisti che per appassionati e amanti del fai da te.

Il prodotto finale della sperimentazione è il restyling di un locale situato in via Montevideo 41, affidato in concessione dal Comune di Torino alla Cooperativa Sociale Paradigma, adibita a ospitare una caffetteria per i soci e nuovi laboratori.

**Proponente:** Emmegi Srl

**Criticità:** difficoltà nel fare rete tra imprese edili e creare un sistema circolare di recupero dei materiali; barriere

amministrative intricate, dovute alla regolamentazione relativa all'*end of waste* (cessazione della qualifica di rifiuto).

**Aspetti positivi:** possibilità di poter contare su una rete di partner affidabile; aumentare il numero di donazioni da parte di imprese e cittadini; riproposizione delle competenze acquisite nella riconversione di materiali; riutilizzo del format messo a punto basato su 3 criteri di scelta dei materiali (riuso e riconversione di materiali esistente, impiego di materiali naturali e rinnovabili, disassemblaggio a fine vita).



**Figura** - Le otto sperimentazioni del LLSC  
Fonte: Città di Torino

### Il Market Place del Balon

Il progetto prevede la realizzazione sperimentale di un portale di *e-commerce* per gli operatori dei settori dell'antiquariato, del mercato delle pulci, del vintage e del riuso del mercato "Balon" di Torino. Il progetto è incentrato sulle attività artigianali che operano nel recupero, riciclo e valorizzazione di beni e, quindi, per un consumo sostenibile di oggetti tipicamente caratterizzati da importanti connotazioni culturali e di memoria. Il portale favorisce la condivisione di saperi ed esperienze antiche andando a promuovere lo sviluppo delle piccole botteghe artigianali attraverso l'incremento della visibilità delle stesse anche a livello internazionale.

**Proponente:** Agenzia Magma

**Criticità:** difficoltà nel coinvolgere gli operatori e nel garantire una partecipazione continuativa alla piattaforma.

**Aspetti positivi:** interesse crescente degli operatori; possibilità di ottimizzare l'incontro di domanda e offerta, aumentando i ricavi e favorendo il recupero dei prodotti; opportunità di ottenere benefici sociali attraverso il ripopolamento dei mercati.

### RicuciTò

Il progetto punta ad applicare un modello innovativo di economia circolare e collaborativa che allunghi la vita dei



materiali tessili post-consumo, non più riutilizzabili come tali.

Attraverso una collaborazione virtuosa tra diversi soggetti, RicuciTÓ porta alla realizzazione di prodotti da commercializzare soprattutto nelle aree periferiche della città di Torino con l'auspicio di contribuire al loro rilancio. A tal fine, gli studenti della facoltà di Design hanno avviato un laboratorio formativo con 7 detenute della Casa Circondariale Lorusso Cutugno per riparare, trasformare e immettere sul mercato jeans, ciabatte e presine da cucina.

Tra gli obiettivi vi è quello di facilitare l'acquisizione di consapevolezza socio-culturale, sensibilizzando i cittadini sulla lotta allo spreco e sui benefici socio-ambientali legati al riuso e riciclo virtuoso del tessile.

**Proponente:** Humana

**Criticità:** difficoltà nella sostenibilità economica di lungo termine dei prodotti.

**Aspetti positivi:** sensibilizzazione in ottica circolare di futuri designer; protagonismo degli studenti in ogni fase del progetto (ideazione prodotti, ideazione e sviluppo comunicazione, produzione); ottimizzazione della produzione, generando il minor quantitativo di scarti possibile; produzione sostenibile a km 0 e utilizzando esclusivamente materiali di recupero; collaborazione tra partner non profit per potenziare la ricaduta sociale positiva; creazione di un momento di scambio e socializzazione che ha permesso alle detenute di «interrompere» la loro quotidianità e di trasferire agli studenti le loro competenze in ambito sartoriale con un impatto positivo sulla propria autostima e consapevolezza.

### Suolo sostitutivo

Il progetto mira all'utilizzo, a seguito di opportuno trattamento, di materiale inerte, proveniente da scavi effettuati in ambito cittadino per opere infrastrutturali, che normalmente viene classificato come rifiuto e viene accumulato in discarica. Obiettivo principale del progetto è lo sviluppo di un protocollo tecnico per la costituzione di un suolo in grado di sostituire quello naturale, poiché adatto a sostenere nel tempo un consorzio vegetale. Questo permetterebbe di ottenere vantaggi in campo economico e ambientale perché in ambiente urbano l'uso di un suolo sostitutivo non comprometterebbe la qualità ambientale del sito di destinazione. Grandi volumi di

materiale inerte di difficile smaltimento verrebbero trasformati in materie prime secondarie, coerentemente con i principi di economia circolare e con le attuali disposizioni della comunità europea in materia di riduzione dei rifiuti e di riutilizzo e riciclo dei materiali di scarto al fine di garantire la conservazione degli ecosistemi.

Le informazioni tratte dalla sperimentazione sono utilizzate per riprogettare o convertire parti del processo industriale di generazione dello scarto e per sviluppare una miscela che possa diventare un prodotto commercializzabile.

**Proponente:** Horizon Srl

**Criticità:** complessità delle procedure autorizzative per attivare il processo produttivo o di conversione; difficoltà nel contattare possibili utilizzatori privati; difficoltà di reperimento di una mappa aggiornata sui siti degradati della città; difficoltà di reperimento dei dati recenti di produzione di terre e rocce da scavo a livello locale.

**Aspetti positivi:** sono in programma nuove collaborazioni con i soggetti coinvolti nel progetto, per testare altri materiali inerti e consolidare il valore scientifico della tecnologia. L'Associazione Coefficiente Clorofilla intende proseguire la mappatura delle caratteristiche chimico fisiche e biologiche del suolo, acqua e piante dell'area in gestione.

### UrbanAquaFarm

Con UrbanAquaFarm si vogliono sviluppare e testare sistemi innovativi destinati all'orticoltura. Nel quadro del sistema "Orti Urbani Torino" viene proposto un progetto pilota che realizza un sistema collaborativo di produzione e di consumo di prodotti vegetali basato su tecniche di coltura in "idroponica", finalizzato a dimostrare la realizzabilità di sistemi condivisi a servizio del cittadino e la sostenibilità in ambito urbano delle coltivazioni "BIO". Nello specifico il progetto sperimenta pratiche di orticoltura circolare, con la convinzione che l'utilizzo di risorse primarie e la riduzione degli sprechi siano componenti fondamentali del progresso. UrbanAquaFarm si estenderà nell'area degli "Orti urbani" inseriti nel Parco dei Laghetti nella zona nord della città, inaugurati la scorsa primavera in un'area attualmente oggetto di riqualificazione.

Durante la realizzazione del progetto vengono effettuate specifiche attività di divulgazione, oltre che ulteriori

iniziative parallele e collaterali, veicolabili direttamente sull'intero sistema di "Orti Urbani" della città, come corsi di formazione sul sistema "Idroponica", seminari di formazione professionalizzante, visite guidate per studenti e gruppi di cittadini. Un ruolo fondamentale su questo livello del progetto viene svolto dal Comitato per lo sviluppo della Falchera, che insieme agli interlocutori e le associazioni locali è impegnato nella diffusione ed al coinvolgimento dei cittadini.

**Proponente:** CarloPrelli Service

**Criticità:** difficoltà nel velocizzare l'iter autorizzativo necessario alla sperimentazione.

**Aspetti positivi:** rafforzamento del senso di comunità; acquisizione di competenze rispondibili da parte dei cittadini; arricchimento della biodiversità del quartiere.

## CONCLUSIONI

L'analisi del caso di studio del LLSC ha permesso alla Città di Torino di poter trarre alcuni importanti spunti di riflessione per pianificare future politiche di supporto all'EC. Seppur ancora in corso, il LLSC ha dimostrato quanto risulti complicato, e al tempo stesso stimolante, voler supportare imprese di EC su scala locale.

La Città si è trovata di fronte a tre principali tipi di ostacoli: amministrativi, sociali ed economici. Tali difficoltà hanno richiesto l'adozione di un approccio di lavoro trasversale e intersettoriale, che ha portato l'Ente a ottimizzare la propria azione.

In primo luogo, l'attività di semplificazione dell'iter autorizzativo, finalizzata ad avviare sperimentazioni sul territorio, ha condotto l'Ente ad approfondire una fitta e vasta regolamentazione. Data la diversa natura delle proposte, la Città ha dovuto in breve tempo avviare procedimenti attinenti al riutilizzo di terre e rocce da scavo, alla gestione delle eccedenze alimentari, all'occupazione di aree verdi, al recupero di rifiuti tessili. In tal senso, aver attivato competenze trasversali, coinvolgendo diversi settori dell'Ente, ha rappresentato

una scelta vincente per garantire corretti inquadramenti giuridici ai soggetti sperimentatori.

Dal punto di vista dell'impatto sociale, voler sostenere attività di EC all'interno di un più vasto programma di riqualificazione territoriale (AxTo) ha richiesto all'Ente un ulteriore sforzo. La Città ha lavorato per far sì che le sperimentazioni, oltre a proporre soluzioni circolari innovative, rispondessero con efficacia alle esigenze dei quartieri coinvolti. L'affidamento dell'attività di gestione a un ente esterno, inserito in fase preliminare, ha aiutato le imprese a formulare meglio le proprie idee, e avere risposte soddisfacenti in termini di organizzazione di eventi pubblici e partecipazione dei cittadini.

Sotto il profilo della sostenibilità economica, aver stanziato un contributo che potesse aiutare le imprese ad affrontare i costi di sperimentazione, ha in parte risposto alla carenza di risorse che caratterizza la fase di messa a punto e lancio di nuove soluzioni di EC. Inoltre, aver scelto di pianificare con le imprese strategie di mantenimento sul mercato per i prodotti sperimentati ha aiutato le aziende a ottenere indicazioni e competenze rispondibili nel lungo periodo.

Attraverso l'esperienza del LLSC, la Città di Torino ha gettato le basi per sostenere le tante aziende locali che si stanno avvicinando al mondo dell'EC. Le difficoltà emerse hanno ispirato un approccio non convenzionale ai problemi, in linea con la prospettiva sistemica adottata dall'EC. Infine, la creatività delle imprese locali, se condivisa e alimentata dal confronto con cittadini, mondo della ricerca e pubbliche amministrazioni, ha dimostrato di poter rappresentare la carta vincente per affrontare le future sfide ambientali e sociali delle città.

La prospettiva di lungo-termine della Città è quella di diventare un polo di sperimentazione nell'ambito dell'EC, in grado di accompagnare il settore profit e no profit verso uno sviluppo economico che abbia come prerogativa la reintroduzione degli scarti nei cicli produttivi e la riduzione degli impatti ambientali.

## BIBLIOGRAFIA

Bobbio L., 2004. *A più voci. Amministrazioni pubbliche, imprese, associazioni e cittadini nei processi decisionali inclusivi*. Dipartimento della Funzione Pubblica.

Ellen Machartur Foundation, (2015), *Delivering Circular Economy. A toolkit for policymakers*, Ellen Machartur Foundation.

Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S., 2016. *A review on Circular economy. The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems.* Journal of Cleaner Production 114(7):11-32.

Karvonen A., Van Heur B., 2013. *Urban Laboratories: Experiments in Reworking Cities.* International Journal of Urban and Regional Research 38(2).

Leminen, S., 2015. *What are Living Labs?* Technology Innovation Management Review.

Ministero dell'Ambiente, 2017. *Verso un modello di economia circolare per l'Italia. Documento di inquadramento e di posizionamento strategico.* Ministero dell'Ambiente.

## SITOGRAFIA

KPMG, 2018. Let's help SMEs to go circular, at [https://ec.europa.eu/environment/sme/pdf/Training%20materials\\_English.pdf](https://ec.europa.eu/environment/sme/pdf/Training%20materials_English.pdf)

Torino City Lab, *LABSHARING&CIRCULAR*, at <https://www.torinocitylab.it/en/submit-to/challenge/lab-sharing-circular>

Rizos V., 2016. *Implementation of Circular Economy BusinessModels by Small and Medium-SizedEnterprises (SMEs): Barriers and Enablers.* Sustainability,8, 1212.

