

# ecoscienza

SOSTENIBILITÀ E CONTROLLO AMBIENTALE

Rivista di Arpae  
Agenzia regionale  
prevenzione, ambiente ed energia  
dell'Emilia-Romagna  
N° 4, settembre 2023, anno XIV

## LE CITTÀ ALLA SFIDA DELLA NEUTRALITÀ CLIMATICA

ALLA MISSIONE EUROPEA  
PARTECIPANO NOVE CITTÀ ITALIANE

**PROGETTO EPICOVAIR**  
LA CORRELAZIONE TRA  
INQUINAMENTO E COVID-19

**AMBIENTE E SALUTE**  
STUDI INNOVATIVI NEGLI  
ELABORATI DEL MASTER  
DELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA





# UN AIUTO PER L'EMILIA-ROMAGNA

Raccolta fondi per sostenere persone  
e comunità colpite da alluvioni e frane

IBAN: IT69G0200802435000104428964

**CAUSALE: "ALLUVIONE EMILIA-ROMAGNA"**

intestato a "Agenzia per la sicurezza territoriale e  
la protezione civile dell'Emilia-Romagna"

# CLIMA, LA SCOMMESSA DELLE CITTÀ

Anna Lisa Boni • Assessora Fondi europei/Pnrr, coordinamento transizione ecologica e relazioni internazionali, Comune di Bologna



Quando nell'estate del 2019 la Commissione europea mi selezionò come membro del Board di esperti incaricati di sviluppare una proposta progettuale per la neonata Missione europea 100 città climaticamente neutrali e intelligenti al 2030, mai avrei immaginato che tre anni dopo mi sarei trovata a testarla e implementarla in una città, Bologna. E lavorando direttamente, in prima linea, su questa missione a livello locale, ho avuto la conferma di quanto questa scommessa della neutralità climatica rappresenti per tutte le città un percorso duro, complesso, quasi impossibile ma allo stesso tempo imprescindibile.

Duro perché ridurre in generale le emissioni di gas climalteranti nelle città, qualunque sia la loro taglia, richiede già di per sé uno sforzo enorme in termini di cambiamento culturale, investimento di risorse e capacità di innovazione da parte di tanti soggetti sia pubblici sia privati, ma anche della popolazione. Se poi dobbiamo farlo in meno di 8 anni, ci avviciniamo alla missione impossibile. Complesso perché il valore aggiunto di questa missione è insito nella sua natura, ovvero quella di voler abilitare una trasformazione sistemica delle città, evitando l'uso dei soli parametri settoriali, verticali e di policy organizzata a silos. Quasi nessun soggetto della società oggi, dalla politica e le istituzioni, dall'economia, alla finanza e la ricerca riesce già, pur volendolo, a funzionare naturalmente con un approccio sistemico. Anche chi è più avanti, fa una grande fatica. Perché? Perché solo l'approccio sistemico permette di affrontare correttamente la complessità crescente del mondo e delle sfide che stiamo vivendo ma ciò significa uscire dal *business as usual* e mettere in discussione il modo in cui siamo abituati a fare le cose. Gestire davvero la crisi climatica significa riconoscerne la complessità, vivere le contraddizioni e i conflitti che genera, sapendo che risposte semplici, solo bianche o solo nere, non esistono o sono fuorvianti e inefficaci. Quindi per una città, lanciarsi seriamente in questa sfida significa uscire dalla propria *comfort zone* a

livello politico, tecnico, di società. È dura, appunto.

La missione delle 100 città *climate-neutral* al 2030 è però riuscita ad attrarre l'interesse di molte città da tutta Europa. Basta guardare il livello di risposta alla manifestazione d'interesse lanciata dalla Commissione europea nel 2021, con quasi 400 città, fra cui oltre 30 in Italia e delle quali poi ne sono state selezionate 9: Bergamo, Bologna, Firenze, Milano, Padova, Parma, Prato, Roma e Torino. In effetti le città che si sono candidate hanno visto in questa missione un'opportunità per potenziare la loro azione climatica a livello politico nonché amministrativo, per accelerare percorsi forse già avviati ad esempio attraverso i piani del Patto dei sindaci, e per cercare di dare un segnale più forte a quella parte di popolazione e *stakeholder* che lo richiedeva. E hanno deciso di lanciarsi in quest'avventura pur sapendo che non ci sarebbero stati fondi diretti a disposizione di chi veniva selezionato e che le risorse e l'organizzazione interna non erano all'altezza della sfida. Appunto, era quasi una *mission impossible*. Però hanno deciso di andare avanti. E a fine 2023 possiamo dire in generale che il gioco valeva la candela e che questa missione, oltre che difficile, si sta rivelando anche fondamentale, utile e motivante.

Fondamentale innanzitutto per l'Unione europea, perché con un Consiglio europeo composto di molti Stati membri dotati di un'ambizione climatica limitata era necessario far emergere l'*ambi(a)zione* delle città e dei livelli locali. Lì si concentrano le emissioni e i consumi, ma anche la capacità di ridurre entrambi, di produrre energia pulita e di promuovere innovazione normativa, sociale, tecnologica, per mitigare e adattarci ai cambiamenti climatici. Il *Green deal* europeo inoltre si declina e si materializza nelle città, vicino ai cittadini, attraverso l'implementazione della legislazione innanzitutto ma anche, e forse soprattutto, attraverso il recepimento culturale dei suoi principi e messaggi da parte degli ecosistemi locali, fatti di imprese, enti pubblici e persone. L'azione

di 100 città importanti che spingeranno più velocemente certi processi chiave, contribuirà al successo del *Green deal* e l'Unione ne avrà molto da guadagnare. Utile per le città stesse, per rafforzare la loro azione climatica diretta ma anche la loro capacità di incentivare e facilitare quella della loro realtà locale. Tutte e 100 stanno mettendo in piedi un *climate city contract*, federando i grandi *player* istituzionali pubblici e privati, la comunità della ricerca, le imprese e l'industria, il mondo bancario, le forze sociali, le realtà associative del terzo settore, la cittadinanza attiva: *Tutti insieme appassionatamente*, per dirla con un vecchio film, perché questa è una battaglia in cui solo l'unione farà la forza. Questo sarà un patto locale dove saranno chiari gli impegni e gli investimenti diretti, le azioni e i contributi di tutti, compresi quelli delle rispettive regioni e del governo, e che potrà essere ampliato e rinnovato ogni due anni. Ed è una missione anche motivante. Perché forse è la nostra ultima opportunità per trasformare le nostre città in luoghi più sani, sicuri, a misura di bambino/a, dove ci si possa risintonizzare con la natura e ritrovare energia per affrontare la nuova fase dell'umanità in cui siamo entrati. Per migliorare l'accessibilità economica alle scelte ecologiche che a oggi hanno ancora un costo troppo alto, e lottare contro la povertà energetica. Per democratizzare di più le nostre città e mettere al centro le persone in modo tale da renderle capaci di contribuire alla neutralità climatica. Per creare delle narrazioni concrete che entrino nella nostra quotidianità e ci aiutino a fronteggiare questo nuovo secolo di emergenza costante. E infine per connettere le due fini più importanti al giorno d'oggi, la fine del mondo e la fine del mese.

Questo numero di *Ecoscienza* raccoglie le testimonianze di tanti attori ingaggiati in questa missione unica per l'Europa, dal livello dell'Unione a quello delle città. Punti di vista diversi ma penso uniti dall'idea che questo sforzo collettivo ci aiuterà a promuovere una trasformazione climatica giusta per il nostro continente e soprattutto generare speranza per le generazioni di oggi e di domani.



ISSN 2039-0424

Rivista di Arpa  
 Agenzia regionale  
 prevenzione, ambiente ed  
 energia dell'Emilia-Romagna

Numero 4 • Anno XIV  
 Settembre 2023



**DIRETTORE** Giuseppe Bortone  
**DIRETTORE RESPONSABILE** Stefano Folli

**Segreteria:** In redazione:  
 Ecoscienza, redazione Daniela Merli  
 Via Po, 5 40139 - Bologna Barbara Galzigna  
 Tel 051 6223887  
 ecoscienza@arpae.it

**Progetto grafico** Miguel Sal & C.  
**Impaginazione, grafica e copertina** Tempo Libro Srl

**Stampa** Premiato stabilimento tipografico dei comuni Santa Sofia (FC)

Registrazione Trib. di Bologna n. 7988 del 27-08-2009

**COMITATO EDITORIALE**  
 Coordinatore Eriberto De' Munari  
 Paola Angelini  
 Raffaella Angelini  
 Giuseppe Battarino  
 Vito Belladonna  
 Francesco Bertolini  
 Gianfranco Bologna  
 Giuseppe Bortone  
 Roberto Coizet  
 Nicola Dall'Olio  
 Paolo Ferrecchi  
 Matteo Mascia  
 Michele Munafò  
 Giancarlo Naldi  
 Giorgio Pineschi  
 Attilio Raimondi  
 Karl Ludwig Schibel  
 Andrea Segré  
 Stefano Tibaldi  
 Alessandra Vaccari



Tutti gli articoli, se non altrimenti specificato, sono rilasciati con licenza Creative Commons <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Chiuso in redazione: 09/10/2023

Stampa su carta  
 Cocoon Offset



# SOMMARIO

3 **Editoriale**  
**Clima, la scommessa delle città**  
 Anna Lisa Boni

## Neutralità climatica

- 6 **100 città europee alla sfida della neutralità climatica**  
Patrick Child
- 8 **Innovazione per ridurre le emissioni nelle grandi città**  
Alberto Anfossi
- 10 **Una governance condivisa per Bologna missione clima**  
Claudio Savoia, Chiara Cervigni, Lara Dal Pozzo, Valentino Ventrella
- 12 **Parma, dalla sostenibilità alla neutralità climatica**  
Cristina Pellegri
- 14 **La visione integrata e partecipativa di Firenze**  
Alessandra Barbieri
- 16 **Prato verso una trasformazione sistemica**  
Valerio Barberis
- 18 **A Padova verde, energia e mobilità al centro**  
Giovanni Vicentini
- 20 **Roma deve diventare un laboratorio di innovazione**  
Edoardo Zanchini
- 22 **Milano, rigenerazione e strategia molecolare**  
Rossana Torri, Ilaria Giuliani, Manuela Ojan
- 26 **Il ruolo degli assorbimenti di gas climalteranti**  
Antonio Volta, Giulia Villani, Vanessa Giorgione, Cinzia Alessandrini, Patrizia Bianconi

## Progetto Epicovair

- 30 **Sinergie virtuose tra ambiente e sanità**  
Stefano Laporta
- 32 **Un modello per le emergenze sanitarie e ambientali**  
Ivano Iavarone
- 34 **Una base dati comunale per gli studi su ambiente e salute**  
Simone Giannini, Federica Nobile, Lisa Bauleo
- 36 **Inquinamento e incidenza del Covid-19 in Italia**  
Andrea Ranzi
- 39 **Mortalità nei casi Covid-19 e inquinamento atmosferico**  
Massimo Stafoggia
- 42 **Attualità**  
**Granchio blu, da evento invasivo a evento mediatico**  
 Cristina Mazziotti, Marco Lezzi

## Master ambiente e salute

43 **Perché un master in ambiente e salute**  
 Giuseppe Bortone

- 44 **Bioplastiche in ambiente marino: effetti degli additivi**  
Serena Scala
- 46 **Ondate di calore e tutela della salute pubblica**  
Elisa Mariani
- 48 **Salute e sostanze perfluoroalchiliche**  
Federico Aldrovandi
- 50 **Ruolo dell'ambiente e patologia tiroidea**  
Giangabriele Maffei
- 52 **Esposizione agli ftalati ed effetti sulla salute**  
Ada Mescoli
- 54 **Inquinamento da farmaci nelle acque dolci e marine**  
Sofia Piana
- 56 **Salute degli oceani e salute umana**  
Silvia Roncarati
- 58 **Urban health contro i cambiamenti climatici**  
Morena Stroschia
- 60 **L'esposizione al radon indoor in Lombardia**  
Veronica Todeschini
- 62 **Popolazione e salute nella valutazione ambientale**  
Giuseppe Trincherà
- 64 **Le possibili cause ambientali dell'obesità**  
Marilisa Falzone
- 66 **Un tavolo tecnico per la gestione del Sin di Fidenza**  
Maria Teresa Berducci
- 68 **Ambiente e salute, le sfide del futuro**  
Annamaria Colacci, Elena Fabbri
- 70 **Attualità**  
**Un framework regionale per la scienza dei cittadini**  
 Michela De Biasio
- 73 **Parchi a misura di clima e pocket forest a Reggio Emilia**  
Susanna Ferrari Bergomi, Elisia Nardini, Luca Emanuelli, Gianni Lobosco, Elisabetta Sgarbi
- 76 **Cosa significa organizzare eventi sostenibili**  
Valeria Stacchini
- 79 **Green Film, una certificazione che funziona**  
Linnea Merzagora, Marco Niro, Helga Tenaglia
- 82 **L'ecologia di Bruno Latour, un messaggio per il presente**  
Paolo Tamburini

## Rubriche

- 84 **Legislazione news**
- 85 **Osservatorio ecoreati**
- 86 **Mediateca**

# CITTÀ INTELLIGENTI E A IMPATTO CLIMATICO ZERO

## La Missione europea coinvolge 100 città

**N**el 2019 l'Unione europea ha approvato l'obiettivo comune di realizzare un intero continente a impatto climatico zero entro il 2050. In 100 città hanno accettato una sfida ulteriore: anticipare di 20 anni alcuni obiettivi del *Green deal*.

L'Ue riconosce che il passaggio a una società e a un'economia a emissioni zero rappresenta sia una sfida urgente, dato il numero crescente di eventi meteorologici estremi, sia un'occasione per creare nuovi posti di lavoro e opportunità economiche. La transizione verde costituisce inoltre un passo necessario verso l'autonomia energetica dei Paesi dell'Unione. La sostituzione dei combustibili fossili è urgente per tutti e, soprattutto, per chi vive in zone ad alto tasso di inquinamento. Per queste ragioni 100 città europee hanno deciso di provare ad accelerare i tempi del cambiamento e aderito al progetto "100 città intelligenti e a impatto climatico zero entro il 2030",

finanziato dall'Ue per avviare percorsi di innovazione verso la neutralità climatica.

Bergamo, Bologna, Firenze, Milano, Padova, Parma, Prato, Roma e Torino sono le 9 città pilota italiane selezionate per partecipare alla missione europea con progetti su mobilità, risparmio energetico e pianificazione urbana sostenibile. Nel 2024 dovranno presentare alla Commissione i diversi *climate city contract*, con *action plan* e *financial plan*. Nelle prossime pagine raccontano quello che stanno facendo per trovare soluzioni concrete e ottenere a pieno titolo la qualifica di *climate-neutral and smart city* anche sviluppando interessanti collaborazioni tra le amministrazioni. Il compito è cruciale perché, come ha sottolineato la Commissione, saranno gli "ecosistemi di sperimentazione e innovazione" che aiuteranno tutte le altre città europee a raggiungere l'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050".  
(BG)

# 100 CITTÀ EUROPEE ALLA SFIDA DELLA NEUTRALITÀ CLIMATICA

LA MISSIONE "CLIMATE NEUTRAL AND SMART CITIES" HA INDIVIDUATO 100 CITTÀ EUROPEE CHE DIVENTERANNO CENTRI DI SPERIMENTAZIONE E INNOVAZIONE PER CONTRIBUIRE A RAGGIUNGERE GLI OBIETTIVI DEL GREEN DEAL EUROPEO. SARANNO MESSI IN CAMPO MOLTEPLICI PROGETTI E STRUMENTI DI FINANZIAMENTO PER LA TRANSIZIONE.

NEUTRALITÀ CLIMATICA

**L**e missioni Ue sono una novità del programma di ricerca e innovazione Horizon Europe per gli anni 2021-2027. La missione *Climate neutral and smart cities by 2030* (missione Città) è stata stabilita come una delle cinque che affrontano diversi temi (come adattamento al cambiamento climatico, oceani e acque, cancro, suolo) per trovare soluzioni concrete ad alcune delle sfide principali che abbiamo di fronte. Le missioni hanno obiettivi ambiziosi e mirano a ottenere risultati tangibili al 2030 dando alla ricerca e all'innovazione un nuovo ruolo da combinare con nuove forme di *governance* e collaborazione, oltre che al coinvolgimento dei cittadini.

Il 19 luglio 2023 la Commissione europea ha pubblicato una comunicazione (n. 457 del 2023), che valuta l'avanzamento delle 5 missioni Ue negli ultimi due anni. La conclusione generale è molto positiva e afferma che le missioni hanno dimostrato di avere un potenziale notevole nell'affrontare le sfide della società. Perciò, la comunicazione raccomanda che l'implementazione delle attuali 5 missioni sia continuata con un rafforzamento del supporto politico e finanziario.

## L'importanza delle città smart e climate-neutral

Le città giocano un ruolo centrale nel raggiungimento della neutralità climatica al 2050, l'obiettivo del *Green deal* europeo. Nonostante le città coprano solo il 4% della superficie terrestre dell'Unione europea, ospitano il 75% della popolazione dell'Ue, consumano oltre il 65% dell'energia mondiale e contribuiscono per più del 70% alle emissioni globali di CO<sub>2</sub>.

Riconoscendo il ruolo cruciale delle azioni in ambito urbano nella mitigazione climatica, la missione Città cerca di velocizzare la trasformazione verde e digitale delle città. Le città europee possono contribuire enormemente agli obiettivi del *Green deal* di riduzione delle emissioni del 55% al 2030 e possono offrire ai propri cittadini un'aria più pulita, trasporti più sicuri, una minore gestione e una riduzione del rumore.

## Gli obiettivi della missione Città

Gli obiettivi primari della missione Città sono duplici: riuscire ad avere 100

città smart e a neutralità climatica entro il 2030 e individuarle come centri di sperimentazione e innovazione, in modo da permettere a tutte le città europee di raggiungere la neutralità climatica al 2050. Per raggiungere questi obiettivi, la missione Città prevede la collaborazione tra autorità locali, cittadini, imprese, investitori e anche di autorità regionali e nazionali. L'approccio da adottare è intersettoriale e orientato alla domanda, vuole favorire le sinergie tra le iniziative esistenti e rispondere ai bisogni reali dei centri urbani.

## Attività e struttura della missione Città

L'interesse per la missione Città è stato forte fin dall'inizio: più di 377 città hanno presentato la domanda di partecipazione. Sono state selezionate 100 città da tutti i 27 Stati membri Ue e 12 dai Paesi associati o in fase di associazione a Horizon Europe. La missione ha formato una comunità di città ambiziose. Supportate dalla piattaforma della missione (attualmente gestita dal progetto NetZeroCities), le città partecipanti hanno accesso a

un portale online che permette loro di lavorare in gruppi, scambiarsi le esperienze e accedere a un archivio di conoscenza per accelerare le soluzioni verso la neutralità climatica. Attualmente il portale ha più di 1.400 utilizzatori attivi.

La missione è inclusiva, coinvolgendo tutti gli Stati membri Ue e 8 Paesi associati. Gli Stati membri vengono coinvolti continuamente attraverso visite al Paese e il progetto CapaCities<sup>1</sup>, che supporta le reti nazionali e le connette tra loro. Tutte le città hanno iniziato a co-creare il loro Contratto climatico di città (Ccc) con le comunità locali e i cittadini, supportate dai consiglieri cittadini dedicati messi a disposizione dalla piattaforma della missione. I contratti includono un piano generale per la neutralità climatica che attraversa tutti i settori (energia, edifici, gestione dei rifiuti, trasporti ecc.) e un relativo piano di investimento. I contratti Ccc non sono giuridicamente vincolanti, ma costituiscono un impegno pubblico visibile per colore che lo firmano (il sindaco come minimo, ma idealmente anche tutti gli *stakeholder* locali rilevanti, e le autorità e gli *stakeholder* regionali e nazionali).

12 città hanno già sottoposto i loro contratti per la valutazione nella prima finestra disponibile per la consegna (aprile 2023).

Per supportare le città nella loro trasformazione verso la neutralità climatica, dovrà essere messa in campo un'ampia gamma di strumenti di finanziamento a tutti i livelli (europeo, nazionale, regionale e locale), da fonti pubbliche sia pubbliche sia private. La Banca europea per gli investimenti (Bei) supporta le azioni della missione, contribuendo anche con una sensibilizzazione mirata per le città e fornendo consulenza per il processo di revisione del Ccc.

53 città pilota<sup>2</sup> sono state selezionate dalla piattaforma della missione e riceveranno contributi (da 500 mila a 1 milione di euro) per sviluppare soluzioni innovative per affrontare le sfide della transizione climatica. Altre 50 città presto beneficeranno del lavoro svolto con i progetti pilota attraverso lo scambio di esperienze e il tutoraggio da parte delle città pilota.

Oltre a questi progetti pilota, Horizon Europe prevede inviti a presentare proposte specifiche per la missione Città in ambiti come la pianificazione urbana, la mobilità, i distretti a energia

positiva, inquinamento zero e gli spazi urbani. La rigenerazione urbana, per esempio, è al centro di un bando Horizon Europe congiunto tra le missioni Città e Adattamento al cambiamento climatico. Un'azione Horizon Europe inoltre ha reso possibile coinvolgere nella missione anche delle città ucraine. Sono state stabilite sinergie tra i diversi programmi e iniziative dell'Unione europea, compresi il Consiglio europeo per l'innovazione (*European Innovation Council*, Eic), il programma *Connecting Europe Facility*, i progetti strategici integrati Life e le Azioni urbane innovative<sup>3</sup>.

Molti Stati membri e Regioni stanno facendo riferimento alla missione Città nei loro programmi operativi regionali e flussi di finanziamento dedicati a livello nazionali sono stati individuati ad esempio in Grecia e Spagna. La missione ha anche un bando condiviso nel programma di lavoro 2023-2024 Horizon Europe con la *partnership* per la mobilità a emissioni zero (2Zero) e per una mobilità connessa, cooperativa e automatizzata (Ccam) con un budget combinato di oltre 50 milioni di euro. Un Centro di transizioni urbane<sup>4</sup> supporta le attività di sensibilizzazione internazionali della missione Città e si collega alla missione Transizioni urbane della missione Innovazione.

## Le città italiane

9 città italiane prendono parte alla missione Città: Bergamo, Bologna, Firenze, Milano, Padova, Parma, Prato, Roma e Torino. La data prevista di presentazione dei loro contratti Ccc è aprile 2024. Le città italiane della missione lavorano strettamente insieme in una rete e cercano di rafforzare la cooperazione con il livello nazionale. Il gruppo è coordinato dalla città di Bologna. Questa rete si allargherà anche a città che non sono parte della missione Città.

Le città italiane della missione hanno recentemente lanciato un progetto pilota, chiamato *Let's Gov* - Governare la transizione attraverso azioni pilota. Il progetto si concentra sulla riduzione delle emissioni dei sistemi energetici attraverso l'esplorazione di modelli di *governance* potenziati.

Il progetto delle città pilota opera su tre livelli:

- un livello di rete che mette insieme le 9 città della missione per lo scambio di esperienze e buone pratiche
- un livello di cluster tematici, in cui



le città lavorano su tre argomenti: coinvolgimento, dati e finanziamento - un livello cittadino in cui le soluzioni innovative vengono testate per affrontare i tre temi del cluster.

I risultati attesi dei tre cluster e delle sperimentazioni pilota sono:

- 1) portare cambiamenti sistemici nella *governance* interna delle città per rendere possibili nuove forme di produzione di energia rinnovabile e nuovi modelli di consumo e di condivisione
- 2) aumentare l'accessibilità dei dati per raggiungere l'efficienza energetica e ridurre i consumi di energia
- 3) esplorare meccanismi innovativi di finanziamento per rafforzare l'efficienza energetica e l'uso dei sistemi di energia rinnovabile a livello locale.

Il progetto *Let's Gov* è strettamente legato agli sforzi delle nove città per raggiungere gli obiettivi della missione.

### Patrick Child

Vice direttore generale, DG Ambiente, Commissione europea

### NOTE

<sup>1</sup> Building capacities for the Climate neutral and smart cities Mission, CapaCities, <https://cordis.europa.eu/project/id/101056927>

<sup>2</sup> Pilot-Cities-Announcement, <https://netzerocities.eu/wp-content/uploads/2023/03/Pilot-Cities-Announcement-Press-Release-Mar-2023-Final.pdf>

<sup>3</sup> Greening Cities, Eui, <https://www.urban-initiative.eu/innovative-actions-greening-cities>

<sup>4</sup> Urban Transitions Mission Centre, [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/local-action-global-impact-urban-transitions-mission-centre-starts-its-activities-2022-12-13\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/local-action-global-impact-urban-transitions-mission-centre-starts-its-activities-2022-12-13_en)

Traduzione a cura di Stefano Folli

# INNOVAZIONE PER RIDURRE LE EMISSIONI NELLE GRANDI CITTÀ

UNA DELLE CINQUE MISSIONI DELL'EUROPA È AGIRE SULL'IMPATTO DELLE CITTÀ NEI CONSUMI DI ENERGIA E ABBATTIMENTO DEI GAS CLIMALTERANTI, UNA STRATEGIA ASSODATA PER RAGGIUNGERE GLI OBIETTIVI DI NEUTRALITÀ CLIMATICA ENTRO IL 2050 PER UNA GESTIONE INEDITA DEGLI SPAZI URBANI CON IL COINVOLGIMENTO DEI CITTADINI.

Per il raggiungimento dell'obiettivo primario del *Green deal* europeo, ovvero la completa neutralità climatica entro il 2050, le grandi città giocano un ruolo fondamentale, in quanto consumano più del 65% dell'energia mondiale e risultano responsabili di più del 70% delle emissioni globali di diossido di carbonio. L'importanza di città smart e neutre a livello climatico – non a caso citate anche nell'Sdg 11 – va altresì ricondotta al loro alto potenziale nel contribuire alla riduzione delle emissioni del 55% entro la scadenza più ravvicinata del 2030. La missione Ue *Climate-neutral and smart cities* è un'iniziativa varata dall'Unione europea come parte del programma quadro *Horizon Europe*. Essa si prefigge di coinvolgere autorità locali, cittadini, investitori, imprenditori oltre alla *governance* regionale e nazionale per selezionare 100 città smart e *climate-neutral* (zero emissioni nette di CO<sub>2</sub>, con un limite del 20% massimo di componente di *carbon credits*) entro il 2030 e fare sì che queste città agiscano da hub di sperimentazione e innovazione per tutte le altre città europee entro l'importante scadenza del 2050. Si tratta di una delle cinque missioni che la *governance* dell'Europa ha immaginato come soluzione inedita per confrontarsi efficacemente con le grandi sfide dei nostri tempi, combinando il ruolo della ricerca con nuove forme di gestione e collaborazione a vario livello, dove il coinvolgimento diretto dei cittadini costituisce un elemento distintivo.

Come anticipato, la missione *Cities* si propone dunque due obiettivi fondamentali:

- portare entro il 2030 almeno 100 città europee a raggiungere da un lato la neutralità per quanto riguarda l'impatto climatico, dall'altra ottenere a pieno titolo la qualifica di *smart city*
- fare sì che le 100 città scelte si distinguano come centri di



1

sperimentazione e innovazione e come modello per tutte le altre città europee, mirando a un impatto climatico neutro generalizzato entro il 2050. Fra le città scelte ben nove sono italiane, e cioè Torino, Milano, Bergamo, Padova, Firenze, Bologna, Parma, Prato e Roma. Possiamo considerare come i principali assi cardine della missione *Cities* i cosiddetti *Climate city contracts* (Ccc), ovvero documenti non vincolanti che ogni città deve predisporre e sottoscrivere, non direttamente con la Commissione europea ma con una attenta selezione di *stakeholder*, individuati dalle città stesse. I contratti si articolano in un *action plan* e in un *financial plan* e soprattutto sono tenuti a indicare nuove ed efficaci modalità finanziamento, di *governance* locale, di coinvolgimento dei cittadini e di relazione con i vari livelli istituzionali (Regione, Stato, Europa). Una volta approvato il contratto, la Commissione attribuisce alla città una "*mission label*", che dovrà abilitare canali privilegiati per accedere a fondi strutturali, fondi nazionali, altri fondi europei non di ricerca. Tutto ciò, tuttavia, deve fare i conti con alcune problematiche che vanno dalla frammentazione delle *governance* (sia a livello orizzontale

nazionale sia a livello verticale) ai problemi di accesso ai finanziamenti pubblici e privati e di coinvolgimento degli *stakeholder*. Esiste inoltre una difficoltà che deriva dalla frequente carenza di tutte le competenze necessarie a livello locale, fondamentalmente a causa della difficoltà per gli enti pubblici locali ad attrarre e trattenere profili tecnico-professionali.

Dopo un breve ritardo iniziale, anche le 9 città italiane presenteranno tra ottobre 2023 e marzo 2024 il proprio Ccc, superando – in questo come in altri progetti – un limite fondamentale costituito dal non essere ancora dotate di strumenti formali di coordinamento. Manca inoltre una strategia univoca per, ad esempio, individuare e coinvolgere tutti gli *stakeholder* (e i firmatari dei contratti) locali e nazionali. Sarebbe infatti auspicabile, magari partendo da un inquadramento della *mission*

1 Sabato 22 aprile 2023, la Fondazione Compagnia di San Paolo sostiene il primo *Earth day* di Torino. Per celebrare la Giornata mondiale della Terra 2023, i Musei reali e la Cavallerizza reale hanno ospitato attività ed eventi pensati per costruire insieme un futuro più sostenibile.



nell'ambito del Ministero dell'Università e della ricerca, ma con evidenti necessità di coordinamento e sinergia con altri ministeri dotati di capacità di programmazione e investimento su questi temi, la promozione di un'unica cabina di regia che porti alla costituzione di una forma strutturata di coordinamento delle città a livello nazionale. Ciò consentirebbe di esplorare alcune interessanti tematiche di *governance*, come la realizzazione di strumenti di coordinamento tra i ministeri competenti (Ambiente, Infrastrutture, Economia e, come s'è detto, Università e ricerca) e tra governo centrale e amministrazioni locali, o come il superamento – magari attraverso un intervento legislativo che riconosca il valore della *mission label* – dei limiti all'auto-finanziamento (tramite mutui, emissione di *city bonds*, sottoscrizione di accordi di partenariato pubblico-privato). Di fronte all'evidente squilibrio territoriale nella distribuzione delle 9 città afferenti alla missione *Cities – il Sud* e le isole risultano del tutto escluse –, il governo potrebbe destinare alcuni fondi complementari per integrare il gruppo di città che già sperimentano il percorso verso la neutralità climatica con un numero limitato di città del centro-sud-ovest italiano. In questo modo, a fronte di un impegno simile a quello delle 9 città originali e all'adozione di medesimi strumenti (ad esempio Ccc), a tali città aggiuntive potrebbe essere attribuita quella che potremmo definire una "*label Italia*" estendendo gli eventuali vantaggi economico-legislativi e le partecipazioni a futuri strumenti di coordinamento. Un ruolo del tutto particolare potrebbe essere pensato inoltre per soggetti privati di natura filantropica, come le

fondazioni di origine bancaria, in virtù da un lato del proprio frequente e peculiare radicamento al territorio, dall'altro della loro lunga esperienza nel finanziamento di programmi, processi e progetti in ambito sociale, ambientale, di ricerca e innovazione.

Non bisogna tuttavia sottovalutare l'importanza del secondo elemento del nome della missione, ovvero il concetto di *città intelligente* come via principale da percorrere per realizzare gli obiettivi sulle emissioni. In questo senso va sottolineato come una *smart city* si nutra di flussi continui e aggiornati di dati di ogni tipo: dati elaborati in forma di Kpi per tenere sotto controllo situazioni e progetti, ma anche informazioni messe a disposizione in forma di *open data* per l'*engagement* dei cittadini.

Esemplare da questo punto di vista il progetto portato a termine nell'area metropolitana di Helsinki, dove dal 2011 è garantito alle città accesso gratuito a vastissime quantità di dati attraverso una piattaforma che gestisce più di 600 database degli argomenti più vari. Ma nelle azioni di pianificazione un patrimonio molto ricco e affidabile di dati non è utile esclusivamente come Kpi: vi sono progetti, per esempio, in cui si sperimenta l'adozione di una progettazione che si avvalga di *what-if scenarios*. Una logica per scenari *what-if* (che cosa accadrebbe se...) può essere implementata nell'ambito della pianificazione strategica per agevolare una migliore comprensione dell'intero contesto di un progetto, per definire chiaramente le parti e i passaggi, per stabilire una *timeline* e considerare quali compiti o obiettivi completare prima degli altri.

## PROGETTO TRANSIZIONE ECOLOGICA



Il bando "Re:azioni. Difendi l'ambiente, contribuisci al benessere di domani" della fondazione Compagnia di San Paolo sostiene progetti di transizione ecologica a livello locale, che aumentino la consapevolezza e il coinvolgimento delle comunità su problematiche e sfide ambientali territoriali. Re:azioni intende inoltre promuovere i comportamenti ambientalmente virtuosi nella vita quotidiana dei cittadini.

Nell'ambito della progettazione per scenari, la logica *what-if* consente di individuare gli effetti e le conseguenze di una iniziativa qualora si intervenga su specifiche variabili. Un approccio controfattuale va dunque ad aggiungersi alla vasta gamma di strumenti che ricerca e innovazione forniscono ai fini del conseguimento degli obiettivi della missione.

### Alberto Anfossi

Segretario generale della fondazione Compagnia di san Paolo



# UNA GOVERNANCE CONDIVISA PER BOLOGNA MISSIONE CLIMA

LA PARTECIPAZIONE AL PROGETTO EUROPEO IMPONE UNA SIGNIFICATIVA ACCELERAZIONE DEGLI SFORZI DA PARTE DEI SOGGETTI PUBBLICI E PRIVATI DEL TERRITORIO NON SOLO PER ABBATTERE LE EMISSIONI, MA ANCHE PER SUPERARE GLI OSTACOLI CHE RALLENTANO LA TRANSIZIONE CLIMATICA. L'INNOVAZIONE DEVE ESSERE NORMATIVA, TECNOLOGICA E SOCIALE.

**D**a tempo il Comune di Bologna ha raccolto la sfida della mitigazione e dell'adattamento ai cambiamenti climatici: a partire dal 2007 con l'assunzione degli obiettivi del Protocollo di Kyoto e l'adesione al *Patto dei sindaci* l'anno successivo, fino alla Dichiarazione di emergenza climatica nel 2019 e l'approvazione del *Piano di azione per l'energia sostenibile e il clima* (Paesc) nel 2021.

L'impegno attraverso strumenti volontari si è affiancato alla rimodulazione degli strumenti di pianificazione territoriale, con l'integrazione nel piano urbanistico generale e nel regolamento edilizio, approvati nel settembre 2021, di importanti aspetti volti all'adattamento e alla mitigazione dei cambiamenti climatici.

La partecipazione alla missione delle 100 città climaticamente neutrali impone tuttavia una significativa accelerazione degli sforzi da parte dei soggetti pubblici e privati del territorio, non solo per abbattere le emissioni, ma anche per superare gli ostacoli che rallentano la transizione climatica, spesso determinati da un contesto più ampio di quello cittadino. La missione richiede quindi innanzitutto uno sforzo di *governance* condivisa.

## Innovazione della governance

I processi principali coordinati dalla *task force* "Bologna missione clima" si sono quindi concentrati sull'innovazione della *governance* interna ed esterna all'ente locale: all'interno, cercando di rafforzare la collaborazione tra i dipartimenti e i settori comunali, nell'ottica di lavorare in modo trasversale e sistemico superando la logica organizzativa "a silos". Questo confronto, avvenuto attraverso specifici *focus group*, ha permesso ai settori di identificare e rafforzare i legami tra i propri obiettivi e quelli della missione



FOTO: MARGHERITA CAPRILLI, FONDAZIONE PER L'INNOVAZIONE URBANA

e in certi casi di sviluppare strategie congiunte.

Un esempio riguarda la coniugazione degli obiettivi di gestione del patrimonio pubblico con quelli di transizione energetica, attraverso l'avvio di procedure per un nuovo modello di partenariato pubblico-privato e un unico sistema di gestione dei servizi di manutenzione su edifici e impianti pubblici, che consentirà di produrre energia rinnovabile, ottimizzare i consumi e gestire in modo intelligente le risorse.

All'esterno la *task force* sta lavorando su più processi in parallelo, a livello locale, con i seguenti obiettivi:

- *federare i partner della missione*, cioè i soggetti con la maggiore capacità di intervenire nell'abbattere le emissioni.

Il Comune ha avviato dialoghi e collaborazioni con diversi partner pubblici e privati tra i quali Hera, Tper (gestore del trasporto pubblico), Università di Bologna, Cnr, Aeroporto di Bologna, Caab (Consorzio agro-alimentare Bologna), Consorzio dei canali, Acer (Azienda casa Emilia-Romagna di Bologna), per citarne alcuni

- *coinvolgere e attivare l'intera città*: il Comune, insieme alla Fondazione per l'innovazione urbana, sta realizzando un percorso di confronto con rappresentanti del terzo settore, dell'economia locale e delle istituzioni per costruire la visione di Bologna "città neutrale" e raccogliere progettualità da tutto il territorio

- *raccogliere le proposte dei cittadini*: in particolare attraverso l'Assemblea cittadina per il clima, strumento di democrazia partecipativa che contribuirà attivamente alla definizione di proposte per affrontare le sfide dei cambiamenti climatici a Bologna (foto 1).

Fondamentale è, infine, l'interazione con le istituzioni pubbliche e private ai diversi livelli, regionale, nazionale ed europeo, che il Comune sta conducendo attraverso la rete delle città italiane della missione, tramite il progetto *Let's Gov* e tavoli di lavoro specifici.

1 Assemblea cittadina per il clima di Bologna.

2 Progetto esecutivo della linea rossa del tram. Rendering di via Riva Reno. Fonte: [www.comune.bologna.it/notizie/piano-cantierizzazione-linea-rossa-tram](http://www.comune.bologna.it/notizie/piano-cantierizzazione-linea-rossa-tram)

Gli esiti di questi processi confluiranno nel *Climate city contract*, che conterrà le azioni e gli impegni economici di tutti i soggetti della città per la neutralità.

## Innovazione normativa

Ritenendo che l'innovazione normativa debba accompagnare sia l'innovazione tecnologica sia quella sociale (a partire dalla mutata sensibilità collettiva verso le rinnovabili), il Comune di Bologna ha avviato processi interni ed esterni di dialogo e confronto finalizzati a giungere a importanti processi di revisione; questo sia per adeguare i propri strumenti regolamentari agli obiettivi della missione Clima sia per promuovere adeguamenti di norme e strumenti di pianificazione afferenti ad altri livelli istituzionali.

Un esempio è la revisione del *Piano urbanistico generale* attualmente in corso, i cui obiettivi includono anche l'ulteriore promozione e incentivazione di interventi edilizi e urbanistici per la neutralità climatica, l'ampliamento del giacimento fotovoltaico cittadino e delle infrastrutture energetiche necessarie per la produzione locale e la condivisione di energia da fonti rinnovabili, oltre all'affinamento delle disposizioni in materia climatica e ambientale già contenute nel piano approvato nel 2021. Il Comune ha inoltre contribuito alla definizione da parte della Giunta regionale dei nuovi criteri per la localizzazione degli impianti fotovoltaici, con l'obiettivo di garantirne la massima diffusione sul territorio.

Attraverso la rete delle nove città italiane della missione sono inoltre attivi tavoli con i ministeri competenti per una condivisione alla scala nazionale.

## Le azioni e i progetti per abbattere le emissioni in un'ottica sistemica

Numerose sono le progettualità concrete volte alla riduzione delle emissioni di gas serra e all'incremento della produzione locale di energia da fonti rinnovabili, già avviate nell'ambito della missione Clima, che afferiscono a diversi settori: la decarbonizzazione del trasporto pubblico locale, che prevede tra le altre azioni la costruzione della nuova rete del tram (*foto 2*); la transizione energetica verso le rinnovabili nel patrimonio edilizio comunale, il completamento della trasformazione a led dell'illuminazione



2

pubblica e illuminazione adattativa; la promozione di una produzione diffusa di energia da fonti rinnovabili ecc.

Solo come esempi si citano:

- l'ampliamento del teleriscaldamento che recupera il calore della termovalorizzazione dei rifiuti e la costruzione, da parte di Hera, di un innovativo impianto *power to gas* presso il depuratore di Bologna, che consentirà di immettere in rete oltre 1 milione di metri cubi di gas verde ogni anno
- la riattivazione e il potenziamento della centrale idroelettrica del Cavaticcio da parte del Consorzio dei canali di Bologna
- l'importante ampliamento del giacimento fotovoltaico locale con azioni e progetti specifici in collaborazione con i vari partner della missione (Acer, Aeroporto, Caab, Confagricoltura, Hera, Illumia ecc.).

Oltre ad altri importanti progetti chiave dell'amministrazione, che si intersecano con gli obiettivi della missione, quali *Bologna Città 30, Impronta verde, Città della conoscenza* e lo sviluppo del *Gemello digitale della città*.

## Formazione e informazione dei cittadini

Fondamentale infine la formazione e l'informazione dei cittadini sia come attività di sensibilizzazione sul tema climatico sia per avvicinare tutta la cittadinanza alle opportunità della transizione energetica.

Per questi obiettivi servono nuovi punti di riferimento e per questo il Comune a marzo 2023 ha attivato, in collaborazione con Aess (Agenzia per l'energia e lo sviluppo sostenibile), lo Sportello energia, un servizio informativo rivolto ai cittadini sui temi delle energie rinnovabili, dell'efficienza e del risparmio energetico.

È inoltre operativo lo Showroom energia e ambiente, per la formazione nelle scuole dei futuri "cittadini neutrali", che ogni anno intercetta centinaia di classi e migliaia di studenti con una proposta educativa incentrata sempre più sui cambiamenti climatici, l'energia e i rifiuti.

**Claudio Savoia, Chiara Cervigni, Lara Dal Pozzo, Valentino Ventrella**

Comune di Bologna, Settore Transizione ecologica e ufficio clima

### RIFERIMENTI

Bologna missione clima, [www.comune.bologna.it/missione-clima](http://www.comune.bologna.it/missione-clima)

Assemblea cittadina per il clima, [www.comune.bologna.it/partecipa/percorsi/assemblea-cittadina-per-il-clima](http://www.comune.bologna.it/partecipa/percorsi/assemblea-cittadina-per-il-clima)

Sportello energia del Comune di Bologna, [www.comune.bologna.it/servizi-informazioni/sportello-energia-informazioni](http://www.comune.bologna.it/servizi-informazioni/sportello-energia-informazioni)

Showroom energia e ambiente, [www.comune.bologna.it/servizi-informazioni/showroom-energia-ambiente](http://www.comune.bologna.it/servizi-informazioni/showroom-energia-ambiente)

Il processo di revisione del Piano urbanistico generale, [www.comune.bologna.it/notizie/avviato-processo-revisione-piano-urbanistico-generale](http://www.comune.bologna.it/notizie/avviato-processo-revisione-piano-urbanistico-generale)

# PARMA, DALLA SOSTENIBILITÀ ALLA NEUTRALITÀ CLIMATICA

L'ADESIONE ALLA MISSIONE "100 CITTÀ INTELLIGENTI E A IMPATTO CLIMATICO ZERO" È LA NATURALE CONSEGUENZA DEL PERCORSO VIRTUOSO AVVIATO DA TEMPO VERSO UN TERRITORIO PIÙ SOSTENIBILE, VERDE E ACCESSIBILE. ATTRAVERSO LA CO-PROGETTAZIONE, SONO STATE INDIVIDUATE PIÙ DI CENTOTRENTA AZIONI E SETTE SETTORI STRATEGICI.

**P**arma ha assunto in maniera convinta e con entusiasmo l'impegno di mettere al centro delle scelte locali le tematiche ambientali e di progressiva decarbonizzazione del territorio. I vantaggi sono evidenti e fanno parte delle nostre aspirazioni: più salute per le persone, meno inquinamento atmosferico e acustico, meno traffico, più spazi naturali a disposizione dei cittadini, migliore qualità della vita, più innovazione.

Parma ha da tempo iniziato il proprio cammino verso una maggiore sostenibilità. Nel 2013 ha aderito al *Patto dei sindaci (Covenant of mayors)* che mira a sostenere gli sforzi compiuti dagli enti locali nell'attuazione delle politiche nel campo dell'energia sostenibile, riconoscendogli un ruolo decisivo nella mitigazione degli effetti conseguenti al cambiamento climatico. A seguito di questa adesione, nel 2014 ha approvato il *Piano di azione per l'energia sostenibile (Paes)* che individua le azioni e gli obiettivi che gli attori pubblici e privati che operano sul territorio intendono attuare per raggiungere almeno il 20% di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> al 2020. Nel 2019 ha aderito al *Patto integrato per l'energia e il clima (Covenant of mayors for climate and energy)* assumendo così gli obiettivi dalla strategia europea al 2030, e nel 2021 ha approvato il *Paesc (Piano d'azione per l'energia sostenibile e il clima)* che individua le azioni e gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> al 2030. Consapevole che la lotta ai cambiamenti climatici è una sfida ineludibile e che è necessario dare una decisa accelerazione verso la transizione ecologica, insieme ad altri nove enti pubblici e soggetti privati, inoltre, nel dicembre 2020 il Comune di Parma ha firmato l'accordo che ha dato vita all'alleanza territoriale *Carbon neutrality Parma*. Regione Emilia-Romagna, Provincia di Parma, Comune di Parma, Ente di gestione per i parchi e la biodiversità Emilia occidentale, Università degli studi di

Parma, Arpae, Consiglio nazionale delle ricerche, Unione parmense degli industriali, Parma io ci sto!, Consorzio forestale Kilometroverde Parma si sono infatti alleati per promuovere una trasformazione sostenibile del territorio a ogni livello, affinché il territorio parmense diventi un centro di innovazione in materia di risposta ai cambiamenti climatici, sviluppando progetti specifici per ridurre l'impatto ambientale, nuovi

modelli sostenibili di produzione, di consumo e di pianificazione territoriale e nuovi strumenti a basso impatto. L'adesione alla *Missione 100 città intelligenti e a impatto climatico zero* rappresenta una naturale conseguenza del percorso virtuoso di Parma verso un territorio più sostenibile, verde e accessibile. Il percorso *Parma climate neutral 2030*, iniziativa nata per portare avanti le attività della missione a



Presentazione del progetto, 15 dicembre 2022, Palazzo del Governatore, Parma.

livello locale, e il raggiungimento della neutralità climatica entro la fine di questo decennio, è il contributo di Parma affinché l'intera Unione europea riduca le emissioni climatiche del 55% entro il 2030 e diventi neutrale dal punto di vista climatico entro il 2050. L'obiettivo finale è quello di rendere Parma una città climaticamente neutra entro il 2030, e di farlo da (e per) i cittadini.

## Parma climate neutral 2030

Il 15 dicembre 2022 si è ufficialmente aperto il percorso di *Parma climate neutral 2030* all'interno della *Missione 100 città intelligenti e a impatto climatico zero* con un incontro che ha raccolto a Palazzo del Governatore il tessuto economico, sociale, il mondo dell'innovazione e della ricerca della città.

Tra aprile e settembre 2023, il Comune di Parma è stato impegnato in un percorso di co-progettazione del *climate city contract*, un vero e proprio contratto climatico cittadino composto da tre componenti:

### Impegni

Gli impegni strategici e la visione condivisa su come raggiungere la neutralità climatica con i principali attori locali, regionali e nazionali.

### Azioni

Il Piano di azione identifica un portafoglio coordinato di interventi realizzati da tutti gli attori del territorio per raggiungere l'obiettivo al 2030.

### Investimenti

Il Piano di investimenti fornisce una valutazione dei costi e dell'impatto di finanziamenti pubblici e capitali privati per il percorso della città verso la neutralità climatica.

Settore privato, settore pubblico, mondo accademico, società civile, media e cittadini sono stati chiamati a diventare insieme al Comune di Parma i veri agenti del cambiamento.

## Il Piano d'azione

Attraverso il percorso di co-progettazione, Parma ha individuato più di 130 azioni realizzate dall'amministrazione comunale e dai principali *stakeholder* del territorio che, unitamente agli obiettivi di riduzione del Paesc, portano al raggiungimento della neutralità climatica netta al 2030, con una riduzione dell'85% delle emissioni. Inoltre, ha individuato sette settori strategici per ridurre l'ulteriore 15% delle emissioni, settori che saranno approfonditi nei futuri aggiornamenti del Piano di azione.

Il portfolio di azioni è stato creato seguendo un percorso con gli *stakeholder* composto da incontri pubblici, workshop specifici e approfondimenti *one to one*. Questo ha portato a ragionare con gli *stakeholder* in maniera sinergica identificando insieme anche barriere e opportunità per i vari settori senza limitarsi alla mera identificazione di riduzione delle emissioni e

identificazione dell'investimento della singola azione. Parma ha individuato un set coerente di azioni in tutti e cinque i settori identificati dalle linee guida (edifici, comprensivo di infrastrutture e servizi; trasporti; rifiuti e acque reflue; processi e prodotti industriali – Ippu; agricoltura forestazione e altri usi del suolo – Afolu), con una preponderanza di azioni nel settore degli edifici.

Il contratto climatico è stato presentato il 15 settembre 2023 e ha avuto l'adesione di 46 soggetti in qualità di sottoscrittori che, insieme all'amministrazione comunale, si sono assunti come impegno prioritario delle proprie strategie la riduzione delle emissioni e dell'impatto sul territorio e il miglioramento della qualità della vita dei cittadini.

Grazie al fondamentale e sistemico apporto delle tante realtà locali coinvolte, che auspicabilmente cresceranno ancora nei prossimi mesi, il Comune di Parma punta a raggiungere questo ambizioso obiettivo entro i termini prefissati. L'impegno che tutta la città di Parma sta dimostrando nell'affrontare questa sfida troverà ampio riscontro nel conseguente miglioramento delle condizioni di sviluppo, partecipazione, collaborazione e benessere del territorio.