Schurman D., Tonurist P., 2017. *Innovation in the Public Sector: Exploring the Characteristics and Potential of Living Labs and Innovation Labs.* Technology Innovation Management Review.

Starace F., Realacci E., 2018. *100 Italian Circular Economy Stories*, Symbola e Enel Group.

United Nations, 2018. *Sustainable Cities: Why they matter?* United Nations.

## RINGRAZIAMENTI

L'articolo è stato realizzato grazie al prezioso contributo dei colleghi del Servizio Innovazione della Città di Torino: la Dott.ssa Elena Deambrogio, il Dott. Riccardo Saraco e la Dott.ssa Laura Ribotta. Si ringraziano, inoltre, i professionisti dell'ente gestore e i soggetti sperimentatori, per la disponibilità dimostrata nel corso delle interviste.

# COME RENDERE CIRCOLARE LEONIA

## RIGENERAZIONE URBANA, ETICA DEL PROGETTO E RETORICA DELL'AMBIENTE

Romeo Farinella<sup>129</sup>  
Università di Ferrara

*“Se la crisi della capacità di vita diventa il principale prodotto del sistema industriale, come potrebbe diventare il punto più alto del processo di civilizzazione?”*

Hans Immler

### PREMESSA

Quando mi è stato chiesto di scrivere un contributo sul rapporto tra rigenerazione urbana e città circolare, come sempre in questi casi, ho iniziato a impostare una lista di temi e questioni da affrontare. Più pensavo al soggetto proposto, più mi circolavano per la testa riflessioni e questioni che in questi anni avevo affrontato e approfondito in ricerche sul progetto delle città. L'impressione, che si è via via sempre più rafforzata in me, è che in fondo i dati del problema erano già tutti posti e da tempo, cambiava la prospettiva o forse più semplicemente il modo di concettualizzare temi e approcci che, da almeno quarant'anni sono al centro di dibattiti, confronti e tentativi di trasformarli in politiche e progetti. Ho iniziato quindi a rileggere alcuni testi scritti negli anni passati e questo mio contributo è in fondo una loro riproposizione in una cornice diversa.

### DALLA LINEARITÀ ALLA CIRCOLARITÀ

Se un tempo si parlava di sviluppo sostenibile oggi le categorie sono aumentate, parliamo di rischio, di resilienza, di circolarità e li associamo sempre più alle problematiche poste dai cambiamenti climatici. D'altro canto il mondo diviene sempre più urbano, anche in regioni che storicamente non lo erano, si accentuano le differenze tra ricchi e poveri e le migrazioni nel mondo si intensificano e divengono anche climatiche. Il concetto di città circolare è la trasposizione al mondo urbano (o urbanizzato?) del concetto di economia circolare, che si fonda su principi quali: la necessità di gestire

inquinamento e produzione di rifiuti, attraverso il progetto e la previsione di un loro riuso. Una sorta di rifiuto attivo, virtuoso che grazie al riciclo contrasta la dispersione e il disordine; un secondo aspetto riguarda il mantenere in vita i materiali che usiamo per la nostra vita quotidiana, allungando il più possibile la loro trasformazione in rifiuti ed infine un terzo principio lo possiamo individuare nella capacità di rigenerare le risorse naturali, necessarie alla vita sul pianeta; non da ultimo dobbiamo segnalare quello dei diritti: alla città, di lefebvriana memoria, e alle risorse del pianeta. Si tratta di questioni direttamente legate al modello di sviluppo sia dominante che auspicato. Dalle molte, troppe forse, riflessioni che si leggono sul web sembra emergere, a proposito di circolarità, un'accezione più prestazionale che strutturale (offerta di trasporto pubblico e dei servizi di *car sharing*, efficienza della rete idrica, livello di raccolta differenziata o di fatturato delle attività di vendita dell'usato). È naturale che le prestazioni (o le pratiche) siano importanti per misurare il fenomeno e il suo radicamento, minori sembrano essere le riflessioni ontologiche, inerenti l'essenza del fenomeno e la sua dimensione globale, ad esempio: il modello di sviluppo auspicato, le pratiche di cooperazione e di contrasto alla povertà, il come contrastare l'urbanizzazione del pianeta salvaguardando le risorse naturali.

Solo a partire da queste domande si potrebbe chiudere il cerchio. Di quale cerchio parliamo? Di quello che, già nel 1977, Barry Commoner sollecitava a chiudere, perché nel rapporto tra l'uomo e l'ecosfera l'andamento da circolare è diventato lineare: si estrae il petrolio, lo si

<sup>129</sup> Professore di Progettazione Urbanistica, Direttore del CCSI - Centro per la Cooperazione allo Sviluppo Internazionale UniFE

trasforma in carburante che viene bruciato nei motori delle automobili, generando fumi e smog; analoga linearità la troviamo nel ciclo dei rifiuti ma anche nei processi di urbanizzazione che hanno devastato e impermeabilizzato numerosi territori nel mondo, consumando suolo agricolo e naturale. In quegli anni diversi scienziati con le loro ricerche hanno posto le basi dell'ambientalismo scientifico, portando nel dibattito politico il concetto di sostenibilità; si è iniziato ad associare il concetto di sviluppo a quello di limite, e si è messo in discussione il modello di crescita economica che ha governato il mondo, perlomeno dalla rivoluzione industriale in poi. Ma le politiche sono andate in altre direzioni. Rileggendo i libri di Commoner, di Enzo Tiezzi [1991], di Ilya Prigogine [1997] di Hans Himmeler [1993] ritroviamo lucidamente indicati i temi che oggi alimentano le discussioni e le scelte (o non scelte) che associamo ai temi posti dai cambiamenti climatici e ai rischi sempre intensi che tali trasformazioni inducono. Il distacco tra i tempi storici, di modificazione dell'ambiente da parte dell'uomo, e quelli lenti, associati all'evoluzione degli organismi viventi venivano già indicati nel 1985 da Tiezzi come uno dei problemi strutturali del nostro modello di sviluppo. È sul tempo biologico che dobbiamo misurare il nostro futuro perché la storia del devastante rapporto tra l'uomo e il pianeta è temporalmente poca cosa rispetto alla storia biologica della terra. Si tratta del riconoscimento di quella complessità necessaria per definire i rapporti tra le componenti della terra e le loro relazioni di cui ci ha parlato Edgar Morin [1983]. Una sfida associata all'incertezza che ha indebolito i miti sui quali si è fondata la scienza moderna, come ci rammentano Mauro Ceruti e Gianluca Bocchi [2007]. Insomma seppur con denominazioni e specificazioni diverse i temi, che l'inasprirsi dei cambiamenti climatici pongono oggi alle nostre riflessioni e azioni e alle agende politiche, erano già ben chiari e ben posti cinquant'anni fa. È certamente mancata la politica, e la conseguente assunzione di responsabilità di chi ha governato il mondo, i paesi e le città. La chiusura del cerchio è dunque una metafora che richiama un modello di sviluppo diverso e può apparire paradossale che oggi enti, istituzioni e imprenditori, che nel passato hanno contribuito alla trasformazione della circolarità in linearità, siano gli attori di programmi quale il *Circular Cities Week*

- CEC – o *100 Resilient Cities*, anche se sulla via di Damasco le conversioni sono sempre possibili. Il dibattito sull'economia circolare, del quale la città rappresenta un corollario strutturale, diviene sempre più cogente dopo che nel 2018 e nel 2019 l'Europa ha definito un *Piano d'azione per l'economia circolare* incentrato sulla climatologia e sull'energia ma anche sull'economia e sul lavoro. I principi sono quelli noti, citati in apertura: riduzione degli sprechi, riuso dei materiali, contenimento energetico. È importante anche che l'*United Nations Environment Programme (UNEP)* nel 2019 abbia ribadito che l'estrazione e l'uso delle risorse contribuisce per oltre il 90% alla perdita globale di biodiversità e allo stress idrico di cui soffrono molte regioni del mondo, ma anche di questo ne siamo consapevoli da decenni. Dunque la riflessione non può che spostarsi dalla consapevolezza della gravità del problema alle politiche e soprattutto alle pratiche. Quali azioni i paesi del mondo stanno avviando per contrastare tale tendenza autodistruttiva? Quali sono i paesi che possono investire risorse in progetti, ricerche e brevetti in grado cambiare le pratiche? E questi paesi sono disponibili ad aiutare quelli che non possono permetterselo? Vi sono ancora importanti paesi del mondo che negano l'evidenza del problema ambientale del mondo. La virtuosità di Copenaghen è importante, anche come modello da citare, ma quale è la situazione nelle città del *Global South*? Le politiche pubbliche possono certamente svolgere un ruolo importante per creare le condizioni e/o rimuovere gli ostacoli che impediscono l'approccio circolare all'economia, possono certamente pianificare un uso più efficiente e sostenibile delle risorse, mettendo a punto strategie di medio-lungo termine, ma in quali paesi e in quali condizioni socio-economiche? Quello che appare evidente è che molti parti del mondo, tra alcuni anni, saranno totalmente cambiate: l'Amazzonia continua a bruciare e si progettano autostrade, i mari interni stanno sparendo (Aral, Ciad, Mar Morto), l'Africa si desertifica mentre le città diventano sempre più informalmente popolate. Quali pratiche "circolari" servono per affrontare queste situazioni, e quali politiche? La piaga dei rifiuti e della plastica sta ricoprendo l'Africa, i Senegalesi che sono un popolo di poeti chiamano *les flores noire* i sacchetti neri di plastica che il vento trasporta e fissa sui baobab e molti dei quartieri informali costruiti ai margini delle loro città



hanno come fondamenta delle piastre piene di rifiuti usati come riempimento: una forma di circolarità a suo modo. In Brasile (ma anche in Bolivia) uno dei grandi dibattiti che animano il popolo e le tribune politiche, creando come sempre fazioni contrapposte, è se l'Amazzonia è un bene del paese o del mondo, o di entrambi. In ogni caso il mondo deve concretamente farsene carico, e il Brasile non deve sentirsi minacciato nella propria autodeterminazione. In realtà il mondo se ne fa carico ma nella maniera sbagliata: carne, oro, biocarburante, agricoltura intensiva, sono tutte richieste pressanti del mondo, in particolare occidentale e cinese, che portano al disboscamento della grande foresta. Le riflessioni sulla decrescita di Serge Latouche pongono in fondo un'occasione per riflettere sul ormai dibattuto "cambio di paradigma" necessario per contrastare la grande produzione di merci, il rapido consumo e la conseguente produzione di rifiuti che genera [2008]. E' in questo quadro problematico che si colloca la riflessione sul come rendere "circolari" le città.

Circularità richiama rifiuto e scoria. Esistono ormai storie interessanti che ci raccontano il rapporto che si è stabilito tra la città e i suoi rifiuti. Anche in questo caso possiamo dare al concetto un'accezione più o meno ampia. Come ci rammenta la Treccani, il rifiuto è qualunque materia solida o liquida scarto di un processo di provenienza domestica agricola o industriale. Vi è dunque una dimensione quotidiana legata ai nostri modi di vivere e consumare, e ad un modello di sviluppo dove, come ci ricorda Italo Calvino, la nostra opulenza non è associata solamente a ciò che produciamo e compriamo ma la misuriamo anche con la quantità di cose, tra cui anche il cibo, che ogni giorno buttiamo per far posto a cose nuove. Questo è ciò che succede nella città di "Leonia", ogni giorno [Calvino 1972]. In fondo questa capacità di produrre rifiuti anche alimentari è un indicatore del nostro benessere, mentre la nostra cultura gastronomica, antica e popolare, ci parla di riuso e di riciclo come presupposto per l'invenzione. Questa capacità creativa e di invenzione è molto presente in Africa ed è legata alla necessità di arrangiarsi. I *Taxi Brousse* (*Car de Brousse*) che percorrono le savane africane sono spesso assemblaggi di pezzi meccanici di diverse vetture. Le strade di molte città africane o sudamericane sono anche degli straordinari laboratori *open air* di attività artigianali dove mani abili riusano i pezzi di ciò che viene scartato.

Anche le città come aggregati spaziali producono scorie e rifiuti sia socialmente, segregando persone culturalmente diverse (i ghetti), sia spazialmente, isolando l'insano e quindi costruendo, lontano dalle città, lazzareti, manicomi, ospedali. Vi è poi la città industriale produttrice di spazi e di edilizia speculativa che Ippolito Pizzetti già nel 1993 definì con tre termini: "rifiuto", "scoria", "scarto". Li ritroviamo nelle periferie frammentate dove, registrava allora il paesaggista, rappresentano il corrispettivo fisico e urbano di una società e di una «civiltà dei consumi che produce una massa crescente e paurosa di rifiuti» [Pizzetti 1993 96]. Tale spazio, se associato all'aggettivo "aperto", diviene sinonimo di vuoto. Questo, in una città ben fatta, è l'esito sapiente di un edificio o opera architettonica e urbanistica che abbia un senso, precisa Pizzetti, in grado quindi di stabilire un carattere al rapporto tra pieno e vuoti ma le città contemporanee raramente sono state costruite con questa consapevolezza e quindi i suoi vuoti rappresentano spesso l'esito di una indeterminatezza, derivante da programmi urbanistici mai compiuti o infrastrutture troppo frettolosamente tracciate, o da edifici non pensati per il ruolo urbano che potevano avere.

Anche la riflessione sulla "resilienza" come attitudine e volontà politica di reagire ai cambiamenti in corso non può prescindere dai sopracitati aspetti. Se la "resilienza ecosistemica" è la capacità dei "sistemi complessi" di ripristinare dei meccanismi di funzionamento, reagendo a fenomeni di stress, si tratta di ricercare, in un mondo volto verso l'entropia, quelle zone di ordine di cui parla Italo Calvino nelle sue *Lezioni Americane* [1992 68], dandogli spazio per contrastare l'entropia e rigenerare la qualità, la complessità e la socialità proprie di una idea di sviluppo locale protagonista all'interno delle dinamiche globali. Un processo di sviluppo locale, orientato verso la qualità di processo e di azione, non può non basarsi sulle interconnessioni e interdipendenze (ritorniamo al valore strutturale e qualitativo delle relazioni) tra i molteplici livelli dei sistemi complessi; non può non ricercare una diversità e variabilità lenta e creativa. Per quanto riguarda le città e i territori non può infine non basarsi sulla memoria e consapevolezza dei loro processi storici di formazione, evoluzione, modificazione. Cinquecento anni fa, quando i portoghesi costruirono in Brasile la città di Paraty, consapevoli di essere in una laguna soggetta a quotidiani cambiamenti del livello delle acque,

impostarono un reticolo organizzato su strade dalla sezione concava, e non convessa; in questo modo quando le acque si alzavano le strade diventavano canali, percorribili anche con le barche, mentre i marciapiedi e passerelle di legno consentivano agli abitanti di muoversi. Il funzionamento della città era dunque regolato da queste fasi naturali che la città, con la sua forma, assecondava. Dobbiamo mettere in campo e approfondire, approcci “positivi” e “proattivi”, in grado di lavorare sul rapporto tra punti, nodi e relazioni; su strategie multi-settoriali in grado di mettere in relazione le diverse componenti (urbanistiche, patrimoniali, paesaggistiche, ambientali, ecosistemiche, sociali, economiche, di *governance*) e multi-obiettivo, in grado di dare risposte alla complessità e all'incertezza cercando forme di sinergia [Farinella, Galderisi 2019]. Diventa fondamentale a questo punto la qualità del processo che conduce alla definizione della strategia e all'individuazione delle conseguenti azioni e questo deve fondarsi su nuovi strumenti interpretativi, valutativi, tecnologici e progettuali, prefigurando un percorso in grado di legare visione, strategia, progettazione, azione e creatività. In questa prospettiva, i concetti di “resilienza” così come di “circularità”, rappresentano un'opportunità per ripensare città, paesaggi e territori nella prospettiva della complessità di pensiero e di gestione, tenendo conto: dei processi di transizione e adattamento; della vulnerabilità dei sistemi socio-ecologici urbani; delle relazioni tra equità sociale e sostenibilità ambientale; della qualità fisica ed estetica dei progetti di rigenerazione urbana e paesaggistica.

### LA RIGENERAZIONE URBANA COME PREMESSA ALLA CIRCOLARITÀ

Il concetto di “rigenerazione urbana” è di per sé strutturato su di un principio di “circularità”. Vanno certamente intrecciati tre aspetti. Il primo riguarda il rapporto da stabilire tra urbanizzazione e natura per contribuire alla costruzione di un nuovo paesaggio urbano, misurandosi al contempo con il problema della riduzione dei gas serra nell'atmosfera. Conseguentemente vi è la riflessione sulle dimensioni della città, nella prospettiva di un suo contenimento e di una sua riorganizzazione in termini mobilità sostenibile e di riuso. Una città dunque che si riprogetta attraverso paradigmi diversi da quello della espansione urbana, che

ne ha guidato la crescita e lo sviluppo nel corso del Novecento. Il terzo aspetto riguarda la qualità e l'autorevolezza della *governance*, a livello locale e globale, consapevoli che oggi la nostra società è più reattiva a parole che non con i fatti verso la crisi della natura.

Vi è innanzitutto un problema di dimensioni. Introdurre oggi il concetto di “città circolare” significa rapportarsi ad un mondo “urbano” dove la città, come spesso la intendiamo (esito di un processo storico di stratificazione e poi di crescita), costituisce una delle rappresentazioni, che coesiste con quella assai più ampia di “urbanizzazione”. Ma “urbanizzazione” non è necessariamente “città” come ci ha spesso rammentato François Choay [2006]. In Italia, e in gran parte d'Europa, lo sviluppo urbano si è modificato. Tra la rivoluzione industriale e gli anni della crescita economica post-bellica, le città storiche hanno visto la crescita al loro fianco di periferie industriali e residenziali che hanno dilatato le aree urbane. Negli anni settanta i processi di deindustrializzazione del mondo occidentale, hanno generato forti processi di dismissione che hanno interessato le aree industriali e produttive, accompagnate da un'intensa e diffusa espansione di aree edificate non più in contiguità con le periferie ma nelle campagne tra le città. Si tratta di quel fenomeno che gli urbanisti hanno definito “città diffusa” [Indovina 1990, Farinella 1996] e che ha portato al consolidamento di territori urbanizzati che oggi interessano numerose regioni italiane e europee. Abbiamo assistito in questi ultimi quarant'anni ad una sorta di ribaltamento del rapporto urbano tra pieni e vuoti o se vogliamo del rapporto storico tra la città (pieno) e il territorio circostante: la campagna (vuoto). Le campagne si sono urbanizzate e dentro le città sono aumentate aree che potremmo considerare vuote di attività, in particolare produttive, artigianali, commerciali. La stagione della riqualificazione urbana, poi divenuta rigenerazione, si fonda sulla consapevolezza di questo processo bipolare che interessa le relazioni tra urbano e extraurbano, affiancato alla misurazione periodica e costante del fenomeno del consumo di suolo che istituti come ISPRA regolarmente ci propongono. La riflessione sul concetto di circularità in economia e urbanistica non può comunque essere ricondotto ad un paese, a una città o a un contesto economico e culturale virtuoso. Si tratta di

un concetto globale e le sfide che sottendono a questa assunzione di responsabilità non si possono ricondurre solamente ai contesti occidentali. Il futuro dell'urbanizzazione si giocherà nel sud del mondo. Copenaghen, Utrecht o Gand (cito alcune città "ecologicamente" attive) possono diventare un modello a cui riferirsi ma se la circolarità, come del resto la sostenibilità, non diventerà pratica ricorrente in contesti metropolitani come Lagos, Dhaka o São Paulo, rischia di essere un trastullo per occidentali benestanti o per nuovi ricchi.

La riflessione sulla rigenerazione urbana nasce dunque su di un presupposto che potremmo definire circolare: riprogettare la città su stessa. Parlare di circolarità applicata all'urbanistica significa una scelta di campo orientata verso il contenimento del consumo di suolo, il riuso di aree male utilizzate o abbandonate, la demolizione o il diradamento edilizio, finalizzato alla creazione di trame verdi e blu dentro le aree urbanizzate, il ripensamento degli ambienti urbani come sistemi dinamici e resilienti, in grado di adattarsi ai rischi. Anche in questo caso stiamo parlando di temi che la cultura urbanistica aveva già ben chiari negli anni Settanta e Ottanta e ancor prima, agli albori della sua nascita. Non dimentichiamoci che l'urbanistica nasce a partire da un presupposto igienico, in parallelo con gli sviluppi della rivoluzione industriale. L'urbanistica nasce come terapia per una città malata, scriveva lo storico francese Pierre Lavedan, e la malattia era generata dagli effetti indotti dalla rivoluzione industriale. La famosa nebbia londinese altro non era che lo smog causato dall'uso intensivo del carbone per alimentare le fabbriche e per produrre energia. Negli anni cinquanta del secolo scorso nell'East London, in inverno, quando la pressione atmosferica non consentiva la dispersione dei fumi, non si vedeva oltre un metro e il traffico si fermava, si procedeva solo a piedi e in bicicletta. Negli anni ottanta la riqualificazione di questo settore della capitale britannica, noto per i suoi bacini e magazzini portuali, evidenzierà l'approccio liberista alla riqualificazione urbana del capitale finanziario, al di fuori quindi delle regole condivise della pianificazione pubblica. Le parole chiave che oggi più ricorrono, quando si parla del futuro delle città, riguardano la natura, l'agricoltura, il verde che diviene un corridoio ecologico. I corsi d'acqua urbani possono diventare componenti di una trama blu mentre gli spazi

pubblici vanno pensati anche come aree di laminazione e esondazione dei fiumi, necessarie per ospitare l'acqua in eccesso. Si tratta di aspetti importanti perché ci stanno portando a ripensare l'organizzazione e il funzionamento delle nostre città secondo principi che associano qualità urbana, resilienza e coinvolgimento delle comunità locali. Le relazioni tra città e natura non sono pertanto un tema nuovo per l'urbanistica, i fondamenti igienici della disciplina richiedevano interventi strutturali proposti come terapia per guarire la città industriale malata. Si tratta dell'allargamento delle strade, per consentire la ventilazione naturale; il risanamento dei densi quartieri popolari, diradandone il tessuto edilizio, per permettere alla luce e all'aria di diffondersi nei luoghi di vita; la costruzione delle reti fognarie per evitare il ruscellamento dei liquami nelle strade fangose della città ottocentesca e, non da ultimo, il "verde urbano" che non fu introdotto solo per esigenze estetiche ma, come già sottolineato, anche di cura e prevenzione igienica e sociale. A metà dell'Ottocento, il verde inizia ad essere pensato non solamente come parco o come porzione naturale dentro al tessuto urbano ma come corridoio, come sistema integrato di aree verdi dalle differenti caratteristiche ma integrate e attraversanti la città.