**Cristina Pellegrini**

Comune di Parma

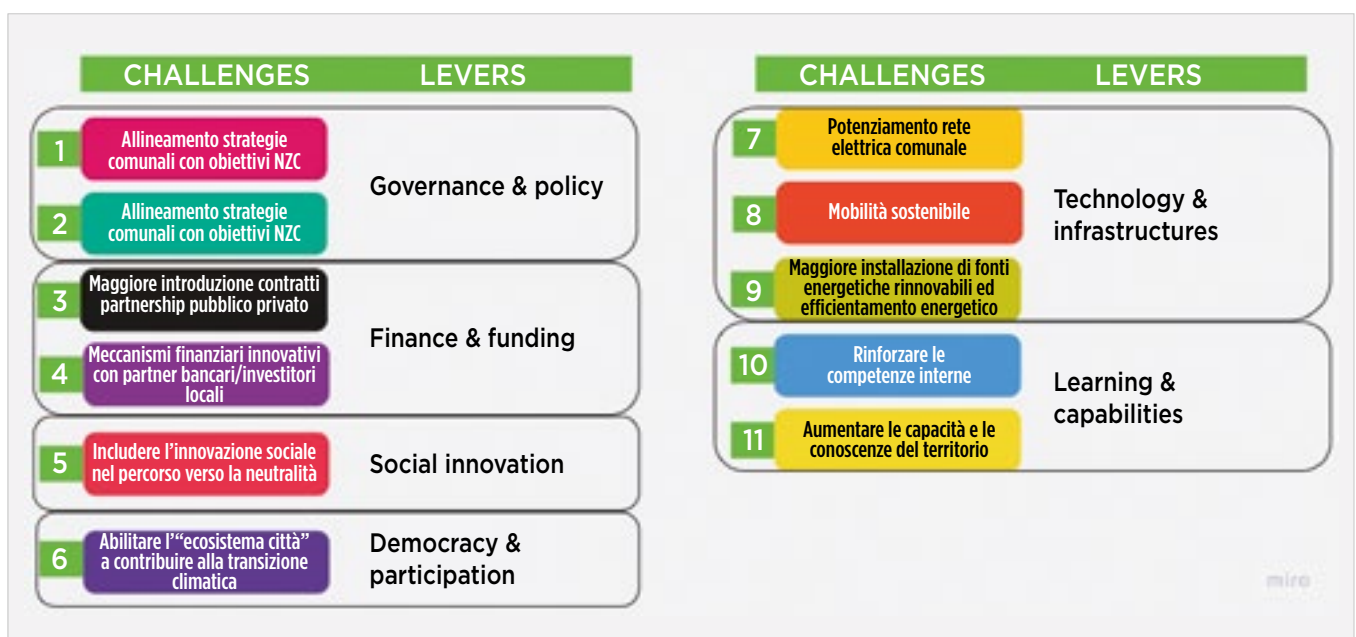


FIG. 1 SFIDE E LEVE

Le sfide verso la neutralità climatica.

Fonte: Piano di azione del Comune di Parma

# LA VISIONE INTEGRATA E PARTECIPATIVA DI FIRENZE

PARTITO GIÀ DA TEMPO, IL PERCORSO DELLA CITTÀ DI FIRENZE VERSO LA SOSTENIBILITÀ HA ADOTTATO UN APPROCCIO BASATO SULL'INTEGRAZIONE DI POLITICHE E AZIONI INTER-SETTORIALI, IN UN QUADRO DI INNOVAZIONE SOCIALE. LA MISSIONE EUROPEA 100 CITTÀ È UNA NUOVA SFIDA NELLA STESSA DIREZIONE.

Firenze è oggi più che mai spinta da un forte impegno nell'affrontare la sfida del cambiamento climatico, riconoscendo l'urgenza di agire per mitigarne gli effetti e diventare sempre più resiliente ai suoi impatti per preservare e migliorare il benessere dei cittadini e del territorio in cui vivono. La città ha da tempo iniziato il percorso verso la sostenibilità, convinta che l'ambiente urbano possa essere migliorato, insieme con la qualità della vita, e di poter contribuire attivamente agli obiettivi climatici europei, ritenendo le città veri agenti di cambiamento. Analizzando il contesto specifico, appare chiaro come la situazione di Firenze sia peculiare per il suo patrimonio culturale, artistico e paesaggistico che attrae milioni di turisti ogni anno che si sommano ai lavoratori e studenti che quotidianamente frequentano il capoluogo di regione e città metropolitana, oltre ai propri residenti. Nonostante gli ostacoli che rendono l'obiettivo particolarmente sfidante, l'amministrazione si è fortemente impegnata per ottenere i risultati attesi, attuando un pacchetto di piani e azioni sinergiche e integrate, in grado di cambiare il profilo emissivo della città.

Nel 2010 Firenze ha aderito al *Patto dei sindaci* e ha approvato il primo *Piano d'azione* nel 2011, con obiettivi al 2020. Il monitoraggio è stato effettuato

con regolarità e ha ottenuto diversi riconoscimenti grazie alla metodologia di gestione della qualità adottata (*European energy award/Comune clima*). Grazie all'adesione al progetto europeo H2020 *Come Easy*, Firenze ha sperimentato come comune *ambassador* alcuni strumenti per il supporto alla redazione dei piani e al loro monitoraggio e ha potuto redigere il *Piano d'azione per l'energia Sostenibile e il clima* (Paesc) al 2030 in stretta collaborazione con esperti europei e con il *Joint research centre* della Commissione europea (Jrc).

I suoi obiettivi sono già in linea con il *Green deal* e basati sulla trasformazione sociale avviata con le politiche di sviluppo intelligente (prosperità, povertà energetica, resilienza, sicurezza e benessere) ed estese ad altri temi (come adattamento ed economia circolare). Basata su un'anima antropocentrica, Firenze ha adottato da tempo un approccio interdisciplinare, co-produttivo e integrato alla pianificazione strategica, certa che solo armonizzando e valorizzando le sinergie tra i settori, responsabilizzando gli *stakeholder* e coinvolgendo i cittadini, la città avrebbe potuto affrontare e vincere le sfide. La visione sistemica e l'integrazione dei piani così come l'innovazione sociale sono stati i concetti fondamentali fin dall'elaborazione dello *Smart city plan*

(*system thinking methodology*, acquisita durante il progetto *FP7 Steep*) che si è posto come *masterplan* per tutti gli strumenti di pianificazione territoriale di settore.

L'integrazione di politiche e azioni è stata importante e strategica fin dall'inizio, per sfruttare sinergie e risorse e operare a valore aggiunto. La strategia di Firenze si basa così sulla crescita incrociata e di interazione di azioni e fondi per la realizzazione di progetti in molteplici settori, con uno sguardo sempre attento e rivolto allo sviluppo sostenibile. Con *NextGenerationEu*, ad esempio, si è di recente potenziata la transizione ecologica (e digitale): entro il 2023 la città ha previsto di investire oltre 100 milioni di euro in un approccio multi-fondo (fondi pubblici e privati locali, nazionali e comunitari).

Il Paesc al 2030 si pone in continuità rispetto al precedente, proseguendo con l'impostazione strategica di integrazione sistemica delle politiche energetiche in tutti gli ambiti di competenza, con alcuni aspetti di aggiornamento dovuti all'evoluzione del contesto, della tecnologia e delle necessità.

I principali aggiornamenti metodologici rispetto al *Piano d'azione per l'energia sostenibile* (Paesc) sono stati effettuati per meglio allineare il piano alle altre iniziative europee (*Global covenant*, Cdp – *Carbon disclosure project*, *100 climate-*



FIG. 1 IL PERCORSO  
Il percorso della città di Firenze verso la neutralità climatica.

neutral cities ecc.) e per ampliarne lo spettro d'azione.

La visione di Firenze non è solo legata all'innovazione e alla tecnologia, intesi e percepiti come strumenti abilitanti, ma a un ambito più ampio per la sostenibilità e il benessere, in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile (Sdg) delle Nazioni unite; ciò si è riflesso nel concetto di "priorità intelligente" sviluppato nel progetto H2020-*Sccl Replicate* basato sulla valutazione di tutti i diversi impatti diretti ed esternalità indirette (salute, qualità dell'ambiente, inclusione sociale, povertà, giustizia, ...).

I possibili co-benefici giocano un ruolo anche nel modello di business delle azioni, che sfruttano le sinergie di diverse opportunità di finanziamento e rappresentano un importante valore aggiunto per le campagne di comunicazione e coinvolgimento.

Il percorso di co-creazione e co-progettazione che Firenze ha messo in atto è stato infatti fondamentale per l'approvazione di tutti i grandi piani e programmi strategici. La partecipazione diretta al processo decisionale è iniziata con le assemblee cittadine (*town meeting*) nel 2010 e in costante crescita grazie a iniziative come *Cento luoghi* (2011 e 2012) seguite dalle *Maratone dell'ascolto* (dal 2015), fino alle tre campagne *Rinascere Firenze* per la ripresa post pandemia, *Firenze prossima* per il piano operativo e *Firenze respira* per il piano verde e la recente campagna *Firenze per il clima* ([www.firenzeperilclima.it](http://www.firenzeperilclima.it)) con l'esperienza pilota dell'Assemblea cittadina per il clima a bordo.

La visione olistica e partecipativa insieme alla necessità di un ampio insieme di competenze sono state le ragioni dell'istituzione, dal 2010, di un gruppo di lavoro interno, inizialmente dedicato all'iniziativa del *Patto dei sindaci* e al monitoraggio delle azioni relative all'energia (denominate *Eea Energy Team*), poi esteso a tutte le attività legate alla sostenibilità, all'innovazione/*smart city* e alla neutralità climatica (l'attuale



FOTO: COMUNE DI FIRENZE

*Climate task force*) di natura intersettoriale e interdipartimentale come caratteristica specifica.

Il gruppo è flessibile e dinamico, adattando la sua configurazione alle diverse sfide imminenti (città intelligenti e sostenibili, piano urbano della mobilità sostenibile, gestione della pandemia e piano di ripresa locale ecc.).

Firenze ha fissato un primo obiettivo per il 2030 (-40%) e il 2050 (-70%) nel suo Paes (2011) e ha aggiornato le sue ambizioni, a seguito dei risultati del monitoraggio e del piano d'azione, nel *Piano smart city* (2015) introducendo il concetto di neutralità climatica entro il 2050 e con analisi quantitative e qualitative, anche legate agli impegni assunti nel Paes/Paesc, ma anche a programmi come *Eea-European energy award* e all'iniziativa Cdp per l'indirizzo e il controllo dei risultati raggiunti.

Rispetto all'anno di riferimento 2005, gli obiettivi sono stati ampiamente raggiunti e il profilo energetico mostra una significativa evoluzione: dal 2005 al 2019 le emissioni di CO<sub>2</sub>eq nel

territorio comunale sono diminuite complessivamente del 44,8% in valore pro capite, del 43,3% in valore assoluto. Il confronto per settore dei consumi mostra un netto miglioramento tra il 2005 e il 2019 dell'impatto della mobilità, dei servizi e del settore residenziale.

Dopo diversi anni di esperienza e scambio con altre realtà europee, i fattori di supporto per la diffusione dell'approccio sostenibile in uso a Firenze, per perseguire la neutralità climatica, hanno portato a un quadro giuridico locale di riferimento, a una rinnovata organizzazione, condivisione e sinergia interna, alla creazione di un portafoglio di azioni che riporta la valutazione di tutti gli impatti esterni e un approccio co-produttivo strutturato, che ci porta a essere pronti anche a questo sfidante ma irrinunciabile obiettivo.

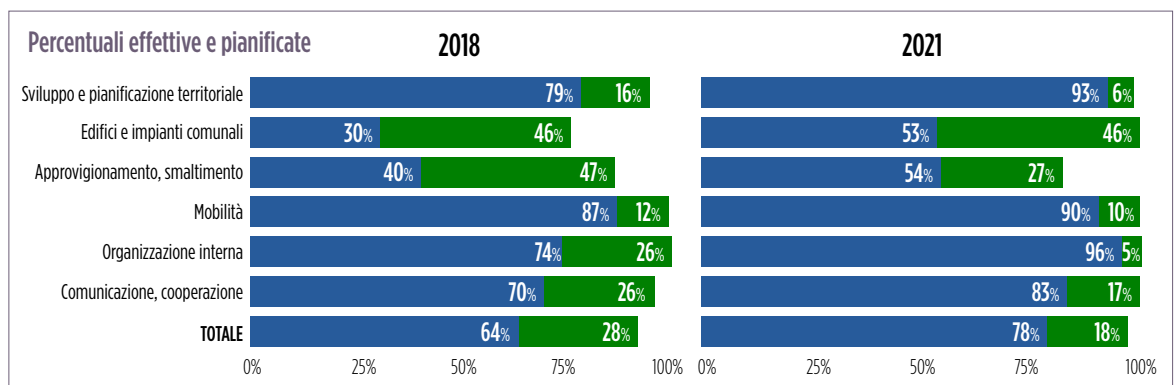
**Alessandra Barbieri**

Climate task force, Direzione generale Servizio ricerca finanziamenti e Pon metro, Comune di Firenze

FIG. 2  
PROGRESSI 2018-2021

I progressi 2018-2021 valutati dall'Agenzia europea per l'ambiente.

■ Effettivo  
■ Pianificato



# PRATO VERSO UNA TRASFORMAZIONE SISTEMICA

L'AMMINISTRAZIONE COMUNALE È IMPEGNATA A INDIVIDUARE E ANALIZZARE LE AZIONI PIÙ OPPORTUNE PER LA LOTTA CONTRO I CAMBIAMENTI CLIMATICI CHE PREVEDONO ANCHE IL COINVOLGIMENTO DEI CITTADINI, IN MODO CHE OGNUNO SIA RESPONSABILE DEI PROPRI IMPATTI E PROTAGONISTA NELLE SFIDE AMBIENTALI.

Nel panorama globale, le aree urbane densamente abitate hanno un ruolo decisivo per lo sviluppo sostenibile, come evidenziato dalle analisi alla base dell'Agenda 2030 delle Nazioni unite e dell'Agenda urbana per l'Europa.

La città di Prato, capitale europea del tessile e del rigenerato, che ha nel suo dna l'attenzione all'economia circolare, ha fatto dal 2015 un decisivo passo avanti per lo sviluppo sostenibile. Con la delibera del Consiglio comunale 89/2015 e la partecipazione del Comune alla *partnership* europea sull'economia circolare, il territorio di Prato ha condiviso le sue buone pratiche e si è impegnato ulteriormente nelle politiche di innovazione urbana, transizione ecologica e digitale che hanno rafforzato il ruolo a livello europeo e internazionale come città capace di innovare, sia nel merito sia nel metodo.

Per la transizione verde, coerentemente con gli obiettivi europei, Prato ha promosso i temi ambientali uniti all'innovazione, con progetti come *Riversibility* (parco fluviale cittadino, accessibile e attrezzato, rivolto alle diverse "abilità" ed età), *100 Piazze* (riqualificazione delle aree verdi di aggregazione), fino a *Prato urban jungle*, vincitore del bando Uia – *Urban innovative actions*, per la riqualificazione ambientale tramite *nature-based solutions*. Progetti e impegni consolidati con l'adozione dell'Agenda urbana Prato 2050 e l'impegno a sfruttare programmi come il *Green deal* europeo e *NextGenerationEu*.

La selezione nell'ambito delle 100 città europee del programma *Net Zero Cities 2030* fa ora sì che le diverse azioni vengano ancor più implementate e coordinate per una trasformazione sistemica, consapevole a ogni livello, mirata a raggiungere la neutralità climatica.



FOTO: IVAN DALI

Per delineare il Piano di neutralità climatica, primo atto che sancisce il patto tra Commissione europea e territorio, è stato definito un preciso modello di *governance*, sono state fatte analisi dei dati, programmate azioni e definiti modelli di valutazione dei risultati. In questa ottica, Prato ha aderito alla *Mission platform* della Comunità europea, dove condivide e apprende dalle esperienze di altre città europee. La *governance*, sulla scia dell'esperienza europea di coordinamento dei tavoli sull'economia circolare tradotta a livello locale in *Prato circular city*, ha previsto un duplice livello:

- interno, che coinvolge sindaco, assessori all'ambiente, mobilità ed economia circolare, bilancio e innovazione
- esterno, con il protocollo di intesa e tavolo di coordinamento tra amministrazione comunale e *stakeholder* del pubblico, privato e associazionismo.

Processi partecipativi e percorsi di *co-design* hanno allargato e reso

concrete queste pratiche collaborative, facilitando anche l'allineamento tra gli investimenti che tutte le figure coinvolte potranno e dovranno fare nei prossimi anni.

L'analisi approfondita del contesto territoriale è stata realizzata in due fasi. Nella prima, l'inquadramento generale attraverso lo studio del contesto urbano, sociale, naturale ed economico, insieme alla mappatura delle infrastrutture, dei veicoli e degli impianti energetici. Fra questi, l'analisi delle emissioni di gas a effetto serra basata sui dati del 2019, ha rivelato emissioni totali pari a 917.141 tonnellate di CO<sub>2</sub>: 31,79% associato ai trasporti privati e commerciali; 24,47% al settore residenziale; 24,14% a industrie non Ets; 15,16% al terziario; 2,64% ai rifiuti; lo 0,6% agli edifici pubblici; 0,45% all'illuminazione pubblica; 0,42% all'agricoltura. Meno dello 0,01 % attribuibile ai mezzi comunali.

Inoltre, sono stati simulati scenari futuri con possibili punti di partenza per la trasformazione urbana con le alternative attuabili a livello locale; sono stati identificati sinergie,



co-benefici, rischi e compromessi derivanti da ogni intervento. Gli scenari hanno illustrato come i vari settori inclusi nel cambiamento urbano (ad esempio la tecnologia, la *governance*, le politiche e la regolamentazione, la finanza, i modelli di *business*, la cultura, la partecipazione dei cittadini e l'innovazione sociale) possano contribuire a colmare le lacune e le barriere già identificate.

Nella seconda, l'attività di *co-design*, in collaborazione con l'Università degli studi di Firenze, con *focus group* composti da *stakeholder* del territorio associati alle principali tematiche di strategia climatica. L'approccio adottato dal Comune di Prato, che combina analisi, pianificazione e coinvolgimento partecipativo, è un esempio virtuoso di come una città può accelerare e rendere condivisi, quindi più facilmente realizzabili, i suoi sforzi nella lotta contro i cambiamenti climatici.

Per definire le attività, il Comune di Prato ha riunito gli sforzi delle sue diverse strutture dipartimentali e delle varie parti interessate per creare un portafoglio di interventi coerenti.

In primo luogo, la decarbonizzazione dei consumi termici ed elettrici civili e industriali, mediante la riduzione della domanda energetica e

l'aumento dell'efficienza impiantistica. Parallelamente, l'elettrificazione dei consumi sia nell'ambito civile sia nella mobilità, incoraggiando l'adozione di climatizzazione a pompa di calore, di veicoli elettrici e soluzioni di trasporto a basso impatto. Al fine di ridurre la dipendenza dalle fonti tradizionali, incrementata la produzione locale di energia da fonti rinnovabili, principalmente attraverso impianti fotovoltaici, e incoraggiato il consumo di energia proveniente da tali fonti. Fondamentale per questo promuovere modelli di consumo consapevole, volti alla riduzione dell'uso di materie prime e al loro riutilizzo e riciclo. Infine, per compensare le emissioni residue e contribuire all'assorbimento del carbonio, si è puntato ad aumentare lo stoccaggio di carbonio e l'adozione di pratiche di assorbimento.

Individuate le azioni, sono stati stimati gli impatti di riduzione dei consumi termici ed elettrici e le relative emissioni, le tempistiche di realizzazione, i target da raggiungere e gli indicatori per monitorare l'avanzamento. Sono stati valutati inoltre gli effetti positivi su salute, economia, gestione delle risorse, inclusione sociale; la valutazione ha permesso di dare priorità a certe azioni

e selezionare gli indicatori più utili per il monitoraggio. Successivamente è stata effettuata l'analisi economico-finanziaria per comprendere l'apporto di risorse economiche necessarie alla realizzazione degli interventi sulla base delle disponibilità di budget del Comune e gli strumenti economici da adottare.

Nella fase di attuazione, il Comune punta a coinvolgere attivamente l'intera comunità, dalle famiglie alle aziende, dalle organizzazioni locali alle istituzioni pubbliche. L'obiettivo è creare un'azione coordinata, dove ciascuno possa svolgere un ruolo nell'ottenimento della neutralità climatica e, mediante l'integrazione di queste azioni, si possa raggiungere l'ambizioso obiettivo di neutralità climatica entro il 2030. Un risultato da ottenere per la città di Prato e il suo distretto, per dare un contributo e un esempio concreto di come le città possono affrontare proattivamente le sfide ambientali, per essere di modello per altre città e comunità in Italia e in Europa.

#### Valerio Barberis

Assessore all'Urbanistica, ambiente, economia circolare, Comune di Prato



FOTO: FERNANDO GUERRA

# A PADOVA VERDE, ENERGIA E MOBILITÀ AL CENTRO

L'APPLICAZIONE DI UN EFFICACE MODELLO DI GOVERNANCE È LO STRUMENTO CON CUI IL COMUNE VENETO HA INTRAPRESO L'OBIETTIVO DI NEUTRALITÀ CLIMATICA. UN FOCUS PARTICOLARE È STATO ORIENTATO SUL PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE E SULL'IMPLEMENTAZIONE DI UNA MOBILITÀ PUBBLICA ATTENTA ALL'AMBIENTE.

**I**l Comune di Padova ha inserito da lungo tempo nella propria agenda politica il tema della mitigazione e dell'adattamento della città ai cambiamenti climatici. Si tratta di un percorso ventennale culminato nel giugno 2021 con l'approvazione del Piano d'azione per l'energia sostenibile e il clima. A fine aprile 2022 la Commissione europea ha incluso Padova, unica città veneta, tra le 100 città in Europa che tenteranno la sfida della neutralità climatica entro il 2030.

## Il modello di governance per la gestione della sfida

L'attuazione della missione della neutralità climatica deve essere accompagnata da un efficace modello di *governance*. Il Comune di Padova si è assunto l'onere di guidare e monitorare lo sviluppo del *Climate city contract* in sinergia con una pluralità di soggetti istituzionali e non, a tutti i livelli. Il modello adottato da Padova si sviluppa su due livelli:

- un livello verticale in cui si mettono in evidenza i diversi rapporti con gli enti sovraordinati (Regione, distributori di energia, ministeri, agenzie nazionali, rete delle 9 città italiane della *mission*)
- un livello orizzontale in cui si definisce la *governance* a livello territoriale.

La direzione politica della *mission* è in capo al sindaco e all'assessore all'Ambiente, che individuano gli indirizzi generali per il raggiungimento dell'obiettivo della neutralità climatica al 2030.

Il settore Ambiente e territorio, con il supporto della Direzione generale e del settore Risorse finanziarie e in sinergia con i settori competenti, ha il compito di coordinare la pianificazione, realizzazione e monitoraggio del *Climate city contract*. Un gruppo di lavoro intersettoriale è



stato attivato nel 2022 e verrà affiancato da una cabina di regia con compiti più operativi: dalla ricognizione e ideazione di azioni, progetti e programmi all'organizzazione delle attività di comunicazione e informazione alla cittadinanza e di incontro e confronto con gli attori del territorio.

## Le azioni per la neutralità climatica

L'azzeramento netto delle emissioni climalteranti può essere raggiunto attraverso politiche e azioni in grado di generare importanti co-benefici, affrontando simultaneamente molteplici problematiche che impattano sulla città, tra cui l'inquinamento dell'aria e più recentemente gli eventi meteorologici estremi.

I due principali comparti che contribuiscono alle emissioni climalteranti del territorio sono quelli dei trasporti e dell'edilizia civile. Nel settore dei trasporti il Comune sta investendo ingenti risorse (grazie a finanziamenti

ministeriali e del Pnrr) per potenziare le linee tranviarie e integrarle in un sistema coordinato e cadenzato, il cosiddetto progetto *Smart*. Continua inoltre l'estensione della rete ciclabile prevista nel *Bici masterplan*. Grazie a fondi europei (progetto *Sprout* e progetto *Disco*) il Comune sta inoltre sperimentando nuovi modelli di mobilità sostenibile, con l'introduzione di mezzi elettrici modulari finalizzati al trasporto di persone e merci, caratterizzati da elevata flessibilità e adattabilità e in grado di coprire gli spostamenti dell'ultimo miglio. Sul comparto edilizio il Comune sta sperimentando modelli di finanza innovativa (ad esempio *crowdfunding* per la riqualificazione energetica di punti vendita) in piccoli progetti pilota in fase di *testing*. Inoltre, nel febbraio 2021 è stato attivato lo *Sportello energia* per supportare e promuovere la riqualificazione energetica degli edifici privati, motivando e sostenendo i proprietari di abitazioni. Lo sportello potrebbe essere ulteriormente potenziato per poter favorire l'attivazione di progetti di riqualificazione più complessi e multi-

edificio (eventualmente riconfigurati in comunità energetiche), anche attraverso la valorizzazione degli *Energy performance contracts* complementari alle forme di detrazione fiscale tuttora vigenti. Questa logica è già stata sperimentata positivamente in alcuni progetti di riqualificazione energetica massiva del patrimonio di edilizia sociale pubblica. Sono inoltre presenti aree urbane dove poter valorizzare i cascami termici attraverso la realizzazione di impianti di teleriscaldamento.

Per quanto concerne invece le azioni di adattamento al cambiamento climatico, si è deciso di intervenire in aree altamente impermeabilizzate e per questo soggette a isole di calore e allagamenti, con particolare riferimento alla zona industriale di Padova. Una prima sperimentazione è stata avviata su piazza Savelli, prevedendo la depavimentazione delle superfici, la messa a dimora di piante e la realizzazione di un *rain garden* in grado di stoccare ingenti quantità di acqua meteorica e di rallentare il deflusso idrico superficiale. Grazie a questi interventi, oggi in fase di replicazione, verranno ridisegnate alcune zone cittadine sia in termini di vivibilità sia di estetica urbana.

Con l'obiettivo di rendere la città più sana e vivibile e in continuità con progetti realizzati negli ultimi anni dall'amministrazione, si è deciso inoltre di intervenire con forza a favore del verde urbano attraverso la messa a dimora di 20 mila alberi (con beneficio per la biodiversità, grazie alla scelta di 54 diverse specie arboree) e l'ampliamento di importanti parchi urbani dislocati in diverse aree cittadine. Particolarmente ambizioso è inoltre il progetto di costituire un parco agropaesaggistico padovano, che si configurerà come una cintura verde agricola sviluppata lungo tutto il perimetro urbano e in collegamento con i comuni limitrofi.

## Gli accordi per il clima

Per redigere il *Climate city contract* l'amministrazione comunale ha previsto il coinvolgimento dei principali attori del territorio in una logica di *governance* collaborativa. Per questo motivo ha avviato il percorso partecipato *Padova 2030* che ha coinvolto attivamente gli *stakeholder* in laboratori e *focus group*, allo scopo di individuare le principali azioni da attuare per raggiungere la neutralità climatica.

Il percorso partecipato, svoltosi tra i mesi di marzo e maggio, ha coinvolto in media 15-20 persone a incontro, per un totale di 6 meeting suddivisi in 3 aree tematiche: riqualificazione del patrimonio edilizio e produzione di energia da fonti rinnovabili, mobilità sostenibile, economia circolare e gestione dei rifiuti.

Le azioni e i suggerimenti emersi durante il percorso partecipato vengono capitalizzati nel *Climate city contract*, attraverso la sottoscrizione degli accordi per il clima, condivisi dal Comune e dalle realtà del territorio che si sono volute impegnare a favore della transizione energetica e dell'adattamento ai cambiamenti climatici. Gli accordi specificano le attività da svolgersi, gli impatti attesi e il costo delle misure. Le azioni si riferiscono sia ad attività di sensibilizzazione e di educazione alla sostenibilità, sia a misure tecniche e tecnologiche o di finanza attiva, attraverso le quali rendere concreto ed effettivo il programma pluriennale degli interventi per la neutralità climatica.

### Giovanni Vicentini

Settore Ambiente e territorio,  
Comune di Padova



# ROMA DEVE DIVENTARE UN LABORATORIO DI INNOVAZIONE

LA SCELTA DI CANDIDARSI PER LA MISSION EUROPEA "100 CLIMATE-NEUTRAL AND SMART CITIES BY 2030" NASCE DALLA VOLONTÀ DI DEFINIRE UNA STRATEGIA CHIARA PER AFFRONTARE LE SFIDE DI ADATTAMENTO E MITIGAZIONE CLIMATICA E DI FARE DEL CLIMA UNA CHIAVE TRASVERSALE A TUTTE LE POLITICHE PER RENDERE LA CITTÀ PIÙ VIVIBILE E MODERNA.

Occuparsi di clima e fissare un obiettivo di neutralità climatica al 2030 può sembrare velleitario, in particolare in una città con i problemi di Roma. Eppure, ci sono almeno due ragioni perché sia invece una scelta lungimirante e non più rinviabile. La prima è che, come da tempo messo in evidenza i rapporti scientifici delle Nazioni unite, saranno le scelte che prenderemo nei prossimi anni a rendere ancora possibile fermare l'aumento delle temperature del pianeta entro 1,5 gradi ed evitare così conseguenze ambientali, economiche e sociali devastanti a Roma come in tutto il mondo. La seconda ragione è che oggi disponiamo delle soluzioni per ripensare il modo di muoversi, risparmiare, produrre e distribuire energia nelle città, gestire i cicli idrici e delle risorse. Quello di cui dobbiamo convincerci è che la prospettiva

di città a zero emissioni di gas serra non è utopia, ma solo una questione di tempo che definirà il tipo di città e di società in cui vivremo in questo secolo.

I problemi con cui fare i conti non mancano, in particolare a Roma che è la città in Italia dove con più intensità e frequenza si stanno già subendo gli impatti del surriscaldamento climatico e che incidono in particolare sulla parte più fragile della popolazione. Ma proprio per questo occorre fissare dei chiari obiettivi di adattamento e mitigazione climatica. Se sono i numeri a spaventare, vista la dimensione del patrimonio edilizio e del parco automobilistico, è importante sottolineare come l'analisi dell'andamento delle emissioni di anidride carbonica fotografhi un calo costante dall'inizio del nuovo secolo. Si sono ridotte del 35% tra il 2003 e il 2019 (mentre il Pil aumentava

del 29,5%), con una distribuzione concentrata proprio negli edifici e nei trasporti con quasi il 90% delle emissioni.

La scelta di Roma di candidarsi per la *mission* europea *100 climate-neutral and smart cities by 2030* si spiega con la volontà di definire una strategia per affrontare queste sfide e di fare del clima una chiave trasversale a tutte le politiche per rendere la città più vivibile e moderna. Il Comune ha creato un Ufficio di scopo Clima, presso il Gabinetto del sindaco, proprio con l'obiettivo di coordinare le politiche di mitigazione e adattamento climatico. E il lavoro che si sta portando avanti con le altre città otto città italiane della *mission* e con le capitali europee sta consentendo di costruire collaborazioni significative sui temi e la visione della transizione che si vuole realizzare.



La prima azione intrapresa è l'aggiornamento del Paesc (il *Piano d'azione per l'energia sostenibile e il clima*), con l'obiettivo di aggiornare il monitoraggio delle emissioni e aumentare gli obiettivi. Roma è membro del network internazionale C40, la rete delle grandi città impegnate sul clima, che ha deciso di aumentare l'ambizione dei target climatici per contribuire nello sforzo globale di far rimanere la temperatura del pianeta entro 1,5 gradi, come stabilito dall'accordo di Parigi sul clima. Il nuovo obiettivo fissato dal Paesc, che la Giunta ha approvato il 21 settembre 2023, è di una riduzione delle emissioni del 66,3% rispetto al 2003, che va oltre la previsione del 51,6% del precedente piano.

L'analisi delle emissioni è stato un passaggio molto importante che ha permesso di evidenziare la riduzione e le tendenze in atto nei diversi settori. Inoltre, l'aggiornamento delle azioni ha permesso di organizzare e valutare l'impatto degli investimenti in corso per il clima e la rigenerazione urbana, che sono pari complessivamente a oltre 10 miliardi di euro. Verranno realizzate quattro nuove linee di tram e completata la linea C della metro, acquistati centinaia di autobus e treni elettrici, si interverrà sull'efficientamento del patrimonio edilizio e la riqualificazione delle periferie, la crescita della produzione da rinnovabili, la gestione sostenibile dei rifiuti, la forestazione, attraverso risorse del *recovery plan* italiano, del Giubileo, finanziamenti nazionali, europei, regionali e del bilancio dell'amministrazione.

Un tema prioritario è la riqualificazione energetica degli edifici, perché da qui viene oltre il 53% delle emissioni complessive, oltre alla diffusione del solare fotovoltaico attraverso la realizzazione di comunità energetiche. È in corso la riqualificazione di 212 scuole, all'interno del *Contratto istituzionale di sviluppo* (Cis), e i progetti stanno dimostrando che, attraverso l'integrazione di interventi di isolamento termico, di elettrificazione dei sistemi di riscaldamento con l'installazione di pompe di calore e l'installazione di solare fotovoltaico, si può eliminare l'uso del gas fossile e autoprodursi larga parte dell'energia di cui si ha bisogno, con grande risparmio nelle bollette. Non solo, quei pannelli solari saranno in configurazione di comunità energetiche, per cui condivideranno l'energia con i quartieri intorno. Le comunità energetiche sono un obiettivo prioritario per l'amministrazione che ha approvato una delibera a dicembre 2022 che



individua gli obiettivi e il percorso che l'amministrazione intende realizzare per la valorizzazione del patrimonio edilizio pubblico, a partire dalle 1.200 scuole. L'obiettivo è tenere insieme una forte ambizione nella riduzione delle emissioni con un approccio molto concreto, fatto di progetti diffusi in tutta la città dove viaggiano assieme obiettivi sociali e di innovazione industriale, di riduzione delle disuguaglianze e di creazione di nuovo lavoro.

Il percorso della *mission* si pone l'obiettivo di arrivare nel 2024 ad aprire il confronto con la città sul *Climate city contract*, lo strumento previsto dalla Commissione europea per fissare obiettivi e azioni nella direzione della decarbonizzazione. Far parte del programma europeo è in particolare un'opportunità per condividere con le altre città la traiettoria che si vuole realizzare e per capire come affrontare le barriere tecniche, economiche e amministrative. Il percorso prevede di definire un *action plan* e un *investment plan*, per verificare la fattibilità degli interventi previsti, e un percorso di *stakeholder engagement* per condividere gli obiettivi e coinvolgere tutti gli attori economici e sociali in un processo che deve vedere tutti i settori e gli attori sociali e economici protagonisti.

Il lavoro punta a fissare nei diversi settori gli obiettivi strategici nella direzione della decarbonizzazione e chiarire il percorso delle decisioni già prese e di quelle che si vogliono prendere per accelerare e superare le barriere economiche e tecniche. In alcuni campi sarà possibile realizzare gli obiettivi al 2030, in altri si saranno prese le decisioni irreversibili per procedere verso il target, mentre si lavora sugli assorbimenti attraverso una diffusa forestazione della città. In alcuni settori la prospettiva è già definita, come in edilizia, attraverso l'elettrificazione dei sistemi di riscaldamento, l'efficienza, la produzione e condivisione di energia da solare fotovoltaico che consente

di eliminare l'utilizzo del gas. Nella mobilità, con politiche capaci di migliorare l'integrazione dell'offerta di trasporto pubblico su ferro e gomma a emissioni zero, la *sharing mobility* in tutte le sue articolazioni, gli spostamenti pedonali e ciclabili in una logica della città dei 15 minuti. Nei rifiuti, puntando a far crescere la raccolta differenziata e a completare la rete impiantistica all'interno del territorio comunale per le diverse filiere coinvolgendo, nell'obiettivo di circolarità per le materie prime e l'acqua, le imprese agricole e i distretti produttivi presenti nel territorio comunale.

La sfida più delicata sarà coinvolgere i diversi attori economici e sociali e aprire un confronto su come ogni settore e quartiere potrà cambiare e beneficiare di opportunità. Del resto, la sola risposta di cui oggi disponiamo per aiutare le famiglie e l'economia, dopo le difficoltà della pandemia e per le conseguenze della guerra in Ucraina, è in uno scenario di cambiamento in cui si riduca drasticamente la spesa energetica e per la mobilità grazie ad alternative che devono diventare accessibili per tutti i cittadini. In Italia la questione più delicata è quella di uscire da una logica emergenziale rispetto alle politiche ambientali e di interventi straordinari, come pure è in positivo il Pnrr, per passare a politiche di lungo termine capaci di dare certezze agli interventi e agli investimenti. I piani e le traiettorie di decarbonizzazione che le città coinvolte nella *mission* definiranno nei prossimi mesi e le azioni che si andranno ad accelerare saranno uno straordinario laboratorio di innovazione ambientale e sociale che potrà aiutare in questa sfida.

#### Edoardo Zanchini

Direttore Ufficio di scopo Clima,  
Comune di Roma

# MILANO, RIGENERAZIONE E STRATEGIA MOLECOLARE

PER ACCELERARE IL PERCORSO VERSO LA NEUTRALITÀ CLIMATICA E COLLEGARE LA DIMENSIONE AMBIENTALE, ECONOMICA, SOCIALE E ISTITUZIONALE DELLA TRANSIZIONE, È STATA ADOTTATA UNA STRATEGIA INTEGRATA CHE COMBINA TARGET SETTORIALI PER L'INTERA CITTÀ E AZIONI SU SINGOLE AREE, POTENZIALMENTE REPLICABILI.

“**I**l 25 luglio, poco dopo le ore 4 del mattino, si è abbattuto su Milano un violentissimo temporale. Raffiche di vento a una velocità di oltre 100 chilometri orari, 40 mm d'acqua in 10 minuti (quanta ne cade normalmente in un mese). Le conseguenze sono gravissime per la città: alberi divelti in tutti i quartieri, strade inagibili, tetti scoperchiati, auto schiacciate dai tronchi, scuole inagibili. Un evento unico nella storia di Milano”<sup>1</sup>. Come le altre grandi aree urbane, sempre più abitate e sempre più estese, anche Milano soffre la crisi climatica in corso, i cui segnali più evidenti sono il calore crescente e gli eventi climatici estremi di natura alluvionale: fenomeni tra loro legati. Tra il 1901 e il 2017 la temperatura media nella città di Milano è aumentata di circa 2 °C (quella globale ha visto un incremento di 1,2 °C) e si stima che da qui al 2050 potrebbe crescere di ulteriori 2 °C, con un aumento medio di 4 °C in cinquant'anni. La quantità di pioggia, in millimetri caduti, è rimasta invece costante nell'arco dell'anno, ma si è ridotto quasi del 50% il numero delle giornate di pioggia, per concentrarsi in eventi alluvionali molto intensi<sup>2</sup>.

## La transizione come sfida tra locale e globale

L'imprevedibilità e l'intensità dell'evento di luglio ha portato in evidenza in modo drammatico la questione del clima, sebbene già nel 2019, su richiesta di *Fridays for future Milano* il Comune avesse dichiarato l'emergenza climatica e ambientale, diventando la seconda città italiana, la prima per grandezza, a riconoscere ufficialmente lo stato di crisi, percepito anche dalla stragrande maggioranza dei cittadini (97,9 % del campione) che nel 2020 indicava l'inquinamento atmosferico e il suo impatto sul clima tra le maggiori fonti di preoccupazione<sup>3</sup>.



1

Consapevole che la lotta ai cambiamenti climatici non può che essere affrontata collegando dimensione globale e locale, Milano partecipa dal 2009 alla rete C40, un'alleanza globale di quasi 100 sindaci delle principali città del mondo uniti nell'azione per affrontare la crisi climatica, e si è posizionata tra le 32 città globali che hanno raggiunto gli obiettivi dell'Accordo di Parigi sul clima fissati per il 2020. Attraverso la partecipazione a questa e altre reti e alleanze internazionali (*Covenant of mayors*, *Eurocities*, *Climate-Kic*, *Resilient cities network* e altre ancora), Milano si predispone ad affrontare la sfida in modo non isolato e attraverso un confronto e aggiornamento continuo con le altre città del mondo sulle soluzioni di *governance*, da un lato, e di innovazione tecnologica e sociale, dall'altro, per accelerare il processo di decarbonizzazione, mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.

## Integrare gli strumenti, innovare le regole

La missione *Ue 100 Climate neutral and smart cities at 2030* si inserisce dunque in un contesto relativamente maturo che con il *Piano aria e clima*, approvato in via definitiva nel febbraio del 2022, ha dotato la città di un documento

1 Effetti del temporale del 25 luglio 2023. Fonte: Comune di Milano, Galleria fotografica, [www.comune.milano.it/-/maltempo-nota-sul-temporale-del-25-luglio-2023](http://www.comune.milano.it/-/maltempo-nota-sul-temporale-del-25-luglio-2023).

2 L'area dell'ex scalo ferroviario Greco-Breda interessata dal progetto *carbon neutral L'Innesto*, stato di fatto. Fonte: Comune di Milano, documentazione del progetto vincitore della competizione internazionale promossa da C40 *Reinventing Cities*, prima edizione, [www.comune.milano.it/aree-tematiche/rigenerazione-urbana-e-urbanistica/reinventing-cities/scalo-greco-bredaa](http://www.comune.milano.it/aree-tematiche/rigenerazione-urbana-e-urbanistica/reinventing-cities/scalo-greco-bredaa).

strategico più efficiente per programmare e monitorare gli interventi in vista degli obiettivi fissati dall'Europa, operando su ambiti nevalgici come la mobilità, l'efficiamento energetico, la forestazione e le politiche legate al cibo. Per Milano e per le altre città italiane della missione, i piani locali per il clima sono senza dubbio uno strumento importante per la costruzione dell'agenda pubblica sul cambiamento climatico in assenza di una normativa di livello nazionale che obblighi le città in questo senso.

Il processo di costruzione del piano è stato lungo e articolato, e ha visto la partecipazione dei cittadini residenti e dei *city-user* dai 16 anni in su, invitati a esprimere osservazioni e proporre idee attraverso una piattaforma dedicata, allo scopo di mettere a punto uno strumento di lungo periodo e condiviso<sup>4</sup>. Le visioni di riferimento del piano sono infatti definite al 2050, mentre le misure da attuare si pongono il traguardo del 2030, pur considerando la crisi climatica un'emergenza e puntando alla concreta fattibilità degli interventi nel breve termine.

La neutralità climatica non è l'unico risultato che il Comune vuole conseguire nel periodo 2021-2050, sebbene diventare una città *carbon neutral* sia l'obiettivo principale. Oltre alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> del 45% entro il 2030 e l'azzeramento entro il 2050, il piano pone il rispetto dei limiti sulle concentrazioni di NO<sub>x</sub> e PM<sub>10</sub> fissati dalla direttiva europea sulla qualità dell'aria e il contenimento dell'aumento della temperatura locale entro i 2 °C al 2050.

Per raggiungere gli obiettivi fissati dal piano, nei prossimi anni si prevede di realizzare una serie di interventi finalizzati a ridurre l'inquinamento atmosferico e migliorare la qualità dell'aria. Nell'ambito della mobilità, ad esempio, la città punta a un modello sostenibile e integrato che associ la diminuzione del traffico veicolare privato e la promozione di sistemi di mobilità condivisa alla promozione di mezzi *green* per il trasporto pubblico (con la sostituzione di tutti gli autobus circolanti con bus elettrici entro il 2030) e per la micro-mobilità urbana. È prevista poi la riqualificazione energetica degli edifici pubblici per ridurre la domanda di energia del 50% entro il 2030 e ridurre l'utilizzo dei combustibili fossili, promuovendo l'autoproduzione di energia rinnovabile con l'installazione di oltre 60.000 m<sup>2</sup> di pannelli fotovoltaici. Azioni di rinverdimento e depavimentazione

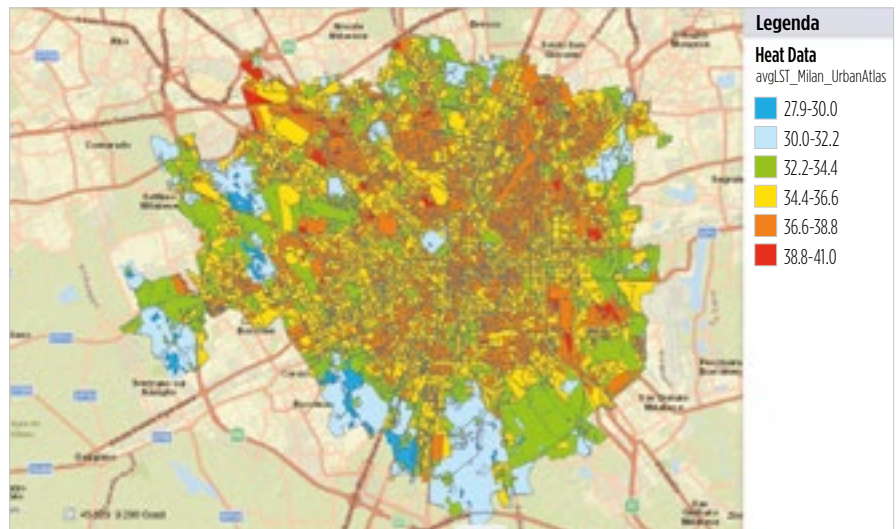


FIG. 1 TEMPERATURE MEDIE  
Temperature medie superficiali durante il giorno.

Fonte: Bloomberg Associates e Osservatorio nazionale di Atene (Noa). La mappa è tratta dal geoportale del Comune di Milano (consultato il 20/9/2023).



2

ridurranno le isole di calore urbane potenziando i servizi ecosistemici forniti dal verde (ad esempio, grazie al progetto Forestami, che mira a piantumare 3 milioni di alberi equivalenti nell'area metropolitana).

### Accelerare la transizione: la "strategia molecolare" di Milano

Come accelerare, quindi, il percorso avviato verso un modello di città a emissioni zero, collegando la dimensione ambientale, economica, sociale e istituzionale della transizione? Milano ha adottato una strategia integrata che combina una serie di target settoriali

da raggiungere sull'intera città con un approccio territoriale basato su *aree target* come dimostratori di *carbon neutrality* potenzialmente replicabili in tutta la città. Sul primo fronte, una serie di azioni pianificate a scala cittadina e in parte avviate per lo più con fondi di bilancio e stanziamenti straordinari provenienti dal Pnrr sono monitorate nella cornice del *Piano aria clima* che accompagna la loro attuazione verificandone gli avanzamenti e stabilendo priorità per orientare la pianificazione finanziaria degli interventi da bilancio. Chiameremo questo pacchetto di azioni la componente pubblica della missione, con un focus sullo spazio pubblico e sulle infrastrutture di connessione della mobilità ma anche del sistema del verde.

D'altro lato, il ruolo strategico e di regia dell'amministrazione rispetto ai processi di trasformazione e di rigenerazione urbana che si avvalgono del contributo di investitori e operatori privati richiede di riorientare i dispositivi e gli strumenti che guidano tali trasformazioni, incorporando obiettivi e approcci al progetto in grado di confrontarsi sempre più con la crisi climatica in corso. Il documento strategico di riferimento è in questo caso il *Piano di governo del territorio* (Pgt) vigente *Milano 2030*, attualmente in corso di revisione mediante un processo che coinvolge una platea ampia di interlocutori (dagli operatori immobiliari, alle imprese, alle università, ai cittadini singoli o riuniti in associazioni), e che pone il tema del contrasto ai cambiamenti climatici e della qualità ambientale come uno dei temi cardine della nuova variante del piano. È in questo quadro di integrazione che stanno prendendo forma nuove regole che stimoleranno gli operatori della rigenerazione urbana (sviluppatori, progettisti e costruttori) all'adozione di linee guida per lo sviluppo e il monitoraggio della neutralità carbonica da applicarsi, a valle di alcune esperienze pilota e in modo progressivo, su tutta la città, con un sistema di premialità e agevolazioni che è allo studio grazie alla revisione delle norme di attuazione del piano. L'art. 10 del piano delle regole, dal titolo *Sostenibilità ambientale e resilienza urbana*, stabilisce ad esempio nuovi standard di qualità per il patrimonio costruito che puntano sulla riduzione dei consumi energetici, la rinaturalizzazione e massimizzazione delle superfici permeabili in città, la riduzione dell'impronta di carbonio sia nelle nuove edificazioni sia nel recupero dell'esistente; mentre una recente deliberazione di Giunta comunale (maggio 2023) aggiorna gli oneri di urbanizzazione primaria e secondaria con nuove riduzioni applicabili nel caso di edificazioni che rispondono ai criteri di neutralità carbonica. La strategia di Milano per accelerare la transizione verso la neutralità carbonica pone dunque l'accento sulle opportunità che si generano all'incrocio tra i dinamismi della città legati alla rigenerazione urbana e la capacità di costruire nuove alleanze e nuove regole in funzione degli obiettivi climatici, e di quelli di conciliazione tra giustizia sociale e climatica. Il percorso prevede il progressivo coinvolgimento degli attori chiave che sono stati partecipi delle dinamiche positive di sviluppo della città per dare corpo insieme

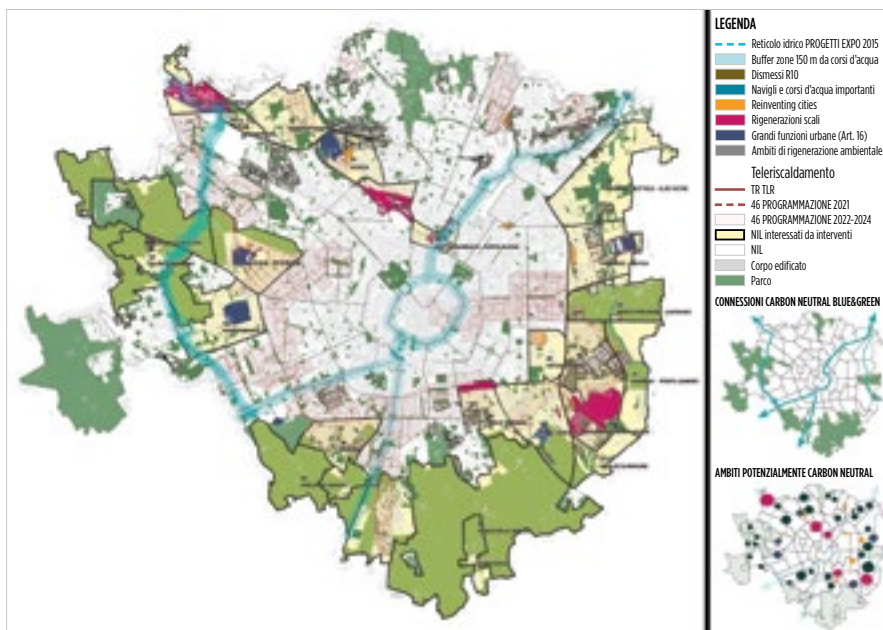


FIG. 2 STRATEGIA MOLECOLARE  
Una prima mappatura delle aree interessate dalla "strategia molecolare" di Milano.