Frederick Law Olmsted sperimenterà nei suoi progetti questo concetto di verde come corridoio, in grado di mettere in relazioni le componenti naturali e geografiche presenti dentro e attorno alla città, per costruire una rete interconnessa di spazi naturali. Il progetto, che più di altri mette in luce questo suo approccio innovativo, risale al 1894 ed è l'Emerald Necklace a Boston dove l'area metropolitana verrà attraversata, per cinque miglia, da questo corridoio verde. Il parco lineare proposto dal paesaggista americano mette in comunicazione diversi parchi e aree naturali preesistenti tra cui il Boston Common, il più antico parco urbano nord americano, risalente agli inizi del Seicento, e confluisce nel Charles River. La sua articolazione unisce diverse tipologie di parchi e aree verdi quali giardini pubblici, strade urbane (Commonwealth Avenue Mall), stagni e ambiti fluviali (Jamaica Pond), giardini botanici (Harvard University) e *parkway* (the Riverway) [2001]. Tale idea verrà in seguito ripresa dal paesaggista francese Jean-Claude Nicolas Forestier [1908] e proposta per la riorganizzazione della regione parigina e di altre città latinoamericane, tra cui L'Avana [2018]. Un secondo paradigma lo possiamo

associare all'idea di verde come corona, o come cintura, concepita per delimitare l'espansione urbana. Nel 1840, Peter Joseph Lenné, subentrato a Karl Friedrich Schinkel nella gestione degli sviluppi urbanistici berlinesi, propone un piano per l'abbellimento e la delimitazione della città, organizzato sul collegamento tra il centro di Berlino e Postdam con una corona di giardini posti a nord del centro. La novità dell'approccio di Lenné lo riscontriamo nel tentativo di porre un limite all'espansione della città attraverso la costruzione di un sistema di spazi verdi e rurali inquadrati in un boulevard territoriale. Lo scopo di quest'asse verde è quello di condizionare, congiuntamente al grande polmone verde del Tiergarten, luogo di promenade dell'aristocrazia cittadina, lo sviluppo della capitale prussiana offrendo, alla popolazione urbana meno abbiente, degli spazi per il tempo libero e la ricreazione. La tumultuosa crescita della città seguirà comunque altre direzioni e tale disegno non inciderà sullo sviluppo urbano di Berlino. Nella teoria della città giardino di Ebenezer Howard la metafora dell'anello verde diviene un'ipotesi di decentramento metropolitano di Londra organizzato attraverso città satelliti poste al di là di una cintura verde. Tale idea la ritroveremo nel dibattito sulla demolizione delle mura di Parigi agli inizi del Novecento, che darà vita a numerosi progetti ma che si concluderà con la costruzione dell'autostrada urbana del *Boulevard Peripherique* così come nel piano di Patrick Abercrombie, del 1944, per la grande Londra. Nei progetti di riforma urbana e nei piani delle più importanti città europee il verde è sempre stato proposto come carattere strutturale per la riorganizzazione della città e ha assunto diverse forme come ad esempio il cuneo che entra nel cuore della città e permette di articolare e spaziare le nuove espansioni urbane; è il caso del grande bosco urbano previsto nel piano di Amsterdam del 1936 o delle direttrici di espansione radiali alternate ad ambiti non costruiti, come nel caso del Finger Plan di Copenaghen del 1947. Di queste esperienze Antonio Cederna ne parlava negli anni Sessanta del Novecento dalla rivista *Urbanistica*. Si tratta di esperienze e modelli di intervento che hanno ancora oggi un indubbio valore paradigmatico ma, nel corso del Novecento, il «desiderio» di urbanizzazione ha invaso i territori rurali tra le città e le metropoli. Tale *città diffusa* non presenta una struttura omogenea e appare composta di urbanizzazioni incoerenti. In essa troviamo centri storici,

periferie residenziali consolidate, nuove aree residenziali composte di lottizzazioni unifamiliari, aree artigianali e produttive, infrastrutture di viaria natura, il tutto all'interno di una campagna ormai frammentata e spesso urbanizzata dove prevale la mobilità privata. La loro conformazione estesa ha scardinato le consuete partizioni amministrative e pone oggi un problema di governo del territorio che, vista la predominanza, nelle politiche urbane e territoriali, di una scala locale e municipale, rende più difficile programmare politiche circolari che incrocino riuso e riciclo, rigenerazione e politiche sostenibili di mobilità, incentrate sulla priorità al trasporto pubblico o su politiche orientate verso il *car free*.

In Europa, e in particolare nei paesi del Nord, la dotazione di aree non costruite nelle aree urbane e metropolitane è piuttosto rilevante, ovviamente le differenze sono notevoli e alcune aree metropolitane hanno avviato importanti riflessioni sull'uso di queste aree come ambiti di riqualificazione e di compensazione del peso dell'urbanizzazione. Bernardo Secchi e Paola Viganò nel 2011, lavorando su Parigi, all'interno delle attività dell'*Atelier du Grand Paris*, hanno introdotto in urbanistica il concetto di *città porosa*. Tale suggestione incrocia diversi livelli di crisi che riguardano: il tema della crescita continua, le ineguaglianze sociali e i rischi ambientali così come le forme della mobilità. Si tratta in sostanza di orientare lo sviluppo di strategie e politiche incentrate su di una complessità in grado di associare gli aspetti naturali ed energetici con la mobilità sostenibile e il diritto alla città, consapevoli della stratificazione profonda, storica e culturale, delle nostre città. Abbiamo accennato al duplice carattere, estetico e igienico, del verde urbano soffermiamoci un attimo sul tema delle acque urbane. In molte città europee gli spazi d'acqua fin dai tempi antichi hanno svolto un ruolo importante nella definizione dei caratteri morfologici e monumentali della struttura urbana, così come nello sviluppo delle attività portuali e industriali. In questi anni, a seguito dei processi di dismissione di tali attività si sono avviate importanti riflessioni sul riuso delle città. Passata la stagione dei *waterfront*, che ha portato, con risultati contrastanti, alla riqualificazione di ampi settori urbani è via via emersa l'esigenza di rinaturalizzare le città attraverso la creazione di *greenstructures*, incentrate sulla presenza di fiumi in grado di generare delle trame blu e verdi dentro



i territori urbanizzati [Farinella 2008]. Di quali spazi stiamo parlando? Certamente di aree naturali o rurali ricomprese nelle aree urbanizzate che, seppur ridotte a relitti, presentano ancora una notevole qualità ambientale e complessità ecologica; vi sono poi le aree degradate, prodotte dai processi di dismissione industriale e infrastrutturale e sovente interessate da forme, anche complesse, di rinaturalizzazione. La predisposizione di ecosistemi naturali in “spazi-scoria”, sono da tempo oggetto di studio da parte di ecologi e paesaggisti e costituiscono oggi dei temi e dei termini ricorrenti nelle politiche urbanistiche che richiamano ad una visione interdisciplinare del progetto di rigenerazione urbana. Pensare gli spazi aperti come componenti di una rete di *urban green structures*, in grado di stabilire un nuovo rapporto tra natura e città, costituisce, dunque, un rilevante approccio “progettuale”, perseguito in questi decenni da molte città europee. L’obiettivo dichiarato è quello di riconsiderare i cicli di vita urbana in chiave ecologica associandoli a politiche e progetti di riqualificazione urbana necessari per tentare d’invertire la tendenza della diffusione urbana nel territorio. Ma di cosa sono composte queste reti? E che caratteristiche hanno, o devono avere, le loro relazioni? Nel nostro immaginario la città l’associamo normalmente a uno spazio minerale compatto, composto di edifici, strade ed aree lastricate ma i processi di espansione e in seguito di diffusione urbana, l’hanno trasformata in un territorio urbano nel quale oggi ritroviamo un’alta percentuale di aree non costruite. In alcuni casi ci troviamo di fronte aree che presentano una notevole qualità ambientale e paesaggistica, ma più spesso si tratta, come abbiamo visto, di residui di aree degradate e marginalizzate dai processi di crescita urbana. Qualunque sia la loro natura, complessità e qualità si tratta di aree, relitti o strutture attraverso le quali è possibile dare vita ad un sistema integrato di aree verdi e non edificate in grado di riequilibrare le spinte verso l’espansione urbana. Ciò richiede ovviamente un progetto fondato su prospettive e strategie chiare, seguite da azioni e interventi precisi, in grado di valorizzare e salvaguardare le situazioni qualitativamente rilevanti e attivando, per le altre, interventi di riqualificazione. In questo modo si può dare un contributo al rafforzamento della biodiversità e delle altre funzioni ecologiche legate al funzionamento delle aree urbane: ampliando e diversificando il patrimonio

degli spazi pubblici, nella prospettiva di una più estesa fruibilità per i cittadini. Questa è la strada che molte città stanno seguendo e che possono contare dentro i propri confini metropolitani percentuali oscillanti tra il 50 e il 65% di aree non edificate come nei casi di Vienna, Monaco di Baviera, Oslo o Helsinki. Nella regione Ile-de-France, che ospita la metropoli parigina, 11 milioni di abitanti coabitano con 87000 ha. di foresta corrispondente a circa 80mq. di superficie forestale pro-capite. La natura e l’articolazione di queste reti di spazi aperti è quanto mai varia e ogni città o area metropolitana, presenta proprie caratteristiche. Sovente è rilevante la presenza dell’acqua e in particolare dei fiumi e dei canali che possono, di caso in caso, essere dei luoghi monumentali, come nel centro di Parigi, o delle straordinarie aree naturalistiche, come nel centro di Varsavia. Del resto l’importanza dei corsi d’acqua per la nascita e la crescita delle città è nota e oggi, dopo secoli di maltrattamenti inflitti dallo sviluppo urbano e industriale ai corsi d’acqua, molte città (Lione, Bordeaux, Amburgo, Leicester, Rotterdam tra le altre) hanno riscoperto tale risorsa avviando, come precedentemente segnalato, dei progetti urbani ambiziosi e incentrati sulla loro valorizzazione urbana, paesaggistica e ambientale. Periodicamente l’importanza dei corsi acqua urbani emerge drammaticamente a seguito di eventi climatici che producono, con sempre maggiore frequenza, delle catastrofi in quei territori dove l’urbanizzazione ha prevaricato il contesto naturale. Ritornando all’idea di *urban green structures* possiamo riconoscere tre insiemi di componenti che contribuiscono, o che possono contribuire, alla costruzione di una rete di spazi aperti. Preliminarmente dobbiamo citare quegli elementi e strutture naturali e paesaggistiche che caratterizzano il sito sul quale la città è cresciuta e si è sviluppata. Si tratta prevalentemente di strutture geomorfologiche, di componenti vegetazionali o di particolari forme del paesaggio rurale. Più specificatamente possiamo citare i rilievi e le colline, i corsi d’acqua e le coste, le zone paludose, i boschi, campi, prati e pascoli. Se la crescita della città ne ha cancellate una gran parte, in particolare per quanto riguarda il paesaggio rurale, spesso rimangono dei frammenti o delle strutture (come nel caso dei citati corsi d’acqua) che, sebbene trasformate, possono costituire una base di partenza per costruire un corridoio ecologico e paesaggistico. Una seconda



categoria riguarda quello che potremmo definire l'insieme degli spazi pubblici di una città. In questo caso ci troviamo di fronte ad una varietà di spazi aperti che comprendono: piazze, giardini e parchi pubblici, ring, piccoli giardini di prossimità cresciuti nelle aree residenziali, parcheggi e marciapiedi. A volte si tratta di luoghi storici ma più spesso si tratta di spazi pubblici recenti: standard urbanistici costruiti in attuazione degli strumenti di pianificazione. Sovente, sotto la spinta della crescita urbana, questi "standard" sono stati costruiti seguendo procedure quantitative e, a causa della loro generale bassa qualità (ma vi sono numerose eccezioni), sono divenuti spazi di degrado fisico e sociale e spesso sono percepiti come insicuri dai cittadini. Infine, la terza categoria è legata al processo d'infrastrutturazione della città. La costruzione di strade, ferrovie, canali, porti, aeroporti, aree industriali, se da un lato ha migliorato le condizioni di accessibilità delle città, consentendone lo sviluppo, dall'altro ne ha accelerato il processo di frammentazione creando frequentemente delle vere e proprie barriere all'interno delle aree urbanizzate. Si tratta di spazi oggi in gran parte dequalificati, progettati al di fuori di qualunque riflessione sulla qualità del paesaggio urbano, caratterizzati da una povertà morfologica e dunque senza alcuna capacità di creare nuove relazioni urbane e paesaggi urbani di qualità. Si tratta sovente di aree che pongono problemi di bonifica ambientale ma che, se opportunamente riprogettate, possono consentirci di stabilire nuove relazioni urbane lavorando sulle interconnessioni, sui margini, sulle fratture, sui bordi (come, ad esempio gli argini di un corso d'acqua o un tracciato ferroviario dismesso), consentendo la realizzazione di percorsi pedonali e ciclabili o interventi di riforestazione nelle aree residuali. Diverse esperienze sono andate in questa direzione come, ad esempio, l'Emscher Park nel distretto minerario e industriale della Ruhr, in Germania, o la trasformazione di una discarica nel Freshkills Park in prossimità di New York o ancora le riflessioni sul concetto di "bioregione" come opportunità per riprogettare le relazioni tra urbanizzato e rurale, proposti da Alberto Magnaghi e David Fanfani per la Toscana centrale [2010].