Fonte: relazione tecnica allegata alla delibera di presentazione della candidatura di Milano alla missione Ue "100 Climate neutral and smart cities al 2030".

all'amministrazione a una visione al 2030 di *aree carbon neutral* su cui sperimentare connessioni virtuose tra nuova edificazione, sistema della mobilità e del verde, servizi di prossimità anche legati alla circolarità (riuso, riparazione e *upcycling* di beni e materiali di scarto) e altro ancora e, al tempo stesso, innovare sul piano della *governance* e delle regole che presidono allo sviluppo presente e futuro della città nella direzione auspicata.

Le *molecole* sono aree in cui sono previste grandi trasformazioni trainate dai progetti vincitori di bandi internazionali come *Reinventing Cities*<sup>5</sup>, promosso dalla rete C40, dai progetti di riqualificazione degli ex scali ferroviari e da altre operazioni rilevanti previste nel Pgt che riguardano aree strategiche per la città, ponendo al centro obiettivi di sostenibilità e resilienza.

Nel quadro del *Climate city contract* di Milano, tali aree saranno assunte come "equivalenti di altre piccole città" e faranno da propulsori della neutralità climatica da estendere al resto del territorio cittadino tramite un sistema di incentivi e disincentivi economici messo a punto dai dispositivi di attuazione del Pgt. Il tema degli investimenti necessari e degli strumenti finanziari per la transizione è cruciale. Se, da un lato, le città C40 stanno sperimentando insieme modelli di *climate budgeting*, con l'introduzione di priorità climatiche all'interno dei sistemi ordinari di bilancio e programmazione finanziaria delle città, dall'altro il tema degli strumenti

finanziari innovativi e utili a integrare capitali pubblici e privati a sostegno della transizione è un terreno ancora poco esplorato in Italia e sarà oggetto di ricerca e sperimentazione nell'ambito delle future attività.

Rossana Torri<sup>1</sup>, Ilaria Giuliani<sup>1</sup>,  
Manuela Ojan<sup>2</sup>

1. Comune di Milano
2. Agenzia Mobilità, ambiente e territorio

#### NOTE

<sup>1</sup> [www.comune.milano.it/~maltempo.-nota-sul-temporale-del-25-luglio-2023](http://www.comune.milano.it/~maltempo.-nota-sul-temporale-del-25-luglio-2023).

<sup>2</sup> I dati citati sono tratti dal *Profilo climatico locale per la città di Milano*, <https://bit.ly/profiloclimaticomilano>.

<sup>3</sup> Report "Cittadini e cambiamenti climatici: un'analisi esplorativa", [www.comune.milano.it](http://www.comune.milano.it).

<sup>4</sup> <https://partecipazione.comune.milano.it/processes/piano-aria-clima>

<sup>5</sup> Si tratta della competizione internazionale promossa da C40 cui il Comune di Milano ha aderito mettendo a bando 5 siti nella prima edizione (4 di sua proprietà e uno di proprietà di Ferrovie dello Stato italiane spa e Fs Sistemi urbani srl); 7 siti nella seconda edizione (5 di sua proprietà, 1 di proprietà del Comune di Milano in partnership con Ferrovienord spa e uno di proprietà di Fs e Fssu); 6 siti nella terza edizione. Per una descrizione dei progetti vincitori delle diverse edizioni si può vedere la sezione dedicata sul sito [www.comune.milano.it/aree-tematiche/rigenerazione-urbana-e-urbanistica/reinventing-cities](http://www.comune.milano.it/aree-tematiche/rigenerazione-urbana-e-urbanistica/reinventing-cities).



## LE 100 CITTÀ DELLA MISSIONE EUROPEA "CLIMATE-NEUTRAL AND SMART CITIES BY 2030"



# IL RUOLO DEGLI ASSORBIMENTI DEI GAS CLIMALTERANTI

IL GREEN DEAL EUROPEO HA POSTO RIGOROSI TARGET PER LA NEUTRALITÀ CARBONICA CHE, PER ESSERE RAGGIUNTA, DEVE RICEVERE CONTRIBUTI DA OGNI SETTORE DELLA SOCIETÀ. TUTTAVIA ESISTE UNA GERARCHIA NELL'EFFICACIA DELLE MISURE DI MITIGAZIONE. GLI ASSORBIMENTI NATURALI FORNISCONO UN CONTRIBUTO NON TRASCURABILE, MA LIMITATO.

**L'**ambizioso e al contempo non negoziabile obiettivo dell'Unione europea stabilito dal *Green deal*, ovvero l'azzeramento delle emissioni nette di CO<sub>2</sub> in Europa al 2050, pone i cittadini europei al centro di uno sforzo collettivo senza precedenti.

Il *Green deal* è composto da una serie di iniziative strategiche riguardanti clima, ambiente, energia, trasporti, industria, agricoltura e finanza sostenibile; tutti settori fortemente interconnessi.

Una di queste iniziative è il *Fit for 55* (Pronti per il 55%) che impegna i 27 Stati dell'Unione europea a ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990, stabilendo così un obiettivo intermedio rispetto al *Green deal*.

Considerando che storicamente l'Unione europea investe buona parte del suo bilancio in agricoltura, in questo settore è di rilievo la strategia *Farm2fork*, la quale pone obiettivi intermedi al 2030 sulla strada della neutralità carbonica, come ridurre l'uso e il rischio complessivo dei pesticidi chimici e l'uso dei pesticidi più pericolosi del 50%, al contempo ridurre l'uso dei fertilizzanti di almeno il 20% e raggiungere almeno il 25% delle superfici agricole della Ue coltivate ad agricoltura biologica.

## Obiettivo saldo zero

Gli Stati europei e a cascata tutti i livelli amministrativi sono chiamati ad applicare misure di mitigazione per raggiungere la completa decarbonizzazione entro il 2050.

In questo solco si inserisce la Regione Emilia-Romagna che si è attrezzata con strumenti e strategie che pongono obiettivi regionali per arrivare alla meta. Primo fra tutti il *Patto per il lavoro e per il clima*, progetto condiviso e sottoscritto dalla Regione insieme a enti locali, sindacati, imprese, scuole, atenei, associazioni ambientaliste, terzo settore



e volontariato, professioni, Camere di commercio e banche per il rilancio e lo sviluppo dell'Emilia-Romagna, fondato sulla sostenibilità ambientale, economica e sociale.

Il percorso verso la neutralità carbonica della Regione Emilia-Romagna, previsto dal *Patto per il lavoro e il clima* e in fase di elaborazione, passa attraverso la contabilizzazione di emissioni e assorbimenti dei gas climalteranti, tappa obbligata che permette di misurare l'evoluzione di questi dati nel tempo e il raggiungimento dell'obiettivo finale. I conti vengono effettuati in tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti, analizzando i tre gas serra più impattanti del settore: anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e protossido di azoto (N<sub>2</sub>O); queste ultime due molecole hanno rispettivamente un potenziale di riscaldamento globale a 100 anni di 28 e 265 volte quello della CO<sub>2</sub>.

Per questo tipo di analisi, si fa riferimento alle *Linee guida Ipc 2006* (con un ulteriore affinamento nel 2019 che le integra) per gli inventari nazionali dei gas serra che forniscono metodologie concordate a livello internazionale.

Per l'Italia, Ispra ha il compito di produrre annualmente l'inventario dei gas serra a livello nazionale.

L'adozione di una metodologia comune contribuisce a garantire inventari comparabili tra i Paesi, privi di doppi conteggi od omissioni e con serie temporali che riflettano le reali variazioni delle emissioni.

## Stime di emissioni e assorbimenti

Le stime delle emissioni e degli assorbimenti di gas serra sono suddivise nei seguenti settori principali:

- energia (*Energy*);
- processi industriali e uso dei prodotti (*Ippu*);
- agricoltura, foresta e altri usi del suolo (*Afolu - Agriculture, forestry and other land use*);
- rifiuti (*Waste*);
- altro (ad esempio, emissioni indirette da deposizione di azoto da fonti non agricole).

Ogni settore comprende singole categorie (ad esempio, per *Energy* i

trasporti) e sottocategorie (ad esempio, le automobili).

Tra questi, l'unico settore che può contribuire ad assorbire carbonio è il settore Afolu ed è per questo che, sebbene sia irrealistico pensare di arrivare a saldo zero solo grazie agli assorbimenti Afolu come verrà descritto in seguito, rimane un settore strategico che lascia qualche grado di libertà nel percorso di transizione ecologica che il resto dei settori deve compiere.

In ultimo, la maggior parte delle azioni di mitigazione che si possono adottare nel settore Afolu sono anche azioni di adattamento e questo ne rafforza ancora di più il ruolo oltre il percorso di neutralità carbonica.

Il settore Afolu è composto da diverse categorie e loro sottocategorie in conformità alle linee guida di Ippc. In particolare le categorie sono foreste, agricoltura, praterie e colture permanenti da foraggio, zone umide, insediamenti, prodotti di origine legnosa ed emissioni naturali di metano.

Ippc nelle linee guida suggerisce, per la stima degli assorbimenti e delle emissioni, tre livelli di accuratezza (*tier 1, 2 e 3*), da scegliere in base alla scala territoriale e ai dati disponibili sul proprio territorio.

Le foreste sono valutate distintamente tra foreste adulte e recenti. Per le prime si calcola il carbonio stoccato nella biomassa, quello perso a causa dei tagli e le emissioni dovute agli incendi boschivi, che provocano la perdita in atmosfera di CO<sub>2</sub>, di N<sub>2</sub>O e di CH<sub>4</sub>.

Per i boschi di recente formazione si effettua lo stesso calcolo applicato alla foreste adulte ma con diversa parametrizzazione e in più si valuta l'accrescimento di contenuto di carbonio nel suolo.

L'agricoltura è la categoria più articolata: di questa infatti si valutano i cambiamenti di stock di carbonio nel suolo dovuti ai diversi tipi di lavorazione, al tipo di coltura e di input agronomici utilizzati. Per le colture arboree sia da frutto sia da legno viene inoltre calcolato il carbonio presente nella biomassa. Un discorso a sé stante riguarda le risaie che, essendo coltivate per sommersione durante diverse settimane dell'anno, forniscono per unità di superficie un apporto di metano non trascurabile. Le praterie, le brughiere e le colture permanenti da foraggio sono un altro importante capitolo di assorbimento. Dato che il terreno non viene lavorato si ha un incremento di carbonio sia nel suolo sia nella biomassa.

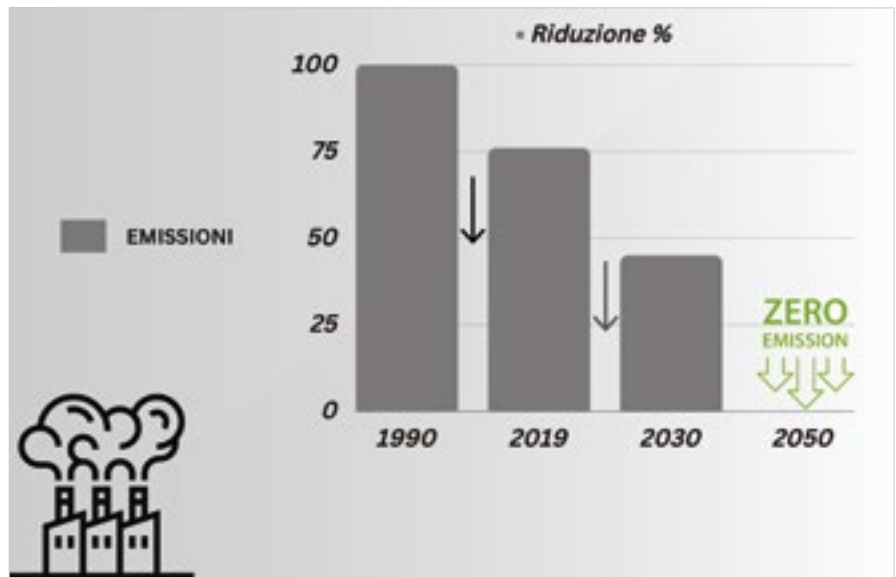


FIG. 1 EMISSIONI  
Scenari delle emissioni nette europee (EU27) al 2050 (grafici grigi).



FIG. 2 ASSORBIMENTO  
Scenari di assorbimento europei (EU27) al 2030 (grafici verdi).



Un contributo agli assorbimenti è altresì fornito dalla molluschicoltura. Infatti quando si formano e si sviluppano, i molluschi costruiscono naturalmente il loro guscio di carbonato di calcio, sequestrando così carbonio in molecole alquanto stabili.

Le zone umide sono ecosistemi naturali che giocano un ruolo fondamentale per l'adattamento e la salvaguardia della biodiversità; tuttavia, se si analizza tale categoria solamente in termini di mitigazione, la quantità di metano emessa è superiore al carbonio stoccato dalla vegetazione.

Gli insediamenti sono siti nei quali vi è una profonda antropizzazione del territorio. Una volta che i suoli sono resi impermeabili, per lasciar posto a urbanizzazioni o infrastrutture, ossidano il carbonio presente su quel terreno diventando emettitori. Al contrario, i parchi urbani e le afforestazioni portano a un incremento di sostanza organica nei suoli.

Come accennato, il *Green deal* europeo ha posto rigorosi target per la neutralità carbonica che, per essere raggiunta, deve ricevere contributi da ogni settore della società. Tuttavia esiste una gerarchia nell'efficacia delle misure di mitigazione. Sicuramente la priorità è la decarbonizzazione del sistema produttivo. Questo significa che l'energia consumata

deve provenire al più da fonti rinnovabili. Al secondo posto, al fine di diminuire il fabbisogno energetico, abbiamo l'efficienza dei sistemi e degli ambienti, seguiti dall'adozione di pratiche e di abitudini più sostenibili. Alcuni tipi di emissione però sono impossibili da abbattere e perciò la compensazione delle emissioni residue è resa possibile dagli assorbimenti. Al momento solo gli assorbimenti naturali forniscono un contributo non trascurabile; esso tuttavia è limitato. Analizzando gli inventari regionali dei gas serra degli ultimi anni, gli assorbimenti Afolu in Emilia-Romagna rappresentano solo un 10% delle emissioni antropiche. Questo valore è simile anche a livello nazionale. Per questo motivo anche ottimizzando le azioni di questo settore, esse non saranno mai sufficienti a bilanciare il budget dei gas serra senza grossi cambiamenti nella società.

Per capire meglio perché gli assorbimenti non possono essere il pilastro della transizione ecologica bisogna riflettere sul processo alla base di essi, cioè la fotosintesi.

Ogni organismo che possiede la capacità di fotosintetizzare lo fa con un certo rendimento dipendente dalla propria fisiologia e dalle condizioni ambientali in cui si trova. Se si considerano le piante più produttive in termini di biomassa,

l'efficienza di conversione della radiazione solare in energia chimica può arrivare all'1%.

Questo valore è oltre un ordine di grandezza al di sotto dell'efficienza dei pannelli fotovoltaici attualmente sul mercato, che supera il 20%. Si giunge perciò a due conclusioni: risulta anacronistico dedicare superfici appositamente alla coltivazione di piante a scopi energetici; l'accumulo di carbonio in natura è un processo che si verifica in migliaia di anni e le pratiche agricole che depauperano il terreno insieme all'impermeabilizzazione delle superfici devono essere evitate.

Nonostante le misure per la conservazione di ecosistemi naturali siano fondamentali per l'adattamento al cambiamento climatico e per favorire la biodiversità, è ragionevole considerare nella corretta prospettiva i potenziali di sequestro da parte delle foreste, stemperando facili entusiasmi sorti negli ultimi anni relativamente al sequestro di CO<sub>2</sub> potenzialmente in grandi quantità, ma non sufficienti per rispettare l'Accordo di Parigi.

**Antonio Volta<sup>1</sup>, Giulia Villani<sup>1</sup>, Vanessa Giorgione<sup>1</sup>, Cinzia Alessandrini<sup>1</sup>, Patrizia Bianconi<sup>2</sup>**

1. Osservatorio clima, Arpa Emilia-Romagna

2. Gabinetto del presidente della Giunta, Regione Emilia-Romagna



# INQUINAMENTO E COVID-19, QUALI LEGAMI?

## I risultati del progetto Epicovair

**N**el primo periodo della pandemia di Covid-19, quando ancora poco inevitabilmente si conoscevano i meccanismi di trasmissione e gli effetti su larga scala e a lungo termine della malattia, il mondo scientifico aveva avviato moltissimi progetti di ricerca per aiutare a capire qualcosa di più. Tra le domande sorte in quei giorni, c'erano molti interrogativi sulle correlazioni tra inquinamento atmosferico, diffusione del virus Sars-cov-2 ed effetti sulla salute. Il Sistema nazionale di protezione dell'ambiente (Snpa) aveva avviato da subito una serie di collaborazioni per realizzare progetti che riuscissero a dare un inquadramento scientifico e autorevole alle questioni in campo.

Erano nati così il progetto Pulvirus, di cui abbiamo presentato i risultati

su *Ecoscienza* n. 5-6/2022, e il progetto Epicovair, di cui parliamo nelle prossime pagine.

La proficua collaborazione tra Snpa, Istituto superiore di sanità e Rete italiana ambiente e salute (Rias) ha permesso di disegnare un quadro esaustivo a livello epidemiologico delle correlazioni tra concentrazioni di inquinanti nell'aria e diffusione e gravità della malattia Covid-19.

Oltre all'importanza della collaborazione inter-istituzionale e inter-disciplinare (uno dei punti di forza di Epicovair), i risultati del progetto hanno evidenziato l'urgenza di azioni di prevenzione integrata ambientale e sanitaria, anche in correlazione al quadro di cambiamento climatico.

Ne emerge inoltre la necessità (anche in chiave di co-benefici per salute, ambiente e clima) della riduzione degli inquinanti atmosferici. (SF)

# SINERGIE VIRTUOSE TRA AMBIENTE E SANITÀ

IL PROGETTO EPICOVAIR, SVILUPPATO DURANTE LA PANDEMIA, HA RIUNITO MOLTEPLICI COMPETENZE PER VALUTARE GLI EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE AI PRINCIPALI INQUINANTI IN ATMOSFERA SULLA PROBABILITÀ DI INFEZIONE E LA GRAVITÀ CLINICA DEL COVID-19. UN'ESPERIENZA CHE CONTINUA CON L'OBIETTIVO COMUNE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE.



Il progetto italiano Epicovair nasce da un'alleanza scientifica tra diversi enti con l'obiettivo di rispondere a un quesito sul quale appariva necessario effettuare alcuni approfondimenti: esiste un legame tra esposizione cronica all'inquinamento atmosferico, incidenza dell'infezione da Sars-cov-2 e gravità della malattia Covid-19? Dall'inizio della pandemia sono stati diversi gli studi internazionali che hanno indagato questa connessione nel tentativo di dare possibili risposte con gli strumenti propri dell'epidemiologia analitica, a partire dalle evidenze che pure i primi studi di tipo ecologico avevano suggerito.

Questa virtuosa alleanza ha visto collaborare l'Istituto superiore di sanità (Iss) e il Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente (Snpa), insieme alla Rete italiana ambiente e salute (Rias) coordinata dal Dipartimento di Epidemiologia del Servizio sanitario regionale del Lazio (Asl Roma 1).

Epicovair fonda le sue basi sui dati dalla sorveglianza integrata nazionale Covid-19 ([www.epicentro.iss.it/coronavirus](http://www.epicentro.iss.it/coronavirus)) coordinata da Iss e sui dati ambientali del Snpa.

Il progetto si è sviluppato in una fase drammatica della nostra storia: 4 milioni

di casi di infezione registrati durante le prime tre ondate pandemiche. L'obiettivo è stato valutare, nel nostro Paese, gli effetti dell'esposizione residenziale di lungo periodo ai principali inquinanti ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$ ) sulla probabilità di infezione da Sars-cov-2 e sulla gravità clinica della patologia Covid-19.

Voglio qui ricordare la struttura di governo del progetto: un comitato direttivo ha coordinato le attività in stretto contatto con un *advisory board* di esperti nazionali e internazionali, fornendo importanti *feedback* durante le varie fasi di avanzamento delle attività. Operativamente sono stati costituiti tre gruppi di lavoro: il primo si è occupato della raccolta, organizzazione e gestione dei dati sanitari, demografici e socio-economici [1]; il secondo ha elaborato i dati ambientali e prodotto le stime di esposizione agli inquinanti atmosferici [2]; il terzo ha elaborato le stime epidemiologiche [3, 4].

Particolare rilevanza è stata dedicata allo sviluppo di approcci statistici avanzati e all'utilizzo di modelli di diffusione degli inquinanti e di sistemi informativi geografici di dati misurati e satellitari per la stima dell'esposizione della popolazione.

Si tratta di un percorso virtuoso

che ha sancito ancora una volta l'importanza della collaborazione tra gli enti ambientali e sanitari, nelle loro articolazioni nazionali e regionali. Il progetto ha permesso di mettere a frutto in sinergia le competenze multidisciplinari dei ricercatori dell'Iss, del Snpa e della rete Rias, con competenze che vanno dall'epidemiologia ambientale all'epidemiologia delle malattie trasmissibili, passando per la chimica, la statistica, la tossicologia, la virologia e l'immunologia. I risultati hanno permesso di fornire elementi conoscitivi essenziali. Infatti, anche dalla risposta del Paese a questa calamità, sta emergendo sempre più la necessità e l'urgenza di ridurre gli impatti dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici. Sarà innanzitutto necessario, nel breve-medio termine, la realizzazione tempestiva delle tante azioni che sono state pianificate o sono già in via di realizzazione, contenute nel Programma nazionale di controllo dell'inquinamento atmosferico e nel Piano nazionale integrato energia e clima, sostenute dagli investimenti del Pnrr previsti dalla missione "Rivoluzione verde e transizione ecologica". Senza dimenticare le azioni attuative degli accordi tra il Ministero dell'Ambiente



e della sicurezza energetica e delle Regioni dove l'inquinamento atmosferico è più alto – quali quelle del bacino padano – nonché le azioni strutturali e permanenti, estese anche su un'area a scala vasta sovraregionale. Un percorso che necessita del coordinamento delle Regioni interessate e dello Stato, fino ad arrivare alla piena implementazione dei piani urbani per la mobilità sostenibile, per completare, con azioni sulla scala locale, la massima sinergia tra i vari livelli di governo.

Epicovair è un esempio di quanto la fruttuosa collaborazione tra enti sia in grado di produrre, elaborare e rendere disponibili dati ambientali, sanitari e di contesto, indispensabili per studi di questo tipo, al servizio della collettività. Come sistema Snpa già da diversi anni sperimentiamo quanto queste forme di sinergia siano importanti. Parlando solo di qualità dell'aria, abbiamo oltre 650 stazioni di monitoraggio attive sul territorio – una delle dotazioni più ampie d'Europa – in grado di produrre ogni anno 25 milioni di dati, indispensabili per il monitoraggio, che rispettano i rigorosi standard di controllo e assicurazione di qualità del dato richiesti dalla Commissione europea. Voglio anche ricordare le attività di modellistica atmosferica, che consentono oggi – opportunamente integrate con i dati di monitoraggio, e con altre variabili ambientali – di stimare l'esposizione della popolazione su tutto il territorio nazionale, per ogni giorno e per ogni chilometro quadrato di territorio. Strumenti che, insieme allo straordinario lavoro del Sistema nazionale di sorveglianza integrata Covid-19, hanno permesso di realizzare questo studio. In quest'ottica non bisogna dimenticare che la Commissione europea sta procedendo alla revisione delle direttive sulla qualità dell'aria [5]. Proprio le evidenze scientifiche emerse dalla ricerca, sintetizzate nelle nuove linee guida globali sulla qualità dell'aria dell'Oms [6], stanno ispirando questa attività di revisione. In particolare tra gli orientamenti innovativi non va dimenticato quello relativo alla necessità di passare dalle applicazioni di ricerca al monitoraggio di routine per nuove metriche, quali le particelle ultrafini, il

*black carbon* e il potenziale ossidativo del particolato, che necessitano ancora di valutazione dell'esposizione e stime di impatto sanitario su scala nazionale e continentale. La sinergia tra Snpa, Ispra, Iss e strutture sanitarie locali diventa quindi uno strumento fondamentale al servizio delle istituzioni per affrontare le nuove sfide, con l'obiettivo comune di

raggiungere sempre più elevati livelli di prevenzione e protezione dei cittadini e dell'ecosistema dagli effetti avversi dell'inquinamento atmosferico.

**Stefano Laporta**

Presidente di Ispra e Snpa



FOTO: GABRIELLA CLARE MARINO – UNSPLASH

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Bauleo L., Giannini S., Ranzi A., Nobile F., Stafoggia M., Ancona C., Iavarone I., The EpiCovAir Study Group, "A methodological approach to use contextual factors for epidemiological studies on chronic exposure to air pollution and Covid-19 in Italy", *Int J Environ Res Public Health*, 2022, Mar 1;19(5):2859, doi: 10.3390/ijerph19052859. PMID: 35270551; PMCID: PMC8910469.
- [2] Stafoggia M., Cattani G., Ancona C., Ranzi A., "La valutazione dell'esposizione della popolazione italiana all'inquinamento atmosferico nel periodo 2016-2019 per lo studio della relazione tra inquinamento atmosferico e Covid-19 [Exposure assessment of air pollution in Italy 2016-2019 for future studies on air pollution and Covid-19]", *Epidemiol Prev.*, 2020, Sep-Dec;44(5-6 Suppl 2):161-168. Italian. doi: 10.19191/EP20.5-6.S2.115. PMID: 33412807.
- [3] Stafoggia M., Ranzi A., Ancona C., Bauleo L., Bella A., Cattani G., Nobile F., Pezzotti P., Iavarone I., EpiCovAir Study Group, "Long-term exposure to ambient air pollution and mortality among four million Covid-19 cases in Italy: The EpiCovAir study", *Environ Health Perspect.*, 2023, May;131(5):57004. doi: 10.1289/EHP11882. Epub 2023 May 11. PMID: 37167483; PMCID: PMC10174641.
- [4] Ranzi A., Stafoggia M., Giannini S., Ancona C., Bella A., Cattani G., Pezzotti P., Iavarone I., EpiCovAir Study Group, "Esposizione a lungo termine a inquinamento dell'aria ambiente e incidenza di infezioni di Sars-cov-2 in Italia: lo studio EpiCovAir [Long-term exposure to ambient air pollution and the incidence of Sars-cov-2 infections in Italy, The EpiCovAir study]", *Epidemiol Prev.*, 2023, May-Jun;47(3):125-136. Italian. doi: 10.19191/EP23.3.A605.025. PMID: 37154300.
- [5] [https://environment.ec.europa.eu/topics/air/air-quality/revision-ambient-air-quality-directives\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/air/air-quality/revision-ambient-air-quality-directives_en)
- [6] World Health Organization, 2021, *Who global air quality guidelines: particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

# UN MODELLO PER LE EMERGENZE SANITARIE E AMBIENTALI

IL PROGETTO EPICOVAIR È UN ESEMPIO CONCRETO DI COLLABORAZIONE TRA ISTITUZIONI CHE SI OCCUPANO DI TUTELA DELLA SALUTE E PROTEZIONE DELL'AMBIENTE. UN INEDITO APPROCCIO MULTI-DISCIPLINARE HA PERMESSO DI OTTENERE RISULTATI DI GRANDE RILEVANZA SULLE CONNESSIONI TRA INQUINAMENTO ATMOSFERICO ED EPIDEMIA DI COVID-19.

**I**l possibile legame tra Covid-19 e inquinamento atmosferico è divenuto fin dall'inizio dell'emergenza pandemica argomento centrale nel dibattito mediatico internazionale, suscitando, su più fronti, teorie e ipotesi che si è ritenuto necessario e doveroso approfondire anche nel nostro Paese per poter dare una risposta tecnico-scientifica e di sanità pubblica.

L'urgenza di un riscontro alle richieste di informazioni nasceva anche dal fatto che l'Italia è stata la prima nazione europea a essere colpita – e con maggiore intensità – dalla pandemia, con casi inizialmente concentrati nella parte settentrionale del Paese, una delle regioni più inquinate del continente. Ciò ha contribuito ad alimentare l'ipotesi, già emersa dopo i primi casi in Cina, di un ruolo attivo dell'inquinamento atmosferico nella diffusione dell'infezione da Sars-cov-2 e nella gravità della malattia Covid-19. Per questi motivi, l'Istituto superiore di sanità (Iss) e l'Istituto superiore per la

protezione e la ricerca ambientale con il Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente (Ispra-Snpa) hanno avviato immediatamente il progetto Epicovair, un programma nazionale congiunto di studi epidemiologici. Epicovair è innanzitutto un esempio concreto per fare rete su come affrontare i rischi emergenti ambientali e sanitari nel nostro Paese, ed è per questo che fin dall'inizio la collaborazione è stata estesa alla Rete italiana ambiente e salute (Rias).

Le prime fasi del progetto sono state dedicate alla costituzione di una solida base interistituzionale e intersettoriale. Lo studio delle possibili connessioni tra l'epidemia di Covid-19 e l'esposizione a inquinanti atmosferici ha richiesto infatti un approccio metodologico basato sull'integrazione di esperti di molteplici discipline e provenienti dal settore ambientale, sanitario e universitario. La *figura 1* riporta l'eterogenea composizione dei tre gruppi di lavoro

di Epicovair e i membri dello *steering committee* e *advisory board* del progetto. La necessità di condividere i dati della sorveglianza integrata nazionale Covid-19 ha reso inoltre necessaria la formalizzazione di accordi di collaborazione scientifica con grande attenzione trattamento dei dati personali in un momento in cui la garanzia di anonimato era resa cogente dalla pandemia in corso, rallentando e limitando le attività di ricerca. Per tali motivi, sono stati ad esempio esclusi dalle analisi i comuni con meno di 3 casi di infezione da Sars-cov-2 per evitare la possibile identificazione di casi Covid-19, in conformità con il Regolamento (UE) 2016/679 per la protezione generale dei dati (Gdpr) e non è stato possibile utilizzare i dati sull'indirizzo di residenza. Quindi si è dovuto procedere ad aggregare casi e decessi per comune di residenza. Tuttavia, la disponibilità di dati a livello individuale su età, sesso e stato clinico all'esordio ha consentito

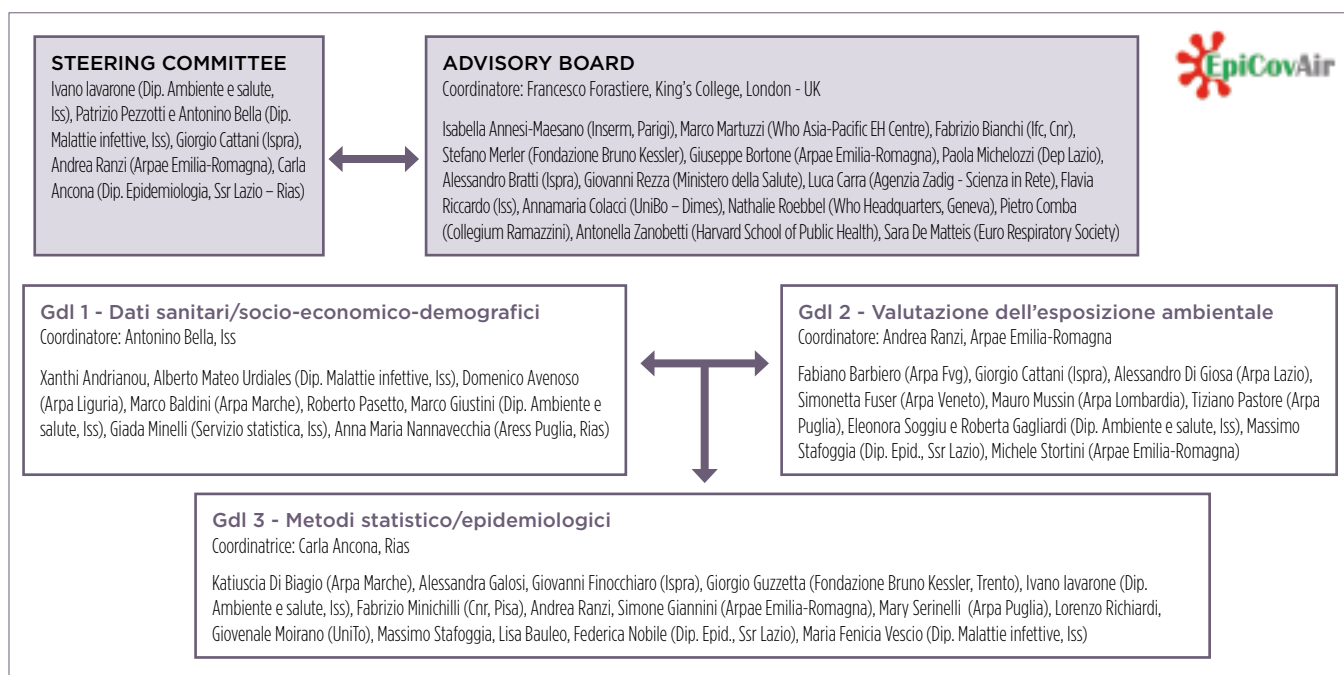


FIG. 1 STEERING COMMITTEE, ADVISORY BOARD E GRUPPI DI LAVORO EPICOVAIR



un'ulteriore stratificazione per tali variabili e adottare un disegno di studio misto ecologico-longitudinale.

Il principale elemento di forza del progetto Epicovair è che si riferisce all'intera popolazione italiana dei casi di Covid-19 e dei relativi decessi registrati dal Sistema nazionale di sorveglianza integrata Covid-19 su tre ondate pandemiche. Abbiamo potuto analizzare informazioni a livello individuale sulle caratteristiche sociodemografiche e sullo stato clinico all'esordio della malattia, integrandole con un ampio spettro di variabili contestuali (geografiche e topografiche, densità di popolazione, mobilità, stato di salute della popolazione, stato socioeconomico), la cui componente informativa è stata sintetizzata in pochi affidabili indicatori [1] consentendo un controllo di tutti i principali determinanti individuali e di area della incidenza e gravità di Covid-19. Inoltre, per tenere conto delle differenze nella diffusione del contagio all'interno di ciascun comune italiano e nei diversi periodi pandemici, sono stati utilizzati i cambiamenti della mobilità della popolazione italiana intra e intercomunale, grazie un accordo di collaborazione con Enel X srl [2].

Un altro importante punto di forza del progetto è stato l'impiego di molteplici termini di interazione tra componenti temporali e spaziali nei modelli statistici – interazione tra anno e mese (trend temporale), provincia (pattern spaziale), età e sesso (fattori individuali), e indicatori sintetici area-specifici (fattori contestuali) – nonché l'ampio elenco di analisi di sensibilità, che nel complesso forniscono elementi a sostegno della plausibilità delle associazioni osservate. Infine, per quanto riguarda i dati di esposizione, è stato possibile caratterizzare l'esposizione a lungo termine ai diversi inquinanti atmosferici sulla base di un sofisticato modello *machine-learning* costruito su un ampio insieme di predittori spaziali e spazio-temporali, a partire da dati satellitari con risoluzione di 1 km<sup>2</sup> per l'intero territorio nazionale e sono state calcolate le concentrazioni medie pesate sulla popolazioni di tutti i comuni italiani [3].

I risultati finali del progetto sono stati recentemente pubblicati [4, 5], e per un maggior dettaglio delle analisi e dei risultati si rimanda ai contributi di Ranzi e Stafoggia in questo stesso numero. In sintesi, le indagini di Epicovair hanno riguardato circa 4 milioni di casi di Sars-cov-2 e 125 mila decessi registrati

dal Sistema nazionale di sorveglianza integrata Covid-19 tra i 60 milioni di italiani residenti in 7.800 comuni durante le prime tre ondate epidemiche (da febbraio 2020 a giugno 2021).

Abbiamo ottenuto risultati coerenti nel mostrare un'associazione chiara e significativa dell'esposizione di lungo periodo (2016-2019) a inquinanti atmosferici sia con l'incidenza di nuovi casi di infezione, sia con la mortalità Covid-19.

Nelle tre ondate pandemiche, complessivamente, per incrementi di esposizione di 1 µg/m<sup>3</sup> nei livelli di PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub>, l'incidenza delle infezioni di Sars-cov-2 nella popolazione italiana è aumentata rispettivamente dello 0,3%, 0,3% e 0,9%, mentre i tassi di mortalità tra i soggetti con Covid-19 sono aumentati dello 0,7%, 0,3% e 0,6%, per incrementi unitari degli stessi inquinanti. Risultati analoghi sono stati osservati anche con i dati relativi all'ospedalizzazione e ai ricoveri in terapia intensiva per Covid-19.

Le associazioni evidenziate sono più forti tra i soggetti anziani, sia per l'incidenza dell'infezione sia per la prognosi della malattia Covid-19, mostrando una coerenza rispetto alla documentata maggiore vulnerabilità degli anziani agli effetti dell'inquinamento atmosferico, e alla loro più alta fragilità rispetto alla gravità della patologia.

Epicovair ha inoltre stimato che circa l'8% dei decessi osservati tra i casi Covid-19 nelle tre ondate pandemiche è attribuibile

a concentrazioni medie annuali di inquinanti superiori ai livelli raccomandati dalle Linee guida sulla qualità dell'aria del 2021 dell'Organizzazione mondiale della sanità [5].

I risultati di Epicovair appaiono oggi di grande rilevanza per due motivi. In generale, evidenziano l'urgenza di azioni concertate da parte del Sistema nazionale di prevenzione sanitaria (Snps) e del Sistema di protezione ambientale (Snpa) per affrontare in modo integrato le emergenze sanitarie, ambientali e climatiche. In termini specifici, sostengono la necessità di agire tempestivamente per ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici a tutela della salute pubblica, attraverso politiche di intervento e recupero ambientale basate sulle evidenze scientifiche aggiornate e sui co-benefici. A tal riguardo, la recente risoluzione del Parlamento europeo del 13 settembre di allineare la legislazione Ue in riferimento alle recenti linee guida dell'Organizzazione mondiale della sanità fissando nuovi valori limite e obiettivi per la qualità dell'aria, da raggiungere entro il 2035, è un traguardo che ci piace pensare sia stato raggiunto anche grazie al contributo dei risultati prodotti da studi nazionali quali Epicovair.

#### Ivano Iavarone

(per il Gruppo collaborativo Epicovair)

Dipartimento Ambiente e salute, Istituto superiore di sanità

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] Bauleo L., Giannini S., Ranzi A., Nobile F., Stafoggia M., Ancona C., Iavarone I., The EpiCovAir Study Group, 2022, "A methodological approach to use contextual factors for epidemiological studies on chronic exposure to air pollution and Covid-19 in Italy", *Int J Environ Res Public Health*, Mar 1;19(5):2859. doi: 10.3390/ijerph19052859. PMID: 35270551; PMCID: PMC8910469.

[2] Enel X & Here, "Emergenza Covid-19, City Analytics - Mappa di mobilità", disponibile su [www.enelx.com/it/istituzioni/servizi-citta-digitale/dashboard-covid-19](http://www.enelx.com/it/istituzioni/servizi-citta-digitale/dashboard-covid-19) e <https://enelx-mobilityflowanalysis.here.com/dashboard/ITA/info.html> (ultimo accesso: 04.01.2023).

[3] Stafoggia M., Cattani G., Ancona C., Ranzi A., 2020, "La valutazione dell'esposizione della popolazione italiana all'inquinamento atmosferico nel periodo 2016-2019 per lo studio della relazione tra inquinamento atmosferico e Covid-19" [Exposure assessment of air pollution in Italy 2016-2019 for future studies on air pollution and Covid-19], *Epidemiol Prev.*, Sep-Dec;44(5-6 Suppl 2):161-168. Italian. doi: 10.19191/EP20.5-6.S2.115. PMID: 33412807.

[4] Ranzi A., Stafoggia M., Giannini S., Ancona C., Bella A., Cattani G., Pezzotti P., Iavarone I., EpiCovAir Study Group, 2023, "Esposizione a lungo termine a inquinamento dell'aria ambiente e incidenza di infezioni di Sars-cov-2 in Italia: lo studio Epicovair" [Long-term exposure to ambient air pollution and the incidence of Sars-cov-2 infections in Italy: the Epicovair study], *Epidemiol Prev.*, May-Jun;47(3):125-136. Italian. doi: 10.19191/EP23.3.A605.025. PMID: 37154300.

[5] Stafoggia M., Ranzi A., Ancona C., Bauleo L., Bella A., Cattani G., Nobile F., Pezzotti P., Iavarone I., EpiCovAir Study Group., 2023, "Long-term exposure to ambient air pollution and mortality among four million Covid-19 cases in Italy: the Epicovair study", *Environ Health Perspect*, May;131(5):57004. doi: 10.1289/EHP11882. Epub 2023 May 11. PMID: 37167483; PMCID: PMC10174641.

# UNA BASE DATI COMUNALE PER GLI STUDI SU AMBIENTE E SALUTE

FIN DALL'INIZIO DELLA PANDEMIA DA COVID-19 SONO STATI CONDOTTI DIVERSI STUDI SULLA CORRELAZIONE TRA INQUINAMENTO ATMOSFERICO E SALUTE. È STATO PERÒ SOLO DOPO AVER SVILUPPATO STRUMENTI ADEGUATI DI VALUTAZIONE E STILATO PROTOCOLLI DI SVILUPPO DEGLI STUDI CHE È STATO POSSIBILE OTTENERE ESITI CERTI E AFFIDABILI.

**D**urante i primi mesi della pandemia da Covid-19 (malattia del coronavirus causata da Sars-Cov-2), la facilità di reperire dati di inquinamento atmosferico e di incidenza e di esaminarne semplicemente le correlazioni geografiche ha determinato una proliferazione di studi di tipo ecologico, che mettevano in relazione i livelli di inquinamento in una determinata area geografica (ad esempio comune, contea, provincia, regione ecc.) ai relativi tassi di mortalità, letalità o incidenza di Covid-19.

In un documento commissionato dal Parlamento europeo e pubblicato nel 2021, sono stati evidenziati i punti di forza e i limiti dei diversi approcci adottati, nonché le sfide e le raccomandazioni per studiare l'inquinamento dell'aria *outdoor* in relazione al Covid-19 [1]. Il documento ribadisce che a fronte della rapidità di realizzazione di studi di correlazione ecologica su dati disponibili, occorre non dimenticare che il limite della cosiddetta "fallacia ecologica" può portare ad associazioni di rischio inesistenti o, addirittura, in direzione opposta rispetto alle associazioni osservate a livello individuale.

I primi studi sull'associazione tra incidenza di Covid-19 e inquinamento, infatti, non avevano tenuto conto, o non lo avevano fatto adeguatamente, di fattori di rischio individuali quali il genere, l'età, l'area di residenza e la presenza di eventuali patologie pregresse, nonché del ruolo di numerose variabili di contesto fondamentali nello studio della diffusione e della gravità di una malattia trasmissibile, quali la deprivazione socio-economica, l'offerta sanitaria, l'accesso differenziale ai servizi sanitari e assistenziali, il tipo di attività lavorative e produttive che possono comportare un maggior rischio di contagio, le interazioni sociali nella comunità, la mobilità, i *time-activity pattern*, il tipo di ambiente (urbano, rurale, semi-rurale) e la densità di popolazione.



FOTO: MARTIN SANCHEZ - UNSPLASH

E dunque, per i limiti dei dati utilizzati e per il tipo di disegno prevalentemente adottato (ovvero quello ecologico), gli studi epidemiologici disponibili nel primo periodo della pandemia non erano in grado di dare una risposta esaustiva alla domanda se e quanto l'inquinamento atmosferico aumentasse il rischio di gravità di malattia di Covid-19. Rispondendo alla necessità di informazioni di contesto da utilizzare in studi di epidemiologia ambientale, all'interno del progetto Epicovair sono state raccolte e successivamente sintetizzate, variabili contestuali a livello comunale per tutto il territorio nazionale [2]. Questi dati, raccolti mediante un protocollo standardizzato, sono stati utilizzati, nel dettaglio, per la conduzione dei due studi epidemiologici di carattere nazionale, descritti nei prossimi articoli, nei quali si è indagato il possibile ruolo di variabili di esposizione all'inquinamento atmosferico sull'incidenza e la gravità della patologia Covid-19.

## La raccolta delle variabili di contesto su scala nazionale

Sono state raccolte 123 variabili geografiche prevalentemente da database istituzionali di libero accesso (quali ad esempio Istat, Eurostat, Ministero della Salute) e da successive elaborazioni *ad hoc* (ad esempio *OpenStreetMaps*) per tutti i 7.903 comuni italiani (elenco aggiornato al 1° gennaio 2020, escluso il comune torinese di Mappano in quanto istituito il 18 aprile 2017 come acquisizione di zone di territorio staccate da comuni confinanti per cui non era possibile ottenere informazioni su alcune delle variabili raccolte) [3]. Dal momento che i dati raccolti si riferivano ad anni diversi, quando necessario, sono stati ricondotti all'elenco dei comuni presenti al 1° gennaio 2020, visto che negli ultimi anni si sono verificati svariati processi di fusione incentivati dall'erogazione di contributi straordinari statali. A causa

dell'elevata correlazione di più variabili riferite a uno stesso fenomeno (ad esempio altitudine e zona altimetrica) e, dunque, al fine di evitare una ridondanza delle informazioni, sono state selezionate 44 variabili suddivise in cinque dimensioni definite a priori:

- caratteristiche territoriali del comune (superficie, altitudine, livello di urbanizzazione ecc.)
- caratteristiche demografiche e antropiche (popolazione al 2019, densità abitativa, classe demografica ecc.)
- mobilità (indice di attrazione, indice di auto-contenimento ecc.)
- ambito socio-economico-sanitario (reddito medio, posizione socio-economica, tasso di mortalità e tasso di ricovero per gruppi di cause ecc.)
- offerta sanitaria (numero di strutture sanitarie, numero di posti letto ecc.).

Attraverso questa classificazione è possibile includere negli specifici studi di epidemiologia ambientale solo le categorie ritenute coerenti con il proprio quesito di ricerca. Inoltre, esistono molteplici tecniche statistiche per ridurre il numero di confondenti da inserire in un modello statistico per valutare l'associazione epidemiologica tra esposizione al determinante ambientale (l'inquinamento) e l'esito sanitario avverso. Ad esempio, negli studi riportati nei prossimi due articoli, sono state adottate la tecnica della

*Principal component analysis* (Pca) e quella del *Generalized propensity score* (Gps), andando a selezionare solo quei domini specifici che potessero influenzare la relazione epidemiologica studiata. L'obiettivo, in un caso, è quello di ridurre il numero elevato di variabili iniziali in un numero minore di componenti, limitando il più possibile la perdita di informazione delle dimensioni contestuali, nell'altro è quello di sintetizzare le informazioni in uno *score* da assegnare a ciascuna unità di analisi (in questo caso i comuni italiani). I fattori di contesto identificati sono risultati di fondamentale importanza per la conduzione di studi epidemiologici nazionali realizzati all'interno del progetto Epicovair, volti a determinare il possibile ruolo di variabili di esposizione all'inquinamento atmosferico sull'incidenza e la gravità della patologia Covid-19: l'obiettivo, come già

riportato, è stato quello di valutare gli effetti dell'esposizione residenziale di lungo periodo ai principali inquinanti atmosferici (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>) sulla probabilità di infezione da Sars-Cov-2 e la gravità clinica della patologia Covid-19.

Il database ottenuto, che è disponibile su richiesta agli autori, può essere utilizzato per ulteriori studi epidemiologici sull'associazione fra esposizione cronica all'inquinamento ed esiti sanitari sul territorio italiano.

**Simone Giannini<sup>1</sup>, Federica Nobile<sup>2</sup>, Lisa Bauleo<sup>2</sup>**

(per il Gruppo collaborativo Epicovair)

1. Struttura tematica Ambiente, prevenzione e salute, Arpa Emilia-Romagna

2. Dipartimento di Epidemiologia, Servizio sanitario della Regione Lazio, Asl Roma 1

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] European Parliament, Policy Department for economic, scientific and quality of life policies, Directorate-General for Internal Policies, 2021, *Air pollution and Covid-19*, PE 658.216, [www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/658216/IPOL\\_STU\(2021\)658216\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/658216/IPOL_STU(2021)658216_EN.pdf).

[2] Bauleo L., Giannini S., Ranzì A., Nobile F., Stafoggia M., Ancona C., Iavarone I., the EpiCovAir Study Group, "A methodological approach to use contextual factors for epidemiological studies on chronic exposure to air pollution and Covid-19 in Italy", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, 19, 2859, <https://doi.org/10.3390/ijerph19052859>

[3] [www.mdpi.com/article/10.3390/ijerph19052859/s1](http://www.mdpi.com/article/10.3390/ijerph19052859/s1)



FOTO: GABRIELLA CLARE MARINO - UNSPLASH

# INQUINAMENTO E INCIDENZA DEL COVID-19 IN ITALIA

IL PROGETTO EPICOVAIR HA INDAGATO L'ASSOCIAZIONE TRA ESPOSIZIONE A LUNGO TERMINE AGLI INQUINANTI (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, E NO<sub>2</sub>) E INCIDENZA DI INFEZIONI DA SARS-COV-2 SULL'INTERO TERRITORIO ITALIANO DURANTE LE PRIME TRE ONDATE EPIDEMICHE DEL 2020 E 2021, RILEVANDO ASSOCIAZIONI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVE.