In fondo si tratta di pensare alla città come ad un paesaggio nel quale, oltre alla valorizzazione degli spazi pubblici storici, si deve migliorare l'interfaccia tra lo spazio urbano e quello rurale e naturale, le infrastrutture

possono essere pensate come fattori generatori di spazi di qualità, mentre gli standard urbanistici dovrebbero essere concepiti come elementi, nodi, strutture di un sistema articolato di luoghi: siano essi un parco, un giardino, una strada o un parcheggio. Riassumendo, negli odierni territori urbanizzati porsi il tema del riuso degli spazi aperti, per dare qualità ai nostri luoghi di vita, associandola alla complessità ambientale, significa interrogarsi sulla differente natura di tali spazi e sulla loro possibilità di integrarsi creando un nuovo paesaggio urbano, ed una estetica del territorio generatrice di nuove biocenosi. Se spesso si tratta di elementi e strutture già esistenti (corsi d'acqua, parchi, percorsi, edifici e tessuti urbani di interesse storico e patrimoniale) in altri casi si tratta di inventarsi nuove associazioni lavorando sul riuso e riciclo di relitti, frammenti e spazi abbandonati. Il riconoscimento e l'inventario di questa varietà e ricchezza è il primo passo da compiere. Quando ci si occupa di progettazione urbana e territoriale è necessario saper leggere una città o un territorio, è necessario misurarsi con la geografia e la topografia, inoltre stiamo parlando di situazioni stratificate, ricche di segni e tracce da interpretare perché ci danno molte informazioni. A volte sono evidenti ma spesso sono latenti o nascoste, quindi da riconoscere.

## RETORICA DELL'AMBIENTE E CONFLITTI

La retorica ecologica, in questi ultimi tempi sta riempiendo le pagine dei giornali più importanti. Vengono propagate soluzioni che non trovano, ahimè, riscontro nella complessità della città e dei processi che le riguardano. Gli effetti del cambiamento climatico stanno diventando drammatici e, come ci rammentano Marcello di Paola [2015] nella sua "Piccola introduzione" al tema e, qualche anno fa, Anthony Giddens [2015], le soluzioni devono essere improntate alla massima complessità di processo e di progetto, tenendo insieme tutti gli aspetti politici, etici, tecnici, gestionali, locali e globali che questo comporta. Spesso i quotidiani e la televisione, che per molti costituiscono la sola fonte di "approfondimento", ci propongono desolanti riflessioni su aspetti che accomunano milioni di persone che vivono nelle città. Da anni si studiano gli effetti sulle città delle politiche della rigenerazione urbana, si approfondiscono ricerche riguardanti il consumo di suolo naturale e rurale per fini urbani, si propongono nuove chiavi interpretative

riguardanti il rapporto tra città, natura, paesaggio e sulla qualità dei nostri spazi non costruiti. I cambiamenti climatici in corso ci costringono ad adottare politiche urbane e territoriali resilienti e da anni, quando ancora questo tema non era nell'agenda politica, nelle università italiane, come di altre parti del mondo, si è iniziato a riflettere e proporre strategie, politiche e linee progettuali per affrontare fenomeni che stanno diventando sempre più preoccupanti. Ovviamente tutto questo è avvenuto nell'indifferenza più generale sia politica che informativa. Il problema ora è esploso e inizia a fare notizia, ma la stampa (e anche la politica) in Italia, ma non solo, lo affronta in maniera molto mediatica puntando più sull'effetto che sull'approfondimento. L'Italia (che ha sempre investito molto poco sulla cultura e la pratica dell'architettura e dell'urbanistica) ha scoperto di avere delle *archistar* che periodicamente riempiono le pagine dei quotidiani con messaggi inquietanti, orientati più alle immagini, alla mediatizzazione del messaggio e agli slogan semplificati che non alla complessità della riflessione. Certamente un attore che ha scoperto la redditività dell'"abitare ecologico" è il mercato immobiliare internazionale che costruisce nel mondo alti palazzi residenziali spacciandoli per boschi verticali, o foreste urbane dove alle vere foreste vengono sostituiti edifici residenziali dai valori immobiliari impossibili per un cittadino normale. Siccome i mari si stanno alzando, si propongono delle suggestive città galleggianti, pienamente sostenibili ed energeticamente performanti, che possono adattarsi ad un mondo sempre più liquido e non nel senso di Zygmunt Bauman. Capita di leggere in importanti quotidiani del nostro paese articoli che redarguiscono gli italiani perché solo il 20% di loro vive in modo ecosostenibile e, a sostegno della notizia, si è mette l'immagine del grattacielo milanese conosciuto come "Bosco verticale". È questo il modello della sostenibilità che manca agli italiani? Chi enfatizza questa ecologia per ricchi sulla stampa, proponendola come modello, sa quanto costa vivere in un bosco verticale? È ecosostenibile vivere in un edificio che si caratterizza per la sua alterità rispetto alla città, che solamente qualcuno, più che benestante, può permettersi? In Italia e nel mondo le condizioni di vita per molte persone sono difficili e problematiche, forse sono quelle le situazioni sulle quali bisognerebbe intervenire. Oggi è tutto un parlare foreste urbane. Se le parole hanno un senso e un

significato le foreste sono innanzitutto degli ecosistemi nei quali le differenti popolazioni di alberi intrattengono delle relazioni complesse con il suolo, il clima, la temperatura, le comunità composte di vegetali, animali e di batteri che le vivono. Può essere chiamata foresta urbana un quartiere per ricchi che possono permettersi di mantenere viva della vegetazione alloggiata nei balconi o sui tetti o su pareti verticali? Sempre a Parigi, in questi mesi, si è dato molto risalto sulla stampa al fatto che la Sindaca Anne Hidalgo vuole forestare la città adducendo dati di scienziati che dimostrano che gli alberi riducono le polveri sottili, abbassano il calore estivo, riducendo l'ozono. Cose sapute e risapute da tempo e propone, tra le altre cose, quattro piccole "foreste" urbane nel centro di Parigi: Gare de Lyon, Opéra, Hotel de Ville e lungo la Senna, dimostrando di non conoscere la complessità di una foresta e soprattutto di non essere consapevole della storia architettonica e urbanistica della sua città. Haussmann ha portato il verde dentro Parigi ma in maniera sistematica, strutturata e integrata con gli spazi minerali. Se uno spazio storico è stato concepito minerale è demagogico dire che diventerà una foresta. Cinque o sei alberi non sono una foresta e poi sarebbe come dire che è ecologico piantare alberi in piazza Maggiore a Bologna o in piazza del Campo a Siena. E che dire delle citate figure di F.L. Olmsted o J.C.N. Forestier che tra Ottocento e Novecento già studiavano, progettavano e realizzavano corridoi verdi dentro aree metropolitane esistenti e già grandi come Boston, Parigi o L'Avana? O ancora come inquadrare progetti come quello proposto da Eugène Bouvard, agli inizi del Novecento, per la costruzione di un sistema di parchi per la Várzea do Carmo a São Paulo, in Brasile, dove, attorno alle aree del corso d'acqua Tamanduateí, venivano previsti parchi che erano anche aree di esondazione delle acque fluviali. Le Corbusier stesso, nella sua follia urbanistica, già negli anni Trenta, proponeva la *ville verte*. Si tratterebbe di lavorare seriamente su percorsi già tracciati associandoli alla complessità e alla varietà delle città contemporanee (aspetto che è mancato a Le Corbusier). L'impressione è che, come al solito, si preferiscano immagini forti e semplici, facilmente vendibili sia agli imprenditori immobiliari globali che a politici e amministratori in cerca di facili suggestioni. Immagini che anche nelle città del *Global* vengono utilizzate per promuovere la

modernizzazione *South* (es. la retorica del grattacielo o della città *smart*) di città e paesi dove una grande parte della popolazione vive sotto la soglia di povertà.

L'enfasi con cui la stampa nel nostro paese ha presentato il progetto di una foresta urbana a Cancun, in Messico è paradossale. Si tratta di un insediamento residenziale di 557 ettari di residenze di lusso piene di alberi, in una delle località turistiche più importanti ed esclusive del Messico, su di un sito che si dice doveva diventare un centro commerciale. L'immagine che circola in rete è inquietante: una città artificialmente verde dentro una grande foresta tropicale decidua (*giungla*). Tutti questi modelli di città e soluzioni abitative sono ovviamente presentate come energeticamente performanti, ipersostenibili e *smart*.

Ma la guerra ai cambiamenti climatici non si fa anche contrastando il consumo di suolo naturale e urbano? Evitando che campagne e foreste vere vengano trasformate in centri commerciali o foreste urbane fittizie dove bisogna comunque garantire abitazioni, servizi e strade per i numerosi abitanti. Tutto questo non ha un costo ecologico? Dopo avere edificato i deserti del Golfo Persico con villaggi di pescatori divenuti metropoli mondiali in meno di venti anni, dove tutto è più grande (i grattacieli, le isole residenziali artificiali, i centri commerciali, ecc.) ora mettiamo false foreste al posto di vere foreste o di aree che potrebbero essere rinaturalizzate senza costruire case per ricchi, con grande gioia dei promotori immobiliari internazionali. Mike Davis parla del mondo dei sogni del neoliberismo identificato con Dubai: nuovo livello del capitalismo (2007) mentre il divario tra poveri e ricchi nel mondo sta sempre più aumentando, anche in Occidente. Lo diceva già l'urbanista Bernardo Secchi nel testo dedicato alla città dei ricchi e dei poveri [2018] e Bong Joon Ho nel suo film *Parasite* da una lettura tragica e ironica, della salita dalla città dei poveri a quella dei ricchi, fatta di furberie e sotterfugi, salvo poi rotolare drammaticamente al punto di partenza. In questo film emergono gran parte dei temi che sono al centro del dibattito odierno: sovrappopolamento delle città; emergenza climatica; informalità e disordine della crescita urbana; guerra tra poveri e differenze di censo; precarietà e marginalità sociale.

Il mondo urbano è assai più complicato delle immagini rassicuranti dei promotori immobiliari. Lagos sta

diventando il fulcro della più grande conurbazione africana costiera tra Nigeria, Benin, Togo e Ghana, e si sta creando una delle situazioni urbane più esplosive del pianeta, mentre delle vere e proprie città residenziali, composte da centinaia di derelitti, vivono nei marciapiedi, sotto i ponti o nelle piazze delle città del Sud America ma anche di Parigi, dove sono sempre più in aumento. Credo sia arrivato il momento di interrogarsi sull'etica del fare e del governare l'architettura e l'urbanistica. Salvatore Settis (2017) ha proposto tempo fa una sorta di giuramento di "Ippocrate" per gli architetti che la storia ci ha dimostrato essere molto sensibili al rapporto con il potere, che poi sia una democrazia o una dittatura poco importa: ciò che conta è la *capture de la comande*. Forse è arrivato il momento di riaprire una qualche forma di dibattito. Dagli anni in cui il concetto di sostenibilità è entrato nel dibattito urbanistico e politico, l'ecologia è diventata urbana e l'economia, e anche la città, vorrebbero diventare circolare. Non si possono non condividere questi auspici ma forse è arrivato il momento di parlare di pratiche che sottendono scelte di sviluppo, di governo e di progetto. Pratiche di sostenibilità e pratiche di circolarità associate a quelle di *governance* senza la quale ogni riflessione, proposta o ricerca rimane una suadente suggestione. Anthony Giddens sostiene che i paesi industrializzati devono essere in prima fila nella lotta contro il cambiamento climatico ma le possibilità di successo non sono nelle *technicality* ma dipenderanno in larga misura dalla capacità di governo degli stati [2015]. Inoltre il cambiamento climatico e il rischio energetico non possono essere disgiunti da altri rischi locali o regionali riguardanti la povertà, le guerre, la mancanza di acqua. I processi di urbanizzazione contemporanei hanno investito pesantemente le aree fluviali e costiere. Nelle città del *Global South*, al contrario di quanto sta avvenendo in Europa, il fenomeno in corso riguarda l'estensione o la formazione di aree metropolitane che in molte situazioni stanno assumendo il carattere di megalopoli come nel caso citato di Lagos. Diviene dunque sempre più imperante la necessità di confrontarsi con aree urbane molto articolate, dove coesistono quartieri ricchi e immense aree povere, città "normale" e sobborghi informali. Nelle città del mondo, e in particolare nell'estremo Oriente e in Africa la lotta quotidiana contro l'invasione dell'acqua ha già portato a soluzioni estreme per difendere le città. Una difesa più

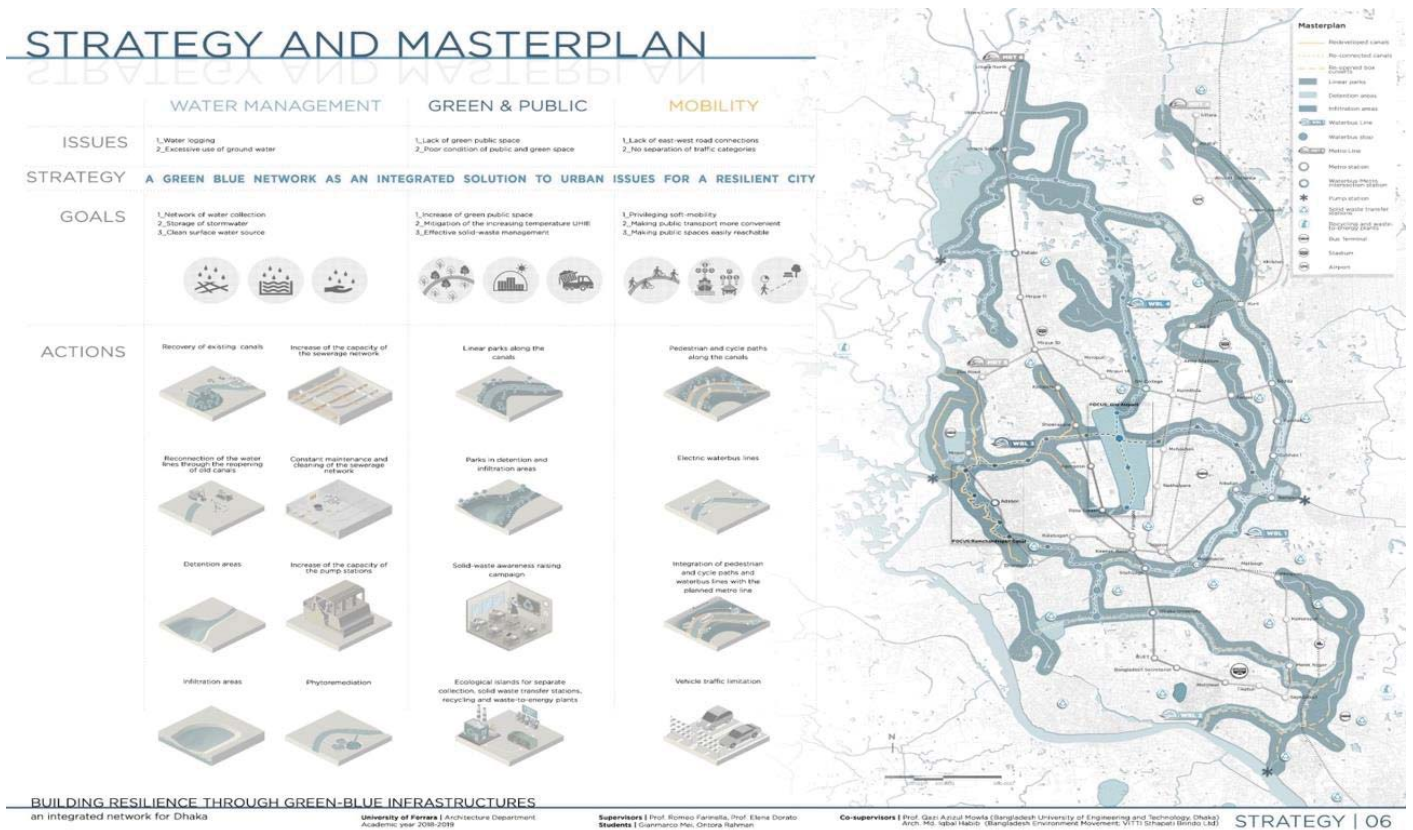
orientata alla gestione di emergenze che non ad una pianificazione in grado di misurarsi preventivamente con il tema del rischio. Si possono citare innumerevoli situazioni problematiche, in ogni caso, in questi paesi l'urbanizzazione dei litorali (l'Africa occidentale), dei delta fluviali (Dhaka o Mumbai) o dei bacini d'acqua interni (São Paulo) è stata avviata, e in seguito stimolata, dai processi indotti dalla colonizzazione europea. Saint Louis du Sénégal nasce per volontà francese nel delta del fiume che darà il nome al paese. Viene costruita su di un'isola separata dal mare da una sottile duna sabbiosa, denominata *Langue de Barbarie* che, a causa dell'apertura di una breccia nel cordone dunoso, voluta per consentire alle acque del fiume di defluire in mare, in caso di piena, sta mettendo a rischio la permanenza della duna stessa e dunque della città, riconosciuta dall'Unesco come patrimonio dell'Umanità [Farinella 2012; Diakhate 2013]. Spostiamoci nel golfo del Bengala, Dhaka, grazie alla sua odierna estensione è una delle più grandi città del mondo cresciuta in uno dei più straordinari intrecci fluviali dominati dal Gange/Padma e dal Meghna nel quale confluisce il Buriganga sul quale la città si è formata. Si tratta di un sito idraulicamente molto instabile. In seguito alle divagazioni di questi fiumi nel corso dei secoli il reticolo idraulico è mutato spesso creando i paleoalvei e i canali che ancora oggi solcano tutto il territorio del delta. Siamo inoltre in una regione monsonica e quindi interessata da grandi piogge che accentuano l'instabilità dell'area. Dhaka è cresciuta dunque su di un articolato reticolo di fiumi e canali che di fatto l'hanno resa una straordinaria città d'acqua, seppur lontana in linea d'aria più di duecento chilometri dal golfo del Bengala. Nel corso del tempo questo reticolo idraulico ha permesso alla città la mobilità, l'approvvigionamento idrico, il rafforzamento dell'agricoltura e non da ultimo la gestione dei problemi derivati dal clima e dal ciclo delle stagioni. Nel Novecento la spinta all'urbanizzazione ha cancellato l'osmosi tra la città e i canali e questi sono stati progressivamente cancellati, per far posto a strade o sono stati trasformati in discariche che hanno portato all'eliminazione dell'acqua dalla città. Oggi, alla luce delle dinamiche innescate dai cambiamenti climatici e dalla estremizzazione degli eventi atmosferici, la parte centrale della città, per difendersi dalle acque dei fiumi è stata murata ma questo non permette all'acqua piovana

di defluire, se non con il supporto di pompe meccaniche. In ogni chilometro quadrato di Dhaka vivono circa 50.000 persone, dunque una delle aree urbane più dense al mondo, afflitta inoltre da problemi di congestione da traffico, da mancanza di spazi verdi e vuoti dove poter anche far esondare l'acqua che ristagna tra le aree urbanizzate, inoltre il Bangladesh è uno dei paesi al mondo più a rischio disastri (inondazioni, uragani e terremoti) [Mei, Rahman, 2019]. Ormai le città, in Oriente, in Africa, nel Sud America sono divenute della mega città che hanno profondamente alterato, se non addirittura tagliato alle radici i delicati legami con i siti di fondazione, ma si tratta anche di città con un forte deficit di pianificazione e di strategia, essendo il loro sviluppo legato a contingenze dettate dalla rapida urbanizzazione e da spinte economiche orientate verso l'interesse privato. Questa condizione Dhaka la condivide con numerose altre città, ad esempio Mumbai dove le antiche vie d'acqua, che anche qui svolgevano una funzione di scolo, sono state nel tempo cementificate o riempite di rifiuti e analoga sorte è toccata a molte lagune, per non parlare poi della distruzione delle foreste di mangrovie o delle dune sabbiose che hanno sempre svolto una funzione regolatrice dell'impatto delle acque sulle terre emerse negli ambienti lagunari e fluviali tropicali. Non vi è dubbio che stiamo vivendo un periodo di grande inquietudine riguardante le sorti del nostro pianeta quando associamo le problematiche poste dai cambiamenti climatici con eventi reali come quelli delle recenti inondazioni in Thailandia, nelle Filippine o in Brasile. Forse le fonti ufficiali ancora non considerano i "migranti climatici" ma il fenomeno si sta manifestando con sempre maggiore intensità. Uno stato d'animo che ci porta ad interrogarci sulla vulnerabilità della terra e sulle relazioni da stabilire tra natura, società, tecnica e politica. Se nell'idea di modernità era implicito il sogno di potere dominare il contesto naturale attraverso l'ausilio della scienza e della tecnica, oggi il dibattito si orienta sempre più verso un cambiamento di paradigma e la ricerca di nuove alleanze tra cultura e natura attraverso le nostre riflessioni. Non si tratta solo dei benefici estetici e psicologici che la natura può apportare alla vita urbana, il problema è strutturale e riguarda la nostra sopravvivenza su questo pianeta. Si tratta di mettere in campo azioni che possono contribuire alla prevenzione degli effetti devastanti generati dai cambiamenti climatici



e da pratiche ormai secolari di rapina e mala gestione delle risorse ambientali. Il rapporto tra città e natura non può dunque non essere al centro delle nostre preoccupazioni, in una pianeta che ha superato la soglia dei sette miliardi di popolazione dei quali più della metà vive in città. Queste preoccupazioni, congiuntamente ad altre di carattere più locale, spingono sempre più verso la messa a punto di processi decisionali strategici e

progetti urbanistici che prevedono la partecipazione dei cittadini. Si tratta di un coinvolgimento fondamentale per migliorare le trasformazioni urbane e la qualità della vita degli abitanti ma anche per riflettere sui principi d'identificazione di una comunità nei confronti del territorio dove vive. In un mondo sempre più usa e getta la chiusura del cerchio non è più prorogabile.



### Dhaka. A Green Blue Network

Fonte: Mei G., Rahman O., 2019. *Building resilience through green-blue infrastructures. An integrated network for Dhaka*, Tesi di laurea Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura; relatori: Farinella R., Dorato E.



# TEJGAON AIRPORT PARK



**BUILDING RESILIENCE THROUGH GREEN-BLUE INFRASTRUCTURES**  
 an integrated network for Dhaka

University of Ferrara | Architecture Department  
 Academic year 2018-2019

Supervisors | Prof. Romeo Farinella, Prof. Elena Dorato  
 Students | Gianmarco Mei, Ontara Rahman

Co-supervisors | Prof. Gazi Aszizul Mowla (Bangladesh University of Engineering and Technology, Dhaka)  
 Arch. Md. Iqbal Haider (Bangladesh Environment Movement, VITTI Skhapat, Birinda Ltd.)

PROJECT | 09

## Dhaka. Tejgaon Airport Park: un spazio pubblico resiliente

Fonte: Mei G., Rahman O., 2019. *Building resilience through green-blue infrastructures. An integrated network for Dhaka*, Tesi di laurea Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura; relatori: Farinella R., Dorato E.