**A**ll'inizio della pandemia di Covid-19 nel febbraio 2020, l'Italia è stata la prima e più colpita area in Europa, con casi iniziali concentrati nel nord del Paese, in una delle aree più inquinate del continente. Questo ha contribuito ad alimentare l'ipotesi, già emersa dopo i primi casi in Cina, di un ruolo attivo dell'inquinamento atmosferico sia nella diffusione dell'infezione da Sars-cov-2 sia nella gravità della malattia Covid-19. Come conseguenza, si è assistito al rapido proliferare di una serie di studi sull'associazione fra inquinamento atmosferico e Covid-19. Tuttavia, sebbene sia risaputo che l'inquinamento atmosferico aumenta il rischio di malattie respiratorie croniche, non era così chiaro il contributo dell'esposizione a lungo termine agli inquinanti atmosferici nel modulare la diffusione e la gravità del Covid-19. L'incertezza era dovuta a vari fattori, tra cui il disegno degli studi (per la maggior parte basati su correlazioni geografiche e/o disegni ecologici), la bassa risoluzione spaziale (dati aggregati a livello regionale o provinciale), l'impossibilità di un controllo adeguato del confondimento individuale, comunitario e territoriale. Queste carenze hanno limitato l'interpretazione dei risultati della maggior parte degli studi epidemiologici condotti in Italia sull'inquinamento atmosferico e sull'epidemia Covid-19 nel primo periodo pandemico. In questo contesto l'Istituto superiore di sanità e il Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (Ispra-Snpa), in collaborazione con la Rete italiana ambiente e salute Rias, hanno avviato il progetto Epicovair, di cui il presente contributo presenta i risultati di uno dei due studi avviati all'interno delle attività.

Obiettivo dell'indagine era indagare l'associazione tra esposizione a lungo termine al particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) e agli ossidi di azoto (NO<sub>2</sub>) e incidenza

di infezioni da Sars-cov-2 nel territorio italiano durante le prime tre ondate epidemiche, a partire da febbraio 2020 a giugno 2021.

Un secondo studio sviluppato all'interno del progetto ha riguardato l'associazione tra l'esposizione a lungo termine a inquinamento atmosferico e la mortalità nell'intera popolazione di casi di Covid-19 (articolo di Massimo Stafoggia nel presente numero, p. 39).

In questo studio sull'incidenza, sono stati considerati i casi individuali delle infezioni di Sars-cov-2 diagnosticate in Italia da febbraio 2020 a giugno 2021 (4.170.474 casi) inseriti nel sistema nazionale di sorveglianza Covid-19 ([www.epicentro.iss.it/coronavirus/sars-cov-2-dashboards](http://www.epicentro.iss.it/coronavirus/sars-cov-2-dashboards)), che contiene le registrazioni di tutti i soggetti risultati positivi.

L'esposizione agli inquinanti è stata ricostruita su base comunale (massimo

dettaglio geografico disponibile per tutti i casi dal sistema di sorveglianza), a partire da un modello spazio-temporale di tipo *random-forest* che ha stimato le concentrazioni medie di PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e NO<sub>2</sub> per ogni chilometro quadrato del territorio italiano dal 2016 al 2019. È stata calcolata l'esposizione cronica agli inquinanti come media dei valori giornalieri che intersecavano il comune, pesati in base alla popolazione residente in ogni cella di 1 km<sup>2</sup>.

Una delle critiche principali mosse agli studi sulla relazione tra inquinamento e incidenza di Sars-cov-2 era legata alla scarsa considerazione di fattori rilevanti nella trasmissione di una patologia infettiva, quali la densità abitativa, la mobilità delle persone, le caratteristiche del territorio ecc.

Per questo motivo una consistente parte del lavoro qui descritto è stata impiegata al fine di raccogliere informazioni a

	CASI DI COVID-19		POPOLAZIONE (anno 2020)		TASSO (per 1.000 abitanti)
	n.	%	n.	%	n.
Popolazione in studio	3.995.202	100	59.589.357	100	67
<b>Ondata pandemica</b>					
1ª (20/02/2020- 31/05/2020)	201.210	5	53.563.455	89,8	4
2ª (15/09/2020- 15/12/2020)	1.534.950	38	59.367.894	99,5	25
3ª (16/12/2020- 15/06/2021)	2.259.042	57	59.487.982	99,7	38
<b>Età (anni)</b>					
0-29	1.088.417	27	16.669.976	28	65
30-49	1.114.070	28	15.778.899	26	71
50-64	927.725	23	13.295.325	22	70
65+	864.990	22	13.845.157	23	62
<b>Genere</b>					
Femminile	2.021.052	51	30.565.383	51	66

TAB. 1 POPOLAZIONE IN STUDIO  
Statistiche descrittive della popolazione in studio. Riferimento: popolazione italiana

livello comunale su una serie di variabili di contesto, quali le caratteristiche del comune, la popolazione, la mobilità verso e fuori ciascun comune, le condizioni socioeconomiche. Sono state inoltre raccolte informazioni sull'offerta sanitaria territoriale. All'interno di ognuna di queste dimensioni individuate a priori, le variabili sono state poi sintetizzate in 12 componenti principali (Cp), al fine di riassumerne il contenuto informativo in un numero ridotto di fattori. Il lavoro, pubblicato da Bauleo e colleghi, oltre a essere utilizzato nel presente studio, rappresenta un patrimonio informativo strutturato e disponibile, utile per indagini di epidemiologia ambientale a livello comunale su tutto il territorio italiano.

In aggiunta, grazie a un accordo di collaborazione con Enel X srl, al fine di tenere conto delle differenze nella diffusione di Covid-19 all'interno di ciascun comune italiano e tra i diversi periodi pandemici, è stata costruita una nuova variabile che descrive la diminuzione percentuale mensile della mobilità durante il periodo di studio. Tale variabile rappresenta la media mensile della mobilità giornaliera all'interno di ogni comune, rispetto al periodo pre-pandemico predefinito.

Per valutare l'associazione tra esposizione a lungo termine agli inquinanti atmosferici e incidenza di Sars-cov-2 sono stati utilizzati modelli di regressione binomiale negativa. È stato applicato un disegno ecologico longitudinale misto con le unità di studio costituite da singoli comuni in Italia. Come misura di esito è stato studiato l'incremento percentuale del tasso di incidenza e i corrispondenti

TAB. 2  
LIVELLI DI  
ESPOSIZIONE

Concentrazioni di inquinanti ambientali, densità della popolazione e percentuale di variazione della mobilità

Variabile	Media	Range interquartile
<b>Inquinante</b>		
PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	171	8,5
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	25,6	8,9
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	23,1	11,9
<b>Densità abitativa</b>		
abitanti/km <sup>2</sup>	307,3	239,5
<b>Variazione percentuale di mobilità</b>		
Intero periodo	0,94	0,36
1ª ondata	0,69	0,49
2ª ondata	1,08	0,30
3ª ondata	1,04	0,30

intervalli di confidenza al 95% (IC95%) per incremento unitario nell'esposizione all'inquinamento ambientale.

Tra le Cp rappresentative delle variabili di contesto, sono state selezionate quelle di interesse per l'esito di incidenza, ovvero quelle legate alle informazioni relative al comune (dimensione, posizione, grado di urbanizzazione), alla mobilità (indice di auto contenimento e attrazione) e allo stato socioeconomico e sanitario (tasso di ospedalizzazione e di mortalità, reddito familiare, imprenditorialità e indice di posizione socioeconomica). Inoltre è stata presa in considerazione anche la densità di popolazione, che da sola rappresenta un indicatore della diffusione di una malattia trasmissibile.

La *tabella 1* riporta le caratteristiche della popolazione in studio: si osservano differenze rilevanti tra la prima ondata e le successive, con tassi di infezione paragonabili per sesso e non molto differenti nelle diverse classi di età

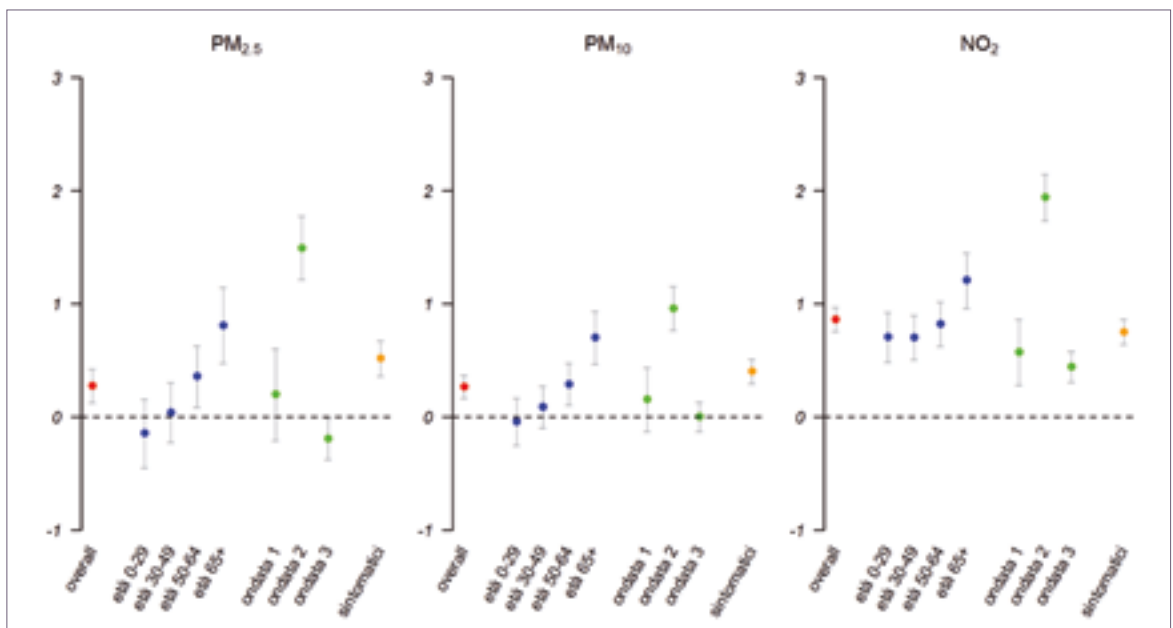
considerate. In *tabella 2* sono riportati i livelli di esposizione ambientale espressi come media annua a livello comunale, la densità media abitativa e l'indice di riduzione della mobilità durante le tre ondate pandemiche, caratterizzato dai periodi di *lockdown* con una forte riduzione nel primo periodo pandemico.

I risultati delle analisi indicano una associazione significativa tra l'esposizione cronica a inquinamento atmosferico e aumento dell'incidenza di infezione da Sars-cov-2, con una forza di associazione in linea con studi di letteratura relativi a inquinamento e malattie infettive. Inoltre sono state eseguite diverse analisi aggiuntive, per verificare la robustezza dei risultati ottenuti.

La *figura 1* riporta i risultati di alcune di queste analisi, suddivise per ondata pandemica, stratificata per classi di età, infine limitata ai soli soggetti che presentavano sintomi. I risultati indicano

FIG. 1  
INQUINAMENTO  
E INFEZIONI  
SARS-COV-2

Associazione tra inquinanti atmosferici e incidenza di Sars-cov-2, analisi complessiva, stratificata per classi di età, per ondata pandemica, e limitata ai soli soggetti sintomatici: sono riportati gli incrementi percentuali di rischio (con intervalli di confidenza al 95%) per incrementi unitari degli inquinanti.



che incrementi di  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{NO}_2$  sono associati ad aumenti dei tassi di incidenza del virus pari 0,3% (intervallo di confidenza IC al 95%: 0,1%, 0,4%), 0,3% (IC 95%: 0,2%, 0,4%) e 0,9% (IC 95%: 0,8%, 1,0%), rispettivamente. L'effetto più alto lo si riscontra per la seconda ondata, inoltre si nota una relazione crescente all'aumentare dell'età. Limitando l'analisi ai soli soggetti sintomatici, non si riscontrano sostanziali differenze nelle associazioni, a conferma che la diversa modalità di rilevamento dei casi durante le tre ondate non ha influenzato le associazioni trovate.

Lo studio effettuato all'interno del progetto Epicovair è il primo studio realizzato sull'intero territorio nazionale sui dati individuali del sistema di sorveglianza Covid-19 dell'Istituto superiore di sanità. Per effettuare le analisi epidemiologiche è stato costruito e utilizzato un dataset di variabili contestuali che ha permesso di controllare i principali determinanti di area. L'ampio dataset a disposizione (circa 4 milioni di casi) ha permesso di limitare i confronti a zone e periodi circoscritti (all'interno della stessa provincia e nello stesso mese), contenendo il possibile confondimento residuo di fattori difficilmente identificabili legati a situazioni diversificate sul territorio nazionale e che nel tempo sono mutate, come ad esempio le politiche di rilevamento dei casi nella popolazione. La valutazione dell'esposizione è stata effettuata in modo omogeneo con un modello nazionale di  $1 \text{ km}^2$  di risoluzione spaziale, pesando l'esposizione comunale in base alla

densità di popolazione su ciascuna cella. I risultati si sono dimostrati coerenti a diverse analisi di sensibilità, a riprova della robustezza delle associazioni ottenute.

Questo aspetto è più evidente per gli ossidi di azoto che per le polveri, fatto già riscontrato in altri lavori e che alimenta la discussione aperta su un possibile ruolo indipendente dell' $\text{NO}_2$  nell'insorgenza di patologie legate all'inquinamento atmosferico.

Pernangono dei limiti in questo studio, legati principalmente al disegno ecologico: anche se molte informazioni sono state raccolte a livello individuale, l'esposizione al fattore di rischio ambientale è stato calcolata a livello comunale, inoltre non

è possibile escludere completamente un potenziale ruolo confondente dei determinanti non misurabili della diffusione di Sars-cov-2, come ad esempio i contatti da persona a persona. In conclusione, l'indagine ha rilevato associazioni statisticamente significative tra esposizione a lungo termine all'inquinamento atmosferico e incidenza dell'infezione da Sars-cov-2, con risultati quantitativamente in linea con la più recente letteratura.

**Andrea Ranzi**

(per il Gruppo collaborativo Epicovair)

Struttura tematica Ambiente prevenzione e salute, Arpa Emilia-Romagna

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Andersen Z.J., Hoffmann B., Morawska L. et al., 2021, "Air pollution and Covid-19: Clearing the air and charting a post-pandemic course: A joint workshop report of Ers, Isee, Hei and Who", *Eur Respir J*, 58(2): 2101063.

Villeneuve P.J., Goldberg M.S., 2020, "Methodological considerations for epidemiological studies of air pollution and the Sars and Covid-19 coronavirus outbreaks", *Environ Health Perspect*, 128(9):95001.

Wendee N., 2020, "Air of uncertainty: can we study pollution and Covid-19 in the midst of a pandemic?", *Environ Health Perspect*, 128(11):114005.

Ranzi A., Stafoggia M., Giannini S., Ancona C., Bella A., Cattani G., Pezzotti P., lavarone I., Epicovair Study Group, 2023, "Long-term exposure to ambient air pollution and the incidence of Sars-cov-2 infections in Italy: the Epicovair study", *Epidemiol Prev*, 2023 May-Jun;47(3):125-136. doi: 10.19191/EP23.3.A605.025.

Stafoggia M., Ranzi A., Ancona A. et al., 2023, "Long-term exposure to ambient air pollution and mortality among 4 million Covid-19 cases in Italy - an observational study", *Environ Health Perspect*, May;131(5):57004. doi: 10.1289/EHP11882. Epub 2023 May 11.

Stafoggia M., Cattani G., Ancona C., Ranzi A., 2020, "Exposure assessment of air pollution in Italy 2016-2019 for future studies on air pollution and Covid-19", *Epidemiol Prev*, 44(5-6) Suppl 2:161-68.



FOTO: F. BRANCOLINI - REGIONE ER

# MORTALITÀ NEI CASI COVID-19 E INQUINAMENTO ATMOSFERICO

L'UNICO STUDIO CONDOTTO SULL'INTERA POPOLAZIONE (4 MILIONI) DI CASI DI COVID-19 IN ITALIA DA FEBBRAIO 2020 A GIUGNO 2021 HA EVIDENZIATO UN'ASSOCIAZIONE STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVA TRA ESPOSIZIONE ALL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO E MORTALITÀ, RICOVERI OSPEDALIERI E ACCESSO ALLE UNITÀ DI TERAPIA INTENSIVA.

**L**a pandemia di Covid-19 rappresenta una delle crisi sanitarie più critiche dell'era contemporanea: al 29 agosto 2023, si sono verificati in tutto il mondo più di 770 milioni di casi e più di 7 milioni di decessi. Di questi, un totale di circa 26 milioni di casi confermati di Covid-19 e circa 190 mila decessi sono stati registrati in Italia, al nono posto nel mondo per numero di casi e all'ottavo per numero di decessi [1].

L'obiettivo del presente lavoro, parte del progetto Epicovair, è stato quello di indagare l'associazione tra esposizione a lungo termine al particolato (PM) con diametro  $\leq 10 \mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>), PM con diametro  $\leq 2,5 \mu\text{m}$  (PM<sub>2,5</sub>), e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), e la mortalità nell'intera popolazione di casi di Covid-19 identificati in Italia da febbraio 2020 a giugno 2021. Come sotto-obbiettivi, abbiamo confrontato le stime degli effetti nelle tre ondate pandemiche, per le diverse classi di età e abbiamo stimato le associazioni con i ricoveri ospedalieri e gli accessi alle unità di terapia intensiva, considerati come esiti alternativi di prognosi avversa. Risultati più dettagliati si trovano in Stafoggia et al. [2].

Il sistema nazionale di sorveglianza Covid-19 è la fonte ufficiale della documentazione dei casi Covid-19

in Italia ([www.epicentro.iss.it/it/coronavirus/sars-cov-2-integrated-dati-di-sorveglianza](http://www.epicentro.iss.it/it/coronavirus/sars-cov-2-integrated-dati-di-sorveglianza)). Questo sistema fornisce registrazioni individuali di tutti i soggetti risultati positivi al Sars-Cov-2 a partire dal 20 febbraio 2020, per un totale di n=4.170.474 casi registrati in Italia fino al 16 giugno 2021. Nell'ambito del sistema di sorveglianza Covid-19 dell'Istituto superiore di sanità (Iss), per ciascun soggetto erano disponibili informazioni sull'età al momento della diagnosi Covid-19, sesso, comune di residenza, data dell'esame, presenza di sintomi all'esordio, eventuale ricorso al ricovero ospedaliero e accesso a un reparto di terapia intensiva, e stato in vita alla fine del *follow-up* (decesso o guarigione) [3]. Abbiamo escluso tutti i record con informazioni mancanti su età, sesso, comune di residenza o covariate a livello di area (n=44.156); operatori sanitari (n=131.003); e comuni con meno di 3 casi (n=113), per un totale di 3.995.502 casi (124.346 decessi) inclusi nell'analisi. L'esposizione cronica all'inquinamento atmosferico è stata assegnata al comune di residenza di ciascun caso di Covid-19 sulla base di un modello di esposizione spazio-temporale precedentemente sviluppato che ha stimato le concentrazioni medie di PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e NO<sub>2</sub> per ogni chilometro quadrato del territorio italiano

nel corso del 2016–2019 [4]. Da queste stime, abbiamo derivato le concentrazioni medie 2016–2019 in ciascun comune (n=7.800) calcolando la media dei valori giornalieri di tutte le celle della griglia di 1 km<sup>2</sup> che intersecavano il comune, con pesi proporzionali alla popolazione residente in ciascuna cella (esposizioni pesate per popolazione).

Abbiamo inoltre raccolto dati su 54 variabili a livello di comune classificate in cinque domini principali volti a descrivere i determinanti più rilevanti della distribuzione spaziale dei casi e dei decessi di Covid-19:

- caratteristiche del comune (12 variabili)
- popolazione (5 variabili)
- mobilità (13 variabili)
- stato socioeconomico e sanitario (10 variabili)
- offerta sanitaria (14 variabili).

Queste 54 variabili sono state poi sintetizzate in 12 componenti principali (Pc), al fine di riassumerne il contenuto informativo in un numero ridotto di fattori. Maggiori dettagli nell'articolo di Giannini, Nobile e Bauleo del presente numero (p. 34) e in Bauleo et al. [5].

L'associazione tra esposizione a lungo termine agli inquinanti atmosferici e mortalità tra i casi di Covid-19 è stata

	Casi di Covid-19		Decessi		Ricoveri		Terapie intensive		
	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	
Popolazione in studio	3.995.202	100%	124.346	100%	391.329	100%	54.699	100%	
Ondata pandemica	1°	201.210	5%	35.440	29%	82.340	21%	9.978	18%
	2°	1.534.950	38%	41.620	33%	125.024	32%	18.398	34%
	3°	2.259.042	57%	47.286	38%	183.964	47%	26.323	48%
Età (anni)	0-64	3.173.243	80%	11.879	9%	147.849	38%	19.556	36%
	65-74	369.907	9%	23.164	19%	83.450	21%	17.500	32%
	75-84	285.527	7%	44.914	36%	95.384	24%	12.994	24%
	85+	169.525	4%	44.389	36%	64.646	17%	4.649	8%

TAB. 1 DATI SANITARI

Descrizione dei dati sanitari: distribuzione dei casi di Covid-19, decessi, ricoveri e accessi in terapia intensiva, per ondata pandemica ed età, Italia, 20 febbraio 2020 - 15 giugno 2021.

stimata con modelli di regressione binomiale negativa. Innanzitutto, abbiamo aggregato i casi di Covid-19 (denominatori) e i decessi (numeratori) per comune, anno, mese, età (classi di 5 anni) e sesso. In secondo luogo, abbiamo implementato modelli di regressione binomiale negativa con il numero di decessi come variabile dipendente, il numero di casi come termine di *offset*, l'inquinante atmosferico come esposizione, e con un livello crescente di aggiustamento per i potenziali fattori confondenti, dal modello "grezzo" (nessun confondente) al modello finale, aggiustato per termini di interazione tra anno e mese (trend temporale), provincia (pattern spaziale), età e sesso (fattori individuali), una selezione delle 12 componenti principali (fattori contestuali). Tale selezione è stata operata scegliendo solo i due domini informativi (stato socioeconomico e sanitario, offerta sanitaria) plausibilmente correlati alla distribuzione spaziale degli eventi fatali tra i casi di Covid-19, mentre gli altri tre domini (caratteristiche del comune, popolazione, mobilità) sono stati ritenuti responsabili della distribuzione geografica dei casi di Sars-Cov-2 (incidenza), e analizzati nell'articolo sull'incidenza (maggiori dettagli nell'articolo di Ranzi del presente numero, p. 36 e in Ranzi et al. [6]).

Abbiamo eseguito una serie di analisi aggiuntive, di cui due in particolare sono dettagliate nel presente contributo. Innanzitutto, abbiamo definito tre ondate pandemiche in accordo con le indicazioni dell'Iss, come: prima (20 febbraio 2020–31 maggio 2020), seconda (15 settembre 2020–15 dicembre 2020) e terza (16 dicembre 2020–15 giugno 2021) e abbiamo implementato modelli separati per ondata. In secondo luogo abbiamo stimato effetti differenziali per età, al fine di identificare sottogruppi di popolazione (ad esempio gli anziani) particolarmente suscettibili. In terzo luogo, abbiamo studiato l'associazione tra inquinamento atmosferico e ricoveri o accessi alle unità di terapia intensiva tra i casi di Covid-19, al fine di valutare la robustezza delle associazioni con esiti di prognosi avversa alternativi al decesso.

La *tabella 1* riporta una descrizione dei dati sanitari analizzati, in termini di casi di Covid-19, decessi, ricoveri e accessi in reparti di terapia intensiva. Sono anche mostrate le distribuzioni per ondata pandemica e per classe di età. Abbiamo analizzato i dati su 3.995.202 casi di Covid-19, 124.346 decessi, 391.329 ricoveri e 54.699 accessi in reparti di terapia intensiva. La maggior parte dei

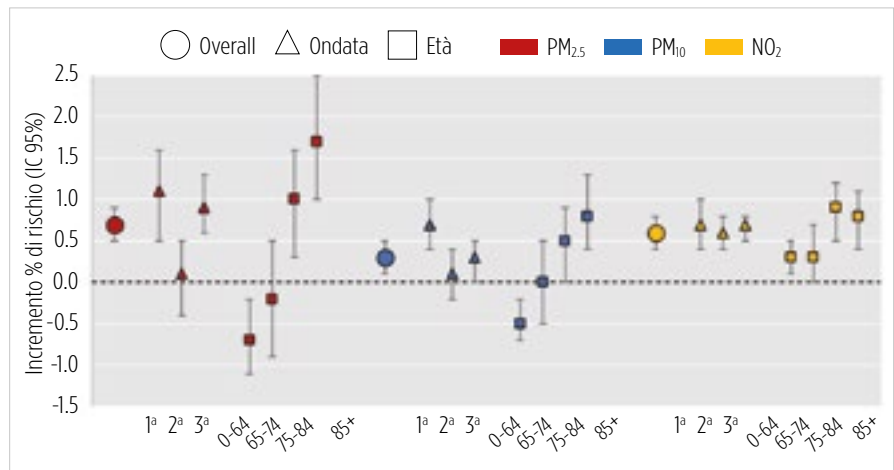


FIG. 1 COVID-19 E MORTALITÀ  
Associazione tra inquinanti atmosferici e mortalità nei casi di Covid-19, overall (modello finale), per ondata pandemica e classe di età: incrementi percentuali di rischio di mortalità, e intervalli di confidenza al 95%, per incrementi unitari degli inquinanti. Italia, 20 febbraio 2020 - 15 giugno 2021.

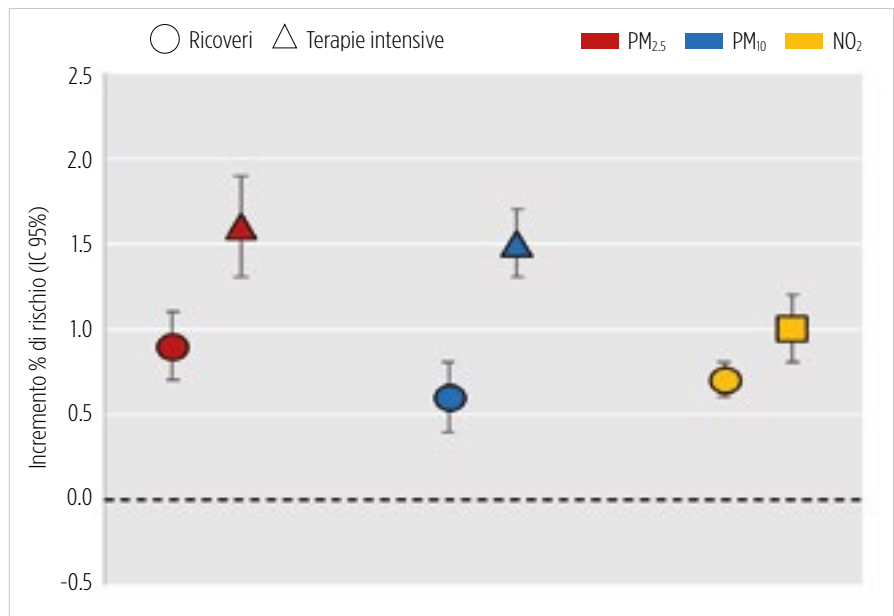


FIG. 2 COVID-19 E RICOVERI OSPEDALIERI  
Associazione tra inquinanti atmosferici e ricoveri ospedalieri o accessi in reparti di terapia intensiva nei casi di Covid-19 (modello finale): incrementi percentuali di rischio di esito (ricovero o terapia intensiva), e intervalli di confidenza al 95%, per incrementi unitari degli inquinanti. Italia, 20 febbraio 2020 - 15 giugno 2021.

casi è stata diagnosticata nella seconda e terza ondata pandemica (rispettivamente 38% e 57%), mentre la mortalità, e in misura minore i ricoveri e le terapie intensive, sono state molto più elevate nel primo periodo (oltre 35 mila decessi, 82mila ricoveri e quasi 10 mila accessi in terapia intensiva su circa 200 mila casi). I casi sono stati diagnosticati principalmente tra soggetti giovani e adulti (80%, 0-64 anni), mentre la mortalità è aumentata esponenzialmente con l'età (72%, 75+ anni). I ricoveri e le terapie intensive hanno mostrato andamenti intermedi, con quote elevate in tutte le classi di età, sebbene maggiori, per unità di popolazione, nelle classi anziane. La *figura 1* riassume i risultati principali dello studio, relativamente all'associazione

tra i tre inquinanti e l'esito di mortalità. Sono mostrati i risultati del modello finale, nell'intera popolazione in studio, e disaggregati per ondata pandemica o per classe di età. Nel nostro modello finale (ovvero quello aggiustato per interazioni multiple tra anno-mese, provincia, classe di età, sesso e componenti principali), incrementi di 1 µg/m<sup>3</sup> degli inquinanti sono stati associati ad aumenti dei tassi di mortalità pari rispettivamente a:  
 - 0,7% per PM<sub>2.5</sub> (intervallo di confidenza al 95% [IC 95%]: 0,5%, 0,9%)  
 - 0,3% per PM<sub>10</sub> (IC 95%: 0,2%, 0,5%)  
 - 0,6% per NO<sub>2</sub> (IC 95%: 0,5%, 0,8%).  
 Inoltre, le associazioni risultavano più elevate nella prima e terza ondata pandemica per il PM, mentre non si sono riscontrate differenze di rilievo per l'NO<sub>2</sub>.



Infine, per tutti gli inquinanti abbiamo riscontrato effetti maggiori negli anziani.

La figura 2 riporta le stime di associazione tra gli inquinanti atmosferici e gli altri due esiti sanitari: i ricoveri ospedalieri e gli accessi in reparti di terapia intensiva. Abbiamo stimato un aumento dei tassi di ospedalizzazione dello 0,9% (IC 95%: 0,7%, 1,1%), 0,6% (IC 95%: 0,5%, 0,8%) e 0,7% (IC 95%: 0,6%, 0,8%) per incrementi di  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  rispettivamente di  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{NO}_2$ . Gli aumenti corrispondenti nei tassi di accesso alle unità di terapia intensiva sono stati dell'1,6% (IC 95%: 1,3%, 1,9%), 1,5% (IC 95%: 1,3%, 1,7%) e 1,0% (IC 95%: 0,8%, 1,1%).

Questo studio presenta diversi punti di forza. Innanzitutto, è l'unico studio in Italia con dati individuali sull'intera popolazione di casi di Covid-19. Abbiamo potuto analizzare i dati di 4 milioni di casi diagnosticati tra febbraio 2020 e giugno 2021, con informazioni a livello individuale sulle caratteristiche sociodemografiche e sullo stato clinico all'esordio. Tali dati sono stati integrati da un ampio elenco di variabili contestuali. Queste informazioni hanno consentito un controllo rigoroso di tutti i principali determinanti individuali e di area della gravità di Covid-19 nelle analisi epidemiologiche. In secondo luogo, l'utilizzo di molteplici termini di interazione tra componenti temporali e spaziali nei modelli statistici, nonché l'ampio elenco di analisi di sensibilità, forniscono prove suggestive di un plausibile nesso causale tra esposizione cronica all'inquinamento atmosferico e la prognosi sfavorevole per il Covid-19. Infine, abbiamo caratterizzato l'esposizione a lungo termine a diversi inquinanti atmosferici utilizzando un sofisticato modello di *machine learning* addestrato su un ampio insieme di predittori spaziali e spaziotemporali. Vanno tuttavia riconosciute diverse limitazioni. Innanzitutto, la residenza individuale è stata valutata a livello comunale; pertanto, abbiamo dovuto aggregare casi e decessi e adottare un disegno di studio ecologico. Questo approccio è stato criticato in quanto incline al confondimento residuo, in contrapposizione agli studi longitudinali prospettici a livello individuale [7, 8]. Tuttavia, la disponibilità di dati a livello individuale su età, sesso e stato clinico all'esordio ha consentito un'ulteriore stratificazione per tali variabili. Inoltre, la nostra analisi dei casi di Covid-19 (piuttosto che della popolazione

generale) ha eliminato il potenziale ruolo confondente dei determinanti non misurabili della diffusione del Sars-Cov-2 (contatti da persona a persona, mobilità su piccola scala ecc.), consentendoci di concentrare la nostra ipotesi di studio sulla prognosi sfavorevole del Covid-19. Un secondo limite del nostro database è la difficoltà intrinseca del sistema di sorveglianza a intercettare i casi asintomatici, soprattutto nelle prime fasi della pandemia. Anche se per la maggior parte dei casi erano disponibili informazioni sullo stato sintomatico all'esordio, è probabile che molti individui infetti, soprattutto quelli con sintomi lievi o assenti, non siano stati inclusi nell'analisi. Pertanto, i nostri risultati non sono rappresentativi della popolazione totale veramente infetta. In terzo luogo, mancavano informazioni sulla qualità delle cure ricevute da ciascun caso ospedalizzato. La qualità delle cure potrebbe essere, in linea di principio, un forte determinante della prognosi, indipendentemente dalla gravità della malattia, con potenziali differenze nello spazio e nel tempo. Tuttavia, è improbabile che questo fattore sia correlato alla distribuzione spaziale dell'inquinamento atmosferico, una volta che i modelli tengono conto dei trend temporali dei tassi di mortalità per provincia.

In conclusione, abbiamo trovato associazioni statisticamente significative tra esposizione a lungo termine all'inquinamento atmosferico e mortalità, ricoveri ospedalieri e accesso alle



FOTO: R. BRANCONINI - REGIONE ER

unità di terapia intensiva in un ampio studio nazionale su 4 milioni di casi di Covid-19 documentati in Italia in tre ondate epidemiche da febbraio 2020 a giugno 2021. Le associazioni sono risultate robuste rispetto a diverse scelte modellistiche relative all'aggiustamento dei fattori di confondimento, erano più forti tra i soggetti anziani, ed erano più elevate durante la prima e la terza ondata pandemica.

#### Massimo Stafoggia

(per il Gruppo collaborativo Epicovair)

Dipartimento di Epidemiologia, Asl Roma 1, Servizio Sanitario Regionale del Lazio

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Who (World health organization), Who Coronavirus (Covid-19) Dashboard. <https://covid19.who.int/> [accessed 29 August 2023].
- [2] Stafoggia M., Ranzi A., Ancona C. et al., "Long-term exposure to ambient air pollution and mortality among four million Covid-19 cases in Italy: The EpiCovAir study", *Environ health perspect.*, 2023; 131(5): 57004.
- [3] Riccardo F., Ajelli M., Andrianou X.D. et al., "Epidemiological characteristics of Covid-19 cases and estimates of the reproductive numbers 1 month into the epidemic, Italy, 28 January to 31 March 2020", *Euro Surveill.*, 2020; 25(49): 2000790.
- [4] Stafoggia M., Cattani G., Ancona C., Ranzi A., "Exposure assessment of air pollution in Italy 2016-2019 for future studies on air pollution and Covid-19", *Epidemiol Prev.*, 2020; 44(5-6 suppl 2): 161-168. Italian.
- [5] Bauleo L., Giannini S., Ranzi A. et al., "A methodological approach to use contextual factors for epidemiological studies on chronic exposure to air pollution and Covid-19 in Italy", *Int J Environ Res Public Health*, 2022; 19(5): 2859.
- [6] Ranzi A., Stafoggia M., Giannini S. et al., "Long-term exposure to ambient air pollution and the incidence of Sars-Cov-2 infections in Italy: The EpiCovAir study", *Epidemiol Prev.*, 2023; 47(3):125-136. Italian.
- [7] Villeneuve P.J., Goldberg M.S., "Methodological considerations for epidemiological studies of air pollution and the Sars and Covid-19 coronavirus outbreaks", *Environ Health Perspect.*, 2020; 128(9): 95001.
- [8] Nicole W., "Air of uncertainty: can we study pollution and Covid-19 in the midst of a pandemic?", *Environ Health Perspect.*, 2020; 128(11): 114005.

# GRANCHIO BLU, DA EVENTO INVASIVO A EVENTO MEDIATICO

LE PRIME SEGNALAZIONI IN EUROPA RISALGONO AL 1900, IN ADRIATICO AL 1949. LE SUE CARATTERISTICHE DI GRANDE ADATTABILITÀ, FECONDITÀ, CAPACITÀ DI DISPERSIONE E COMPORTAMENTO AGGRESSIVO NE HANNO FAVORITO LA DIFFUSIONE, FINO A DIVENTARE UNA DELLE SPECIE “ALIENE” PIÙ PERICOLOSE PER I SETTORI DI PESCA E MOLLUSCHICOLTURA.

“**A**llarme granchio blu”, “Infestazioni da granchio blu”, “Incubo granchio blu”: sono solo alcuni dei titoli che troviamo nella nutrita rassegna di articoli giornalistici legati a questo crostaceo giunto nei nostri ambienti acquatici marini e di transizione ormai da anni.

Già il suo nome scientifico ci ricorda tre delle sue caratteristiche: infatti *Callinectes sapidus* vuol dire “bel nuotatore saporito”. È un granchio di grandi dimensioni, caratterizzato da un corpo largo circa il doppio della sua lunghezza. Le chele sono di colore blu nei maschi e rosso nelle femmine. Il colore blu è spiegato dalla presenza di una proteina che dopo la cottura diventa rosso a seguito della denaturazione della stessa. La sua dieta comprende un po' di tutto: vegetali e animali come i molluschi, crostacei, vermi, meduse e piccoli pesci. Proveniente dall'Atlantico occidentale con una distribuzione che va dal New England all'Uruguay, ha come habitat preferito quello delle aree lagunari e degli estuari, caratterizzate da acque basse, fondali fangosi, salinità medie basse con forti escursioni di temperatura e anche di salinità. Attraversando l'Atlantico arrivò in Europa sulle coste francesi nel 1900 per poi essere ritrovato nel 1932 nel mare del Nord, nel 1949 nel mar Mediterraneo (ma probabilmente già nel 1935), nel 1951 nel mar Baltico, nel 1967 nel mar Nero. Sono queste solo alcune delle tante segnalazioni riportate che lo identificano subito come una specie ad alta invasività.

La sua presenza non è nuova nel nostro mare e nelle aree fluviali e lagunari. La prima segnalazione in Adriatico si riferisce a tanti anni fa: nel 1949 nella laguna di Grado ci fu il primo avvistamento a cui è seguì poco dopo un secondo avvistamento nel 1950 nella laguna di Venezia. Ma come è arrivato dalle coste americane dell'Atlantico? Sicuramente non passeggiando, ma si può ragionevolmente ipotizzare un

primo accidentale arrivo dall'Atlantico occidentale del porto di Rochefort delle sue larve con le acque di zavorra delle navi a cui si sono accompagnate un insieme di più modalità di entrata, sia intenzionali legate alle attività di acquacoltura sia occasionali. Infatti, considerando il fatto che è una specie con un suo valore commerciale, in quanto le sue carni sono “saporite”, può essere stato anche introdotto intenzionalmente per scopi di acquacoltura o accidentalmente rilasciato da casse importate per il consumo umano. Si potrebbero quindi ipotizzare introduzioni multiple che associate alle sue potenzialità hanno portato a una distribuzione così ampia.

Nell'ultima decina di anni erano ormai diverse le segnalazioni anche nelle acque della regione Emilia-Romagna, sia in zone lagunari sia nelle aree prettamente costiere del mare, ma con abbondanze contenute. Non era così difficile pescarlo e i suoi ritrovamenti destavano una certa curiosità sia per la grande pezzatura sia per il bel colore azzurro/blu che colora gran parte del suo corpo. Purtroppo le sue particolarità ben conosciute quali un'alta fecondità, un'ottima capacità di dispersione, una crescita veloce, un suo comportamento aggressivo associato a una ampia tolleranza ambientale predisponavano *Callinectes* a essere un invasore di successo. Di fatto l'affermazione della sua invasione non è stata tenuta nella giusta considerazione negli ultimi anni, sottovalutando il fatto che le sue caratteristiche avrebbero potuto condurre a una così alta diffusione nella fascia costiera. La stima degli impatti sugli habitat in generale e in particolare sugli habitat marini non è un'attività facile da realizzare, deve essere progettata, supportata da numeri e per fare ciò sono richiesti tempo e competenze tecniche. Inoltre in un ambiente acquatico la stima dell'impatto, anche solo quello visivo, è più difficile rispetto a quello che si può avere sulla terraferma.



Numerosi studi svolti negli ultimi decenni hanno sempre confermato significative conseguenze ecologiche negli equilibri degli ambienti invasi, al punto da essere inserito, fin dal 2006, nella “top 100” delle specie “aliene” più pericolose per il Mediterraneo. È certo il danno al comparto della pesca e ai settori a questo collegati per la perdita del loro prodotto che viene voracemente predato. Proprio quel settore della pesca che da anni aveva inserito il granchio blu nella lista delle specie commerciali nazionali, tanto da riuscire a conferirlo in maniera continua in alcuni mercati ittici con quote di prodotto modeste. Poi il nostro amico granchio, dopo anni di preparazione, ha fatto quello che sa fare, ovvero invadere, non lasciando all'uomo il controllo della situazione. Ecco quindi che, per correre ai ripari sono arrivati i risarcimenti, milioni di euro stanziati dal governo come misure di sostegno per la perdita del prodotto e la protezione degli allevamenti di vongole e mitili indirizzati a proteggere un comparto produttivo strategico. Allo stato attuale l'unico modo per contrastare la sua diffusione sembra essere quello di catturarlo, anche se di predatori naturali il granchio blu ne avrebbe: tartarughe, alcuni pesci, polpi e uccelli, ma l'uomo è a sua volta il predatore di questi ultimi, rendendo più facile la vita al nostro invasore. Così per combatterlo non ci restano che pentole e sussidi.

**Cristina Mazziotti, Marco Lezzi**

Struttura oceanografica Daphne, Arpa Emilia-Romagna

# PERCHÉ UN MASTER IN AMBIENTE E SALUTE

SI È RECENTEMENTE CONCLUSO IL MASTER DI SECONDO LIVELLO IN “AMBIENTE E SALUTE” DELL’UNIVERSITÀ DI BOLOGNA, PROMOSSO DA ARPAE, DI CUI PRESENTIAMO GLI ELABORATI DI FINE CORSO. UN PERCORSO FORMATIVO CHE HA INTEGRATO SAPERI INDISPENSABILI PER UNA SEMPRE PIÙ EFFICACE PREVENZIONE DELLE PATOLOGIE DI ORIGINE AMBIENTALE.

La tematica di ambiente e salute è una delle più complesse nel campo delle politiche di sanità pubblica per la prevenzione delle patologie di origine ambientale. Negli ultimi anni la necessità di declinare i molteplici aspetti di questa relazione e di trovare percorsi di integrazione tra le molte discipline che la compongono ha messo in luce anche l'esigenza di rafforzare e completare i curriculum accademici che aprono alle professioni sanitarie e di creare una base culturale comune su cui i diversi professionisti possano costruire una risposta efficace alle sfide che la tematica di ambiente e salute pone.

La necessità di percorsi formativi universitari e post-universitari dedicati era stata affrontata, e discussa nel dettaglio, in un sottogruppo di lavoro della *task force* Ambiente e salute presso il Ministero della Salute, durante il biennio di operatività 2016-2018. Il documento finale proponeva un curriculum ideale con l'obiettivo di unificare e integrare le conoscenze delle diverse figure professionali che, a vario titolo, avrebbero intrapreso una carriera lavorativa nelle strutture pubbliche maggiormente coinvolte nella trattazione dei temi di ambiente e salute. Fra i diversi, possibili percorsi formativi analizzati e proposti, il master post-laurea rappresentava lo strumento più flessibile e immediato per coinvolgere laureati nelle diverse discipline, anche quelle proprie di professioni non sanitarie, ma a pieno titolo coinvolte in quella *scienza dell'esposizione* che fa da cornice di riferimento e collante della tematica di ambiente e salute.

Arpae si è fatta, dunque, promotrice di questa proposta presso l'Università di Bologna, con cui erano già stati intrapresi altri percorsi formativi nel campo del *management* ambientale e del monitoraggio ambientale. Fondamentale è stato l'incontro con il professor Marco Domenicali, del

Dipartimento di Medicina e chirurgia dell'Università di Bologna, con cui è stata chiara fin dal primo incontro, la comunanza di interessi e di obiettivi per far crescere e sviluppare l'idea iniziale in un percorso formativo che integrasse il sapere e l'insegnamento accademico, base fondante della formazione, con l'esperienza degli addetti ai lavori, professionisti del sistema agenziale (Snpa, Sistema nazionale di prevenzione ambientale), dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra), dei Dipartimenti di sanità pubblica, delle strutture di ricerca nazionali e internazionali.

È nato, così, sotto la sapiente direzione del professor Domenicali, e con il pieno supporto della fondazione Flaminia, il primo master di Ambiente e salute, proposto per l'anno accademico 2021-2022. Un master di secondo livello, inteso a “formare i professionisti che lavorano o intendono lavorare nelle equipe di Dipartimenti di sanità pubblica che notoriamente necessitano di approcci multidisciplinari per comprendere la complessa interazione che lega l'ambiente con la salute così da affiancare i medici per la *public health management* e per il *risk assessment*”.

Il master nasce in un periodo particolarmente felice e fecondo per la tematica di riferimento. Ad aprile 2022, viene istituito il Sistema nazionale prevenzione salute dai rischi ambientali e climatici (Snps), come parte degli interventi finanziati dal Piano nazionale complementare al Piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnc/Pnrr). Lo stesso Pnc supporta il finanziamento di 14 progetti di ricerca sulle tematiche di salute, ambiente, biodiversità e clima e di progetti di formazione sullo stesso tema, che vedono una collaborazione sempre più stretta e convinta fra Snps/Srps e Snpa e un'attenzione crescente e concreta allo sviluppo di nuovi e più consolidati approcci ai temi più caldi dell'interazione

ambiente e salute, l'inquinamento dell'aria *outdoor* e *indoor*, la salute delle acque, la digitalizzazione, le infrastrutture verdi, per citare solo quei temi che la felice congiuntura temporale ci ha permesso di trattare e ampliare all'interno del master, con efficaci interventi da parte di professionisti coinvolti operativamente e a pieno titolo in queste tematiche. Il percorso del master si è completato a luglio 2023 con la presentazione dei lavori di tesi e di *project work* nella suggestiva cornice della Casa Matha, a Ravenna. Gli argomenti scelti dagli studenti, sotto la guida dei loro relatori, e sulla base dell'interesse stimolato nei lunghi weekend di lezioni e discussioni d'aula, sono l'immagine di quella molteplicità di aspetti, di quella necessità di approcci multidisciplinari che la tematica ambiente e salute richiede e a cui abbiamo già accennato. Per questo motivo, Arpae ha accettato con entusiasmo l'idea di curare su questo numero di *Ecoscienza* una raccolta dei contributi degli studenti che illustrino gli argomenti dei loro elaborati di fine corso, accompagnati da un breve commento dei loro relatori sul significato che ogni singolo tema riveste nella tematica generale di ambiente e salute.

Gli ottimi risultati raggiunti ci rafforzano nell'idea che il master appena concluso debba essere considerato un prototipo di iniziative formative da realizzare nel prossimo futuro, facendo tesoro anche dei suggerimenti raccolti dai docenti e dagli studenti in questi mesi passati e mirando a un sempre maggiore coinvolgimento di tutti coloro che fanno della tematica di ambiente e salute il terreno fertile per una sempre più efficace prevenzione primaria.

**Giuseppe Bortone**

Direttore generale, Arpa Emilia-Romagna

# BIOPLASTICHE IN AMBIENTE MARINO: EFFETTI DEGLI ADDITIVI

LE BIOPLASTICHE OGGI IN COMMERCIO NECESSITANO ANCORA DI MIGLIORAMENTI PER ESSERE SOSTITUITI SOSTENIBILI DELLE PLASTICHE CONVENZIONALI, PER GLI ELEVATI TEMPI DI DEGRADAZIONE RISCONTRATI IN AMBIENTE NATURALE E A CAUSA DEL RILASCIO DI ADDITIVI POTENZIALMENTE PERICOLOSI PER LA SALUTE.

**L**e plastiche sono materiali formati da un ampio numero di polimeri organici diversi tra loro e sarebbe corretto, pertanto, usare il termine plurale. Tuttavia, è assai più comune l'uso generico del nome singolare plastica. La plastica è un materiale versatile, resistente, economico, durevole, e per questo ha contribuito a numerosi progressi tecnologici, interessando fra gli altri l'edilizia, l'industria automobilistica, gli imballaggi e la conservazione del cibo. Questo ha comportato un aumento della produzione che è passata da 1,5 milioni di tonnellate nei primi anni 50 del 1900 fino a 390 milioni di tonnellate all'anno nel 2021, tanto che gli scienziati fanno riferimento a questo periodo definendolo "età della plastica". A causa del grande uso e della sua estrema durabilità la plastica oggi rappresenta uno dei principali rifiuti che inquina l'ambiente terrestre e acquatico.

È ben noto il fenomeno della frammentazione delle plastiche, attraverso cui si formano micro- e nanoplastiche, ma un problema meno conosciuto è legato al rilascio di additivi, sostanze aggiunte durante le fasi di produzione per migliorare la qualità dei prodotti finali. Gli additivi hanno diverse funzioni, fra cui quelle di plastificanti, ritardanti di fiamma, stabilizzanti, antiossidanti e pigmenti, e possono costituire una percentuale rilevante del materiale commercializzato. Fra essi sono presenti composti organici come bisfenolo A, ftalati, ritardanti di fiamma bromurati, sostanze per le quali sono dimostrati da anni effetti avversi sugli organismi viventi, oltre a metalli come alluminio, cobalto, nichel, stagno, zinco ecc. Gli additivi, per la maggior parte, non sono legati in maniera covalente ai polimeri; pertanto, nel tempo tendono a essere rilasciati nel mezzo circostante.