## BIBLIOGRAFIA

- Bocchi G., Ceruti M. (a cura di) 2007. *La sfida della complessità*. Feltrinelli, Milano.
- Calvino I., 1972. *Le città invisibili*, Einaudi, Torino.
- Calvino I., 1992. *Lezioni americane*, Garzanti, Milano.
- Choay F., 2006. *Pour une anthropologie de l'espace*. Seuil, Paris.
- Commoner B., 1977. *Il cerchio da chiudere*, Garzanti, Milano.
- Davis M., 2007. *Le stade Dubaï du capitalisme*, Les Prairies ordinaires, Paris.
- Diakhate M.M. 2013. *Prospective urbaine et changement climatique: le ville de Saint-Louis du Sénégal face au défi de la durabilité*, in Farinella R. (a cura di), *Acqua come patrimonio. Esperienze e savoir faire nella riqualificazione delle città d'acqua e dei paesaggi fluviali*, Aracne, Roma.
- Di Paola M., 2015. *Cambiamento climatico. Una piccola introduzione*. LUISS, Roma.
- Farinella R., 1996. *La città lineare della Valle Umbra e del territorio perugino. Riflessioni sul fenomeno della dispersione urbana*. "Rassegna di Architettura e Urbanistica", n.86-87.
- Farinella R., 2008. *Salvaguardare le acque, riqualificare le città. Riflessioni ed esperienze*, in: Farinella R., Ronconi M., *Territorio, fiumi, città. Esperienze di riqualificazione in Italia*, Maggioli editore, Santarcangelo di Romagna.
- Farinella R., 2012, *Saint-Louis du Sénégal*, in "Paesaggio Urbano", n. 2, Sant'Arcangelo di Romagna.
- Farinella R., 2018. *L'Avana, Progetti per una città sinfonica*, in: Farinella R. Massarente A., Scandurra G., *Rigenerare L'Avana. Patrimoni, culture e pratiche*. Altralinea edizioni, Firenze.
- Farinella R., Galderisi A. 2019. *Metodi e progetti per la costruzione di nuovi equilibri insediativi*, in Perrone C., Paba G., *Confini, Movimenti, Luoghi. Politiche e progetti per città e territori in transizione*. Donzelli editore, Roma
- Forestier J.C., 1908. *Grandes villes et systèmes de parcs*. Hachette, Paris.
- Giddens A., 2015. *La politica del cambiamento climatico*. il Saggiatore, Milano.
- Himmler H., 1993. *Economia della natura. Produzione e consumo nell'era ecologica*, Donzelli editore, Roma.
- Indovina F. et al., 1990. *La città diffusa*. Daest-luav, Venezia.
- Latouche S., 2008. *Breve trattato sulla decrescita felice*. Bollati Boringhieri, Torino.
- Magnaghi A., Fanfani D., (a cura di) 2010, *Patto città campagna. Un progetto di bioregione urbana per la Toscana centrale*, Alinea, Firenze.
- Mei G., Rahman O., 2019. *Building resilience through green-blue infrastructures. An integrated network for Dhaka*, Tesi di laurea Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura; relatori: Farinella R., Dorato E.
- Morin E., 1983. *Il metodo. Ordine, disordine, organizzazione*. Feltrinelli, Milano
- Pizzetti I., 1993. *Spazi-rifiuto, spazi-scoria, spazi-scarto*, in Casabella, 597-598.
- Prigogine I., 1997. *La fine delle certezze. Il tempo, il caos e le leggi della natura*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Secchi B., Viganò P., 2011. *La ville poreuse. Un projet pour le grand Paris et la métropole de l'après-kyoto*, Metispresse, Genève
- Secchi B., 2018. *La città dei ricchi e la città dei poveri*. Laterza Roma-Bari.
- Settis S. 2017. *Architettura e democrazia. Paesaggio, città, diritti civili*. Einaudi, Torino.
- Tiezzi E., 2005. *Il capitombolo di Ulisse. Nuova scienza, estetica della natura, sviluppo sostenibile*, Feltrinelli, Milano.
- Tiezzi E., 2005. *Tempi Storici. La Terra o la morte: i problemi della "nuova ecologia"*. Garzanti, Milano.
- Viale G., 1994. *Un mondo usa e getta. La civiltà dei rifiuti e i rifiuti della civiltà*. Feltrinelli, Milano.
- Walmsley T., Pressley M. 2001. *The Emerald Necklace Parks. Master Plan*. Pressley Associates, Inc., Boston



# CITTASLOW, RITORNO AL FUTURO

Pier Giorgio Oliveti<sup>130</sup>  
Cittaslow Internazionale

Cittaslow International (o Slow Towns) è una rete di città presente in tutto il mondo (vedi [www.cittaslow.org](http://www.cittaslow.org)), fondata il 15 ottobre 1999 a Orvieto. Un gruppo di quattro sindaci italiani di città piccole e medie dopo aver preso atto dell'insostenibilità del corrente modello economico e sociale, con lungimiranza decise di dare vita ad un'associazione senza scopo di lucro che associa città piccole e medie. L'obiettivo fondativo fu di promuovere la "lentezza positiva", creare applicativi per la resilienza ambientale e sociale, aggregare cluster di micro economie di territorio, realizzare in concreto l'economia del riciclo e del riuso (non solo di materiali ma anche di spazi urbani o di soluzioni e pratiche tradizionali derivanti dalle culture locali), favorire la "capacity building" da condividere e trasferire da un comune all'altro. Anche metropoli, regioni, parchi, associazioni di comuni, ecc. possono aderire a Cittaslow in qualità di Sostenitori. Uno dei cardini su cui è basato il modello Cittaslow è la partecipazione delle comunità locali: non può infatti esistere Cittaslow senza il fattivo contributo dei soggetti locali, commercianti, artigiani, contadini, scuole, associazioni di volontariato, cittadini tutti. L'obiettivo primario è preservare lo spirito di comunità e allo stesso tempo trasmettere la conoscenza del patrimonio culturale e naturale alle nuove generazioni per renderle sempre più coprotagoniste, consapevoli e proattive. Se guardiamo al futuro, così denso di incognite, Cittaslow afferma a gran voce che "non c'è smart senza slow". L'introduzione progressiva, talvolta caotica di tecnologie avanzate e soluzioni per la produzione, la mobilità e i servizi, deve essere accompagnata dal rispetto delle culture locali e dalla messa in valore resiliente e consapevole delle opportunità culturali e a naturali dei diversi territori. Per questo motivo Cittaslow è in parallelo anche un processo di certificazione di qualità: ogni città per aderire alla Rete internazionale deve superare uno specifico processo di certificazione e corrispondere a 72

requisiti specifici suddivisi in sette macroaree di intervento: 1 Politiche ambientali e per l'Energia, 2 Politiche infrastrutturali, 3 Politiche per la Qualità della vita urbana, 4 Politiche per l'Agricoltura, il Turismo, l'Artigianato (artistico e di funzione), 5 Politiche per l'Ospitalità, la Consapevolezza e la Formazione, 6 Coesione Sociale, 7 Partnership.

## RICICLARE O RIUSARE, NON SCELTA MA VIA OBBLIGATA

Oggi stiamo assistendo a disastri dovuti ai cambiamenti climatici e agli effetti di troppe azioni umane reiterate non sostenibili. Mentre nei paesi a più antica industrializzazione ci sono voluti decenni per spostare l'attenzione globale dalla "crescita" all'ambiente e allo sviluppo sostenibile, e moltissimo c'è ancora da fare (vedi ad esempio le politiche dell'amministrazione Usa ecc.), oggi interi continenti si affacciano ad un maggiore benessere e ad un aumento di consumi, individuali e generali. Secondo le logiche economicistiche del XIX e del XX secolo dovremmo rallegrarcene, ma osservando freddamente i numeri statistici a livello globale, lo scenario è tutt'altro che promettente. Tra i tanti casi di studio i numeri emessi annualmente ad esempio dalla FAO: se per alcuni decenni il numero dei sofferenti la fame a livello planetario è andato diminuendo in modo significativo, oggi non è più così. Ancora oggi più di 820 milioni di persone soffrono la fame, e soprattutto è aumentato a dismisura il numero dei sotto o malnutriti, che rappresentano oggi la maggioranza dei popoli minacciati quotidianamente dalla penuria di acqua potabile e cibo (Prevalence of undernourishment, PoU).

## DAL MANIFESTO DI CITTASLOW

*"Siamo alla ricerca di città animate da uomini curiosi del tempo ritrovato, ricche di piazze, di teatri, di botteghe, di caffè, di ristoranti, di luoghi dello spirito, di*

<sup>130</sup> Segretario generale

*paesaggi non violati, di artigiani affascinanti, dove l'uomo ancora riconosce il lento, benefico succedersi delle stagioni, ritmato dalla genuinità dei prodotti, rispettosi del gusto e della salute, della spontaneità dei riti..."(...)*

### **CITTASLOW: COME ACCENDERE IL DIBATTITO E ACCELERARE SUL "FUTURO LENTO"**

Nell'era dell'"antropocene" che abbiamo ereditato è l'essere umano il motore principale di ogni cambiamento, in positivo o in negativo, ma allo stesso tempo anche il soggetto che subisce le modificazioni e gli effetti da lui stesso provocati. Ispirato dall'esperienza di Slowfood, con Cittaslow si sperimenta a livello globale un nuovo approccio culturale e scientifico per amministrare e vivere in un territorio con equilibrio (parola chiave): dal cibo all'agricoltura, dall'agricoltura all'ambiente, dall'ambiente allo spazio dell'abitare, produrre, socializzare. Terra "lenta" ma non "ritardata", quella delle Cittaslow. Per secoli il modello fu quello dei comuni città-stato in grado di progettare e attuare il "buon governo" della città e dei suoi dintorni (vedi l'affresco celeberrimo di Ambrogio Lorenzetti, Effetti del Buon Governo in Città e in Campagna); oggi la necessità di essere o diventare una città Cittaslow è una sfida valida e attuale per ogni comunità del pianeta che vuole regalarsi un futuro. L'obiettivo primario per ogni città è riconciliarsi con se stessa, cercando il progresso in equilibrio con i propri limiti, la sua cultura e la sua storia. Cittaslow è certamente una certificazione di qualità ma anche un "vaccino" contro la modernità frenetica e per ciò stessa banalizzante, un contributo per proteggersi dalla desertificazione sociale e dallo sviluppo speculativo e insostenibile, non amico delle nuove generazioni. Per quanto riguarda la valorizzazione della biodiversità, il ruolo della governance territoriale è decisivo. Oltre l'80% del Cittaslow appartiene non a caso a Parchi o Aree Naturalistiche protette e una tale esperienza può essere di grande utilità nel rafforzare la politica che negli ultimi anni ha visto almeno in Italia un aumento significativo delle aree marine protette e il mantenimento della protezione di quelle terrestri. Questi sono alcuni elementi che mettono in luce un nuovo protagonismo dei sindaci e dei comuni di Cittaslow, anche come possibile esempio di territori umanizzati, un modello che può essere utile per ripensare le strutture delle grandi città. La qualificazione e la manutenzione del territorio, la

riqualificazione delle infrastrutture, ma anche la questione dell'efficienza energetica e dell'uso di energia da fonti rinnovabili a cui le Cittaslow sono particolarmente sensibili, costituiscono aree di intervento prioritario non solo per garantire la presenza sul territorio ma anche per migliorarne la vivibilità in una prospettiva di sviluppo sostenibile a lungo termine.