Dato il problema di accumulo di plastica nell'ambiente, la ricerca ha sviluppato nuovi tipi di materiali plastici "sostenibili"

## PRESENTAZIONE DELLA RELATRICE

Per promuovere l'economia circolare e mitigare l'inquinamento ambientale, l'industria delle bioplastiche ha iniziato a eliminare gradualmente i polimeri derivati dai prodotti petrolchimici. Si tratta di un'azione meritoria, ma non sufficiente dato che le bioplastiche in commercio contengono anche additivi potenzialmente dannosi. La plastica scartata spesso finisce nell'oceano, dove molte sostanze chimiche che dalle plastiche sono rilasciate nell'ambiente acquatico si sono rivelate tossiche per gli organismi marini. Sono quindi urgenti maggiori informazioni sui contaminanti di emergente preoccupazione (bisfenoli, ftalati ecc.) e altre sostanze presenti come additivi nelle bioplastiche, che i produttori non forniscono. D'altra parte, non sono disponibili protocolli standardizzati per ottenere e caratterizzare in laboratorio le sostanze chimiche rilasciate dalle bioplastiche, così come dalle plastiche convenzionali. Nella chiara impossibilità di ottenere una lista completa degli additivi rilasciati in mare e la loro tossicità, è fondamentale utilizzare approcci chimici e biologici integrati per valutare i rischi associati alle esposizioni alle miscele di sostanze chimiche rilasciate dai diversi prodotti destinati al commercio. Importante anche la collaborazione dei produttori di nuove bioplastiche con i ricercatori, per identificare alternative sostenibili e più sicure evitando *ab origine* lo sversamento di rifiuti tossici negli oceani.

### Elena Fabbri

Professoressa ordinaria di Fisiologia, Dipartimento di Scienze biologiche, geologiche e ambientali (Bigea), Università di Bologna

chiamati bioplastiche, creati con l'intento di degradarsi più velocemente e causare danni minori quando dispersi in ambiente. Un materiale plastico si può definire "bio" se:

- 1) è costituito di polimeri che hanno caratteristiche di biodegradabilità, e può essere mineralizzato tramite attività di microrganismi portando alla formazione di CO<sub>2</sub>, acqua e biomassa
- 2) oppure è ottenuto almeno in parte da quei materiali che contengono carbonio organico originato da fonti rinnovabili come amido, cellulosa e zucchero, contrapponendosi così alle plastiche originate da fonti fossili e non rinnovabili come il petrolio. Va sottolineato quindi che una bioplastica basata su materiale biologico non è necessariamente biodegradabile, viceversa bioplastiche prodotte da fonti fossili possono essere biodegradabili. Esistono quindi bioplastiche non degradabili costituite da materiali a base biologica, bioplastiche a base biologica e biodegradabili, e bioplastiche biodegradabili costituite da materie prime di origine fossile.

Secondo la Direzione generale della Commissione europea per l'Ambiente sono sei i principali polimeri considerati bioplastiche: le miscele di amido, l'acido polilattico (Pla), i poliidrossialcanoati (Pha), il polibutilene succinato (Pbs), il policaprolattone (Pcl) e il polibutilene adipato-co-terefalato (Pbat). In particolare, Pla, Pha e le miscele di amido sono sia biodegradabili sia prodotte da fonti organiche rinnovabili; mentre Pbs, Pcl e Pbat sono polimeri biodegradabili originati da fonti fossili (figura 1). Le bioplastiche costituite da questi polimeri possono anche essere prodotte in maniera composita, ad esempio come combinazioni Pbat/Pla e Pbat/amido.

La degradazione delle bioplastiche in ambiente marino si compone di tre fasi: la frammentazione a opera di fattori abiotici (es. onde, temperatura, abrasione della sabbia, raggi Uv) e biotici (attività di microrganismi); l'idrolisi interviene poi come reazione di depolimerizzazione, passando da polimeri a oligomeri e monomeri mediante l'attività di



FOTO: BRIAN YURATIS - UNSPLASH

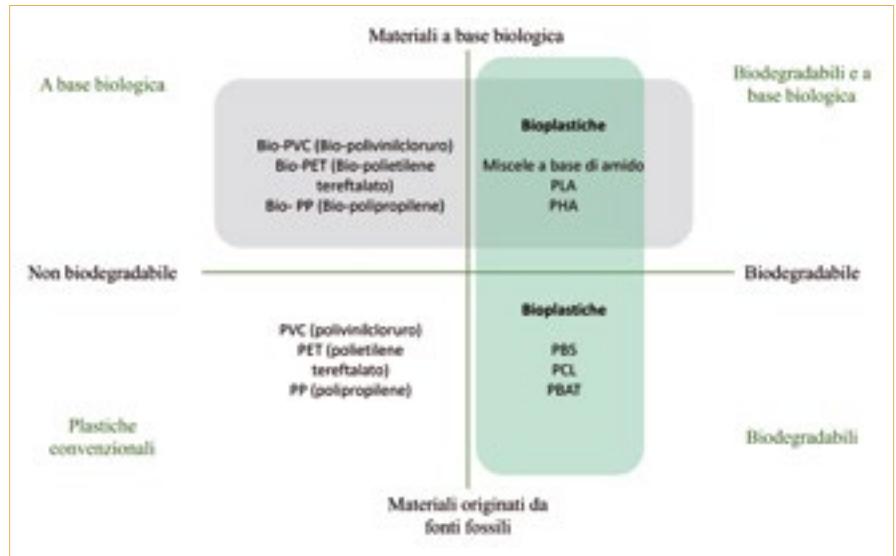


FIG. 1 BIOPLASTICHE  
Classificazione delle bioplastiche.

microrganismi che utilizzano enzimi; infine la biodegradazione dove vengono degradati i prodotti formati dall'idrolisi, che si divide a sua volta in due fasi: l'assimilazione e la mineralizzazione. In questa ultima fase i microrganismi trasformano il carbonio della plastica in CO<sub>2</sub>, acqua, composti inorganici e biomassa (figura 2). Tuttavia, studi del Centro nazionale delle ricerche (Cnr) insieme ad altri enti di ricerca hanno dimostrato che il grado di invecchiamento e degradazione di polimeri di plastica biodegradabile in acqua di mare è lento e simile a quello di altri polimeri di plastiche convenzionali. In pratica, la degradazione delle bioplastiche in ambiente naturale ha tempi molto più lunghi rispetto a quelli che si verificano in condizioni di compostaggio industriale, vanificando almeno in parte i vantaggi prospettati per questi materiali. Inoltre, anche le bioplastiche contengono additivi. Le materie prime utilizzate per la produzione delle bioplastiche hanno caratteristiche fisiche e chimiche meno performanti che necessitano di un maggiore utilizzo di additivi per la produzione di prodotti finali ottimali. Essendo le bioplastiche create con l'intento di degradarsi rapidamente, gli additivi possono essere rilasciati in ambiente marino più facilmente causando danni agli organismi e agli ecosistemi. Gli studi circa il rilascio di additivi dalle bioplastiche in ambiente marino sono recentissimi, così come quelli sugli effetti che le miscele di additivi trovati nell'acqua di mare hanno sugli organismi marini. Da questi studi emerge chiaramente come anche le bioplastiche, non diversamente dalle plastiche

convenzionali, contengano centinaia di additivi di varia natura e li rilascino in tempi brevi nell'acqua di mare in cui sono immerse. Gli additivi rilasciati dalle diverse bioplastiche di comune uso commerciale (piatti, bicchieri, sacchetti ecc.) sono diversi ma fra essi sono stati comunemente individuati ritardanti di fiamma, filtri solari, antiossidanti, ftalati, bisfenolo A, biocidi clorurati, bromurati e iodinati e metalli in traccia, oltre a centinaia di altre sostanze non ancora identificate. Utilizzando a diverse diluizioni l'acqua di mare contenente le miscele di additivi rilasciati nei diversi esperimenti, sono stati effettuati studi su batteri marini, ricci di mare e mitili, evidenziando effetti di tossicità che vanno dalla riduzione del metabolismo nei batteri alle alterazioni dello sviluppo embrionale di ricci e mitili, dalla ridotta fecondazione dei gameti nei mitili, all'alterazione di parametri fisiologici come la funzione delle cellule immunitarie nei mitili adulti. In generale, i risultati ottenuti da studi sulle bioplastiche hanno evidenziato risposte equiparabili all'esposizione degli organismi ai percolati da plastiche convenzionali, riconducibile alla presenza degli additivi o di sostanze note come Nias (*non intentionally added substances*), ovvero sostanze aggiunte non intenzionalmente, che vengono rilasciate nell'acqua in tempi successivi alla produzione. In conclusione, anche se tra le bioplastiche esistono ampie differenze nel contenuto e nella tossicità degli additivi rilasciati, va comunque considerato che esse contribuiscono a inquinare l'ambiente. Le bioplastiche necessitano

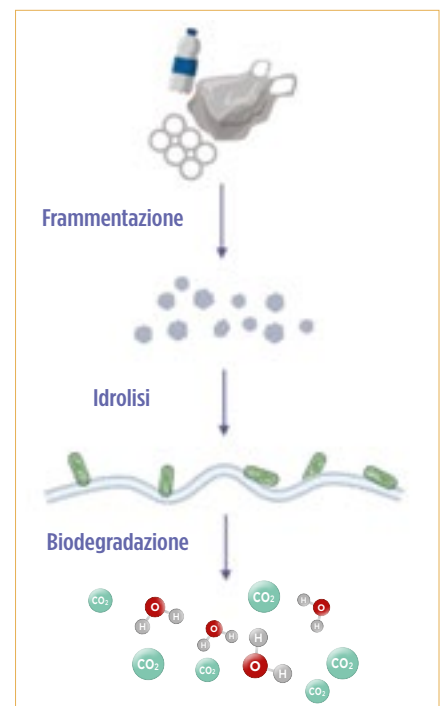


FIG. 2 DEGRADAZIONE  
Fasi della degradazione delle bioplastiche in ambiente marino (immagine creata con BioRender.com).

ancora di miglioramenti per essere sostituiti sostenibili delle plastiche convenzionali, sia per gli elevati tempi di degradazione riscontrati in ambiente naturale, sia a causa del rilascio di additivi potenzialmente pericolosi per la salute. Va quindi continuata una corretta azione di smaltimento e riciclo, evitandone l'abbandono in ambiente.

Serena Scala

Laureata magistrale in Biologia marina

# ONDATE DI CALORE E TUTELA DELLA SALUTE PUBBLICA

I CAMBIAMENTI CLIMATICI SONO DESTINATI AD ASSUMERE UN RUOLO SEMPRE PIÙ RILEVANTE ALL'INTERNO DELLE ATTIVITÀ DI PREVENZIONE E MONITORAGGIO DEI DIPARTIMENTI DI SANITÀ PUBBLICA SOPRATTUTTO NEI CONFRONTI DELLA POPOLAZIONE PIÙ VULNERABILE ALLE ONDATE DI CALORE. I RISULTATI DELL'ANALISI SVOLTA IN PROVINCIA DI PARMA.

**L**e alte temperature sono destinate ad assumere un ruolo sempre più rilevante all'interno degli eventi legati ai cambiamenti climatici; al contempo la quota di popolazione vulnerabile al caldo è destinata ad aumentare, per i processi di invecchiamento e per la tendenza a concentrarsi sempre di più nelle zone urbanizzate. Questi fenomeni rendono ancora più rilevante il ruolo degli enti in grado di monitorare e diramare le allerte meteo per le ondate di calore, della Sanità pubblica, con i relativi piani di prevenzione che favoriscono i processi di adattamento per ridurre gli impatti del caldo, e delle istituzioni in grado di gestire i processi di pianificazione urbanistica con lo scopo di attenuare e mitigare gli effetti delle isole di calore urbano. È in quest'ottica che il nostro lavoro intende analizzare gli eventi sanitari legati alle alte temperature nella provincia di Parma, suddivisa in capoluogo, pianura e montagna, al fine di avere un riscontro di una realtà locale caratterizzata da diverse condizioni meteo-climatiche, e di considerare l'applicabilità di modelli di analisi per eventuali monitoraggi futuri. L'obiettivo è stato quindi quello di valutare l'impatto dei mesi più caldi dell'anno, attraverso diversi indicatori di temperatura, sui più solidi esiti di salute quali mortalità

## PRESENTAZIONE DEL RELATORE

Il project work di Elisa Mariani ha riguardato un'analisi degli effetti delle alte temperature sulla salute della popolazione residente nella provincia di Parma, negli anni 2010-2022. Si tratta di un argomento molto rilevante e sempre più attuale nel panorama delle indagini sul legame tra ambiente e salute. È stato valutato l'effetto dei mesi più caldi su esiti di salute consolidati (mortalità e ricoveri), relativamente alla popolazione over-65, più suscettibile agli effetti dell'aumento delle temperature. Nonostante la potenza statistica bassa rispetto ad altri studi multicentrici presenti nella letteratura epidemiologica, l'aspetto innovativo è stato di considerare una realtà locale caratterizzata da diverse condizioni meteo-climatiche. Emerge un'indicazione interessante su effetti maggiori relativi alle aree di montagna, che merita sicuramente una verifica della robustezza del risultato su popolazioni più ampie. Il lavoro proposto offre spunti interessanti per approfondimenti su aree più estese e fornisce indicazioni utili per specifiche misure di prevenzione su un tema di grande attualità che sarà sempre più rilevante nell'ambito della prevenzione ambientale-sanitaria.

**Andrea Ranzi**

Struttura tematica Ambiente, prevenzione e salute, Arpa Emilia-Romagna

e ricoveri, nella popolazione over-65, considerata quella più suscettibile agli effetti dell'aumento delle temperature.

## Metodo di analisi

Lo studio è di tipo osservazionale ecologico retrospettivo basato su serie temporali e giornalieri e riguarda i mesi della stagione calda (maggio-settembre) degli anni dal 2010 al 2022. Per ogni giorno sono stati raccolti i dati relativi

a esiti sanitari e a variabili ambientali, nello specifico: il numero di decessi per tutte le cause, per cause cardiovascolari e cause respiratorie, e il numero dei ricoveri per cause cardiovascolari e respiratorie; temperatura media, umidità relativa media, indice di Thom (usato per la definizione delle ondate di calore) e  $PM_{10}$ ; è stata costruita la variabile temperatura apparente, utilizzando l'indice di calore, che utilizza la misura della temperatura dell'aria e la percentuale dell'umidità relativa, calcolato in gradi Celsius. L'analisi



FOTO: REGIONE ER - CASELLI NIRMAL MARCO

descrittiva ha riportato l'andamento annuale delle concentrazioni del PM<sub>10</sub>, dei dati meteorologici sia misurati (temperatura media giornaliera) sia derivati (temperatura apparente e ondate di calore) e degli eventi sanitari. Sono state eseguite due analisi per valutare gli effetti delle alte temperature sulla salute: la prima è una regressione che ha confrontato i giorni con presenza di ondate di calore rispetto a quelli privi di ondate; la seconda è un modello di serie temporale dove l'effetto del caldo è espresso come rischio relativo associato al 99° percentile rispetto al 75° della temperatura apparente.

## Risultati emersi e discussione

Dall'analisi descrittiva emerge, come previsto, la presenza di ondate di calore con poca numerosità e bassa intensità nella regione montuosa rispetto alla zona di pianura e quella di città; questo aspetto è confermato anche dall'andamento della temperatura apparente che è marcatamente inferiore in montagna rispetto alla città. È interessante osservare, a partire dal 2015, un generale aumento del numero e dell'intensità delle ondate di calore. Il dato più significativo emerso dall'analisi di regressione sulle ondate di calore è l'eccesso di rischio sia nella mortalità sia nei ricoveri per cause respiratorie, con una maggior evidenza nell'area di montagna. Questo aspetto è stato confermato dai risultati emersi dall'analisi di serie temporale dove si evidenzia un effetto delle alte temperature anche per mortalità generale e per cause cardiovascolari (tabella 1). La scelta di affrontare l'effetto delle alte temperature sui residenti della provincia di Parma, se da un lato ha creato un limite nella valutazione degli outcome sanitari considerati, a causa della numerosità relativamente bassa della popolazione, dall'altro ha permesso di indagare aree meno studiate in letteratura, quali quelle sub-comunali di pianure e di montagna, tenendo in considerazione le loro note differenze sia meteo-climatiche sia di urbanizzazione, in grado di influenzare gli effetti ricercati. È stata effettuata una prima analisi di regressione esplorativa che non ha tenuto conto dell'aspetto temporale, ma che ha permesso di confermare un effetto soglia di temperatura, noto in letteratura, dopo il quale sono attesi effetti sulla salute. Utilizzando l'indice di Thom per definire le ondate di calore distinte in tre soglie di disagio crescenti, si osserva un aumento del rischio relativo per gli outcome sanitari

TAB. 1  
RISCHIO RELATIVO

rischio relativo, per decessi di mortalità generale, per cause cardiovascolari e respiratorie, associato al 99° percentile rispetto al 75° della temperatura apparente, per area e per tutta la provincia di Parma.

	Rischio relativo	Intervallo di confidenza
<b>Mortalità generale</b>		
Parma	1,25	0,89-1,77
Pianura	1,06	0,80-1,40
Montagna	1,75	1,15-2,67
Intera provincia	1,26	0,89-1,79
<b>Mortalità per cause cardiovascolari</b>		
Parma	1,79	0,99-3,2
Pianura	1,02	0,65-1,61
Montagna	1,99	1,02-3,9
Intera provincia	1,42	0,90-2,22
<b>Mortalità per cause respiratorie</b>		
Parma	3,81	1,45-10,03
Pianura	2,07	0,92-4,67
Montagna	2,37	0,78-7,15
Intera provincia	2,49	1,45-4,25

in relazione alla soglia più alta, in modo particolare, come atteso, nell'area di città, ma anche nell'area di montagna. L'analisi di serie temporali invece ha consentito di stimare l'eccesso di mortalità e ricoveri associato a incrementi di temperatura, considerando anche l'effetto di potenziali confondenti, quali l'inquinamento atmosferico, il trend di lungo periodo e i giorni festivi. Anche da quest'analisi si osserva lo stesso andamento di un aumento del rischio per la salute in città, ma soprattutto emerge nuovamente un rischio maggiore per i residenti in montagna rispetto a quelli della pianura. I risultati di quest'analisi sono in linea con i dati riportati a livello nazionale per quanto riguarda la mortalità generale e per cause cardiovascolari, seppur non significativi probabilmente per la bassa numerosità della popolazione considerata. Le uniche osservazioni che si possono notare in merito all'esito dei ricoveri, per entrambe le analisi, sono anche in questo caso quelli per cause respiratorie e, di nuovo, nella zona di montagna. Il maggior rischio registrato nell'area montuosa in tutte le analisi potrebbe essere dovuto a diversi fattori: innanzitutto il fatto che, nel nostro territorio, la percentuale di grandi anziani è maggiormente distribuita in montagna; inoltre in quest'area la popolazione risulta meno protetta agli insulti delle alte temperature sia perché trascorre più tempo all'aperto, sia perché è meno dotata di dispositivi di condizionamento. Quindi, anche se meno frequenti, le ondate di calore che si presentano in montagna

impattano maggiormente sulla salute e, allo stesso tempo, la loro minor frequenza può portare a un minor adattamento della popolazione alle alte temperature. D'altro canto la pianura, benché abbia delle temperature simili alla città ma comunque inferiori, avendo più possibilità di mitigazione per la presenza di aree verdi e avendo situazioni di condizionamento più simili alla città, presenta un rischio più basso rispetto alle altre due aree. Tali osservazioni suggeriscono che la messa in atto di specifiche misure di prevenzione volte ai gruppi più suscettibili agli insulti delle alte temperature possa ridurre gli effetti sulla loro salute, ma dovranno essere confermate in futuro da monitoraggio costanti da parte delle Ausl che siano in grado di valutare l'efficacia degli interventi predisposti nelle diverse realtà locali. Tutto ciò non può essere scollegato da un governo del territorio che favorisca politiche specifiche in ambito urbanistico a supporto di piani di rigenerazione e tutela delle aree verdi, o comunque di piani che siano in grado di affrontare i problemi collegati ai cambiamenti climatici non solo in termini di tutela delle risorse ma anche come strategie per il funzionamento di un sistema urbano che deve garantire qualità dell'ambiente di vita e quindi salute.

### Elisa Mariani

Biologa, collaboratore tecnico professionale presso il Servizio di Igiene pubblica dell'Ausl di Parma

# SALUTE E SOSTANZE PERFLUOROALCHILICHE

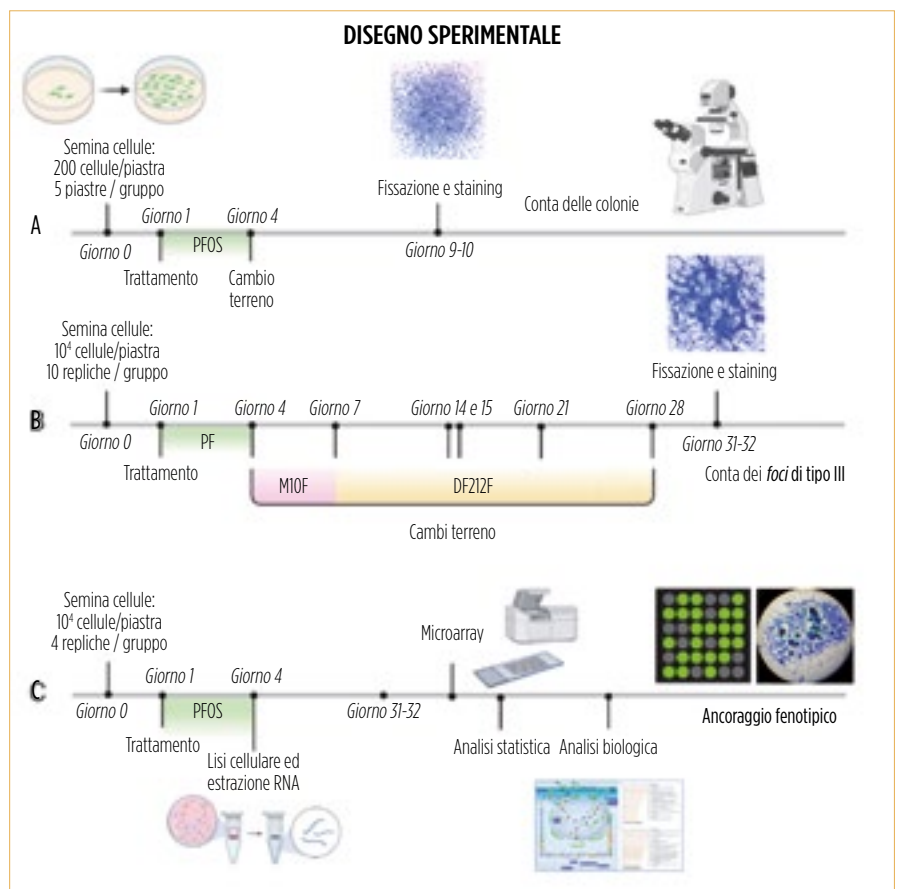
LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LA SALUTE UMANA DELLA CONTAMINAZIONE DA PFAS DEL VENETO È STATA ESEGUITA TRAMITE DUE STUDI SPERIMENTALI. LO STUDIO IN SILICO HA EFFICACEMENTE PREDETTO LE CONCENTRAZIONI SIERICHE DI PFAS, MENTRE LO STUDIO IN VITRO HA INDAGATO GLI EFFETTI POTENZIALI SULLA SALUTE UMANA.

**P**er sostanze perfluoroalchiliche (Pfas) si intende una classe di sostanze aventi catene carboniose, più o meno lunghe, totalmente fluorurate, che garantiscono ai Pfas un'elevata capacità tensioattiva, alta stabilità termica, chimica e biochimica, motivo per cui sono stati utilizzati massivamente dalle industrie per produrre oggetti da cucina, tessuti, contenitori per alimenti e schiume antincendio. Questo ampio utilizzo, unito alla loro capacità bioaccumulante e persistente, ha portato alla contaminazione di tutte le matrici ambientali facendo entrare i Pfas nella catena alimentare. La contaminazione da Pfas è *widespread* e l'esposizione all'uomo è multipla e cronica, con principale via di contaminazione il consumo di acqua potabile e pesce.

La letteratura mostra un quadro non armonico, ma l'Efsa ha individuato alcuni effetti avversi principali derivati dall'esposizione a Pfos (acido perfluorottano sulfonico) e Pfoa (acido perfluorottanoico) tramite ingestione, in modelli animali e sull'uomo, meritevoli di ulteriori approfondimenti: il diminuito peso alla nascita, l'aumento di colesterolo ematico, danni epatici e l'immunotossicità. Per quanto riguarda la cancerogenesi in letteratura si trovano studi che avvalorano tesi opposte, poiché l'utilizzo di modelli animali non è propriamente adatto allo studio di queste sostanze.

In seguito alla contaminazione delle acque del Veneto è nato il progetto Pamper (*Pharmacokinetics modeling for Pfas exposure and related risk*), una collaborazione tra Arpa Emilia-Romagna, Arpa Veneto, Università di Modena e Reggio Emilia e la London School of hygiene, con lo scopo di fornire agli organi decisori gli elementi chiave per la valutazione del rischio per la salute umana.

Il progetto si basa sull'utilizzo di due metodi alternativi: il *physiologically based pharmacokinetic* (Pbpbk) e il *transformics assay*. I Pbpbk sono modelli di simulazione



**FIG. 1 TRANSFORMICS ASSAY**  
 Schema sperimentale del *transformics assay*.  
 A) Saggio di citotossicità avente come endpoint le colonie  
 B) Saggio di trasformazione, avente come endpoint i foci  
 C) Analisi trascrizionale, che permette di capire i meccanismi molecolari sottesi all'evento di oncotrasformazione in vitro.  
 Immagine creata con Biorender.



che si prefiggono di calcolare e predire la concentrazione di una sostanza chimica e dei suoi metaboliti all'interno dell'organismo. In questi modelli si immettono parametri specifici per gli xenobiotici e *system-specific* per l'organismo. In questo studio sono stati applicati vari Pbpk per valutare la relazione tra esposizione e concentrazione sierica di Pfos e Pfoa, e i risultati ottenuti sono stati confrontati con uno studio di biomonitoraggio.

La via di esposizione principale è quella alimentare e per ogni soggetto è stata calcolata l'assunzione totale giornaliera di Pfas (*Pfas total daily intake*). Sono stati quindi analizzati i dati di contaminazione di varie categorie alimentari, acqua di rubinetto non trattata o trattata con filtri (*granular active carbon*) e acque sotteranee. Infine sono stati creati vari scenari di esposizione, ovvero il *worst case scenario*, il *most likely scenario* e il *best case scenario*, che vengono combinati con il *median scenario* (si considerano le mediane di concentrazione) oppure con l'*average scenario* (si considerano le medie), sia a livello individuale sia aggregato. Il modello in vitro utilizzato è il *transformics assay*: prevede un saggio di citotossicità e un saggio di trasformazione eseguiti in parallelo, utilizzando come linea cellulare i fibroblasti murini Balb/c 3T3 clone A 31-1-1. Questo è un ottimo metodo in vitro poiché i meccanismi di cancerogenesi in vitro mimano efficacemente quelli in vivo, e aggiungendo l'analisi trascrizionale, si può ragionare su come il trattamento con una sostanza alteri il profilo trascrizionale della cellula, il meccanismo attraverso cui il codice genetico risponde alle sollecitazioni, e come questa alterazione porti alla trasformazione cellulare.

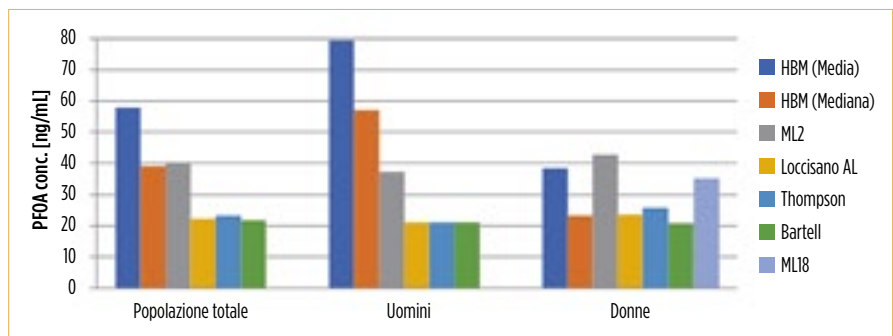
Dai risultati ottenuti con i modelli Pbpk è stato notato che la combinazione tra il *most likely scenario* e il *median scenario* è risultata quella più affidabile e realistica tramite analisi a livello individuale. Con questo set, le concentrazioni sieriche di Pfoa calcolate sono risultate più basse in tutti i comuni dell'area contaminata e la concentrazione mediana è stata sottostimata per la popolazione totale, per gli uomini e per le donne, mentre per il Pfos questo tipo di analisi è stata ritenuta non necessaria. Le analisi a livello aggregato hanno mostrato che tutti i modelli hanno ottenuto risultati soddisfacenti, in particolare il modello *Modified Luccisano 2*. Le concentrazioni di Pfoa predette dai modelli sono risultate in generale sottostimate rispetto alla media e mediana di concentrazione

## PRESENTAZIONE DELLA RELATRICE

*Next generation risk assessment* (Ngra) è un approccio alla valutazione del rischio guidato dall'esposizione, basato su ipotesi, che integra approcci in silico, in chimico e in vitro. L'obiettivo generale di un Ngra è che sia rilevante per gli esseri umani, guidato dall'esposizione, basato su ipotesi e progettato per prevenire esiti avversi per la salute. Ogni Ngra è personalizzato, non esiste né è appropriata una lista prescrittiva di test per garantire la sicurezza di una sostanza chimica. Generalmente Ngra raccoglie, integra e implementa informazioni ricavate dalla letteratura scientifica. In questo studio, invece, lo schema Ngra è stato sviluppato sulla base di dati reali e misurati a partire dal monitoraggio ambientale, al biomonitoraggio, ai dati in silico (Pbpk) e in vitro (*transformic assay*), integrati in un *Aep-Aop pathway*, che consente di leggere il percorso che porta alla malattia, attraverso tappe discrete, segnate da un evento chiave che risponde a una specifica concentrazione di esposizione. Questo processo consente di identificare il livello di concentrazione ambientale che può portare a una concentrazione effettiva ed efficace a livello di organo bersaglio. L'obiettivo ultimo è quello di arrivare a definire una dose soglia, al di sotto della quale, verosimilmente, non c'è un eccesso di rischio per la salute della popolazione esposta.

**Annamaria Colacci**

Arpae e Università degli studi di Bologna



**FIG. 2 CONCENTRAZIONI PFOA**

Confronto tra concentrazioni sieriche di Pfoa osservate e predette dai vari modelli a livello aggregato (ng/ml) per la popolazione totale, popolazione maschile e popolazione femminile.

Hbm = Studio di biomonitoraggio, ML2 = Luccisano modificato versione 2, ML1 = Luccisano modificato versione 1, Luccisano AL = modello Luccisano model a livello aggregato, ML18 = Luccisano modificato 18%, Thompson = modello Thompson, Bartell = modello Bartell (modificato da Vaccari et al., 2023, articolo in preparazione di pubblicazione).

dello studio di biomonitoraggio. Le concentrazioni di Pfos, al contrario, sono state sovrastimate da tutti i modelli. Le differenze tra le concentrazioni predette e misurate nello studio di biomonitoraggio sono comunque nell'ordine di grandezza di ng/ml, perciò questo tipo di modellistica può essere uno strumento efficace a supporto di studi di esposizione. Mediante il *transformics assay* si evince che solo la concentrazione più alta testata è risultata citotossica e trasformante, mentre la dose più bassa, oltre a non aver causato una modulazione genica significativa ai tempi precoci, non ha mostrato citotossicità né attività trasformante.

L'integrazione di questi due modelli, in ottica di *Next generation risk assessment*, permette la valutazione della complessità della risposta fisiopatologica all'esposizione ambientale. Le informazioni derivate dai due approcci proposti vengono organizzate in step sequenziali attraverso vari ordini di grandezza biologica. In questo modo

si generano due strumenti di enorme importanza: l'*aggregate exposure pathway* (Aep) e l'*adverse outcome pathway* (Aop). L'Aep si inserisce nella valutazione dell'esposizione ai Pfas, quindi partendo dalle concentrazioni ambientali si arriva a valutare l'effettiva dose interna, la tossicocinetica e il destino dei Pfas nell'organismo attraverso modelli Pbpk. L'Aop, attraverso il *transformics assay*, si pone come obiettivo la costruzione lineare e sequenziale degli eventi molecolari che, partendo da un *molecular initiating event* (Mie), attraverso diversi eventi chiave, culminano all'evento fenotipico di oncotrasformazione. In questo modo si sono riuscite a integrare informazioni complesse utili agli organi decisori per la valutazione del rischio per la salute umana in seguito all'esposizione a sostanze inquinanti.

**Federico Aldrovandi**

Alma Mater Institute on Healthy Planet, Università di Bologna

# RUOLO DELL'AMBIENTE E PATOLOGIA TIROIDEA

L'AUMENTO DELLE PATOLOGIE DELLA TIROIDE HANNO SPINTO LA RICERCA SANITARIA VERSO L'INDAGINE DELLA RELAZIONE TRA INQUINAMENTO AMBIENTALE E SALUTE DELLA GHIANDOLA. È NECESSARIO STUDIARE E COMPRENDERE QUALI SOSTANZE E QUALI MECCANISMI CHIMICO-BIOLOGICI POSSONO ESSERE CONSIDERATI AGONISTI O ANTAGONISTI DELLA TIROIDE.

La tiroide è una ghiandola situata alla base del collo e il suo ruolo è quello di sintetizzare e secernere la tiroxina (T4) e la triiodotironina (T3), che controllano numerose funzioni metaboliche, agiscono sullo sviluppo del sistema nervoso centrale e consentono l'accrescimento dell'organismo. Le funzioni della tiroide sono finemente regolate dal sistema nervoso, in particolare dalla più importante area di interconnessione tra sistema nervoso ed endocrino, l'asse ipotalamo-ipofisi, attraverso il rilascio dell'ormone tireotropina (Trh) e tireostimolante (Tsh), con un meccanismo detto a *feedback* negativo. Il raggiungimento della concentrazione ottimale comporta il blocco di un ulteriore rilascio dell'ormone.

Esistono prove scientifiche, ormai certe, che le sostanze chimiche, inclusi molti inquinanti ambientali, possono interagire con l'asse ipotalamo-ipofisi-tiroide, e anche con il meccanismo di controllo locale degli ormoni tiroidei negli organi bersaglio.

La valutazione dell'impatto delle sostanze chimiche sull'asse tiroideo richiede una strategia complessa, poiché le sostanze chimiche possono perturbare la segnalazione, la biosintesi, il metabolismo, il trasporto e l'escrezione degli ormoni tiroidei attraverso una serie di interazioni diverse a livello molecolare, oltre al legame con i recettori Tr, che possono influenzare la loro azione. Questo è un vero e proprio meccanismo di interferenza endocrina, meno conosciuto e studiato dei meccanismi correlati all'azione degli ormoni estrogenici, soprattutto per la mancanza di test adeguati in grado di identificare gli interferenti o distruttori endocrini tiroidei.

I distruttori endocrini (*endocrine disrupting chemicals*, EDC) sono sostanze o miscele di sostanze che possono alterare gli equilibri o modificare le normali vie di segnalazione degli ormoni dell'organismo

## PRESENTAZIONE DELLA RELATRICE

Il ruolo dell'ambiente nella patologia tiroidea è ancora poco conosciuto. Il disastro di Chernobyl, nel 1986, aprì un filone di studio e ricerche sul ruolo delle radiazioni ionizzanti sul tumore della tiroide e, per molto tempo, è stato vivo il dibattito se l'aumento delle patologie benigne della tiroide, negli anni immediatamente successivi, fosse effettivamente correlato al *fallout* nucleare o all'aumentata capacità diagnostica tramite ecografia. La maggiore comprensione dei meccanismi di interferenza e distruzione del sistema endocrino da parte di molte sostanze diffuse nell'ambiente hanno permesso di rilevare come i fattori ambientali siano determinanti anche per le patologie della tiroide. Ai tumori e alle formazioni non neoplastiche o preneoplastiche, si sono aggiunte le malattie autoimmuni della tiroide. Tra i molti contaminanti chimici, gli organoclorurati alogeni e i pesticidi influenzano variabilmente la funzione tiroidea. I bifenili policlorurati e i loro metaboliti e gli etere di polibromodifenile si legano alle proteine di trasporto tiroidee, come la transtiretina, spostano la tiroxina e disturbano la funzione tiroidea. Per ridurre il rischio per la popolazione è necessario, dunque, comprendere l'associazione tra agenti ambientali e disfunzione tiroidea. Il lavoro qui presentato segna una tappa fondamentale nello sviluppo di strumenti specifici che riescano a discriminare le sostanze chimiche che hanno la tiroide come bersaglio.

**Annamaria Colacci**

Arpa e Università degli studi di Bologna

che sono responsabili dello sviluppo, del comportamento, della fertilità e del mantenimento dell'omeostasi cellulare. Queste sostanze sono presenti in tutte le matrici ambientali, dunque l'esposizione risulta essere multipla e cronica. In più le aree industrializzate sono caratterizzate da un'immissione in ambiente di una grande varietà e quantità di sostanze chimiche che possono contaminare suolo e acque, entrando, così, nella catena alimentare. Gli EDC, inoltre, possono essere trasportati dall'aria e dai corsi d'acqua anche molto lontano dalla fonte originaria e alcuni di questi hanno caratteristiche di persistenza in ambiente, per cui, anche se vietati da decenni,

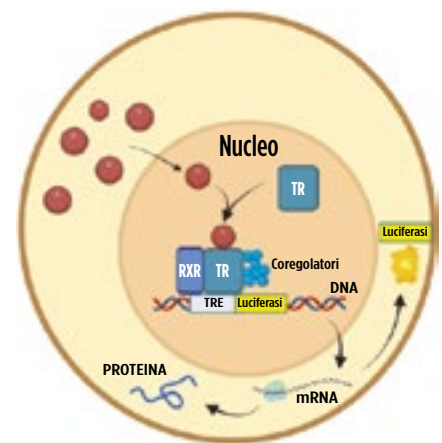


FIG. 1 TRβ CALUX  
Meccanismo d'azione.

Immagine creata con Biorender

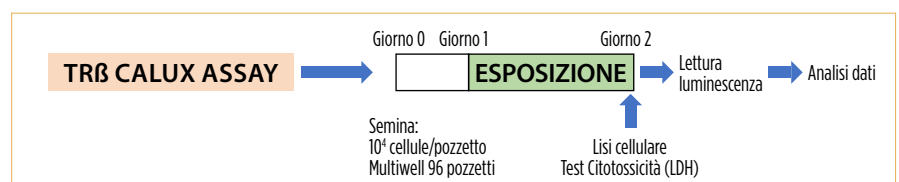


FIG. 2 PROCESSO

Protocollo sperimentale TRβ-Calux Assay.



l'uomo e gli animali risentono ancora oggi degli effetti dell'uso improprio fatto nel passato e del conseguente accumulo ambientale.

L'aumento delle patologie tiroidee, sia patologie autoimmuni sia tumorali, inclusi i noduli di natura benigna, ha posto l'attenzione sulla necessità di sviluppare e convalidare test affidabili per l'identificazione degli Edc tiroidei.

### L'impegno dell'Unione europea per l'ambiente e salute

L'approccio tradizionale, negli studi tossicologici, anche per la valutazione di interferenza endocrina dell'asse ipotalamo-ipofisi-tiroide, può prevedere l'utilizzo di modelli animali, quindi studi in vivo. Tuttavia, questi test sono costosi, richiedono tempo e un elevato numero di animali.

Negli ultimi venti anni, la comunità scientifica si è aperta sempre più alla possibilità di analizzare le molecole in studio con Nam (*new approach methodologies*), in grado di fornire informazioni sul pericolo e sul rischio chimico senza l'uso di animali. Con il regolamento (Ce) 1907/2006, Reach (*registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals*), l'Ue ha ribadito l'importanza dei Nam e ha allestito un sistema di registrazione richiedendo un'accurata caratterizzazione del profilo tossicologico delle sostanze e dei loro meccanismi d'azione. Ma ancora oggi, per molti *endpoint*, non esistono linee guida Oecd che consentano di rilevare in vitro l'azione di alterazione del sistema endocrino indotta da contaminanti ambientali e più in generale da sostanze chimiche.

In questo contesto, lo studio di convalida della tiroide (*Thyroid validation study*, Tvs), coordinato da Jrc-Ecvam e condotto nei laboratori di riferimento della commissione per i Nam (rete Eu-

Netval), si inserisce per dare una risposta a questa lacuna informativa sugli effetti dei distruttori endocrini a vari livelli del sistema tiroideo.

Questo studio è stato concepito per una valutazione simultanea di 18 metodi, scelti tra gli 8 blocchi di interazione del sistema tiroideo identificati dal documento di *scoping* dell'Oecd. Nel laboratorio di riferimento Eu-Netval Vitrox di Arpa Emilia-Romagna è stato sviluppato il protocollo di convalidazione del test TRβ-Calux.

TRβ-Calux è uno dei test scelti dal blocco *cellular responses*. È un saggio che utilizza il sistema Calux® della Biodetective system. È una linea di osteosarcoma umano osteoblastico trasfettata in modo stabile con un plasmide per esprimere i recettori tiroidei TRβ. Le cellule sono state inoltre trasfettate con un costrutto reporter contenente un gene per la luciferasi legato a due copie di *thyroid hormone response elements* (Tre) e contengono un plasmide che conferisce resistenza alla genetica.

Il test, infatti, valuta le risposte basate su Tre innescate dall'attivazione di TRβ che agisce come fattore di trascrizione. Questa attivazione, quindi, induce la trascrizione dei geni correlati a T3 e conseguentemente quella dei geni che codificano per la luciferasi la cui quantificazione avviene attraverso una lettura di luminescenza.

Il test valuta sia un'eventuale attività agonista che antagonista, e non solo delle singole sostanze chimiche ma anche quelle di miscele complesse.

Il saggio di agonismo è stato condotto utilizzando come sostanza di riferimento il ligando endogeno T3 mentre per il saggio di antagonismo è stato utilizzato il diclazuril (disciolto in terreno di coltura contenente T3), sostanza nota per avere attività antagonista su TRβ.

In base ai risultati ottenuti, questo test sembra avere un alto potenziale per l'identificazione di sostanze



FIG. 3 CELLULE  
Cellule TRβ-Calux al microscopio

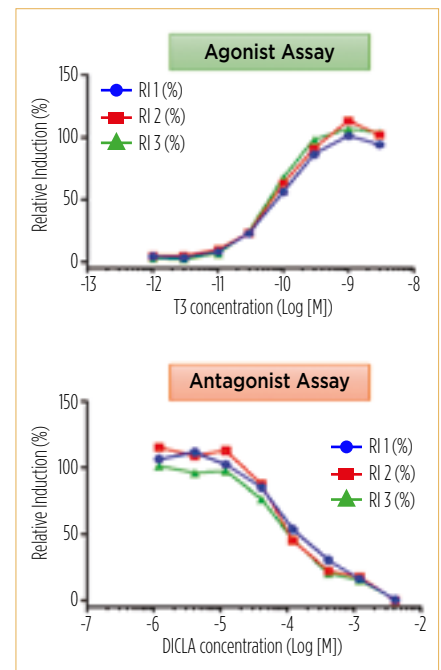


FIG. 4 CURVE LOGARITMICHE  
Esempio di andamento di curve logaritmiche della luminescenza di agonist e antagonist assay.

alteranti il sistema tiroideo e quindi molto qualificato per l'eventuale standardizzazione come già avvenuto per altri sistemi come Er-Calux e Ar-Calux, per i distruttori endocrini dei meccanismi estrogenici e androgenici. Bisogna sempre perseguire lo sviluppo di nuovi metodi affidabili e convalidati, e quindi, di solidi dati analitici in diverse aree dell'analisi tossicologica e l'applicazione di strategie innovative, in grado di colmare le lacune conoscitive in merito ai distruttori endocrini e informare i decisori per permettere una migliore politica gestionale sulla valutazione dei rischi.

**Giangabriele Maffei**

Alma Mater Institute on Healthy Planet,  
Università degli studi di Bologna

# ESPOSIZIONE AGLI FTALATI ED EFFETTI SULLA SALUTE

NEGLI ULTIMI DECENNI È EMERSA UN'ASSOCIAZIONE TRA GLI INTERFERENTI ENDOCRINI E NUMEROSE PATOLOGIE. IL RISCHIO DI ESITI AVVERSI POTREBBE ESSERE STATO AMPIAMENTE SOTTOVALUTATO. GLI FTALATI SONO SOSTANZE UBIQUITARIE, OGGETTO DI STUDIO CON SAGGI DI CITOTOSSICITÀ E TRASFORMAZIONE E ANALISI DEI PROFILI TRASCRIZIONALI.

**L**e sostanze chimiche che alterano il sistema endocrino sono considerate di assoluta priorità per la salute pubblica e un problema politico emergente per l'approccio strategico alla gestione internazionale dei prodotti chimici. In letteratura sono ampiamente documentati gli effetti avversi correlati all'esposizione a sostanze interferenti endocrine (Edc, *endocrine disrupting chemicals*) come tumori, obesità, malattie cardiovascolari, diabete e problemi riproduttivi. L'esposizione agli Edc avviene attraverso i prodotti di consumo e l'inquinamento ambientale e il rischio per la salute è particolarmente elevato. Fondamentale è la finestra di esposizione a queste sostanze, per le quali i momenti più critici sono rappresentati dal periodo fetale e neonatale, le cui conseguenze possono non essere immediatamente riscontrabili e determinare la comparsa di effetti avversi durante la pubertà e l'età adulta. È, inoltre, documentato che queste sostanze possono indurre modificazioni epigenetiche trasmissibili alle generazioni successive. Gli Edc sono sostanze particolarmente complesse da studiare, infatti l'esposizione non avviene mai a una singola sostanza ma a miscele di queste, confermando ulteriormente l'eterogeneità e l'ubiquitarità di questo gruppo di sostanze chimiche. L'approccio strategico dell'Unione europea nei confronti degli Edc si basa sull'applicazione del principio di precauzione, secondo il quale, l'esposizione a una data sostanza deve essere limitata, laddove siano presenti sospetti di danni potenziali alla salute umana, animale e ambientale, perfino in assenza di certezze scientifiche. Per questo motivo, gli Edc sono disciplinati dal regolamento europeo Reach (*Regolamento per la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche*) all'allegato XIV, in cui vengono identificate le sostanze estremamente preoccupanti e soggette a specifica autorizzazione da parte di Echa, l'agenzia

## PRESENTAZIONE DELLA RELATRICE

Gli ftalati sono una serie di sostanze chimiche ampiamente utilizzate che si sono dimostrate essere distruttori endocrini e dannose per la salute umana. Gli ftalati possono essere presenti nella maggior parte dei prodotti che entrano in contatto con la plastica durante la produzione, l'imballaggio o la distribuzione. Nonostante la loro breve emivita nei tessuti, l'esposizione cronica agli ftalati influenzerà negativamente il sistema endocrino e il funzionamento di molti organi, con impatti negativi a lungo termine sul buon esito delle gravidanze, sulla crescita e lo sviluppo dei bambini e sui sistemi riproduttivi sia nei bambini che negli adolescenti. Diversi Paesi hanno stabilito restrizioni e regolamenti su alcuni tipi di ftalati; tuttavia, riteniamo che sempre più Paesi dovrebbero introdurre limiti o misure sostitutive per gli ftalati al fine di ridurre i rischi per la salute. Questo studio si propone di indagare i meccanismi di tossicità correlati all'esposizione a ftalati, nell'intento di identificare marcatori molecolari ed endpoint di risposta cellulare, utili a definire dosi di effetto e dosi soglia per l'uomo.

**Annamaria Colacci**  
Arpa e Università degli studi di Bologna

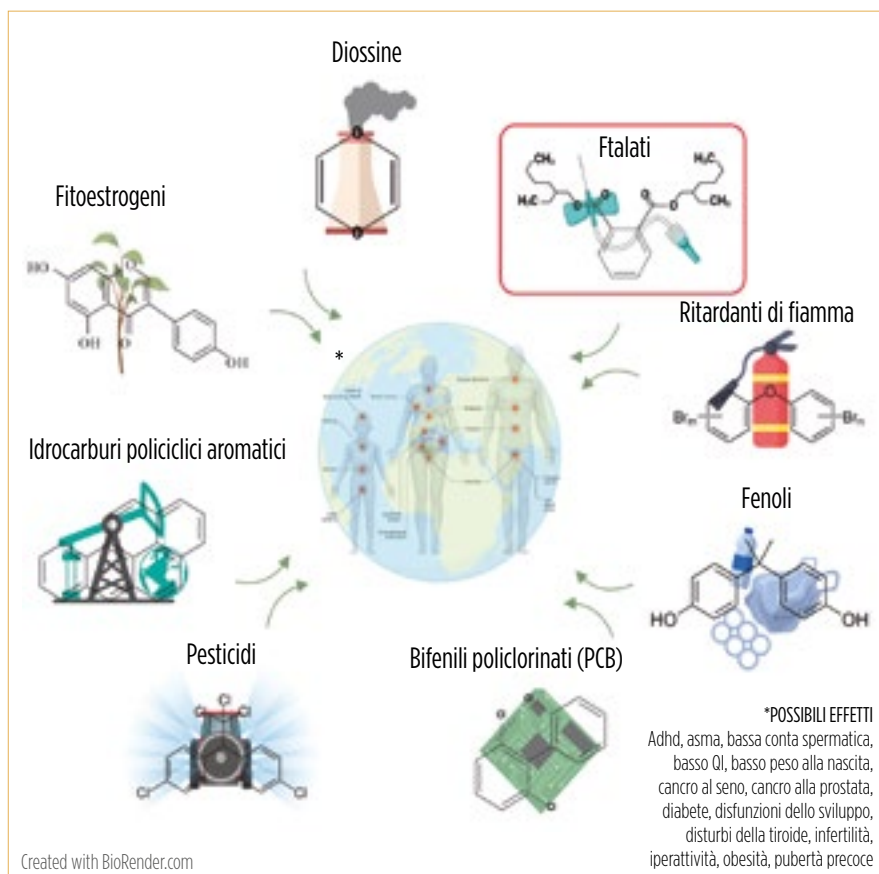


FIG. 1 INTERFERENTI ENDOCRINI

Ue per la regolamentazione dei prodotti chimici.