*"C'è un punto ben preciso in diversi tipi di paesaggio dove le strutture dell'uomo dovrebbero essere fermate", Aldo Leopold*

### **VILLAGGIO-METROPOLI: IN QUESTO INCONTRO/SCONTRO STANNO IL PRESENTE E IL FUTURO DELL'ABITARE**

Mai dare per scontata la bellezza e l'importanza dell'ambiente: città, villaggi, zone montane e rurali, isole piccole o grandi...Come ben sappiamo, escludendo quello wilderness che ormai occupa spazi limitati calcolati in meno del 27% dell'intero pianeta (fonte: James Watson, University of Queensland, AUS/Science Alert), il paesaggio antropizzato è il frutto della stratificazione della storia e delle economie locali. Ai nostri giorni, l'economia basata sull'innovazione, la ricerca e le esportazioni sta favorendo grandi concentrazioni metropolitane in tutto il mondo. In Europa il 41,2% dei residenti già ora vive in grandi città. Il gigantismo metropolitano rischia di penalizzare gravemente i piccoli comuni, trasformando molte aree interne o rurali o montane in realtà a rischio di povertà o esclusione sociale. Ma la concentrazione metropolitana sta anche producendo forti disuguaglianze negli stessi confini della metropoli ad alta densità, a cui si aggiungono problemi di inquinamento, congestione e insicurezza. Inoltre gli alti costi abitativi e la saturazione dei principali servizi alla comunità stanno peggiorando la qualità della vita nelle grandi città. Uno dei temi che è al centro dell'interesse della comunità istituzionale e a livello dei diversi paesi è la partecipazione al lavoro, in particolare dei giovani ma anche degli adulti occupati colpiti da una significativa incertezza dovuta a fenomeni di riorganizzazione produttiva. Tuttavia, il risultato finale relativo al benessere vede una forte penalizzazione delle aree a densità più bassa. La popolazione a rischio di povertà ed esclusione sociale in Europa rappresenta il 29% dei residenti nelle città di piccole e medie

dimensioni, una percentuale che scende al 22% per le realtà intermedie e al 24% per le grandi città. Anche in questo caso la situazione dei singoli paesi è molto diversa. In Germania, Belgio e Paesi Bassi, sono le metropoli a concentrare le popolazioni con il maggior rischio di esaurimento, mentre i piccoli comuni in Spagna e Polonia rappresentano le aree in cui il rischio di povertà è più diffuso. Cittaslow in Metropole

*per un Benessere Equo e Sostenibile (BES): Non possiamo misurare lo spirito nazionale sulla base dell'indice Dow Jones né i successi del Paese sulla base del Prodotto Interno Lordo. Il PIL misura tutto, eccetto ciò che rende la vita degna di essere vissuta*

(Robert Kennedy, Dal discorso tenuto il 18 marzo 1968 alla Kansas University)

## L'ESEMPIO DELLE CITTASLOW, L'HUB DELLE SOLUZIONI

Sono centinaia i progetti in archivio presso il data base generale dell'Associazione Cittaslow ad Orvieto (Terni). Vent'anni di esperienze e progetti pilota all'insegna dell'economia resiliente e circolare, supportate da un forte indirizzo alla responsabilità sociale condivisa. Cittaslow ha così realizzato un vero e proprio hub del "buon vivere" che costituisce un patrimonio e un deposito di saperi ed esperienze con connessi applicativi e soluzioni per il moderno governare sostenibile. Da Pollica nel Cilento che sperimenta nuove forme di "comunità del Parco" e progetti per la nuova ruralità del futuro, a Midden Delfland (NL), dove una cittadina in un lembo rurale e naturalistico al centro della conurbazione di 7 milioni di abitanti con Rotterdam-Den Haag e Delft, riesce ad auto proteggersi e a svilupparsi in modo resiliente, da Jeonju, Cittaslow simbolo della rete Coreana che recupera forme tradizionali di costruzione in un mix tra antico (case Hanook ) e modernissimo (connettività e cablaggio), a Bad Shussenried (D), cittadina vincitrice del miglior progetto per la mobilità sostenibile e il risparmio energetico in Germania. In Colombia la Cittaslow di Pijao (Quindio) adotta nuove procedure sostenibili e biologiche per la coltivazione dei caffè di qualità in alta quota, favorendo aggregazioni consortili tra produttori (cafeteros), mentre in California la Cittaslow di Sebastopol è un esempio di gestione

comunitaria dei beni comuni e di cittadinanza attiva. In Polonia le Cittaslow sono trenta, con almeno una Cittaslow in ogni regione, e hanno sviluppato originali processi di rivitalizzazione in termini "slow" delle città e ambiti rurali, con il supporto di una regione, la Warmia Mazuria; In Cina poi è partito due anni fa il primo progetto di "Cittaslow From Zero", una nuova città da edificare in 8/10 anni rispettando tutti i parametri di qualità: è una sfida moderna per l'urban planning, che è stata accettata dalla città di Changshan/Quzhou/Zhejiang Province, gemellata con la Cittaslow italiana di Vigarano Mainarda (FE). A questo proposito da segnalare due importanti progetti strutturali, Metropoli di Paesaggio (fonte: arch. Sergio Fortini, <http://www.cronacacomune.it/notizie/33769/con-ami-srl-alla-presentazione-della-visione-strategica-metropoli-di-paesaggio.html>), un progetto innovativo nato per collegare il paesaggio alle infrastrutture di mobilità intermodali, e CVittaaslow in Metropole, un nuovo approccio di Cittaslow International per coinvolgere le grandi Metropoli con progetti limitati e ad hoc (capofila Sindaco di Izmir TR, Tunc Soyer; progetti già avviati a Busan KOR, Taipei TW, Bruxelles/Enghien B)

## CITTASLOW TOURISM, IL TURISMO POSSIBILE

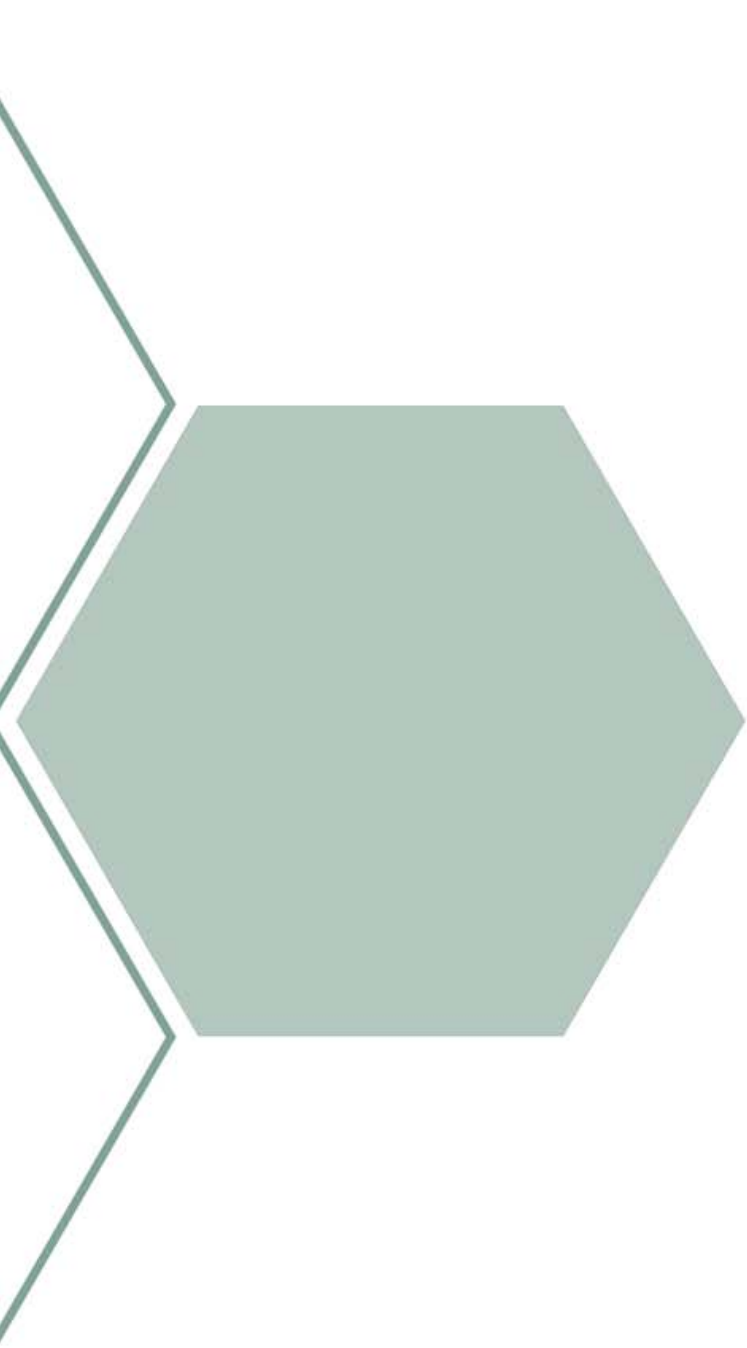
Cittaslow Tourism è un nuovo modo di intendere il "tourism business" nelle città del network. La sfida principale è la seguente: "Trasferire in tutte le attività turistiche, l'economia della resilienza, il senso del limite, il rispetto per ciò che è stato e per quello che c'è ora, a seconda della visione di come sarà la comunità in un futuro prossimo e a lungo termine". Sono infatti sempre più numerosi i casi nel mondo di iperturismo. Le città possono anche "morire" di turismo, a partire dai centri storici di alcune città italiane ed europee, da Barcellona a Venezia, da Firenze a Roma, fino alle più piccole che hanno problemi di iperfrequenziazione stagionale, dalla magnifica Cortona Cittaslow vicina a noi ad Otranto, da Cortina d'Ampezzo a San Gimignano. Così come soffrono le città con scarso e nullo turismo, soffrono fino a perdere la loro identità e a negare la "motivazione" al viaggio, quelle sottoposte a troppo turismo. Seguendo questi assiomi che altro non sono che la trasposizione all'attività produttiva Turismo dei cardini di Cittaslow, occorre immaginare e realizzare forme di turismo in equilibrio non solo con l'ambiente naturale ma anche con quello



sociale. Esiste cioè una capacità di carico dei luoghi anche per le attività turistiche, da individuare e rispettare. Ciò non fa altro che favorire nei territori più avveduti e "slow" l'attrazione di nuovi obiettivi di clientela, ovvero turisti "slow" più attenti e preparati, che si soffermano di più sul territorio, "prendono tempo", apprezzano la cultura, quella materiale (ad esempio l'artigianato locale ed i prodotti enogastronomici,...) e quella immateriale. Siamo tutti consapevoli che di questi plus i territori Orvietano e umbro in generale sono straordinariamente ricchi. L'obiettivo del progetto è offrire:

1. alle municipalità socie Cittaslow una visione percorribile e concreta per un nuovo modello di sviluppo turistico, in linea con i nostri principi e soprattutto capace di "darsi futuro", in termini strategici di lungo termine (economia resiliente);
2. al turista-viaggiatore, un'occasione per visitare i luoghi in modo diverso, scoprendo la **vera identità** di una città o una campagna o un'area naturale con un **approccio slow e sostenibile**, in armonia con l'ambiente, nel rispetto del paesaggio e della bellezza, della fauna e della flora locale e nella conoscenza empatica di usi costumi tradizioni locali. In questo modo la cultura di un territorio non verrà unicamente apprezzata dai turisti ma scoperta e

vissuta in modo innovativo, garantendo una visione oggettiva e soggettiva grazie al contributo dei cittadini che vi abitano (community economy). Cittaslow Tourism propone così dei **pacchetti turistici** indirizzati a viaggiatori curiosi e attenti che desiderano godere delle opportunità straordinarie che luoghi, città e comunità, possono offrire al di là delle classiche mete che il turismo standardizzato e industriale impone. Va da sé che il numero dei pacchetti non potrà essere infinito, non potrà coinvolgere tutte le strutture in tutti i periodi dell'anno, ma andrà calibrato e studiato caso per caso con estrema attenzione. All'interno dell'offerta promocommerciale di Cittaslow Tourism si inserisce perfettamente anche ogni forma di **"turismo esperienziale"**, con l'intento di coinvolgere attivamente le comunità locali: associazioni, servizi, trasporti, agricoltura, artigianato, istituti scolastici, mondo del volontariato, eccetera. Per realizzare il pacchetti è necessaria l'unione e la sinergia tra le diverse componenti di una Cittaslow, i cittadini, le aziende/agenzie turistiche e tutti i servizi a livello locale. Cittaslow ha selezionato ovviamente un partner tecnico, un Tour Operator (T.O.), che fornisce supporto tecnico e legale per la costruzione e vendita di pacchetti costruiti insieme a Cittaslow.



R SNPA  
14 2020