Tra le sostanze riconosciute interferenti endocrini vi sono gli ftalati, diesteri dell'acido ftalico, composti organici sintetici utilizzati come additivi elasticizzanti delle plastiche (figura 1). Sono milioni le tonnellate di produzione annua di ftalati utilizzati nei più diffusi prodotti commerciali plastici, come nei materiali da costruzione, nei dispositivi medici, nei detergenti e in alcuni prodotti per la cura personale, e da cui possono facilmente disperdersi nell'ambiente, non essendo legati covalente nelle miscele plastiche, in particolare dopo l'uso ripetuto, il riscaldamento e le operazioni di pulizia. L'uso diffuso e la comprovata persistenza degli ftalati hanno portato al loro accumulo nelle matrici ambientali e a un maggiore rischio di esposizione per ingestione, inalazione o contatto cutaneo. Nel corso del tempo, ulteriori indagini hanno rilevato un potenziale tossicologico nell'uomo, portando a regolamentare e ridurre progressivamente l'uso di alcuni ftalati nel mercato Ue, a partire dalla limitazione in giocattoli e prodotti per l'infanzia nel 1999. Nel 2011 il loro uso nel mercato Ue per gli imballaggi e i materiali a contatto con gli alimenti è stato limitato e consentito solo per specifiche categorie di prodotti, con limiti di migrazione specifici. Tra gli ftalati maggiormente diffusi vi sono gli orto-ftalati, come il Dehp (di-2-etilftalato), identificato come composto indice per il calcolo della Tdi (*tolerable daily intake*), in quanto possiede il set di dati tossicologici più solido. Il Dehp è un noto Edc, classificato come Cmr (cancerogeno, mutageno e tossico per la riproduzione) di categoria 1 per la tossicità riproduttiva, esistono numerosi studi che lo individuano come composto cancerogeno, neurotossico e immunotossico nei roditori. Il Dehp è stato scelto per questo studio sperimentale in quanto sostanza di particolare interesse attuale che si ipotizza possa indurre cancerogenesi non genotossica attraverso l'attivazione del recettore intracellulare Ppar (*Peroxisome proliferator activated receptors*). Il recettore Ppar regola la trascrizione di una serie di geni coinvolti in molte funzioni fisiologiche, tra cui trasporto e catabolismo degli acidi grassi, metabolismo del glucosio, adipogenesi, termogenesi, trasporto e biosintesi del colesterolo e la risposta antinfiammatoria. È, inoltre, documentata la sua azione nell'alterazione della funzione ovarica, mediante creazione di stress ossidativo ed

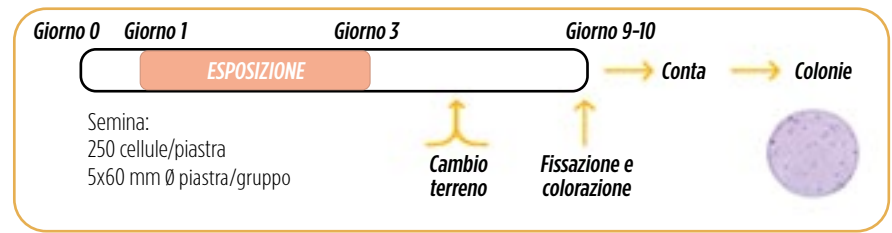


FIG. 2 CITOTOSSICITÀ

Studio di citotossicità, 200 cellule/piastra, 24 ore dopo la semina la linea cellulare Balb/c 3T3 A31-1-1, viene esposta alla sostanza trattamento Deph per 72 ore. Dopo 10 giorni, le cellule vengono fissate con metanolo e colorate con giemsa.

espressione del recettore per gli estrogeni, e nell'indurre la sindrome da disgenesia testicolare con conseguente alterazione delle funzioni dell'apparato genitale maschile.

Viene qui presentato parte di uno studio molto più ampio e complesso, progetto coordinato da Gelsomina Pillo di Arpa, che ha lo scopo di indagare quelli che sono i meccanismi molecolari che sottendono l'azione del Dehp per informare le autorità regolatorie in merito ai possibili effetti avversi correlati alla salute umana e ambientale. Lo studio prevede un test di solubilità della sostanza, un saggio preliminare di citotossicità del Dehp, seguito da un Cta (*cell transformation assay*) con protocollo standardizzato Ecvam, utilizzando una linea cellulare di fibroblasti murini immortalizzati. Il Cta è un metodo proposto per la riduzione dei test di cancerogenesi nell'animale. I risultati del Cta saranno a loro volta utilizzati per stabilire le dosi per esperimenti di trascrittomica al fine di analizzare i profili di risposta trascrizionale indotti dalla sostanza.

In particolare, vengono qui illustrati i dati derivanti da due studi di citotossicità preliminare, che hanno permesso di calcolare il numero di cellule sopravvissute dopo il trattamento con la sostanza in esame (figura 2).

Questo ha permesso di individuare la finestra di concentrazioni con effetto citotossico più interessante, individuata nell'intervallo di concentrazioni 25-100

µg/ml. Le concentrazioni a partire da 50 µg/ml hanno invece indotto una forte riduzione del numero di colonie/piastra, di oltre il 90%. Dati i risultati estremamente interessanti, che presentano un decremento sostanziale dell'efficienza clonale tra 5 e 25 µg/ml si è reso necessario testare nuovamente la sostanza, nell'intervallo tra 2,5 e 20 µg/ml. Si è quindi evidenziato un effetto citotossico statisticamente significativo nell'intervallo di concentrazioni 10-50 µg/ml. La curva di interpolazione ha infine consentito di individuare le concentrazioni inibenti d'effetto (Ic10, Ic50 e Ic90) che forniranno supporto alla scelta delle dosi da utilizzare nel saggio Cta.

Concludendo, in questo studio è stato evidenziato un effetto citotossico concentrazione-dipendente a dosi relativamente basse, tra 6 e 10 µg/ml. L'effetto citotossico riscontrato risulta maggiore rispetto a quanto evidenziato in altri studi su Dehp con la medesima linea cellulare. L'analisi integrata dei dati ottenuti sul Dehp potrà contribuire a fornire supporto scientifico al processo di valutazione del rischio da esposizione a queste sostanze e al processo decisionale per la prevenzione dei rischi per la salute della popolazione esposta.

**Ada Mescoli**

Alma Mater Institute on Healthy Planet, Università degli studi di Bologna



# INQUINAMENTO DA FARMACI NELLE ACQUE DOLCI E MARINE

I FARMACI A USO UMANO E VETERINARIO SONO CONTAMINANTI DI EMERGENTE PREOCCUPAZIONE PRESENTI IN TUTTI GLI AMBIENTI STUDIATI, CON EFFETTI DELETERI PER GLI ORGANISMI DI ACQUA FLUVIALE E MARINA. OCCORRONO PIÙ DATI PER CONOSCERE LA SITUAZIONE NEI CORPI IDRICI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA.

Nel corso dell'ultimo secolo l'utilizzo di farmaci è aumentato esponenzialmente e ciò ha portato a una costante presenza di questi composti all'interno degli ecosistemi naturali, soprattutto quelli acquatici. Queste sostanze sono dei composti bioattivi, creati per essere efficaci anche a basse concentrazioni che, a causa della loro continua dispersione in ambiente, costituiscono un pericolo per tutte le specie acquatiche. Per questi motivi, si rende necessario monitorare l'inquinamento farmaceutico per valutare correttamente i rischi ambientali e quelli correlati alla salute umana.

I farmaci fanno parte di un grande gruppo di composti indicati come *Pharmaceuticals and personal care products* e si calcolano circa 4.000 componenti attivi utilizzati nella sintesi farmaceutica. Quelli maggiormente impiegati dall'uomo includono antinfiammatori, psicofarmaci, beta-bloccanti, farmaci estrogenici e antibiotici. In generale, le prime cause della presenza di farmaci all'interno degli ecosistemi fluviali e, di conseguenza, marino-costieri, sono i farmaci a uso umano che non vengono completamente metabolizzati dall'organismo e sono rilasciati come molecole ancora attive nelle acque di scarico. Infatti, gli impianti di trattamento delle acque reflue mostrano grandi limiti nella capacità di trattenere le molecole farmaceutiche che permangono nelle acque di scarico che si riversano nei fiumi e da qui in mare. Inoltre, spesso i farmaci vengono eliminati come normali rifiuti contribuendo così all'inquinamento ambientale. Un contributo diretto, ma complessivamente inferiore, è rappresentato dagli allevamenti animali e dallo spargimento delle deiezioni animali in agricoltura, dall'acquacoltura e dagli scarichi dell'industria farmaceutica (figura 1). A causa del

## PRESENTAZIONE DELLA RELATRICE

Nella *Watch list* 2022 la Commissione europea riporta 26 sostanze da sottoporre a monitoraggio nelle acque superficiali per definire i contaminanti prioritari e stabilire standard di qualità ambientale. Tra esse risultano antibiotici, antidepressivi e, nuovo entrato, il farmaco antidiabetico metformina e il derivato guanilurea. I farmaci sono presenti anche nella proposta di revisione della direttiva 2000/60/CE, così come nella *Watch list* per le acque sotterranee di futura introduzione. I farmaci ambientali sono fra i protagonisti della strategia del *Green deal* Ue nell'ambito dello *Zero pollution action plan*. Per le acque marine e costiere non sono ancora previste le azioni di cui sopra, anche se il mare è il ricettacolo finale dei farmaci contenuti nelle acque provenienti dall'entroterra. Non è possibile eliminare o ridurre l'uso dei farmaci, ma occorre tenere ben presente che possono avere effetti deleteri per l'ecosistema e per l'uomo. Quindi è necessario monitorarne le concentrazioni, individuare i punti di rilascio e potenziare i depuratori, almeno verso i farmaci prioritari. Ai ricercatori il compito di stabilire quali siano i farmaci prioritari studiandone gli effetti in ambiente e sviluppare rapidi e specifici test, ai cittadini il compito di una più accorta eliminazione dei rifiuti farmaceutici.

### Elena Fabbri

Professoressa ordinaria di Fisiologia, Dipartimento di Scienze biologiche, geologiche e ambientali (Bigea), Università di Bologna

continuo uso e dispersione in ambiente, i farmaci assumono un comportamento di pseudo-persistenza che rende fondamentale caratterizzare il loro bioaccumulo e gli effetti biologici sugli organismi. In aggiunta a questo, all'interno degli ecosistemi acquatici, questi composti si combinano tra di loro e/o con altri inquinanti chimici, rendendo gli studi più difficoltosi ma altrettanto importanti. In merito agli effetti individuati sugli organismi acquatici, i principali riguardano:

- alterazione del sistema endocrino, riproduzione e sviluppo: ad esempio, il rilascio di residui di ormoni sessuali naturali (estrogeni, androgeni) o sintetici (anticoncezionali o terapie sostitutive) aumenta la presenza di estrogeni a livello ambientale. Nei pesci queste molecole sono coinvolte in processi come differenziazione delle gonadi e sviluppo dei caratteri sessuali secondari ed è stato notato come, negli individui maschili esposti per lunghi periodi anche a basse concentrazioni di queste sostanze, si verifichi il



fenomeno della femminilizzazione con conseguenze nella riduzione della fertilità e sul tasso di popolazione

- antibiotico-resistenza dei batteri: porta a conseguenze gravi su pesci, mammiferi e uccelli soprattutto in prossimità delle zone costiere dove l'accumulo di antibiotici è maggiore. Tuttavia l'effetto più temuto, sebbene non ancora dimostrato, è quello a livello umano
- alterazioni del comportamento: alcuni farmaci come antinfiammatori

non steroidei (Fans), antidepressivi e beta-bloccanti causano alterazioni comportamentali con interruzione delle interazioni ecologiche e conseguenze sulla struttura della rete alimentare e sulle funzioni ecosistemiche

- bioaccumulo sia all'interno dei tessuti degli organismi sia a diversi livelli trofici con effetti a lungo termine e conseguenze più severe sui predatori apicali
- alterazione della comunità ecosistemica: sono influenzati i cicli dei nutrienti, la composizione della comunità microbica e la produttività primaria, ciò porta al declino di alcune specie e alla proliferazione di altre con particolari alterazioni della *fitness* degli individui e dei comportamenti di predazione e competizione.

L'inquinamento da farmaci colpisce gli ambienti acquatici di ogni parte del mondo. In particolare, a livello fluviale, l'inquinamento farmaceutico risulta maggiore per quanto riguarda i paesi a basso e medio reddito e per le aree caratterizzate da una scarsa gestione delle acque di scarico e dei rifiuti, ma anche dalla presenza di industrie farmaceutiche. In queste zone, le sostanze maggiormente ritrovate sono farmaci con effetto sul sistema nervoso (ad esempio carbamazepina, citalopram), beta-bloccanti (ad esempio propranololo), metformina e caffeina, quest'ultima anche in relazione a un determinato stile di vita. Tra questi, la carbamazepina ha l'effetto di ridurre l'eccitazione neuronale, ad esempio in occasione di epilessia o dolori del trigemino, ma rispetto agli altri farmaci ha la caratteristica di essere più persistente (fino a cento giorni di vita media in ambiente).

In generale, dagli studi internazionali emerge come l'inquinamento farmaceutico sia ormai diffuso in tutti gli ambienti acquatici. Tuttavia, sebbene siano presenti molti studi che attestino gli effetti avversi dei farmaci per gli animali presenti in ambiente acquatico, le concentrazioni osservate a livello fluviale ( $\mu\text{g/l}$  -  $\text{ng/l}$ ) e marino ( $\text{ng/l}$ ) non sono considerate pericolose per l'uomo.

In Italia diversi studi hanno cercato di indagare la presenza di farmaci in ambiente fluviale e marino. Tra questi, solamente alcuni si sono concentrati in Emilia-Romagna prendendo in considerazione il fiume Po ma non, ad esempio, anche altri importanti corsi d'acqua come il Reno e il Lamone. Per quanto riguarda l'ambiente marino, attualmente le uniche ricerche che

hanno interessato la regione fanno riferimento al mare Adriatico senza considerare, nello specifico, il tratto di costa emiliano-romagnola.

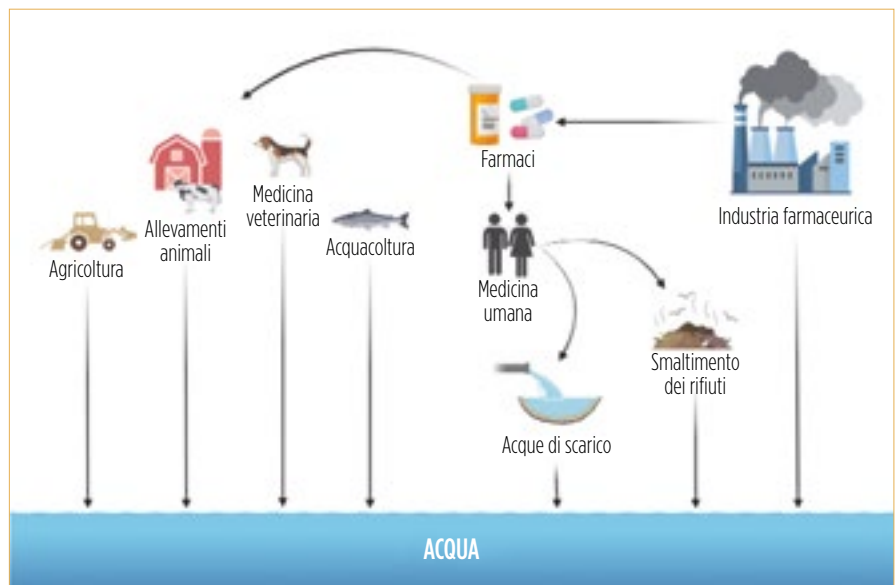
In generale, la situazione a livello italiano e regionale rispecchia quella già analizzata a livello mondiale. Infatti, i farmaci maggiormente ritrovati nei campioni del Po appartengono alle classi terapeutiche di antibiotici, farmaci con azione sul sistema cardiovascolare e gastrointestinale, diuretici, estrogeni, Fans, psicofarmaci e regolatori lipidici (*tabella 1*). Riguardo all'accumulo di residui farmaceutici in mar Adriatico, questo è stato indagato in organismi di *Mytilus galloprovincialis* dove i composti maggiormente ritrovati sono stati carbamazepina (ritrovata nel 90% degli individui analizzati), paroxetina (nel 40%), lormetazepam (nel 30%), valsartan (nel 50%) e diclofenac (nel 31%).

In conclusione, per quanto riguarda l'Emilia-Romagna, sono necessari

più studi che analizzino questa problematica nei fiumi così come nell'ambiente costiero che, oltre a ricevere le acque del Po e di altri fiumi che attraversano aree fortemente antropizzate, è ampiamente sfruttato sia per il turismo durante la stagione estiva, sia per l'acquacoltura. Come intuibile, l'inquinamento da farmaci è legato alla popolazione che insiste sull'area e, quindi, è altrettanto importante sensibilizzare l'opinione pubblica a eliminare in maniera corretta, presso le farmacie, i farmaci non utilizzati o scaduti. D'altra parte, a livello mondiale, è indispensabile ideare dei nuovi processi e impianti di trattamento delle acque reflue per poter migliorare l'efficienza di rimozione e per ridurre l'ingresso di farmaci in ambiente acquatico.

**Sofia Piana**

Arpa Emilia-Romagna



**FIG. 1 DIFFUSIONE FARMACI**  
Principali settori che contribuiscono alla dispersione di farmaci nell'ambiente.

**TAB. 1 TIPOLOGIA DI FARMACI**

Principali farmaci ritrovati nelle acque del fiume Po e del mare Adriatico con relative classi terapeutiche. Sono qui inclusi anche esempi di metaboliti che in molti casi possono avere attività biologica.

Classe terapeutica	Farmaci
Antibiotici	amoxicillina, lincomicina, claritromicina, eritromicina, ciprofloxacina, ofloxacina, vancomicina
Cardiovascolari	atenololo, enalapril, valsartan
Diuretici	furosemide, idroclorotiazide
Estrogeni	ciclofosfamide, 17 $\beta$ estradiolo, 17 $\alpha$ etinilestradiolo, estrone
Fans	diclofenac, ibuprofene, ketoprofene, paracetamolo, naprossene, acido acetilsalicilico
Gastrointestinali	ranitidina
Psicofarmaci	diazepam, carbamazepina, lormetazepam, paroxetina
Regolatori lipidici	bezafibrato, atorvastatina
Metaboliti	acido clofibrico, demetil diazepam

# SALUTE DEGLI OCEANI E SALUTE UMANA

LA SOCIETÀ UMANA È COMPLETAMENTE ASSIMILATA NEI SISTEMI OCEANICI. QUANDO SI AFFRONTA LA SALUTE DEGLI OCEANI, LE ATTIVITÀ UMANE, LE ISTITUZIONI E I VALORI NON POSSONO ESSERE SEPARATI DA ESSA. IL TEMA OCEAN HEALTH & HUMAN HEALTH AFFRONTA LA RELAZIONE E CONNESSIONE TRA LA SALUTE DELL'OCEANO E QUELLA UMANA.

**G**li oceani sono responsabili della maggior parte dell'attività biologica del pianeta e della produzione di biomassa, e forniscono agli esseri umani sostentamento vitale per la loro esistenza. Esiste un'associazione interdipendente tra gli oceani e la salute umana, composta da influenze positive e negative, e di queste ultime l'uomo ha notevole responsabilità.

I cambiamenti globali (*global change*) sono le conseguenze delle interazioni tra fenomeni che avvengono a scala planetaria. Fra questi vi è il cambiamento del clima (*climate change*) di cui è evidente l'aumento della temperatura causato dalle emissioni di gas serra in atmosfera prodotte essenzialmente da attività umane. Ne conseguono eventi meteorologici estremi, acidificazione degli oceani, innalzamento del livello del mare ed effetti negativi sugli ecosistemi, con riduzione della biodiversità, calo delle risorse idriche e aumento della desertificazione. L'influenza antropica sugli oceani aumenta ulteriormente con il rilascio di inquinanti, che a loro volta alimentano i processi negativi di cui sopra (*figura 1*).

La popolazione umana è notevolmente aumentata, in particolare nei Paesi in via di sviluppo e nelle zone costiere (aree molto produttive in ambito biologico, ma allo stesso tempo le più vulnerabili). Vi è quindi un maggiore utilizzo delle risorse marine, dalle attività di pesca e acquacoltura alla desalinizzazione per l'acqua potabile e l'uso ricreativo delle spiagge. Ne è risultato un aumento della pressione antropogenica sulla salute dell'oceano, e il deterioramento con impatto sulla popolazione umana:

- inquinamento da sostanze chimiche per scopi industriali o agricoli
- aumento dell'industrializzazione, con un incremento delle emissioni atmosferiche di gas serra
- l'acqua di zavorra, le fuoriuscite di acque reflue e lo scarico di rifiuti trattati in modo insufficiente contengono

## PRESENTAZIONE DELLA RELATRICE

Gli esseri umani hanno a lungo ritenuto che le dimensioni oceaniche permettessero loro di scaricare inquinanti e di ottenerne comunque cibo e benefici. L'innalzamento della temperatura, l'inquinamento, la pesca eccessiva ecc. hanno messo a dura prova l'ecosistema oceanico per decenni. Ci siamo accorti solo recentemente dell'urgenza di contrastare le specie aliene, o dei danni provocati dall'accumulo di plastiche in mare. Ma ci sono anche impatti positivi che l'oceano ha sulla specie umana rimasti impliciti, scarsamente quantificati o con meccanismi non compresi. Insieme a una buona qualità dell'acqua per la balneazione, l'acqua non inquinata mantiene ecosistemi sani in favore della biodiversità e del funzionamento, favorisce attività economiche come il turismo e l'acquacoltura sostenibile. Dati crescenti indicano che le interazioni dirette degli esseri umani con gli oceani possono portare a una serie di benefici per la salute pubblica, compreso l'aumento dell'attività fisica e il miglioramento del benessere mentale. È possibile intervenire, ma occorre saperne di più fin dalla formazione scolastica, poiché senza la conoscenza è difficile comprendere il valore reciproco degli oceani per la salute umana.

### Elena Fabbri

Professoressa ordinaria di Fisiologia, Dipartimento di Scienze biologiche, geologiche e ambientali (Bigea), Università di Bologna



- microbi, nutrienti (nitrati e fosfati) e inquinanti non nutritivi
- inquinamento da plastica
- aumento della temperatura, che porta essa stessa a una serie di conseguenze come: cambiamenti biogeografici, fenologici e dimensionali (su scale biogeografiche, spostamenti di specie verso latitudini e altitudini elevate);

- acidificazione con abbassamento del pH degli oceani a causa di una maggiore presenza di CO<sub>2</sub>; aumento delle fioriture algali nocive; ipossia, zone morte povere di ossigeno; stratificazione degli oceani e mancato rimescolamento verticale della colonna d'acqua
- sfruttamento eccessivo della pesca e acquacoltura.



D'altra parte, ripristinando e conservando gli ecosistemi marini e costieri, è possibile poter usufruire delle risorse naturali in modo sostenibile, tramite:

- produzione di bio-farmaci
- aree di riproduzione e zone di *nursery* per un'ampia varietà di organismi
- servizi di supporto, regolazione, approvvigionamento
- output materiali: trasporti e benefici economici, commercio, sviluppo industriale e urbano, turismo e pesca
- output immateriali: servizi culturali e ricreativi che promuovono la salute fisica e mentale.

L'Oms ha calcolato che ogni anno oltre 150.000 morti siano correlate al cambiamento climatico, in particolare nelle zone costiere. L'argomento va oltre quello che si può riassumere in questo articolo, che si concentra quindi soltanto su alcuni aspetti legati alle microalghe marine.

## Bloom algali e tossine

Le alghe costituiscono la maggior parte della biomassa degli oceani e la principale fonte di nutrimento per gli organismi marini. In condizioni ambientali appropriate si riproducono con elevata rapidità, producendo fioriture algali note anche come maree, in rapido aumento a causa di fattori antropogenici come l'elevato carico di nutrienti nell'oceano, il trasporto delle specie algali nocive nelle acque di zavorra delle navi e le variazioni climatiche. Le fioriture algali possono causare danni all'ambiente (esaurimento dell'ossigeno nella colonna d'acqua), alterare la rete trofica (danni alle branchie dei pesci), minacciare la vita marina e quella umana influenzando direttamente la catena alimentare o rilasciando particelle in aerosol. Le tossine algali, insapori e inodori, stabili al calore e agli acidi si possono accumulare, causando (o meno) danni negli organismi marini fino ad arrivare in alto nella catena alimentare. Tra le diverse malattie causate dalle tossine algali, le malattie respiratorie provocate dall'inalazione o dal contatto con le tossine sono causate dai seguenti dinoflagellati:

- *Gymnodinium breve*, da cui la brevetossina che aerosolizzata dalle onde e dal vento causa alterazioni della contrazione muscolare, tremore, convulsioni, diminuzione della frequenza respiratoria e broncocostrizione
- *Pfiesteria piscicida*: nausea, problemi respiratori e perdita di memoria
- *Ostreopsis ovata*: febbre, faringite, tosse, difficoltà respiratoria, dermatiti.

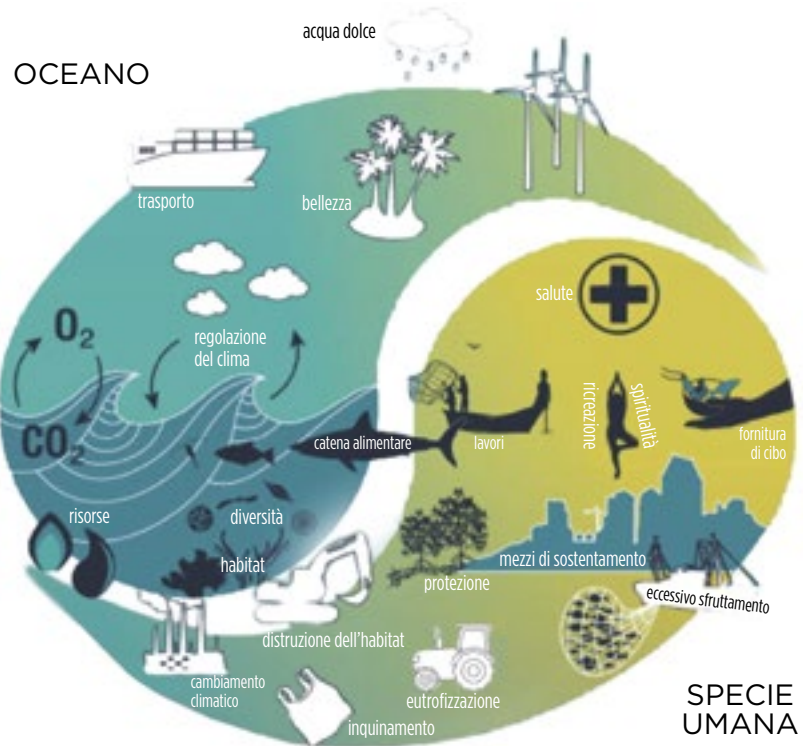


FIG. 1 OCEANO E SPECIE UMANA  
Interdipendenza tra l'oceano e l'umanità.

## Patologie tiroidee

La tiroide è molto sensibile a fattori biotici e abiotici ambientali (iodio, micronutriente assunto dalla dieta ed essenziale per la sintesi degli ormoni tiroidei), i quali possono comportare una variazione nelle secrezioni degli ormoni tiroidei (triiodotironina T3 e tiroxina T4). Questi sono fondamentali per le funzioni fisiologiche: influenzano lo sviluppo fetale, la crescita, i processi nutrizionali e la riproduzione negli esseri umani. Sia la carenza (ipotiroidismo) che l'eccesso (ipertiroidismo) di iodio possono aumentare il rischio di sviluppare un disturbo alla tiroide. Diversi studi hanno evidenziato gli effetti dell'acidificazione degli oceani sul metabolismo dello iodio nelle alghe (principali organismi ricchi di iodio), mostrando come la riduzione del pH favorisca la crescita e allo stesso tempo un aumento – talvolta eccessivo – delle concentrazioni di iodio.

## Non solo prodotti negativi

Oltre a numerosi principi attivi di farmaci, altri prodotti marini contengono ingredienti attivi usati come integratori nutrizionali, oli e co-fattori che migliorano il benessere generale. È già noto da tempo il beneficio della assunzione di oli contenenti omega-3

da pesci o da krill. Ma anche le microalghe marine sono anche ricche di oli omega-3. Il vantaggio è che la produzione da questa fonte è più ecosostenibile e meno dannosa per l'ambiente rispetto alla produzione di origine animale. Le microalghe sono anche la fonte di alcuni dei prodotti per la cura della pelle più innovativi disponibili oggi, ad esempio oligopeptidi per aumentare la compattezza e il tono della pelle o migliorare il turnover cellulare dell'epidermide. A fianco del più noto acido ialuronico esiste l'acido algaronico, una miscela di polisaccaridi da microalghe con proprietà benefiche per la pelle.

In conclusione, questi effetti ci fanno capire come le azioni antropogeniche che vanno a causare disequilibri negli oceani portino delle conseguenze negative per la salute umana, e come d'altra parte sia fondamentale assicurare la protezione degli oceani per assicurare il mantenimento dei benefici offerti. È indispensabile quindi un'azione di ricerca, monitoraggio e gestione a livello planetario, che coinvolga tutti gli attori, dai decisori ai portatori di interesse e alla popolazione, per salvare il rapporto reciproco tra salute umana e degli oceani.

**Silvia Roncarati**

Laureata magistrale in Biologia marina

# URBAN HEALTH CONTRO I CAMBIAMENTI CLIMATICI

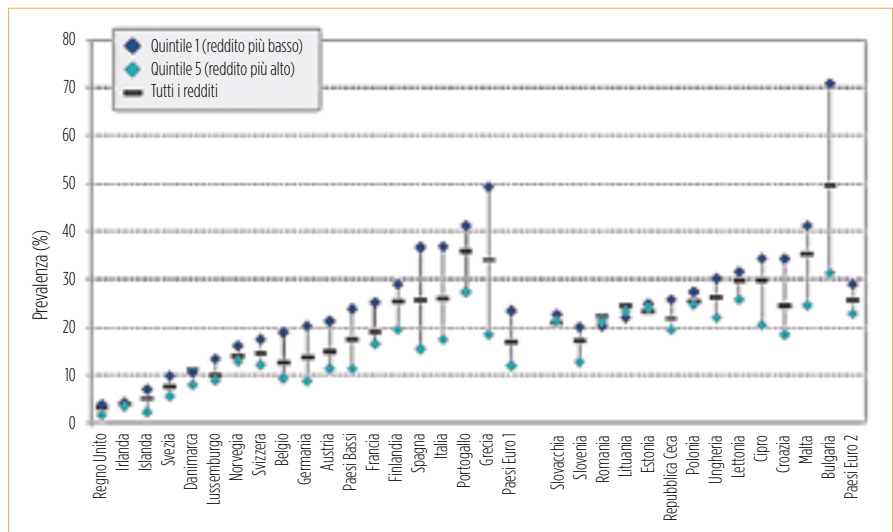
GLI EFFETTI SULLA SALUTE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SONO UNA PRIORITÀ DI PREVENZIONE, SOPRATTUTTO NELLE CITTÀ DOVE SI CONCENTRANO LE POPOLAZIONI VULNERABILI. È NECESSARIO E URGENTE CHE VENGANO MESSE IN ATTO, A TUTTI I LIVELLI, STRATEGIE CONDIVISE DI RIPROGETTAZIONE DEGLI SPAZI URBANI.

I centri urbani costituiscono un importante *hotspot* per i cambiamenti climatici, sia per la vulnerabilità degli abitanti sia perché i consumi energetici e alimentari delle popolazioni residenti nelle città sono tra i principali responsabili delle emissioni climalteranti. Si stima che il riscaldamento globale sarà responsabile di 250 mila morti in più ogni anno entro il 2050, con un impatto economico di circa 2-4 miliardi di dollari ogni anno fino al 2030. I danni riguardano soprattutto le persone fragili, che da un lato sono più esposte e meno capaci di recuperare le perdite subite, ma dall'altro dispongono di minori risorse per contribuire a ridurre le emissioni di gas serra. Le evidenze scientifiche supportano la necessità di pianificare gli spazi urbani per prevenire e adattarsi ai principali eventi estremi causati dal cambiamento climatico, che costituiscono un'importante minaccia per la salute: ondate di calore, precipitazioni intense, alluvioni e siccità, oltre a incendi e malattie trasmesse da vettori. Gli effetti del cambiamento climatico si ripercuotono in maniera più evidente sui gruppi di popolazione economicamente più svantaggiati, secondo un circolo vizioso per cui i sistemi in cui le disuguaglianze sono maggiori contribuiscono maggiormente a creare le condizioni che alimentano il cambiamento climatico e questo, a sua volta, espone le persone più povere a subirne le conseguenze più drammatiche, con un'amplificazione delle disuguaglianze intra e inter-nazionali precedentemente già esistenti. Le modificazioni del contesto urbano possono favorire una più equa distribuzione delle opportunità di adattamento a questi effetti, contribuendo contestualmente alla riduzione delle emissioni climalteranti (mitigazione) con infrastrutture che facilitino l'adozione di comportamenti virtuosi anche da parte dei cittadini meno abbienti. Per ridurre le emissioni di gas serra è fondamentale "decarbonizzare" la

## PRESENTAZIONE DELLA RELATRICE

La salute dei cittadini è influenzata da una serie di determinanti personali, sociali, economici e ambientali, tra cui abitazioni, trasporti, pianificazione urbana, vernici al piombo, spazi verdi, inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici. Le emissioni climalteranti pro capite sono prodotte in larga misura dagli abitanti dei Paesi industrializzati, che risiedono in città nel 70% dei casi. Per rispondere a queste necessità è nato il *Documento di indirizzo per la pianificazione urbana in un'ottica di salute pubblica*, siglato dall'accordo Stato-Regioni che integra le azioni di tutela e promozione della salute nella progettazione urbana e sottolinea la forte dipendenza tra il benessere fisico, psichico e sociale e l'ambiente urbano in cui si vive. I parchi urbani, forniscono potenziali risposte a molti problemi relativi alla salute umana, all'adattamento ai cambiamenti climatici e alle misure di mitigazione e sviluppo della città sostenibile, rappresentando un esempio di *nature-based solutions* accessibili a tutti i cittadini, che permettono di superare le disuguaglianze sociali.

**Camilla Puccinelli**  
Istituto superiore di sanità



**FIG. 1 DIFFERENZE TRA PAESI**  
Disuguaglianze nella capacità di garantire adeguato raffrescamento estivo durante l'estate per livello di reddito (Who Europe, 2019).  
Fonte: Eurostat (2018)

produzione energetica: la generazione di energia da fonti rinnovabili dovrebbe essere sempre più locale e capillare, riducendo così le dispersioni lungo la rete di distribuzione e favorendo l'autonomia di piccole comunità per i fabbisogni domestici. L'altra grossa priorità è l'efficientamento degli edifici, con l'adozione dei

più avanzati standard costruttivi di coibentazione (anche attraverso tetti e pareti verdi), ventilazione e climatizzazione (a basso impatto di carbonio alimentati da solare termico), illuminazione (prevalentemente naturale e a basso consumo), l'applicazione della domotica e il riciclo di materiali di demolizione.

Le politiche energetiche e costruttive contribuirebbero, così, a ridurre le emissioni di gas serra del 60% entro il 2030. Il restante 40% potrebbe essere colmato dalla riprogettazione della mobilità e, in misura minore, della gestione dei rifiuti. In particolare, occorrerebbe rimodulare il sistema trasportistico modificando la gerarchia attualmente imperante in molte città, secondo cui gli spazi urbani sono pensati in primo luogo per le automobili anziché a misura d'uomo. Sebbene la conversione del parco di veicoli circolanti verso mezzi ibridi o elettrici ad alta efficienza non dipenda strettamente dai decisori locali, questi ultimi possono contribuire ad attuare localmente una "mobilità di nuova generazione" che include l'avvicinamento dei cittadini ai servizi e ai luoghi di lavoro e di studio per ridurre il più possibile gli spostamenti, lo studio dei flussi di traffico che porti a rafforzare il trasporto pubblico (con mezzi elettrificati) lungo gli assi viari più frequentati, ma anche la trasformazione delle stazioni della metropolitana in centri di aggregazione e socializzazione.

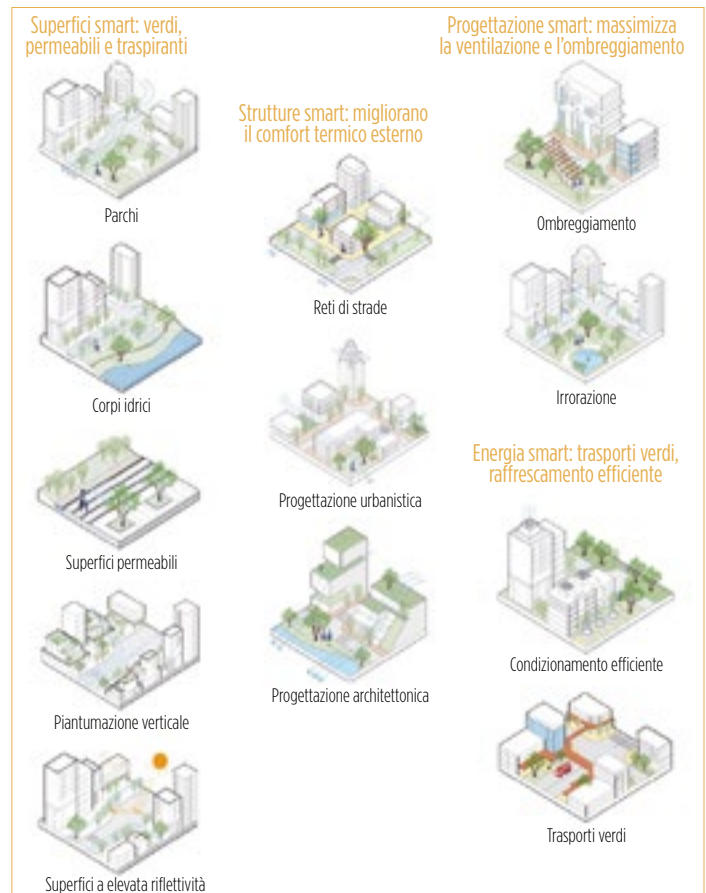
È necessario incoraggiare la mobilità attiva sviluppando circuiti sicuri e attrattivi percorribili a piedi o in bicicletta e favorire la conversione e condivisione dei mezzi privati in veicoli elettrici con incentivi e lo sviluppo di un'adeguata rete di stazioni di ricarica.

Per quanto riguarda le strategie di adattamento, la dimensione urbana si presta all'attuazione di interventi alla portata dei decisori locali: la priorità è il contrasto all'effetto "isola di calore" attraverso infrastrutture blu e verdi e la riprogettazione di spazi pubblici che favoriscano la ventilazione naturale, l'ombreggiatura e una maggiore albedo. Alcune di queste soluzioni, come l'incremento di spazi verdi e di percorsi pedonali e ciclabili, sono utili anche a migliorare la mobilità attiva e sostenibile e favorire le reti sociali e l'inclusione, riducendo al contempo i fattori di rischio per le malattie croniche, distribuiti soprattutto tra le popolazioni più povere. Tra le cause dell'effetto "isola di calore" in città, si annovera l'impermeabilizzazione del suolo che comporta una maggiore vulnerabilità anche al rischio alluvionale e si associa a perdita di biodiversità che espone le colture a una minore resilienza nei confronti della siccità. Per questo è raccomandabile che le città si proteggano dal rischio allagamento non solo costruendo infrastrutture capaci di assorbire le ondate di piena (aree e bacini inondabili, adeguamento

FIG. 2  
ISOLE DI CALORE

Misure di adattamento che riducono l'effetto "isola di calore urbano".

Fonte: Guangzhou Urban Planning & Design Survey Research Institute, World Bank, 2022.



della rete fognaria e di drenaggio ecc.), ma soprattutto desigillando il più possibile il suolo impermeabilizzato, in modo che torni a garantire servizi ecosistemici quali il drenaggio delle acque e l'evapotraspirazione, particolarmente rilevanti in aree verdi alberate rispetto a quelle solo inerbite.

Infine il rischio incendi e siccità dovrebbe essere affrontato con un'adeguata sensibilizzazione della popolazione sul risparmio idrico, ma soprattutto con la disponibilità di serbatoi per l'emergenza idropotabile, il riciclo delle acque meteoriche a uso industriale o per irrigazione e pulizia domestica, e l'attuazione di sistemi di agricoltura urbana, utili ad accorciare la filiera produttiva ortofrutticola, a tutela delle popolazioni svantaggiate che risentirebbero per prime del rincaro dei prodotti agricoli ottenuti con agricoltura tradizionale.

Le *nature-based solutions* dunque sono individuabili come interventi equitativi e costo-efficaci per il contrasto alla maggior parte degli effetti del cambiamento climatico. È necessario privilegiare la piantumazione di specie resistenti al clima sempre più caldo e asciutto, a venti, uragani e incendi (che tendono a propagarsi più facilmente in presenza di conifere rispetto a foreste decidue). In ogni caso è necessario che la

pianificazione degli interventi sia specifica per la tipologia di città e gli scenari prevedibili in base alle conoscenze e alle esigenze degli *stakeholder* locali, che devono essere coinvolti nella progettazione.

Un'esperienza promettente è l'*urbanismo tattico*, cioè la trasformazione di piccole aree cittadine in piste ciclabili, piazze di socializzazione, zone *car free* ecc. con risorse limitate e il coinvolgimento attivo degli abitanti del quartiere interessato. Tali iniziative si sono dimostrate così efficaci nel restituire spazi urbani ai cittadini, spesso sottratti alle auto, che molti di questi interventi, inizialmente pensati come temporanei, sono diventati definitivi.

In conclusione, gli effetti del cambiamento climatico possono essere contrastati efficacemente solo attraverso un cambio di paradigma a tutti i livelli, non solo nelle politiche centrali energetiche, agricole, abitative e dei trasporti, ma anche nella pianificazione urbanistica, più direttamente sotto il controllo degli amministratori locali.

**Morena Stroschia**

Responsabile S.S. Igiene dell'abitato, S.C. Igiene e sanità pubblica, Asl Torino 5  
Referente Programma predefinito 9 - Ambiente, clima e salute, del Piano regionale di prevenzione, Regione Piemonte

# L'ESPOSIZIONE AL RADON INDOOR IN LOMBARDIA

L'INNOVATIVO ARTICOLO 11 DEL D.LSG 101/2020 INDIVIDUA LE AREE PRIORITARIE, CIOÈ LE ZONE DEL TERRITORIO NAZIONALE IN CUI LA CONCENTRAZIONE DEL GAS È SUPERIORE ALLA MEDIA. NEL GIUGNO 2023, LA REGIONE LOMBARDIA HA MAPPATO LE ZONE A RISCHIO, STRUMENTO FONDAMENTALE PER ORIENTARE GLI INTERVENTI A TUTELA DELLA SALUTE DEI CITTADINI.

**I**l radon è un gas nobile radioattivo naturale. È invisibile, inodore, incolore e insapore ed è un prodotto intermedio del decadimento di elementi radioattivi che si trovano nel suolo, nell'acqua e nei materiali da costruzione. Poiché è un gas, il radon può facilmente uscire e accumularsi nell'aria, all'aperto si diluisce e si disperde, ma all'interno, in ambienti chiusi, si concentra soprattutto quando la ventilazione degli edifici non è sufficiente. Il maggior contributo alla concentrazione di radon *indoor* proviene dal suolo, dal quale penetra all'interno degli edifici.

In generale, il problema dell'esposizione al radon viene sottovalutato perché non è percepito come un fattore di rischio rispetto ad altri tipi di esposizione (ad esempio i campi elettromagnetici), eppure l'Organizzazione mondiale della sanità (Oms), attraverso l'*International agency for research on cancer* (Iarc), ha classificato il radon come appartenente al gruppo 1 delle sostanze cancerogene per l'essere umano. Infatti, diversi studi epidemiologici hanno evidenziato una correlazione tra l'esposizione continua al radon e il rischio di sviluppare un tumore polmonare. L'entità del rischio cresce all'aumentare della concentrazione a cui si è esposti e all'aumentare della durata dell'esposizione. Il rischio esiste anche per esposizioni prolungate a concentrazioni di radon medio-basse, come quelle che si possono trovare comunemente nelle abitazioni e nei luoghi di lavoro. Gli studi hanno inoltre evidenziato un incremento del rischio dovuto all'effetto sinergico tra esposizione al radon e fumo di sigaretta.

## L'azione regionale

Nelle more dell'entrata in vigore del piano nazionale, l'azione della Regione Lombardia, aderendo ai principi introdotti dalla nuova disciplina statale, è finalizzata alla riduzione dei rischi a lungo termine attribuibili all'esposizione

## PRESENTAZIONE DELLA RELATRICE

Il radon è la seconda causa di morte per cancro ai polmoni dopo il fumo ed è classificato cancerogeno umano di gruppo 1 (Who, 2009; Iarc, 1988). È quindi di primaria importanza ai fini della salute pubblica misurare il livello di conoscenza e di percezione della popolazione. Il rischio del radon è poco conosciuto ed è percepito come distante, incerto, anche perché gli effetti sanitari non sono immediati: il cancro ai polmoni si manifesta a distanza di anni.

Una strategia di comunicazione efficace è fondamentale per promuovere un cambiamento nella percezione del rischio, soprattutto nelle aree ad alto rischio di esposizione al radon. Nel caso specifico del radon è necessario fornire informazioni sui rischi sanitari a esso correlati, sui metodi di misura del gas e sulle azioni di bonifica per ridurre la concentrazione di radon negli edifici; a tal fine è necessario un approccio multidisciplinare che tenga in considerazione anche il contesto sociale ed economico.

Le campagne di comunicazione del rischio, inoltre, dovrebbero essere affiancate da politiche di incentivi fiscali per effettuare misure di mitigazione e bonifica, a sostegno dei residenti con basso reddito. I messaggi dovrebbero essere chiari e affidabili, poiché la percezione generale dell'esposizione ai radionuclidi è complessa, i messaggi dovrebbero essere efficaci e diffusi attraverso i canali più convenienti e pertinenti, inclusi internet e i social network. La comunicazione del rischio può svolgere un ruolo rilevante specialmente se integrata in esperienze di *citizen science*, in cui i cittadini assumono direttamente l'iniziativa e la responsabilità di produrre conoscenza e gestire i risultati e le azioni di prevenzione insieme alle autorità competenti.

**Francesca De Maio**  
Ispira

al gas radon e si sta sviluppando attraverso atti di indirizzo, di governo e di monitoraggio che diverranno parte integrante dell'azione di sistema che la Direzione generale Welfare assicura per il tramite delle Agenzie di tutela della salute (Ats), delle Aziende socio-sanitarie territoriali (Asst) e delle Unità operative ospedaliere di Medicina del lavoro (Uooml) con la continua collaborazione di Arpa Lombardia e delle istituzioni di livello nazionale e internazionale. Con l'approvazione della legge regionale 3 del 3 marzo 2022 "Modifiche al Titolo VI della Lr 30 dicembre 2009, n. 33 (Testo unico delle leggi regionali in materia di sanità) e alla Lr 10 marzo 2017, n. 7 (Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti)", la Regione ha dato un ulteriore impulso rispetto al passato verso una più ampia tutela della salute dei cittadini e dei lavoratori nei confronti del radon.



## Individuazione delle aree prioritarie

Sono definite aree prioritarie (comma 3 dell'art. 11 del Dlgs 101/2020) quelle porzioni di territorio nei quali la stima della percentuale di edifici che superano come media annua i 300 Bq/m<sup>3</sup> (livello di riferimento) è superiore al 15%. Tale percentuale si riferisce agli edifici situati al piano terra. In tal modo viene per la prima volta fornita una precisa

indicazione tecnica per la definizione di “mappe radon” regionali.

La Regione Lombardia negli anni ha approfondito, a più riprese, le indagini territoriali con campagne di mappatura e monitoraggio analitico in collaborazione con Arpa Lombardia e i Dipartimenti di prevenzione delle Ats, al fine di conoscere la distribuzione statistica della concentrazione di radon in ambienti chiusi sul territorio; con l'avvento del nuovo decreto è stato avviato un nuovo studio al fine di individuare le aree prioritarie sulla base dei dati e delle informazioni disponibili, i cui esiti sono contenuti nella relazione di Arpa Lombardia *Prima individuazione delle aree prioritarie in Lombardia*, approvata con Dgr 508 del 26 giugno 2023.

Nella *figura 1* è riportata la mappa nella quale sono presentati i primi comuni Lombardi classificati in area prioritaria ex Dlsg 101/2020. La base dati disponibile per la prima individuazione delle aree prioritarie è costituita dai dati raccolti nel corso di due campagne regionali distinte effettuate da Arpa Lombardia negli anni 2003-2004 e 2009-2010, attraverso le quali complessivamente sono state effettuate 3.933 misurazioni della concentrazione media annuale di radon *indoor* distribuite in 551 comuni, pari al 37% dei comuni lombardi. Tutte le misurazioni hanno avuto durata annuale e sono state effettuate in ambienti al piano terra, presso luoghi di lavoro, scuole o edifici residenziali. Le analisi sono state effettuate da Arpa Lombardia presso il Laboratorio di radioattività ambientale della sede di Bergamo (ora Unità operativa Centro regionale Radioprotezione), utilizzando la tecnica dei rivelatori a tracce nucleari di tipo CR-39. La concentrazione media annuale misurata varia da 8 a 1.793 Bq/m<sup>3</sup>. La distribuzione dei dati è caratterizzata da una media aritmetica pari a 137 Bq/m<sup>3</sup> e da una media geometrica pari a 89 Bq/m<sup>3</sup>. L'8,1% dei locali misurati presenta valori di concentrazione media annua di radon *indoor* superiori a 200 Bq/m<sup>3</sup> e il 3,6% superiori a 300 Bq/m<sup>3</sup>. Le campagne sono state progettate suddividendo il territorio in maglie, in funzione delle caratteristiche geologiche e morfologiche dominanti nelle diverse aree della regione; la prima identificazione delle aree prioritarie è basata su analisi statistica dei dati disponibili, che garantiscono una buona copertura del territorio regionale con una densità di informazione maggiore nelle aree in cui la variabilità

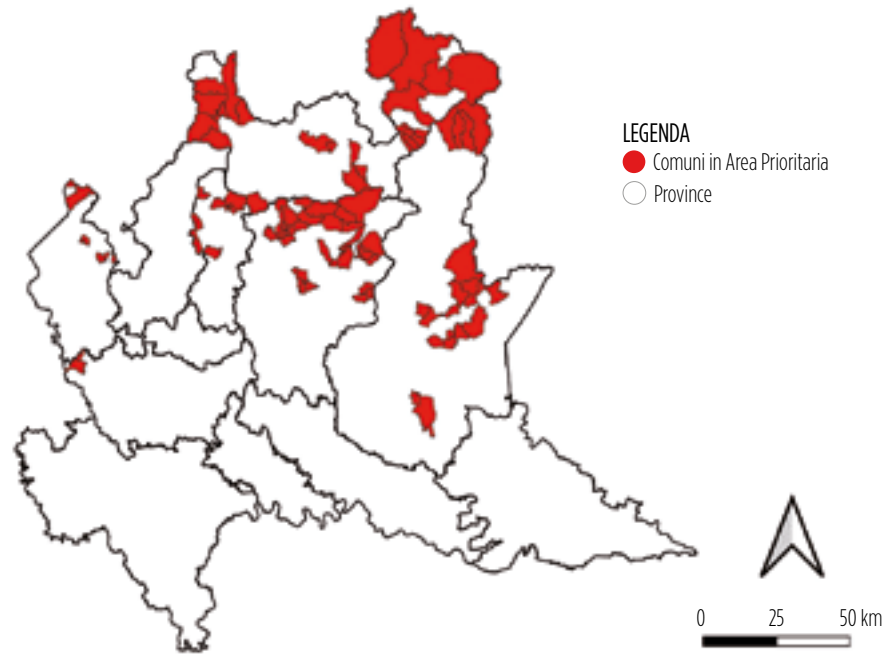


FIG.1 PRIMA INDIVIDUAZIONE DELLE AREE PRIORITARIE IN LOMBARDIA

Gli esiti sono contenuti nella relazione di Arpa Lombardia (Dgr 508 del 26/06/2023, Gu Serie generale n. 211 del 09/09/2023).

attesa delle concentrazioni di radon *indoor* è maggiore in conseguenza della variabilità dal punto di vista geologico e geomorfologico dell'area montana e pedemontana. In seguito, l'unità di campionamento è stata modificata passando dalla maglia, utilizzata nella fase di pianificazione e realizzazione delle campagne di misura, al Comune individuato come l'unità di campionamento più utile ai fini della declinazione operativa degli adempimenti di legge di cui al Dlgs 101/2020.

In generale, i risultati delle campagne di misura hanno mostrato come nell'area di pianura, dove il substrato alluvionale, poco permeabile al gas, presenta uno spessore maggiore, la presenza di radon sia poco rilevante; nelle aree montane e pedemontane in provincia di Sondrio, Varese, Bergamo, Brescia e Lecco le concentrazioni sono risultate invece decisamente più elevate. Le analisi statistiche sulle misure effettuate in Lombardia hanno inoltre mostrato che la concentrazione di radon *indoor*, oltre che alla zona geografica e quindi alle caratteristiche geomorfologiche del sottosuolo, è anche strettamente correlata alle caratteristiche costruttive, ai materiali utilizzati, alle modalità di aerazione e ventilazione e alle abitudini di utilizzo del singolo edificio o unità abitativa.

Lo scopo del decreto 101, ripreso anche dalla legge regionale 3/2022, è quello di sensibilizzare la popolazione rispetto a un rischio ubiquitario e sinora poco percepito

e di informare sui modi con cui si può gestire e ridurre. Le aree individuate come prioritarie non sono le uniche in cui il problema esiste, bensì quelle in cui si è ritenuto di dare una priorità agli interventi di sensibilizzazione, che devono essere estesi a tutta la regione. Poiché non esiste un valore soglia al di sotto del quale il rischio è nullo, ci si aspetta che il numero di casi di tumore al polmone attribuibile al radon sarà maggiore nelle aree più densamente abitate che sono ubicate nella fascia di pianura, anche se in queste zone le concentrazioni di radon *indoor* sono mediamente più basse. Sarà cura della Regione, in collaborazione con i Dipartimenti di prevenzione e igiene sanitaria delle Ats e Arpa, promuovere azioni di informazione e sensibilizzazione per la comunicazione efficace e corretta su tutto il territorio regionale del rischio radon. Inoltre, è prevista la programmazione di nuove campagne di misurazioni a cura di Arpa Lombardia, d'intesa con la Regione e in collaborazione con le Ats, nei Comuni che si trovano nelle aree potenzialmente a maggior rischio e non ancora sufficientemente indagate, per integrare la base dati disponibile e aggiornare l'individuazione delle aree prioritarie in Lombardia mediante l'analisi di ulteriori dati di concentrazione di radon *indoor*.

#### Veronica Todeschini

Direzione generale Welfare, Struttura Prevenzione sanitaria da rischi ambientali, climatici e lavorativi, integrazione ambiente, clima e salute, Regione Lombardia

# POPOLAZIONE E SALUTE NELLA VALUTAZIONE AMBIENTALE

LA NORMATIVA VIGENTE COMPRENDE LA SALUTE TRA I FATTORI DA CONSIDERARE NELL'AMBITO DELLE VALUTAZIONI AMBIENTALI DI PROGETTI, PIANI E PROGRAMMI. I PRINCIPALI STRUMENTI TECNICO-METODOLOGICI A OGGI DISPONIBILI E I RISULTATI DI UNA BREVE INDAGINE SU UN CAMPIONE DI PROGETTI PER I QUALI È STATA PRESENTATA ISTANZA DI VIA.

I procedimenti di valutazione ambientale (Via, Vas e Vinca), *ex lege*, sono volti a individuare e stimare, dal punto di vista sia qualitativo sia quantitativo, gli “effetti significativi, diretti e indiretti, di un piano, programma o di un progetto” sull’ambiente e, in particolare, su una serie di fattori specificamente individuati dall’art. 5, comma 1 lett. c) del Dlgs. 152/2006, quali: “popolazione e salute umana; biodiversità, con particolare attenzione alle specie e agli habitat protetti in virtù della direttiva 92/43/CEE e della direttiva 2009/147/CE; territorio, suolo, acqua, aria e clima; beni materiali, patrimonio culturale, paesaggio”, nonché valutare anche le possibili interazione tra gli stessi.

A determinare lo stato di salute di un individuo, una comunità o una popolazione partecipano variabili di molteplice natura (ambientale, territoriale, epidemiologica, tossicologica, demografica, culturale, sociale ecc.), che si relazionano anche in maniera non lineare tra loro. La stessa Organizzazione

## PRESENTAZIONE DELLA RELATRICE

Nonostante negli ultimi anni sia cresciuta la consapevolezza della rilevanza del tema salute pubblica nelle procedure ambientali, restano purtroppo ancora carenze rilevanti nella trattazione di tale componente in alcune tipologie progettuali. Restano, inoltre, alcuni nodi critici quali la mancata disponibilità di dati sanitari, utili ai fini di evidenziare la presenza di vulnerabilità della popolazione potenzialmente esposta, e la scarsa collaborazione con gli enti sanitari territoriali. Per risolvere tali criticità il Ministero della Salute nel *Piano di investimenti complementare al Pnrr* (Missione 6 Componente 1 Salute, ambiente, biodiversità e clima) ha finanziato due attività specifiche volte a implementare la collaborazione tra Agenzie regionali ambientali e sanitarie e alla condivisione e integrazione dei dati sanitarie e ambientali anche a supporto delle procedure di valutazione ambientale.

Le linee di attività sono:

- investimento 1.1: rafforzamento complessivo delle strutture e dei servizi di Snps e Snpa (Sistema nazionale prevenzione salute dai rischi ambientali e climatici e Sistema nazionale di protezione dell’ambiente) a livello nazionale, regionale e locale, migliorando le infrastrutture, le capacità umane e tecnologiche e la ricerca applicata
- investimento 1.5: creazione di una piattaforma di rete digitale nazionale Snpa-Snps.

La complessità della relazione tra esposizioni ambientali ed esiti sanitari, spesso multifattoriali, rende il percorso ancora lungo e tortuoso. La collaborazione interdisciplinare tra esperti di settori ambientali (esperti della qualità dell’aria, del rumore) e sanitari (epidemiologi, tossicologi ecc.) è fondamentale per lo sviluppo di modelli sempre più precisi utili a definire la popolazione realmente esposta a specifiche concentrazioni di inquinanti e a stimare i potenziali impatti sanitari.

**Francesca De Maio**  
Ispra



FOTO: G. RINCHIERA

mondiale della sanità nel 1948 aveva definito la salute come “uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non la semplice assenza dello stato di malattia o di infermità”, attribuendole, anche solo per definizione, una connotazione multidisciplinare e trasversale.

Sebbene molti passi in avanti siano stati fatti per attribuirle un rilievo tecnico-scientifico adeguato, il risultato non può ritenersi definitivo. Le notevoli complessità che ancora si presentano sul piano scientifico e metodologico, insieme alla difficoltà nel reperimento e utilizzo dei dati sanitari a causa della loro sensibilità, rendono ancora lontana la piena effettività degli strumenti normativi, conferendo notevole complessità e incertezza delle valutazioni previsionali concernenti l'impatto sulla salute pubblica degli interventi di volta in volta presi in considerazione.

## Le norme tecniche Snpa per gli studi di impatto ambientale

Ispra e le Arpa regionali, nel luglio 2019, hanno pubblicato il documento *Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale*, che fornisce le linee guida utili per la redazione, da parte dei proponenti, e la valutazione, da parte dei soggetti preposti, degli studi di impatto ambientale (Sia) per le opere previste dal Dlgs 152/06.

I passaggi tecnici principali per individuare e stimarne i potenziali impatti, anche sulla salute umana, sono rappresentati da:

- caratterizzazione dello scenario di base (inquadra la situazione ambientale e territoriale complessiva prima della realizzazione di qualsiasi intervento, identificando la presenza di eventuali categorie sensibili o a rischio)
- analisi della compatibilità dell'opera (stima degli impatti potenziali)
- monitoraggio della salute della popolazione presente nell'area interessata dall'opera (controllo degli effetti e impatti nel tempo).

Un altro aspetto importante da considerare per stabilire la compatibilità dell'opera è rappresentato dalla previsione di misure di mitigazione (per annullare e contenere gli impatti) o di compensazione (interventi di riqualificazione sull'area di interesse).

## Principi della Valutazione di impatto sanitario (Vis) e linee guida Iss

I principi fondamentali alla base del concetto di impatto sanitario sono contenuti negli accordi internazionali e nella disciplina comunitaria, di recente inclusi con il Dlgs 104/2017 nel Testo unico ambientale, che ha ricompreso la Valutazione di impatto sanitario (Vis) come procedura vera e propria all'interno del processo di Via sia come definizione (art. 5) sia individuando le tipologie progettuali per le quali se ne rende necessaria l'elaborazione (allegato II alla Parte II). Pertanto, per queste categorie di opere (grandi impianti di combustione, quali ad esempio raffinerie, centrali termoelettriche, rigassificatori ecc.), in ragione degli impatti ambientali e sanitari che si verificano in fase di realizzazione o di esercizio, i proponenti hanno l'obbligo, contestualmente all'avvio dell'istanza di Via, di presentare lo studio di Vis, predisposto in conformità alle linee guida dell'Istituto superiore di sanità (adottate con decreto dal Ministero della Salute nel marzo 2019).

Va evidenziato come, rispetto all'espressione della direttiva comunitaria, l'introduzione della Vis come procedura tecnico-scientifica vera e propria sia un passo in avanti che ha fatto la normativa italiana. La Vis, come definizione generale, è “la combinazione di procedure, metodi e strumenti utili a valutare i potenziali, e talvolta non intenzionali, effetti che una politica, un piano, un programma o un progetto hanno sulla salute di una popolazione e la distribuzione di tali effetti all'interno della popolazione esposta, individuando le azioni appropriate per la loro gestione”, cioè delle azioni per gestirne gli effetti e mitigarne i rischi (Who, 1999). La finalità risiede, quindi, nel valutare come un'opera possa generare cambiamenti sul territorio, direttamente e indirettamente sui determinanti di salute e, conseguentemente, produrre un cambiamento nello stato di salute della popolazione interessata. La valutazione del rischio si basa su un approccio tecnico-scientifico possibilmente integrato tra aspetti epidemiologici e tossicologici, che esprima una valutazione prospettica del rischio sanitario, rispetto all'esposizione potenziale cui saranno sottoposte le popolazioni presenti nelle aree interessate dai potenziali impatti del progetto.

## Analisi preliminare per alcune tipologie di opere

Per valutare in che modo sia stata trattata la componente in oggetto, è stato estratto un campione di progetti (21 centrali termoelettriche, 10 metanodotti, 3 strade e 9 ferrovie) tra quelli esaminati a partire dal 2020 dalla Commissione valutazione impatto ambientale (Ctva) del Mase, relativi a istruttorie e verifiche di assoggettabilità a Via e provvedimenti unici in materia ambientale. La scelta è stata indirizzata a tipologie per le quali la componente in esame potesse avere rilevanza differente. Per ciascun progetto sono stati verificati i dati impiegati per definire lo stato *ante operam*, eventuali richieste di integrazione in fase istruttoria e il decreto autorizzativo conclusivo.

Dalla sintesi dei risultati è emerso:

- che la componente è trattata in maniera disomogenea: spesso non viene valutata nei metanodotti, è trattata in modo superficiale nelle infrastrutture lineari strade e ferrovie, richiede uno studio Vis per le centrali termoelettriche
- una scarsa se non completa assenza di interazione con gli enti territoriali, con i quali non si instaura un rapporto di effettiva collaborazione
- una superficiale descrizione degli impatti, spesso basati su dati spesso non aggiornati. I report di Vis sono carenti degli aspetti necessari a costruirne il quadro completo
- che le valutazioni riguardano esclusivamente gli impatti derivanti dalle emissioni in atmosfera (via di esposizione inalatoria), con scarsa attenzione verso gli impatti su suolo e acque
- che dal punto di vista demografico ed epidemiologico i dati a livello comunale, spesso, non sono presenti o non resi disponibili in tempi utili delle Asl
- che per l'*ante operam* spesso si impiegano dati non aggiornati, presentando lacune nella definizione dei profili di salute e mancanza di un'analisi ecotossicologica e di uno studio del contesto epidemiologico (come l'individuazione di gruppi sensibili)
- che la fase di monitoraggio riveste un ruolo puramente teorico.

**Giuseppe Trinchera**

Ricercatore Ispra

# LE POSSIBILI CAUSE AMBIENTALI DELL'OBESITÀ

È COMUNE PENSARE CHE L'OBESITÀ SIA DOVUTA A SOVRALIMENTAZIONE E SCARSO ESERCIZIO FISICO. TUTTAVIA MOLTE COMPONENTI CONTRIBUISCONO ALLO SVILUPPO DELLA MALATTIA E ALLA SUA PATOGENESI. CRESCE L'ATTENZIONE SU ALCUNE SOSTANZE CHIMICHE AMBIENTALI (OBESOGENI) CHE SEMBRANO COINVOLTE NELLO SVILUPPO DI QUESTA CONDIZIONE.

**L'**obesità è una condizione cronica e recidivante caratterizzata da un eccesso di grasso corporeo. La sua prevalenza è aumentata a livello globale a partire dagli anni '70 diventando una vera e propria pandemia globale. Nel mondo il numero di persone obese e in sovrappeso è oggi superiore a quello delle persone sottopeso.

L'obesità incide profondamente sullo stato di salute poiché si può accompagnare a diabete mellito di tipo 2, dislipidemia, ipertensione arteriosa, cardiopatia ischemica e altre condizioni morbose che peggiorano la qualità di vita e ne riducono la durata. Inoltre, sovrappeso e obesità sono tra i principali fattori di rischio oncologico.

Per contrastare sovrappeso e obesità nell'infanzia e nell'adolescenza e ridurre la prevalenza in età adulta, è molto importante agire fin dal periodo preconcettuale e in gravidanza. I gruppi socialmente vulnerabili sono i più colpiti dall'obesità in quanto hanno meno accesso all'educazione e a corrette informazioni su stili di vita e salute e vivono, di solito, in zone che non facilitano uno stile di vita attivo. Molto spesso, inoltre, i cibi più economici hanno minore qualità nutrizionale ed elevata densità energetica, rendendo difficile l'adozione di un'alimentazione sana ed equilibrata. Nel nostro Paese sono attivi diversi sistemi di sorveglianza che ci restituiscono un quadro del problema. Complessivamente in Italia si possono stimare in circa 4 milioni le persone adulte obese. Ma come farebbe l'ambiente a contribuire all'epidemia di obesità?

## Gli obesogeni

Nel 2006, Blumberg e Grün hanno proposto l'esistenza di sostanze chimiche che alterano il sistema endocrino e che possono contribuire allo sviluppo dell'obesità e pertanto furono chiamate obesogeni. Gli obesogeni sono sostanze

### PRESENTAZIONE DELLA RELATRICE

L'obesità costituisce una vera e propria pandemia che colpisce fasce sempre più giovani di popolazione. La recente pandemia di Covid-19 ha identificato l'obesità come uno dei fattori più critici per lo sviluppo della malattia severa, tanto da definire la relazione fra Covid e obesità come una pandemia nella pandemia. L'effetto dell'inquinamento atmosferico sulle malattie metaboliche, inclusi il diabete e l'obesità, sta diventando sempre più importante, anche se ancora resta un ambito negletto della ricerca. La difficoltà di identificare correlazioni positive univoche tra esposizione ambientale e obesità è principalmente dovuta alla multifattorialità di questa malattia.

Una recente revisione sistematica della letteratura ha evidenziato questa difficoltà, mostrando un'associazione positiva fra inquinamento e obesità solo nel 44% dei casi. Gli studi sperimentali, invece, mostrano evidenze più consistenti indicando anche i possibili meccanismi di azione. I componenti dell'inquinamento atmosferico sono diversi e hanno meccanismi d'azione diversi sull'obesità.

L'iperproduzione di specie reattive dell'ossigeno (Ros) citosolici induce danni ossidativi in tutti i modelli cellulari esposti in modo acuto o ripetuto al PM. Studi in vivo hanno suggerito che l'esposizione al PM può interferire con il metabolismo dei lipidi inducendo una risposta infiammatoria nel tessuto adiposo, che porta alla crescita eccessiva del tessuto stesso, causando l'obesità. Questi esempi, uniti a molte altre evidenze sperimentali riportate recentemente in letteratura, incluse quelle relative agli eventi molecolari e alla modulazione genica da parte del PM e delle sue componenti, suggeriscono la necessità di studi epidemiologici e tossicologici mirati e robusti.

Le evidenze scientifiche devono ancora tradursi in linee guida per identificare le sostanze che possono indurre a una sindrome metabolica e delineare così efficaci strategie di prevenzione primaria.

#### Annamaria Colacci

Arpa e Università degli studi di Bologna





chimiche che provocano un aumento della massa del tessuto adiposo bianco dopo l'esposizione in vivo. I potenziali obesogeni, invece, sono sostanze chimiche che inducono la differenziazione degli adipociti in vitro ma non hanno ancora dimostrato di aumentare l'accumulo di tessuto adiposo bianco in vivo. Le sostanze chimiche obesogene possono agire direttamente sulla fisiologia del tessuto adiposo modulando l'azione delle cellule staminali, la loro differenziazione in adipociti, nonché il numero, le dimensioni e il contenuto di trigliceridi degli adipociti.

Molte sostanze chimiche, note per essere obesogene nei modelli animali, sono state associate anche a un aumento della prevalenza dell'obesità, dell'indice di massa corporea (Imc) e del peso corporeo nell'uomo. Si tratta di sostanze molto diffuse nel nostro ambiente e sono state identificate nella polvere, nell'acqua, negli alimenti trasformati, negli imballaggi alimentari, nei contenitori per la conservazione degli alimenti, nei cosmetici e nei prodotti per la cura della persona, nei mobili e nell'elettronica, nell'atmosfera, nei solventi, nei disinfettanti, pesticidi, creme solari, plastica e plastificanti, dolcificanti non nutritivi, alcuni antidepressivi, farmaci antidiabetici e comuni prodotti per la casa.

### Disturbi metabolici

Gli obesogeni possono incidere negativamente sul metabolismo (ad esempio, con il diabete di tipo 2, la malattia del fegato grasso non alcolica, l'insulinoresistenza), o contribuire direttamente all'aumento della massa grassa. Queste sostanze possono modificare il tasso metabolico, la composizione del microbiota e il controllo ormonale del comportamento alimentare. Alcuni obesogeni influiscono anche sulla funzione tiroidea, mediatore

chiave del metabolismo dei carboidrati e dei lipidi, dell'ossidazione dei grassi, dell'assunzione di cibo e del tasso metabolico a riposo. La maggior parte degli obesogeni sono un sottoinsieme di una classe più ampia di sostanze chimiche alteranti il metabolismo. Alcuni obesogeni inoltre non sono classificabili come *endocrine disrupting chemicals* (Edc), in quanto influenzano l'obesità attraverso una modalità d'azione diversa da quella endocrina.

### Tempistica d'azione

Il paradigma *Developmental origins of health and disease* (Dohad) si concentrava inizialmente sulla nutrizione alterata durante la gravidanza e sui suoi effetti sulle malattie, inclusa l'obesità. Divenne presto evidente che esistono finestre di vulnerabilità per l'esposizione agli Edc, inclusi gli obesogeni. Questa maggiore sensibilità agli obesogeni, durante lo sviluppo, deriva da molteplici fattori interagenti compresi il rimodellamento epigenetico, un immaturo sistema immunitario, la mancanza di riparazione del Dna, lo scarso metabolismo epatico e barriere emato-encefaliche ed emato-organo parzialmente sviluppate. Questi fattori consentono alle sostanze chimiche di avere emivita più lunga e di raggiungere i tessuti normalmente irraggiungibili. Lo sviluppo è controllato dagli ormoni e da fattori di crescita che determinano quali geni vengono attivati e disattivati in modo sincronizzato portando allo sviluppo di tessuti normali. Gli interferenti endocrini, compresi gli obesogeni, alterano l'azione ormonale nei momenti critici, portando a cambiamenti nei modelli epigenetici e nell'espressione genica, con conseguente maggiore suscettibilità alle malattie metaboliche e all'obesità più avanti nella vita.

Il preconcepimento, la gravidanza e la prima infanzia sono i periodi più sensibili in cui gli obesogeni influenzano lo sviluppo dei tessuti portando all'obesità più avanti nella vita. Tuttavia, anche l'esposizione agli obesogeni in età adulta può causare cambiamenti che portano a una maggiore suscettibilità all'obesità. Ci sono però scarse prove che dimostrano che gli effetti dell'esposizione agli obesogeni in età adulta persistano per tutta la vita; al contrario, le esposizioni nella fase dello sviluppo, possono suscitare cambiamenti che persistono per tutta la vita e oltre, attraverso le generazioni.

Stabilire un nesso causale tra esposizione alle sostanze e obesità, richiede l'identificazione del loro meccanismo d'azione. Numerosi studi hanno cercato di delineare questi meccanismi definendone i principali percorsi: tramite recettori per l'attivazione della proliferazione perossisomiale (Ppar), l'interferenza ormonale e l'infiammazione negli esiti obesogenici.

### Conclusioni

Nessun fattore genetico o ambientale conosciuto può da solo determinare la pandemia globale di obesità. Probabilmente, genetica, stress, ipernutrizione, mancanza di esercizio fisico, virus, farmaci e obesogeni sono tutti fattori importanti che hanno effetti diversi a seconda dell'equilibrio fra essi. Non è facile determinare con esattezza gli effetti degli obesogeni sull'obesità perché ogni sostanza chimica è diversa, le persone sono diverse e l'esposizione varia a livello regionale e globale. Inoltre, le esposizioni di interesse possono essersi verificate anni, decenni o generazioni prima.

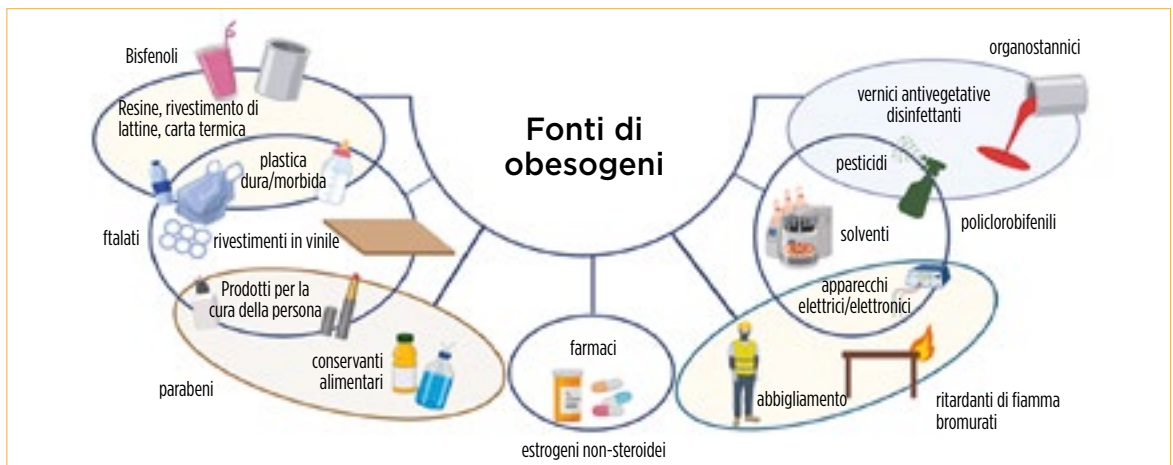
**Marilisa Falzone**

Biologa

FIG. 1  
SORGENTI  
DEGLI OBESOGENI

Alcune delle principali classi di obesogeni e fonti di esposizione, che avviene attraverso l'aria, l'acqua, gli alimenti e il contatto con la pelle.

Fonte: Heindel J.J. et al., 2022, "Obesity II: Establishing causal links between chemical exposure and obesity", *Biochemical Pharmacology*, 199, May 2022, 115014.



# UN TAVOLO TECNICO PER LA GESTIONE DEL SIN DI FIDENZA

LA GESTIONE DEI SITI CONTAMINATI IMPLICA IL BILANCIAMENTO TRA LA PRESENZA DI SOSTANZE PERICOLOSE E LA COMPLESSITÀ DELLA GESTIONE DEL PROCEDIMENTO. IL TAVOLO TECNICO TRA ARPAE E COMUNE HA FORNITO UN COSTANTE PUNTO DI CONTATTO TRA GLI ENTI, GARANTENDO IL NECESSARIO APPROFONDIMENTO DEGLI ASPETTI TECNICI E DELLE VALUTAZIONI AMBIENTALI.

L'area ex Cip (*figura 1*), è parte integrante del Sito di interesse nazionale (Sin) di Fidenza, istituito dal decreto ministeriale n. 468 del 18 settembre 2001. Si trova ubicata nel quartiere industriale posto a nord del centro urbano, è un'area industriale dismessa, lungo il polo ferroviario e a poche centinaia di metri dalla piazza comunale. Fu sede di Montecatini-Montedison industrie, negli anni '30 e '40 per la produzione di fertilizzanti fosfatici e della Compagnia italiana petroli (Cip), la quale a iniziare dal 1952 ha svolto lavorazioni chimiche collegate al ciclo del piombo tetraetile (Tel) e successivamente si è occupata della sintesi di prodotti organici costituiti da mercaptani, utilizzati quali odorizzanti per gas naturale. Dagli anni '70 l'area, dopo chiusura per fallimento, è stata posta sotto curatela fallimentare.

La contaminazione presente nel sito (*figura 2*) coinvolge sia il suolo profondo sia le acque di falda (acque sotterranee) ed è caratterizzata dalle sostanze chimiche impiegate nei processi produttivi utilizzati durante l'attività effettuata nel sito, oltre che da alcuni contaminanti provenienti per migrazione dall'adiacente area ex Carbochimica e derivanti dalla distillazione del carbon-fossile (Ipa, Btex, fenoli). Relativamente alla presenza di metalli pesanti quali arsenico, zinco e rame, le contaminazioni sono ascrivibili alle attività industriali svolte nel sito prima dell'insediamento della Cip.

## Le attività di bonifica effettuate

Le prime indagini effettuate sul Sin sono iniziate, per opera dell'allora Usl 5, sull'area ex Cip nel 1988 e sulla Carbochimica nel 1991. L'acquisizione dell'area, avvenuta nel 2001 dalla curatela fallimentare e la successiva assegnazione dei fondi, da parte della Regione Emilia-Romagna e dall'allora Mattm, hanno permesso l'avvio delle procedure di bonifica ai sensi del

### PRESENTAZIONE DEL RELATORE

L'istituzione di un tavolo tecnico fra Comune e Arpae per supportare la gestione del procedimento di bonifica del Sin di Fidenza (PR) presenta numerosi aspetti positivi nell'ambito delle tematiche di ambiente e salute:

- *coordinamento delle risorse*: questa sinergia ottimizza l'utilizzo delle competenze e delle risorse umane, finanziarie e tecnologiche disponibili, contribuendo a una maggiore efficienza nella gestione della bonifica
- *scambio di conoscenze*: il tavolo tecnico offre un forum per lo scambio di conoscenze e informazioni che favorisce una comprensione più approfondita del contesto oggetto di intervento
- *gestione sostenibile*: il tavolo tecnico sviluppa una pianificazione strategica più accurata e mirata; le decisioni condivise consentendo l'individuazione di strategie e azione più solide e ben calibrate e un'ottimizzazione delle tempistiche procedurali
- *monitoraggio e valutazione*: questa collaborazione facilita il monitoraggio continuo delle attività di bonifica e dei risultati ottenuti. Ciò consente di apportare correzioni o aggiustamenti tempestivi e di garantire che i progressi siano allineati agli obiettivi stabiliti.

In conclusione, l'istituzione di questo tavolo tecnico rappresenta un approccio strategico e collaborativo per la gestione del Sin di Fidenza, i cui vantaggi contribuiscono a una bonifica più efficiente e sostenibile dell'area.

**Giacomo Zaccanti**  
Arpae Emilia-Romagna

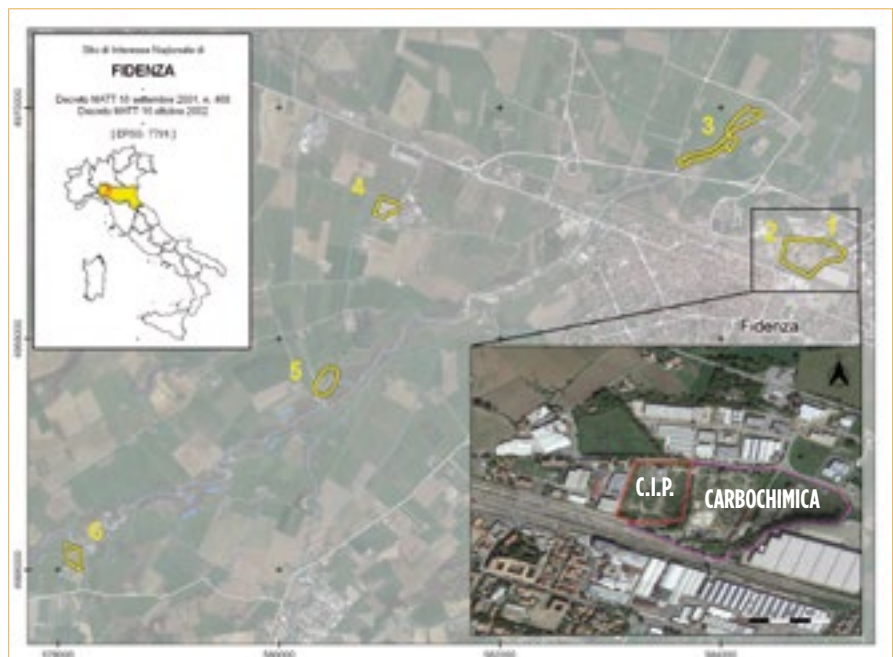


FIG. 1 AREA EX CIP, SIN DI FIDENZA

Sin di Fidenza: 1. area ex Carbochimica confinante con area ex Cip (Fidenza); 2. area ex Cip, confinante con area ex Carbochimica (Fidenza); 3. discarica località Vallicella (Fidenza); 4. area ex Fonderie Conforti (Fidenza); 5. discarica località Forno (Fidenza); 6. area ex Forno inceneritore (Salsomaggiore). Ingrandimento Area Ex Cip e ex Carbochimica.

Dm 471/99. Gli interventi di messa in sicurezza di emergenza (Mise) hanno consentito la rimozione delle principali fonti di inquinamento e in particolare delle vasche contaminate da piombo tetraetile. Con l'approvazione del progetto di bonifica, sono quindi proseguite le attività di scavo, già avviate con la Mise, fino alla completa asportazione del terreno nelle aree residuali ancora contaminate da piombo inorganico, arsenico, rame e zinco. Il terreno contaminato asportato è stato trattato *in situ*, mediante l'utilizzo di biopila.

Attualmente non sono presenti opere murarie fuori terra e sono state bonificate le aree (fanghi) ad alta/altissima concentrazione di Tel, le cisterne interrante e le reti tecniche.

Come intervento di ripristino ambientale, si vorrebbe riutilizzare il terreno bonificato per realizzare una duna boscata posta nella zona a sud, lungo il tratto antistante la ferrovia.

Gli step temporali e procedurali principali della gestione del sito sono di seguito riepilogati:

- avvio bonifica, nel 2006 con Dm Ambiente 2935 sono stati autorizzati in via provvisoria l'avvio dei lavori relativi al "Progetto definitivo di bonifica relativo al sito denominato ex Cip"
- approvazione del progetto definitivo di bonifica, nel 2008 con decreto direttoriale 4993
- approvazione della variante al progetto definitivo di bonifica, nel 2015 con Dm 50
- approvazione della variante suppletiva al progetto esecutivo, II stralcio della variante al progetto definitivo, nel 2021 con Dm 124.

La situazione allo stato attuale dell'area ex Cip è la seguente:

- sub-area H: terreni bonificati e verificato da Arpa il raggiungimento della colonna 2 tab. 1 Dlgs 152/06; sull'area è stata realizzata la struttura per il futuro impianto di cogenerazione a turbogas
- sub-aree A, B, D ed E bonifica realizzata solo in parte con problematiche residue sui suoli (difficoltà a raggiungere i limiti imposti nel suolo per il piombo tetraetile)
- sub-aree G conclusione degli interventi di trattamento suoli in biopile; è stata attivata la barriera idraulica a confine con la ex Carbochimica; è stato realizzato il setto bentonitico a confine con la ex Carbochimica
- ritombamento dell'area D e ritombamento dell'area G con terre autoctone (dopo verifica analitica), terre e rocce da scavo alloctone e terre classificate

con materie prime seconde (in tutti i casi attuando le procedure e predisponendo i dovuti certificati analitici).

### Gestione del sito contaminato, l'esperienza del tavolo tecnico

Nell'ottica ridurre e snellire i tempi di gestioni di questo Sin, è stato aperto un tavolo tecnico con la partecipazione dei rappresentanti del Comune, dei progettisti e del personale Arpa (Direzione tecnica e Servizio territoriale) che ha permesso di giungere alla condivisione dei pareri e delle richieste di chiarimento sulle relazioni presentate dai tecnici. La decisione di istituire questo tavolo tecnico è stata presa in considerazione dell'elevato livello conoscitivo che si ritiene di avere raggiunto nell'area della ex Cip e dell'obiettivo difficoltà nel pervenire a un rapporto di fine bonifica del sito.

Il tavolo tecnico è stato formalmente autorizzato l'11 marzo 2021 con deliberazione della giunta comunale n. 41, con l'obiettivo, di fornire un costante punto di contatto tra enti pubblici e di garantire il necessario approfondimento degli aspetti tecnici e delle valutazioni ambientali relative all'area in oggetto, utili al progetto di bonifica.

Al fine di perseguire la bonifica del sito, l'attività del tavolo tecnico si è concentrata nella concertazione di una serie di analisi di rischio (Adr) da applicare nel sito, utilizzando tutti i dati disponibili (a partire dagli anni '90) e condividendone l'impostazione e il percorso di attuazione. A questo scopo Arpa ha provveduto a realizzare un database relativo alle analisi dei terreni e analisi delle acque riportando la georeferenziazione di ogni singolo punto di analisi e tutti i parametri registrati. Al fine della predisposizione

delle analisi di rischio sul sito, l'intera area ex Cip, in accordo con il tavolo tecnico è stata suddivisa in settori omogenei per tipologia di contaminazione, livello di bonifica, destinazione finale. Nell'ambito delle attività del tavolo tecnico è stato possibile concordare con la ditta incaricata, per ciascun settore che necessita di ADR, i campionamenti, la caratterizzazione e l'impostazione dell'ADR da predisporre.

Le elaborazioni relative a questi settori sono state trasmesse e discusse dal tavolo tecnico e hanno permesso di individuare le configurazioni più probabili da utilizzare per la valutazione sito specifica del rischio sanitario e l'identificazione dei parametri che maggiormente ne influenzano i risultati (tessitura del suolo, permeabilità, frazione di carbonio organico e speciazione degli idrocarburi). A valle di queste considerazioni, il tavolo tecnico, al fine di implementare un'ADR il più possibile attinente allo stato fisico-chimico del sistema oggetto di analisi, ha ritenuto opportuno programmare un'attività di integrazione di caratterizzazione, finalizzata a rilevare dati specifici relativi ai parametri sopra individuati. Il *modus operandi* sperimentato dal tavolo tecnico nella Cip, con la valorizzazione dei dati ambientali sito specifici disponibili, la razionalizzazione dell'implementazione di una ADR e, in ultima analisi, l'ottimizzazione dei tempi di valutazione delle azioni di bonifica intraprese, potrà essere applicato anche a realtà simili quali la ex Carbochimica che, allo stato attuale delle conoscenze, pur avendone tracciato un quadro sufficientemente esaustivo, parrebbe ancora distante nel tempo.

**Maria Teresa Berducci**

Ispra

FIG. 2  
CONTAMINAZIONE  
DEL SITO

Area ex Cip, ubicazione delle aree contaminate (in rosso contaminazione da idrocarburi, in giallo contaminazione da Pb e Tel, in viola contaminazione da metalli e Pb).



# AMBIENTE E SALUTE, LE SFIDE DEL FUTURO

L'AFFERMAZIONE DEL PARADIGMA DELLA SALUTE PLANETARIA INDIRIZZA VERSO UNA NUOVA VISIONE DI RICERCA TRANSDISCIPLINARE CHE SAPPIA AFFRONTARE PROBLEMI COMPLESSI E MULTIFORMI. OCCORRE ARRIVARE ALLO SVILUPPO DI UN CONCETTO OLISTICO DI SCIENZA AMBIENTALE, ANCHE GRAZIE A UNA FORMAZIONE INTERDISCIPLINARE.

**L'**Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile ha definitivamente rivoluzionato la visione antropocentrica del rapporto ambiente e salute. Con il concetto di *One health*, la salute in tutte le cose, viene fissata come priorità "la salute ottimale per le persone, gli animali domestici, la fauna selvatica, le piante e il nostro ambiente". Altri approcci sono stati sviluppati nel corso degli ultimi anni per supportare una visione olistica delle interazioni fra ambiente e salute, fino ad arrivare al concetto di *Planetary health*, salute planetaria, riferita alla salute della popolazione umana e lo stato dei sistemi naturali da cui dipende. Più ampiamente, *Planetary health* rappresenta un livello ottimale di salute, benessere e standard di equità raggiunto attraverso lo sviluppo di sistemi politici, economici e sociali nella società umana che definisce "il futuro dell'umanità e dei sistemi naturali della Terra che stabiliscono i limiti ambientali sicuri entro i quali l'umanità può prosperare". Sebbene molti considerino la *Planetary health* un ritorno alla visione antropocentrica, questo approccio olistico offre, in realtà, una visione sistemica dell'interazione uomo-ambiente.

L'interconnessione fra tutti i "limiti ambientali sicuri" considerati in *Planetary health* invita ad affermare l'assoluta necessità di una ricerca transdisciplinare, un tipo di ricerca che implica la collaborazione e l'integrazione di molte discipline e settori per affrontare problemi complessi e multiformi.

Un esempio di ricerca transdisciplinare in *Planetary health* è lo studio delle connessioni tra degrado ambientale, esaurimento delle risorse e salute umana. Si tratta di una ricerca che coinvolge la scienza ambientale, la biologia e la sanità pubblica per comprendere come il degrado ambientale e l'esaurimento delle risorse possano influenzare la salute umana e stimolare lo sviluppo di strategie per affrontare questi problemi. Gli ultimi anni hanno visto un fiorire di studi e ricerche e di ottime pubblicazioni scientifiche in questo campo. Tuttavia, sebbene l'attenzione della comunità scientifica sia particolarmente alta e la discussione particolarmente vivace, l'esistenza di pochi casi-studio e le lacune conoscitive nell'applicazione pratica su vasta scala sottolineano come

sia necessario ripensare agli approcci di integrazione fra le diverse discipline. Un esempio è rappresentato dal binomio tossicità acquatica e tossicità dell'uomo. Una delle priorità di *Planetary health* è la salvaguardia della biodiversità, a fronte di un'elevata percentuale di specie estinte o a rischio di estinzione in particolare nel mondo acquatico. Le motivazioni del superamento di questo limite planetario sono diverse, dall'inquinamento e contaminazione delle acque, al cambiamento climatico, all'acidificazione degli oceani.

L'ecotossicologia è la disciplina scientifica preposta all'identificazione degli effetti di sostanze tossiche e inquinanti sugli ecosistemi, compreso il loro impatto su organismi viventi, comunità e sull'ambiente nel suo complesso. Questa stessa definizione sottolinea come l'ecotossicologia sia un campo scientifico multidisciplinare che comporta la valutazione dell'esposizione, degli effetti e dei rischi associati a vari contaminanti, inquinanti e altri fattori di stress, in ambienti naturali e artificiali. L'ecotossicologia è una scienza relativamente recente rispetto alla

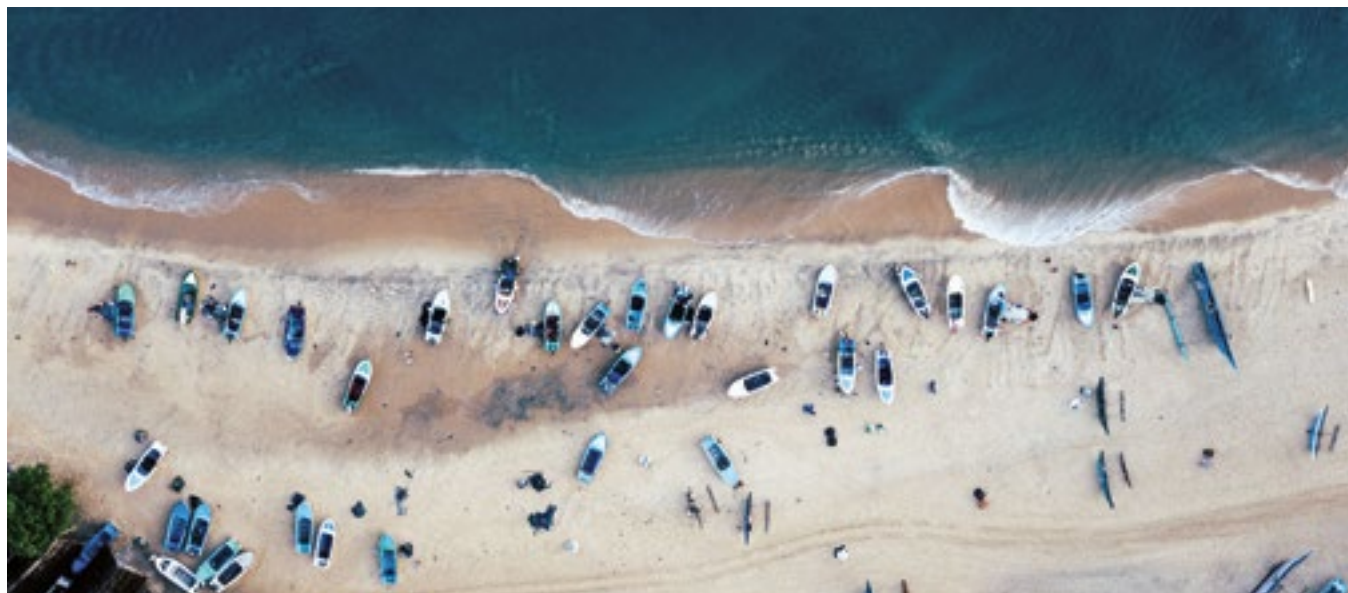


FOTO: ETIENNE BOUDANGER - UNSPLASH

tossicologia umana ed è rimasta per molto tempo confinata a studi ecologici, in particolare per in ambiente acquatico. Sebbene nell'ultimo decennio abbia acquisito sempre maggiore importanza per l'applicazione nel campo della tossicologia regolatoria e per l'identificazione degli inquinanti acquatici, stenta ancora ad affermarsi come un pilastro fondamentale non solo per la valutazione dell'impatto ambientale e degli effetti sugli ecosistemi, ma per le sue potenzialità nell'informare sui rischi per la salute umana, integrata con la ecofisiologia. Un passo avanti è stato fatto recentemente con la proposta di utilizzare, in campo regolatorio, i test convalidati di tossicità acquatica per la predizione della nefrotossicità umana, o per l'identificazione della risposta immunitaria, scelta che va nella direzione di sostituire gradualmente i test di tossicità in vivo sui mammiferi. Resta, comunque, la necessità di sviluppare modelli di valutazione di rischio che integrino i dati di tossicologia umana con i dati di ecotossicologia e che consentano di utilizzare gli eventi chiave delle fasi precoci di risposta agli stress ambientali come marcatori univoci legati a specifici effetti avversi e con elevato grado di predittività. Diventa quindi fondamentale conoscere gli eventi chiave e quindi i meccanismi con cui gli effetti avversi sono indotti. Su queste basi diventa possibile, ma assolutamente necessario, sviluppare nuovi test che utilizzino *endpoint* di effetto trasferibili a più specie e all'uomo, e che possano intraprendere con più celerità e facilità il percorso di convalidazione internazionale.

È evidente che per raccogliere queste sfide conoscitive sia essenziale sviluppare anche percorsi formativi interdisciplinari che preparino nuove generazioni di professionisti che sposino, nel campo delle conoscenze, lo stesso approccio di pensiero sistemico che caratterizza gli approcci olistici allo studio di ambiente e salute, con la necessità, quindi, di percorsi universitari e post universitari innovativi che possano colmare il divario fra la scienza ambientale e la salute dell'uomo, e arrivare, anche qui, allo sviluppo di un concetto olistico di scienza ambientale, che consideri l'uomo come parte dell'ambiente, che condivide con l'intero ecosistema il destino del pianeta Terra.

**Annamaria Colacci<sup>1</sup>, Elena Fabbri<sup>2</sup>**

1. Arpa e Università degli studi di Bologna
2. Università degli studi di Bologna



FOTO: DREW HAYS - UNSPLASH

## IL MASTER DELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

### Master in Ambiente e salute

A.A. 2021-2022 (marzo 2022 - luglio 2023)

**Direttore:** Marco Domenicali, Dipartimento Medicina e chirurgia, Università di Bologna

**Coordinatrice didattica:** Manuela Fantinelli, Fondazione Flaminia, Ravenna

#### Consiglio scientifico:

Elena Fabbri, Università di Bologna

Fabio Fava, Università di Bologna

Giuseppe Bortone, Arpa

Annamaria Colacci, Arpa e Università di Bologna

#### Piano didattico

**Salute e ambiente: quadro di riferimento, legislazione, metodi e strategie**

Docente titolare e coordinatore del modulo: Leonardo Zanetti, Università di Bologna

**Salute e ambiente: scienza dell'esposizione e valutazione del rischio**

Docente titolare e coordinatore del modulo: Andrea Ranzi, Arpa e Università di Bologna

**Inquinamento ambientale**

Docente titolare e coordinatore del modulo: Fabio Fava, Università di Bologna

**Patologia ambientale**

Docente titolare e coordinatore del modulo: Marco Domenicali, Università di Bologna

**Tossicologia ambientale**

Docente titolare e coordinatrice del modulo: Annamaria Colacci, Università di Bologna

**Epidemiologia ambientale**

Docente titolare e coordinatrice del modulo: Elisabetta Poluzzi, Università di Bologna

**Valutazione di impatto ambientale e sanitario, statistica medica**

Docente titolare e coordinatore del modulo: Marco Domenicali, Università di Bologna

**Comunicazione del rischio**

Docente titolare e coordinatrice del modulo: Paola Angelini, Regione Emilia-Romagna

# UN FRAMEWORK REGIONALE PER LA SCIENZA DEI CITTADINI

IL PROGETTO "CITIZER SCIENCE" VUOLE CONTRIBUIRE ALLA COSTRUZIONE DI UNA COMUNITÀ APERTA E CONDIVISA DI SOGGETTI ATTIVI IN EMILIA-ROMAGNA. IL REPOSITORY PUBBLICO RACCOGLIE INFORMAZIONI, BEST PRACTICE E CONTATTI PER FAVORIRE LO SCAMBIO E LA CRESCITA DI CONSAPEVOLEZZA SULLA SCIENZA PARTECIPATA, INCLUSIVA E DEMOCRATICA.

**L**a *citizen science* è una scienza partecipativa, inclusiva e democratica: una metodologia che definisce il coinvolgimento attivo e consapevole in iniziative di analisi scientifica dei cittadini, uniti in reti o gruppi organizzati. Inoltre, grazie alla pubblicità dei dati e al coinvolgimento attivo della popolazione, la scienza dei cittadini si è consolidata come un'opportunità di partenariato tra istituzioni e cittadini, che consente di prospettare e sviluppare soluzioni condivise in merito a problemi diversi. È sulla base di tali presupposti che, nel 2022, la Regione Emilia-Romagna ha dato vita al progetto *CitizEr Science*, finalizzato alla

creazione di un framework concettuale condiviso per la scienza dei cittadini, e allo sviluppo di una comunità regionale di soggetti attivi in questo ambito.

Il progetto, che rientra all'interno della sfida 1 *Dati per un'intelligenza diffusa a disposizione del territorio*, della programmazione 2020-2025 della strategia *Data valley bene comune* dell'Agenda digitale della Regione Emilia-Romagna, è realizzato in collaborazione con Art-Er sepa e ha come referente scientifica Catia Prandi, ricercatrice senior (Rtd B) del Dipartimento di Informatica - Scienza e ingegneria dell'Università di Bologna.

Concretamente, oltre alla pubblicazione del *framework* regionale, il progetto ha realizzato sino a oggi molteplici attività sia divulgative sia di studio e ricerca, oltre che la costruzione di un *repository* digitale di progetti e realtà attive nel campo della *citizen science* in Emilia-Romagna.

## La realizzazione del framework

La *citizen science* ha stimolato un cambiamento di paradigma, per cui la ricerca scientifica, in quanto fattore di inclusione, partecipazione e democratizzazione delle conoscenze, consente alle persone aumentare la

## I LABORATORI CITIZER SCIENCE IN ACTION

I laboratori *Citizer science in action* sono stati progettati con l'obiettivo di sensibilizzare studentesse e studenti sull'argomento della *citizen science* applicato a concetti legati allo sviluppo sostenibile, attraverso metodologie innovative e collaborative, come *game thinking* (pensiero ludico) e *co-design*.

L'approccio del *game thinking* permette di formulare soluzioni a problemi attraverso la progettazione di giochi o sfruttandone le meccaniche. Il *co-design* permette invece di progettare soluzioni tecnologiche in modo collaborativo. Il laboratorio, rivolto alle studentesse e agli studenti dai 13/14 anni (terzo anno della scuola secondaria di primo grado) ai 17-18 anni (quarto anno della scuola secondaria di secondo grado), è stato strutturato per avere una durata di 2 ore (o 2 ore e mezza a seconda del numero di partecipanti).

A oggi, i laboratori hanno coinvolto circa 160 ragazzi, e sono stati organizzati in quattro città dell'Emilia-Romagna, all'interno delle edizioni del festival After, evento dedicato alla diffusione della cultura digitale organizzato dalla Regione Emilia-Romagna. Ciascun workshop si è concentrato su un argomento specifico legato almeno a uno degli obiettivi di sviluppo sostenibile (Sdg), ovvero: turismo e il turismo sostenibile, benessere digitale, biodiversità e mobilità sostenibile. Il workshop era composto da quattro fasi:

- 1) spiegazione teorica dei diversi concetti, quali *citizen science*, *game thinking* e *co-design*, focalizzandosi sul tema del workshop con quiz interattivi
- 2) attività di *warm-up*, attività pratica per far riflettere le studentesse e gli studenti sul tema del laboratorio pensando alla propria esperienza (durata: 15 minuti)
- 3) sessione di *co-design*, attività cuore del workshop in cui gli studenti, divisi in gruppi di 4-6 partecipanti, progettano un'applicazione mobile di *citizen science* disegnandola



su carta utilizzando il *game thinking* come strategia di coinvolgimento (durata: 45 minuti + 5 minuti di presentazione per progetto)

4) validazione dell'attività attraverso un veloce questionario online.

Le esperienze hanno portato allo sviluppo di idee di applicazioni *mobile* di *citizen science* originali e divertenti, per rispondere a problematiche di interesse sociale, attraverso l'utilizzo di metodologie innovative. I risultati del lavoro dei ragazzi, sintetizzati da un'attività di facilitazione visuale, sono visibili sul sito <https://digitale.regione.emilia-romagna.it/citizer-science/laboratori>.

### Catia Prandi

Ricercatrice senior (Rtd B) del Dipartimento di Informatica - Scienza e ingegneria, Università di Bologna

propria consapevolezza e il sapere scientifico delle fenomenologie analizzate. Ciò determina un potenziale sia per i singoli sia per le comunità, anche ai fini di un *policy making* più consapevole da parte delle istituzioni. Queste ultime, grazie alla *citizen science*, possono così disporre di maggiori dati sugli argomenti trattati nei progetti, oltre che di una popolazione informata e cosciente dei problemi pubblici (mobilità, ambiente, biodiversità, inquinamento ecc.).

Tenuto conto di questi elementi, allo scopo di favorire la diffusione e la crescita del numero di queste pratiche anche nel territorio regionale, l'Agenda digitale dell'Emilia-Romagna ha realizzato un percorso finalizzato alla costruzione di un *framework* concettuale (scaricabile dal sito <https://digitale.regione.emilia-romagna.it/citizen-science/framework>) per favorire la creazione di nuovi progetti di *citizen science* in regione.

Tale percorso ha previsto una serie di attività funzionali alla raccolta di dati e casi da inserire nello studio, a partire da una mappatura di circa 40 esperienze tra giugno e luglio 2022. A questo, si sono aggiunte delle iniziative divulgative e laboratoriali sui temi della *citizen science*, tra cui i laboratori *Citizen science in action*, che a oggi hanno coinvolto più di 160 studenti in 4 scuole della regione. Scopo di queste attività, oltre che di sensibilizzazione, formazione e di raccolta di casi, è stato anche quello di favorire la costruzione di una comunità aperta e condivisa in regione Emilia-Romagna di soggetti attivi in questi ambiti. Grazie a queste iniziative, a febbraio 2023 è stato pubblicato il *framework* concettuale *Citizen science*.

All'interno del *framework* viene spiegata la necessità di offrire un riferimento istituzionale e strutturato per la realizzazione di progetti e iniziative di scienza dei cittadini, a partire dalla scarsità di questo tipo di riferimenti istituzionali nel panorama europeo<sup>1</sup>. Vengono evidenziati inoltre i punti di forza di un *framework* a livello regionale, tra cui gli aspetti positivi di un approccio condiviso, la possibilità di implementare effettivamente i risultati ottenuti con azioni concrete di restituzione ai cittadini, e ancora la capacità di tener conto delle differenze territoriali.

Il *framework* concettuale per la *citizen science* della Regione Emilia-Romagna offre indicazioni, raccomandazioni e *best practice* legate ad aspetti di progettazione, realizzazione e validazione dei progetti, funzionali sia per tutti quei soggetti che vogliono attivare percorsi di *citizen science*



FIG. 1 CITIZER SCIENCE

Il framework regionale. A cura di C. Prandi, 2023, "Citizen Science: stato dell'arte e opportunità nel contesto regionale", <https://digitale.regione.emilia-romagna.it/citizen-science/framework-pdf>

### PROGETTO AIR-BREAK FERRARA

Il progetto Air-Break Ferrara 2020-2023 ([www.airbreakferrara.net](http://www.airbreakferrara.net)), finanziato dall'Unione europea tramite il programma Uia - *Urban innovative actions*, ha l'obiettivo di affrontare il problema dell'inquinamento atmosferico nella città di Ferrara. Oltre a implementare infrastrutture per la mobilità sostenibile e azioni di mitigazione tramite soluzioni basate sulla natura, il progetto espande la rete di monitoraggio mediante l'installazione di 14 centraline urbane, utili a comprendere meglio i fattori che contribuiscono alle emissioni e all'esposizione in città.

Un aspetto fondamentale del progetto è il percorso dell'*Urban Living Lab* di *Qualità dell'aria per tutti*, che coinvolge attivamente cittadini, studenti delle scuole superiori e organizzazioni non governative nel monitoraggio ambientale. Attualmente, la rete di monitoraggio partecipato (R-map) comprende venti entità cittadine che hanno adottato le stazioni low-cost Stima, assemblate dalle scuole durante lo svolgimento del progetto.

Al fine di garantire l'accuratezza dei dati raccolti dai cittadini (una delle sfide della *citizen science*) e perché questi ne capiscano l'importanza, Air-Break fornisce un centro informativo cittadino sulla qualità dell'aria (FerrAria), promuove l'educazione ambientale tramite la *citizen science* e l'accesso ai dati e offre opportunità di dialogo tra politica, scienza e cittadini attraverso laboratori d'innovazione aperta come, per esempio, la *Festa dell'aria*.

Farah Makki, Eugenio Morello  
Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura e studi urbani (Dastu)

### LIFE 4 POLLINATORS

Life 4 Pollinators ([www.life4pollinators.eu](http://www.life4pollinators.eu)) è un progetto cofinanziato dal fondo europeo Life, coordinato dall'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, in 4 Paesi mediterranei (Italia, Grecia, Spagna e Slovenia). L'obiettivo è migliorare lo stato di conservazione degli impollinatori selvatici nell'area mediterranea, stimolando pratiche e comportamenti virtuosi.



La regione mediterranea è un punto caldo di biodiversità, dove è presente una grande ricchezza di specie, soprattutto endemiche, ovvero che si ritrovano solo in questa area geografica. Gli impollinatori sono quegli animali (per lo più insetti, e non solo api) che visitano i fiori e ne consentono la riproduzione, permettendo alla maggioranza delle piante di produrre frutti e semi. Sono perciò fondamentali per la stabilità degli ecosistemi naturali e il sostentamento di molti animali, tra cui l'uomo. Nonostante ciò, sono in grave pericolo: negli ultimi decenni ne è stato registrato un forte calo, principalmente a causa di attività umane non sostenibili, come l'agricoltura intensiva.

Aumentare la consapevolezza dei cittadini su questo tema è una delle sfide del progetto per contrastare le cause del declino. Attività educative, di scienza partecipata e di formazione ai maggiori portatori di interesse sono proposte per promuovere una gestione più sostenibile e il recupero di habitat importanti per gli impollinatori. Il messaggio del progetto è che tutti possono fare la propria parte per aiutare gli impollinatori selvatici.

Marta Galloni e Giovanna Dante, Dipartimento di Scienze biologiche geologiche e ambientali, Università degli studi di Bologna

con particolare in riferimento al territorio dell'Emilia-Romagna, sia per percorsi di studio, ricerca e analisi su questo tema.

## Il repository regionale dei progetti di CitizEr science

Secondo le finalità del *framework*, il risultato positivo dei progetti è da intendersi sia dal punto di vista dell'efficacia e dell'efficienza dell'attività di raccolta dati a scopi scientifici, sia per quanto riguarda la pubblicità dei dati, la loro utilità ai fini del benessere del territorio e della comunità, oltre allo sviluppo di nuove competenze per tutti i soggetti coinvolti.

L'obiettivo della Regione Emilia-Romagna è promuovere l'applicazione del *framework* a livello regionale, anche per incentivare la messa a disposizione a un più ampio pubblico possibile di un numero sempre maggiore di dati raccolti attraverso attività di *citizen science*.

Per favorire lo sviluppo di una comunità che ruoti attorno a questi temi, e sia sensibile all'uso pubblico che può essere fatto dei dati raccolti con la scienza dei cittadini, le iniziative che condividono il *framework* sono invitate ad aderire al *repository* pubblico regionale dei progetti di *CitizEr science* (disponibile sul sito <https://digitale.regione.emilia-romagna.it/citiz-er-science/repository>).

Nel *repository* è possibile inserire sia iniziative in fase di progettazione o in corso sia concluse. Mira a divenire uno spazio digitale in cui trovare informazioni, *best practice*, contatti e spunti sui progetti in Emilia-Romagna, al fine di favorire lo scambio di informazioni tra i soggetti attivi nel campo della *citizen science* in regione. Il *repository* contiene al momento una ventina di progetti di *citizen science* del territorio regionale, realizzati da soggetti di diverse tipologie (istituzioni, associazioni, università ecc.), ma è sempre possibile aderire alla raccolta ed essere inseriti nell'elenco.

**Michela De Biasio**

Agenda Digitale, Regione Emilia-Romagna

### NOTE

<sup>1</sup> Marina Manzoni, Katrin Vohland, Sven Schade, 2021, *Exploring citizen science strategies and initiatives in Europe*, European Commission – Jrc (123471).



### PROGETTO IDICE

Il progetto dell'Idice nasce dalla richiesta del comune di San Lazzaro che nel 2019 ha voluto indagare sul possibile impatto ambientale degli scolmatori nella rete dei corsi d'acqua del proprio territorio e contestualmente avviare, assieme all'ecologia fluviale Bruna Gumiero, un progetto di *citizen science* per coinvolgere i cittadini nel monitoraggio delle acque. Nel 2022 si è aggiunto anche il comune di Budrio su richiesta di un gruppo di cittadini.

Per il monitoraggio della qualità delle acque è stato seguito il metodo del progetto internazionale *FreshWater watch* di Earthwatch. Fww dal 2012 ha sviluppato e validato un metodo semplificato ma affidabile per attività di *citizen science* ([www.freshwaterwatch.org](http://www.freshwaterwatch.org)). Oltre ai parametri previsti nel progetto Fww (nitrati, fosfati, torbidità e una scheda sulle caratteristiche del sito) è stato aggiunto il monitoraggio batteriologico di *Escherichia coli* per il quale si è reso necessario fare la validazione. Lo studio di validazione e fattibilità è stato effettuato nei primi due anni grazie a due tesi magistrali dell'Università di Bologna. Parallelamente alla qualità dell'acqua sono stati effettuati i monitoraggi sulla qualità del bosco ripario mediante il metodo RiVe ([www.nnb.isprambiente.it/vegetazioneriparia](http://www.nnb.isprambiente.it/vegetazioneriparia)).

Attualmente sono stati raccolti circa 500 campioni d'acqua in 25 stazioni. Dall'autunno 2023 partirà anche il monitoraggio dei macroinvertebrati fluviali ([www.osservatoriocitizenscience.org](http://www.osservatoriocitizenscience.org)).

### CENSIMENTO DELLE SORGENTI NATURALI DELL'EMILIA-ROMAGNA

Il censimento partecipato delle sorgenti naturali dell'Emilia-Romagna è un progetto di *citizen science* ideato dall'Area Geologia suoli e sismica regionale per coinvolgere le persone nella ricerca di quei luoghi da cui scaturiscono le acque sotterranee; una ricerca applicata, che impegna la Regione da alcuni anni, ritenuta strategica soprattutto alla luce del cambiamento climatico in atto.

Si parte da un dato certo: in Emilia-Romagna ci sono ancora 3.117 sorgenti naturali da identificare rispetto alle 8.416 individuate dai tecnici regionali grazie all'analisi delle carte storiche. Il progetto offre alla cittadinanza l'opportunità di partecipare, su base volontaria e non onerosa, alla ricerca delle sorgenti non captate, e quindi ancora allo stato naturale, che mancano all'appello. Obiettivo del censimento è sia costruire una mappa aggiornata delle risorse idriche sotterranee disponibili in montagna, sia dare vita a una comunità competente e portatrice di buone pratiche capace di trasmettere la consapevolezza del valore delle sorgenti e la necessità della loro tutela.

Presentato ufficialmente a dicembre 2022 a *I mercoledì dell'Archivio*, ha ricevuto l'adesione formale del Parco interregionale del Sasso Simone e Simoncello, della Libera associazione guide ambientali-escursionistiche professioniste (Lagap) e delle sezioni regionali dell'Associazione italiana guide ambientali escursionistiche (Aigae), del Cai e di Trekking Italia. A oggi sono pervenute 132 segnalazioni attraverso il modulo on line dedicato.

Per saperne di più: <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/acque/risorse-montagna/risorse-montagna>.

Maria Carla Centineo e Stefano Segadelli, Area Geologia, suoli e sismica, Regione Emilia-Romagna



# PARCHI A MISURA DI CLIMA E POCKET FOREST A REGGIO EMILIA

NELL'AMBITO DEL PROGETTO LIFE CITYADAP3 SI STA SPERIMENTANDO UN NUOVO APPROCCIO AL VERDE URBANO CHE VUOLE "RIPORTARE LA NATURA IN CITTÀ" PER CONTRASTARE I CAMBIAMENTI CLIMATICI, CONTAMINANDO GLI SPAZI URBANI CON VEGETAZIONE SPONTANEA ED ELEMENTI CARATTERISTICI DEL PAESAGGIO RURALE. I BENEFICI SONO MOLTEPLICI.

**S**otto la spinta della crisi climatica sta crescendo la necessità di ripensare radicalmente il ruolo del verde in città, verde storicamente confinato per lo più alla funzione di arredo urbano e a volte considerato anche come "problema" e "costo" dai cittadini e dalle amministrazioni.

Già da tempo le organizzazioni internazionali sollecitano i governi e le autorità locali a incrementare gli standard di verde in città, adottando il nuovo approccio *nature-based solutions* e nuove tecniche di forestazione urbana.

È in questo contesto che nasce a Reggio Emilia il progetto *Parchi a misura di clima*.

Nell'ambito del progetto Life CityAdap3 era previsto, infatti, che le città partner, tra cui Reggio Emilia, realizzassero fin dal 2021 azioni pilota con la compartecipazione finanziaria di aziende locali, stimolando quindi partnership pubblico-privato per progetti di adattamento e contrasto ai cambiamenti climatici.

Per Reggio Emilia il progetto ha previsto come prima azione pilota la realizzazione di interventi di forestazione urbana in quattro parchi pubblici della città, con l'obiettivo di contrastare le isole di calore urbano e rispondere al forte incremento di ondate di calore estive, mitigando il microclima delle aree verdi e migliorando la fruibilità-vivibilità delle stesse da parte dei cittadini.

CityAdap3 prevedeva che gli interventi di forestazione fossero realizzati in aree differenti per contesto territoriale, paesaggistico e sociale, come elemento chiave per definire anche uno schema di parco adattivo replicabile in altre zone della città e da proporre a livello europeo, per migliorare la progettazione e gestione di parchi in termini di sostenibilità ambientale ed economica.

Fin dall'inizio della sua ideazione da parte dei progettisti<sup>1</sup>, lo scopo dichiarato del progetto *Parchi a misura di clima*

è stato quello di testare l'efficacia nel mitigare il microclima dell'introduzione nei parchi di elementi di maggiore naturalità, tipici del paesaggio agricolo padano (siepi campestri, prati stabili, filari...) e sperimentare una nuova modalità di forestazione, la cosiddetta *pocket forest*.

Il progetto *Parchi a misura di clima*<sup>2</sup> (realizzato tra il 2021 e 2022) è quindi la prima sperimentazione di questo nuovo approccio culturale al verde urbano che vuole "riportare la natura in città" per contrastare i cambiamenti climatici; esso si concretizza nella introduzione nei quattro parchi di nuovi elementi, inaspettati e ricorrenti:

- le micro-foreste Miyawaki
- le siepi campestri
- il prato polifita
- i filari di alberi.

### *Micro-foreste - pocket forest*

Il principale elemento innovativo introdotto si ispira al cosiddetto metodo Miyawaki (dal nome del botanico giapponese Akira Miyawaki, suo creatore): piccole foreste urbane con una grande densità di piante appartenenti a tante specie diverse, lasciate crescere in modo spontaneo per creare una struttura compatta che si auto-sostiene.

Qui il metodo Miyawaki è però declinato in modo sperimentale in tre tipologie di micro-foreste, che si differenziano per la combinazione di specie vegetali al fine di analizzare le associazioni più resilienti:

- la micro-foresta "nativa", composta solo da specie autoctone caratteristiche dei boschi planiziali dell'area geografica reggiana
- la micro-foresta "adattativa", con l'inserimento sperimentale di nuove specie di areale mediterraneo, ritenute più adeguate alle future condizioni climatiche
- la micro-foresta "edibile", in cui è prevista una forte componente di piante da frutto a integrazione del sistema vegetativo forestale.

Il tratto comune di queste tipologie

## IL PROGETTO LIFE CITY ADAP3



Life CityAdap3 è un progetto europeo appartenente al Programma di azione per l'ambiente e il clima (Life) per la realizzazione di azioni pilota per l'adattamento al cambiamento climatico attraverso la collaborazione pubblico-privato.

Il progetto, che ha avuto l'avvio all'inizio di ottobre 2020, vede coinvolto come unico partner italiano il Comune di Reggio Emilia, insieme a sei partner spagnoli della Regione della Murcia.

Ha l'obiettivo di adottare, in partnership con le imprese del territorio, azioni di adattamento per far fronte ai cambiamenti climatici.

Per saperne di più:  
e-mail: [cambiamenti.climatici@comune.re.it](mailto:cambiamenti.climatici@comune.re.it)  
[www.comune.re.it/cityadap3](http://www.comune.re.it/cityadap3)  
[www.lifecityadap3.eu](http://www.lifecityadap3.eu)

di micro-foresta richiama i concetti fondamentali del modello di riferimento:

- altissima densità di impianto (almeno 3 piantine giovani al mq) su parcelle non più grandi di 200 mq
- estrema differenziazione delle specie (almeno 30) e dei livelli vegetali che comporranno la foresta
- quasi totale assenza programmata di manutenzione (potatura, diserbo, impianti di irrigazione).

Tale metodo ha già dimostrato la sua efficacia nel mondo in diversi contesti (anche in ambienti tendenzialmente aridi

come la Sardegna), dove si è riscontrato un tasso di crescita delle giovani piante dieci volte maggiore rispetto alle consuete tecniche di forestazione mono-culturali. Nell'arco di pochi anni la micro-foresta si stabilizza in una struttura pressoché impenetrabile capace di auto-sostenere la propria evoluzione e difendersi da parassiti e agenti patogeni esterni senza nessun intervento antropico. I potenziali vantaggi collegati a questa pratica, soprattutto in ambito urbano e in vista dell'ottimizzazione della gestione del verde pubblico, sono dunque notevoli, in termini economici (impianto di piante giovani, meno costose, e abbattimento dei costi di gestione) e in relazione alle aspettative di "pronto effetto" che spesso si ricercano in questo tipo di interventi.

### Siepi campestri

Con questo dispositivo si cerca di recuperare e arricchire la funzione della siepe campestre, uno degli elementi caratteristici del paesaggio agricolo della pianura prima delle moderne pratiche agricole.

Le siepi campestri vengono qui concepite come una struttura vegetale "plurispecifica", ad andamento lineare, ma senza una configurazione precisa e con i sestri di impianto irregolari, allo scopo di favorire il libero sviluppo delle diverse specie e accrescere il carattere di vegetazione spontanea. Lo sviluppo verticale è previsto pluri-stratificato, con chiome che si compenetrano fra loro, restituendo un effetto paesaggistico di "movimento" grazie alla differente altezza del vasto numero di specie autoctone a prevalenza arbustiva a diverso sviluppo, intervallata a elementi arborei ed erbacei. Nel progetto le siepi sono lasciate crescere in modo libero, dando vita a una massa vegetale che contribuisce a migliorare il microclima e crea un ecosistema variegato piacevole a vedersi; le siepi, inoltre, arricchiscono la biodiversità, in quanto rifugio per molte specie animali: uccelli, piccoli mammiferi, insetti, che in città non trovano più luoghi adatti per la sopravvivenza e la riproduzione.

### Prato polifita

Il prato polifita è un insieme di più colture foraggere presenti sullo stesso terreno, importante elemento tradizionale del paesaggio agricolo reggiano, legato alla filiera del Parmigiano Reggiano. Nelle zone rurali, la sua graduale sostituzione con prati mono-specifici ha avuto un impatto negativo sul mantenimento del carbonio nel suolo e sulla biodiversità, determinando inoltre,



1



2

progressivamente, un cambiamento del paesaggio.

Questo tipo di prato, rispetto ai tradizionali prati di città, si caratterizza per la ricchezza di fioriture spontanee in tutte le stagioni, diventando un grande richiamo per gli impollinatori. Nel progetto, gli sfalci sono volutamente ridotti per consentire lo sviluppo di un ecosistema variegato.

L'introduzione del prato polifita assume qui non solo una valenza ambientale, ma anche un significato culturale, di sensibilizzazione-educazione nei confronti dei cittadini, abituati a concepire il prato in città solo come uno sfondo indifferenziato, invece che come un ecosistema indispensabile per mantenere e accrescere la biodiversità anche in città.

### I filari alberati

Il significato dei filari alberati all'interno di un contesto urbano è per lo più oggi collegato alla delineazione del panorama, per accrescimento del pregio

paesaggistico, con la creazione di elementi estetici di rilievo.

Nel progetto *Parchi a misura di clima* i nuovi filari messi a dimora sono introdotti come elemento fondamentale per garantire la schermatura dalle radiazioni solari nelle zone maggiormente frequentate dalla popolazione, nei punti in cui si concentrano i giochi per i bimbi e i percorsi ciclo-pedonali.

La presenza di alberature ad alto fusto e impianto "stretto" è infatti in grado di migliorare sensibilmente il microclima dell'area interessata, creando un ombreggiamento in grado di abbassare la temperatura, nella stagione estiva, di alcuni gradi.

In termini di adattamento ai cambiamenti climatici, quindi, la

- 1 Microforesta al parco Ferravilla, Reggio Emilia,
- 2 Siepe campestre al parco Biagi.
- 3 Prato polifita.
- 4 Filari alberati al parco Biagi.

funzione di questo tipo di realizzazione assume un ruolo fondamentale per contribuire alla compensazione delle mutate condizioni climatiche.

Riguardo alla scelta delle specie vegetali, sono state tenute in attenta considerazione le indicazioni europee, nazionali e regionali inerenti alle specie alloctone e potenzialmente invasive, che rappresentano una delle principali minacce per la biodiversità. Il carattere sperimentale del progetto ha però implicato la necessità di attuare scelte non convenzionali; a fianco di specie propriamente autoctone è stato previsto l'inserimento di specie tipiche di zone climatiche diverse da quelle della pianura padana, per valutare come le singole specie e le associazioni introdotte possano rispondere al mutare delle condizioni climatiche.

Oltre a questi dispositivi paesaggistico-ambientali introdotti nei quattro parchi, nel parco Marco Biagi, in particolare, è stato possibile progettare e realizzare anche un'area umida, grazie al collegamento con un vicino canale irriguo del quale essa costituisce una sorta di estensione naturalistica; nel corso dell'anno il livello dell'acqua sarà soggetto a variazioni cicliche che ne muteranno l'aspetto, influenzando anche sulla composizione vegetale delle sue sponde. Con tale ulteriore intervento si vuole sperimentare in ambito urbano l'introduzione di un altro habitat tipico di pianura, con arricchimento della biodiversità della flora e della fauna. Si potrà valutare inoltre l'efficacia nel contrasto alle isole di calore urbano dell'azione termo-regolatrice dell'acqua, delle rive e della vegetazione tipica delle aree umide.

Inoltre, al parco Biagi è stata installata una stazione di monitoraggio – gestita dal Consorzio di bonifica dell'Emilia centrale – dotata di sensori che misurano i principali parametri ambientali-climatici: temperatura, umidità dell'aria e precipitazioni, al fine di monitorare e valutare gli effetti sul microclima degli interventi di forestazione sperimentali qui realizzati.

La volontà di gestire l'elemento progettuale in maniera naturale, limitando gli interventi antropici ha suggerito di accompagnare la realizzazione degli interventi con azioni di comunicazione.

Per questo motivo sono state utilizzate particolari recinzioni naturalistiche – peraltro molto diffuse nel resto



3



4

dell'Europa: le *ganivelles* – per la delimitazione spaziale delle aree a prati polifiti e delle micro-foreste sulle quali sono stati installati dei piccoli pannelli che segnalano e illustrano le caratteristiche del dispositivo ambientale. In ciascun parco sono stati inoltre collocati specifici cartelli informativi che riassumono il progetto spiegando il valore e il significato degli elementi nuovi e inaspettati introdotti nei parchi urbani di Reggio Emilia e delle loro diverse esigenze manutentive.

**Susanna Ferrari Bergomi<sup>1</sup>,  
Elisia Nardini<sup>1</sup>, Luca Emanuelli<sup>2</sup>,  
Gianni Lobosco<sup>2</sup>, Elisabetta Sgarbi<sup>3</sup>**

1. Comune di Reggio Emilia  
2. Studio Leaa

3. Docente di Botanica ambientale e applicata, Dipartimento di Scienze della vita, Università di Modena e Reggio Emilia

#### NOTE

<sup>1</sup> Studio Leaa – Luca Emanuelli architetti e il Consorzio fitosanitario provinciale di Reggio Emilia.

<sup>2</sup> Il report “Parchi a misura di clima” è scaricabile all'indirizzo [www.comune.re.it/cityadap3](http://www.comune.re.it/cityadap3) nella sezione dedicata all'azione pilota.

I “Parchi a misura di clima” sono realizzati nell'ambito del progetto europeo Life CityAdaP3. Til srl sostiene l'iniziativa attraverso una donazione liberale.

# COSA SIGNIFICA ORGANIZZARE EVENTI SOSTENIBILI

IL GREEN PUBLIC PROCUREMENT RAPPRESENTA UN'IMPORTANTE LEVA PER PROMUOVERE LA TRANSIZIONE ECOLOGICA. IL PROGETTO EUROPEO MINEV, A CUI PARTECIPA LA CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA, LAVORERÀ SUL TEMA DELLA SOSTENIBILITÀ DEI GRANDI EVENTI, A PARTIRE DAI NUOVI CRITERI AMBIENTALI MINIMI.

Ogni evento ha un impatto sia sul territorio sia sulla comunità in cui si inserisce, e coinvolge tutta l'organizzazione, dai fornitori ai partecipanti, all'ambiente. Un evento è sostenibile quando è "ideato, pianificato e realizzato in modo da minimizzare l'impatto negativo sull'ambiente e da lasciare un'eredità positiva alla comunità che lo ospita" (*United nations environment programme, Unep, 2009*).

Questo è tanto più vero per i grandi eventi, tema molto dibattuto e complesso, in quanto parte integrante dei nostri sistemi culturali ed economici. I grandi eventi infatti supportano il turismo e generano lavoro per un intero settore, quello delle imprese culturali e creative, duramente colpito durante la pandemia. Ma quanto inquina radunare migliaia di persone nello stesso luogo? È possibile organizzare un evento completamente "sostenibile", azzerando gli impatti sull'ambiente, e allo stesso tempo generando benefici per la società e l'economia? Quali sono le esperienze più virtuose?

Organizzare un evento sostenibile significa agire per preservare il nostro ambiente naturale, promuovere una

società sana e inclusiva e sostenere un'economia fiorente. Un evento sostenibile incorpora valori quali la minimizzazione dei rifiuti, la riduzione dell'uso della plastica, delle emissioni generate dagli spostamenti, e complessivamente una riduzione dell'impronta di carbonio, inoltre richiede responsabilità sociale (rispetto dei diritti, sicurezza e benessere, inclusione ecc.) creando allo stesso tempo valore economico, ovvero produzione di lavoro e reddito. Possiamo quindi affermare che i principi degli eventi sostenibili toccano tutti e 17 gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni unite.

Il *green public procurement* (Gpp) rappresenta un'importante leva in capo alle pubbliche amministrazioni per promuovere la transizione verso un'economia più circolare e sostenibile. Agire nell'ambito degli eventi permette di incidere trasversalmente e coinvolgere diversi settori che possono contribuire alla sostenibilità, quali i trasporti, le infrastrutture, l'edilizia, la ristorazione collettiva; allo stesso tempo è utile a raggiungere obiettivi di sostenibilità sociale e di politica industriale.

## I nuovi Cam per eventi culturali sostenibili

I criteri ambientali minimi (Cam) sono i requisiti ambientali definiti a livello ministeriale che le pubbliche amministrazioni devono applicare nei propri acquisti. Sono quindi uno strumento utile a promuovere e realizzare una "crescita intelligente, sostenibile e inclusiva", e sono funzionali all'implementazione del Piano d'azione nazionale sul *green public procurement*. A oggi sono stati approvati Cam per 18 diverse categorie di servizi e prodotti. La loro applicazione sistematica e omogenea consente di diffondere prodotti, tecnologie e servizi ambientalmente preferibili, producendo un effetto leva sul mercato, spingendo gli operatori economici ad adeguarsi alle nuove richieste al fine di poter operare nel mercato degli acquisti pubblici. In Italia l'applicazione dei Cam è assicurata dal quadro normativo vigente (Codice degli appalti, art. 57 comma 2 del decreto legislativo 36/2023, supportato dall'art. 11 del Tfu, dagli

Clausole contrattuali		Criteri premianti
1. Nomina di un responsabile della sostenibilità	14. Prodotti per l'igiene personale	1. Adozione di Sistemi di gestione ambientale o per la sostenibilità
2. Riunioni operative	15. Prodotti per la pulizia degli ambienti	2. Allestimenti e arredi in plastica
3. Alloggi e strutture logistiche di supporto	16. Servizio temporaneo di ristoro e catering	3. Veicoli pesanti per il trasporto materiale
4. Biglietti e materiali informativi e promozionale	17. Tovaglie e tovaglioli	4. Alloggi per staff, invitati e relatori
5. Comunicazione accessibile agli eventi	18. Prevenzione rifiuti nei punti ristoro	5. Promozione della mobilità sostenibile
6. Allestimenti e arredi	19. Gestione rifiuti	6. Sponsorizzazioni delle iniziative culturali
7. Imballaggi degli allestimenti, degli arredi e delle opere	20. Comunicazione al pubblico	7. Scelta di fornitori con determinati standard ambientali e sociali
8. Raccolta e riuso degli allestimenti	21. Formazione al personale	8. Valorizzazione del territorio
9. Gadget e premi	22. Clausole sociali e tutela dei lavoratori	9. Tovaglie e tovaglioli
10. Luogo dell'evento	23. Eventi per tutti	10. Monitoraggio delle prestazioni ambientali dell'evento
11. Trasporto materiali		11. Scelta del luogo dell'evento
12. Mobilità sostenibile per raggiungere l'evento e muoversi		12. Aree "baby friendly"
13. Consumi energetici		13. Squadra di eco-volontari

TAB. 1 CAM EVENTI

Clausole contrattuali e criteri premianti presenti nei Cam eventi.

articoli 9 e 41 della Costituzione, dall'art. 3 quater comma 1 e 2 del Dlgs 152/2006). La richiesta di inserire, nella documentazione progettuale e di gara, almeno le specifiche tecniche e le clausole contrattuali contenute nei criteri ambientali minimi, permette di poter incidere non solo sulla riduzione degli impatti ambientali, ma anche di promuovere modelli di produzione e consumo circolari e diffondere l'occupazione "verde".

A fine 2022 sono stati pubblicati i "Criteri ambientali minimi per il servizio di organizzazione e realizzazione di eventi" (Dm 459/22, pubblicato in Gazzetta ufficiale il 17 dicembre 2022). I criteri affrontano aspetti ambientali ma anche sociali ed etici, e si applicano alla progettazione, organizzazione e realizzazione, nonché dis-allestimento, di diverse tipologie di eventi: manifestazioni culturali come rassegne e festival musicali, teatrali, cinematografici, mostre ed esposizioni, fiere, eventi enogastronomici, rievocazioni storiche, convegni, conferenze, congressi, fiere, eventi sportivi ecc. Trovano quindi applicazione rispetto a eventi sia *indoor* sia *outdoor*, fissi e itineranti, spot o continuativi. Come tutti i Cam, sono articolati in clausole contrattuali (regole necessariamente da rispettare se applicate) e criteri premianti (che permettono di ottenere un punteggio maggiore in fase di gara) (tabella 1).

I Cam sono obbligatori per gli eventi soggetti a procedura di gara pubblica, compresi gli affidamenti *in house*. Sono inoltre raccomandati nel caso di eventuale erogazione di contributi o concessioni di patrocinii. L'estensione dei Cam a eventi organizzati da privati e patrocinati o finanziati da enti pubblici permetterebbe di incidere più sostanzialmente, poiché questa tipologia rappresenta oltre il 90% degli eventi.

### Il Pnrr prevede l'adozione dei Cam per gli eventi culturali

Il Piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr), nella missione relativa a "Turismo e cultura 4.0", prevede l'adozione di criteri ambientali minimi per gli eventi culturali finanziati, promossi o organizzati da enti pubblici. Questo è stabilito allo scopo di "migliorare l'impronta ecologica degli eventi culturali (mostre, festival, eventi culturali, eventi musicali) attraverso l'inclusione di criteri sociali e ambientali

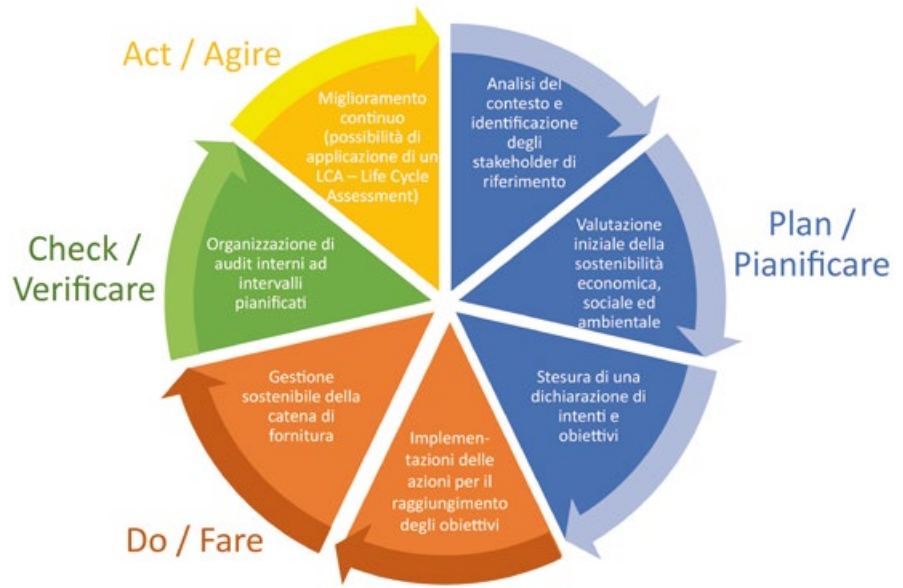


FIG. 1 SISTEMA DI GESTIONE ISO 20121  
Le fasi da seguire per l'implementazione del sistema di gestione ISO 20121.

negli appalti pubblici [...]. L'applicazione sistematica e omogenea di questi criteri consentirà la diffusione di tecnologie/ prodotti più sostenibili e supporterà l'evoluzione del modello operativo degli operatori di mercato, spingendoli ad adeguarsi alle nuove esigenze della pubblica amministrazione". Si evidenzia che pur operando nell'ambito della missione 1, indirizzata a turismo e cultura 4.0, sarà compito del Mase rivedere i bandi di gara in una logica di maggiore sostenibilità ambientale, agevolando la formazione e lo sviluppo di nuove competenze in materia di economia circolare. Infatti una delle maggiori criticità rispetto alla diffusione del Gpp è legata alla limitata preparazione di chi opera nel settore.

### Lo standard internazionale ISO 20121

Lo standard internazionale di riferimento per la sostenibilità degli eventi è la norma tecnica ISO 20121:2013 (*Sistemi di gestione sostenibile degli eventi – Requisiti e guida per l'utilizzo*). Il primo grande evento certificato ISO 20121 sono state le Olimpiadi di Londra 2012, mentre il primo grande evento italiano è stato l'Expo di Milano del 2016. Secondo i Cam, negli appalti è possibile assegnare un punteggio premiante per l'offerente che dimostra la propria capacità di adottare misure di gestione sostenibili degli eventi attraverso la certificazione ISO 20121. Per il rilascio della certificazione è necessario sottoporsi alla verifica di un soggetto terzo riconosciuto; la certificazione ha una validità triennale con verifiche di



FIG. 2 MIGLIORAMENTO CONTINUO  
Ciclo di Deming per il miglioramento continuo della sostenibilità degli eventi.

mantenimento annuali. La norma specifica i requisiti e fornisce linee guida rispetto a come definire responsabilità, valutare gli impatti significativi, individuare obiettivi e traguardi mirati, gestire la comunicazione con gli *stakeholder*, organizzare la catena dei fornitori in un'ottica sostenibile e monitorare le performance. L'ISO 20121 prende in analisi le tre dimensioni dell'organizzazione dell'evento: ambientale (minimizzazione degli impatti e utilizzo risorse), sociale (attenzione ai diritti di tutte le persone coinvolte e al rispetto dei loro valori) ed economica (creazione di valore). Essa non definisce i requisiti per l'evento stesso, ma per lo sviluppo di un sistema di gestione, e ne indica uno schema. Chiede inoltre di considerare tutti i diversi portatori di interesse: partecipanti e visitatori, finanziatori, lavoratori, fornitori, comunità (locale o professionale), associazioni ed enti di controllo.



La gestione degli eventi impatta molteplici ambiti e aspetti: consumi energetici, gestione dei rifiuti, economia circolare, ristorazione collettiva, acqua e sicurezza idrica, accessibilità e design universale, biodiversità e tutela ambientale, luoghi, rumore, salute e sicurezza, solo per citarne alcuni. Gli eventi rappresentano quindi un buon banco di prova per la pervasività degli standard e la sensibilizzazione sia della catena di fornitura sia dei consumatori finali e delle comunità locali. I vantaggi derivanti dall'organizzazione di eventi sostenibili sono quindi diversi.

## I vantaggi per il territorio

I benefici per il territorio che ospita eventi sostenibili si concretizzano nella riduzione dell'impronta ambientale dell'evento stesso, nella riduzione dei costi grazie a un uso razionale di energia e di prodotti, nell'ottimizzazione delle risorse e della gestione dei costi, così da ridurre i rischi insiti nella gestione stessa. Allo stesso tempo si innescano meccanismi di valorizzazione del territorio ospitante, attraverso il ricorso a filiere corte, e il coinvolgimento di partecipanti e *stakeholder* in scelte sostenibili. Anche per il territorio si attivano quindi vantaggi di tipo reputazionale, derivanti dalla visibilità: organizzare eventi sostenibili dimostra l'impegno dell'organizzazione sui temi della sostenibilità ambientale e della responsabilità sociale. Inoltre è un modo per incentivare la diffusione di tecnologie innovative, che permettono l'ottimizzazione delle risorse.

A questi si sommano i benefici in termini sociali, attraverso l'opportunità di impiego e crescita dei fornitori locali, favorendo interazione e ricerca di nuovi partner qualificati. Ma significa anche favorire l'efficacia della comunicazione sostenibile, evitando rischi di *green washing*. Gli eventi sono infatti situazioni privilegiate che accendono riflettori sul territorio e sugli

organizzatori. Rappresentano quindi il momento ideale per accreditare il proprio impegno e per coinvolgere, rispettare e soddisfare le aspettative dei partecipanti, aumentando il proprio *appeal*.

## I vantaggi per le imprese

Per competere, l'industria degli eventi dovrà percorrere la strada della sostenibilità, per le persone e l'ambiente, e dovrà farlo al meglio: un'opportunità, oltre che una sfida.

Attraverso l'organizzazione di eventi sostenibili, le imprese potranno conseguire una serie di benefici, sia diretti che indiretti: risparmio dei costi conseguenti alla riduzione dei consumi energetici e a un utilizzo ottimale delle risorse, vantaggi reputazionali (conseguenza della visibilità che un evento etico produce, dimostrando l'impegno dell'azienda sui temi della sostenibilità ambientale e della responsabilità sociale). Inoltre l'adozione di un approccio sistemico e di un sistema di monitoraggio permetterà il miglioramento e la semplificazione della gestione dell'evento, e anche di registrare le performance, così da attivare meccanismi utili a correzioni rispetto a inefficienze. Altro beneficio sarà la caratterizzazione della catena di fornitura in senso più sostenibile, l'aumento della

consapevolezza, della motivazione e della fidelizzazione delle risorse umane impiegate e l'attrazione dei migliori talenti. In sintesi, la sostenibilità può diventare obiettivo di competitività e *business*.

## Il progetto Minev e la Città metropolitana di Bologna

*Waste minimization in large events* – Minev è il titolo del progetto Interreg Europe avviato a marzo 2023, di cui la Città metropolitana di Bologna è partner (insieme ad altre organizzazioni provenienti da Spagna, Lituania, Polonia, Grecia e Belgio) e che nei prossimi anni lavorerà sul tema della sostenibilità dei grandi eventi, focalizzando in particolare il tema della minimizzazione dei rifiuti, e attivando processi per migliorare e potenziare le politiche e gli strumenti strategici in questo ambito. Il progetto analizzerà differenti tipi di grandi eventi (da eventi di intrattenimento, a eventi scientifici, sportivi e religiosi, prendendo in considerazione sia lo svolgimento al chiuso, sia all'aperto e in siti naturali). In questa fase iniziale svilupperà un programma intensivo di scambio e sviluppo delle conoscenze, integrando il livello inter-regionale fra le varie città partner, e locale, coinvolgendo attivamente gli *stakeholder*. Minev infatti vuole essere un acceleratore per le amministrazioni locali e regionali coinvolte. Queste scambieranno buone pratiche e misure politiche in vigore nei loro territori. Il prossimo appuntamento è a Bologna il 22 e 23 novembre prossimi.

### Valeria Stacchini

Ricerca, innovazione e gestione progetti europei, Città metropolitana di Bologna

## RIFERIMENTI

Unep, 2009, *Green meeting guide 2009: roll out the green carpet for your participants*, <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7834>

Servizio di organizzazione e realizzazione di eventi (approvato con Dm 19 ottobre 2022 n. 459, GU n. 282 del 2 dicembre 2022): [https://gpp.mite.gov.it/sites/default/files/2023-01/CAM\\_Eventi.pdf](https://gpp.mite.gov.it/sites/default/files/2023-01/CAM_Eventi.pdf)

ISO 20121: [www.iso.org/iso-20121-sustainable-events.html](http://www.iso.org/iso-20121-sustainable-events.html)

Minev - Minimizzazione dei rifiuti nei grandi eventi: [www.cittametropolitana.bo.it/progetti\\_europei/Home/minev](http://www.cittametropolitana.bo.it/progetti_europei/Home/minev)

<https://oggiscienza.it/2019/07/31/concerti-sostenibili-ambiente/index.html>

<https://ilgiornaledellambiente.it/tutelare-ambiente-impatti-devastanti-grandi-eventi>  
[www.agenda17.it/2023/09/01/meno-vacanze-per-la-classe-media-impoverita-da-inflazione-e-guerra-lanalisi-di-gianfranco-franz-di-unife](http://www.agenda17.it/2023/09/01/meno-vacanze-per-la-classe-media-impoverita-da-inflazione-e-guerra-lanalisi-di-gianfranco-franz-di-unife)

# GREEN FILM, UNA CERTIFICAZIONE CHE FUNZIONA

LO STUDIO RELATIVO ALL'ANALISI COMPARATIVA ECONOMICO-AMBIENTALE DEL PROGETTO, COMMISSIONATO DA TRENTINO FILM COMMISSION E VALIDATO DA ARPAE EMILIA-ROMAGNA, DIMOSTRA L'EFFICACIA E L'UTILITÀ DEL MARCHIO DI QUALITÀ AMBIENTALE APPLICATO ALLE PRODUZIONI AUDIOVISIVE.

**V**iviamo nel mondo dell'immagine, che sempre più spesso è immagine in movimento.

Social e piattaforme hanno favorito la proliferazione dei prodotti audiovisivi: film, serie, documentari sono ormai ovunque accessibili a chiunque disponga di una connessione a internet. Come ogni altra attività umana, anche le produzioni audiovisive generano impatti ambientali più o meno significativi in vari ambiti, e la frequenza con cui tali produzioni hanno luogo oggi giustifica lo sforzo di chi si adopera per provare a ridurre tali impatti.

## Green Film: ridurre l'impatto delle produzioni audiovisive

In Italia gli organismi che si occupano di favorire, con molteplici iniziative e attività, la produzione cinematografica sul proprio territorio sono le *film commission*. Forte del proprio mandato, e con approccio pionieristico, nel 2016 Trentino Film Commission ha avviato il progetto "Green Film" con l'obiettivo di valutare l'impatto ambientale generato dalle produzioni audiovisive e, al tempo stesso, mettere in campo azioni per favorirne la riduzione.

In collaborazione con l'Agenzia provinciale per la protezione



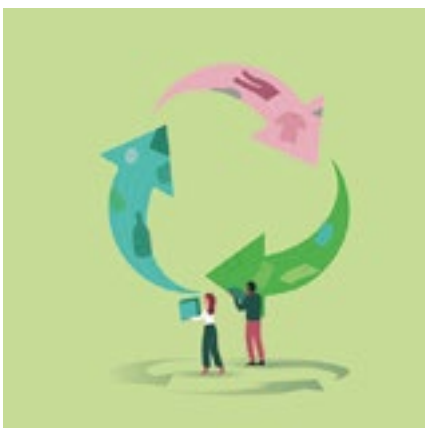
dell'ambiente della Provincia autonoma di Trento (Appa), fin dall'inizio partner di progetto, Trentino Film Commission ha adottato come strumento d'azione quello impegnativo, ma autorevole, della certificazione ambientale, definendo un disciplinare in grado di ridurre, se applicato, gli impatti ambientali più significativi di una produzione audiovisiva.

"Green Film" è diventato così anche il nome del marchio di qualità ambientale che Trentino Film Commission rilascia ai prodotti audiovisivi (film, serie, programmi tv, spot pubblicitari o documentari) che dimostrino il rispetto di tale disciplinare. Quest'ultimo è costituito, nella versione attualmente vigente (edizione 02-2022), da due requisiti obbligatori e 17 facoltativi; a ogni requisito facoltativo, in base alla complessità richiesta per il soddisfacimento, è associato un punteggio che va da un minimo di 1 a un massimo di

4 punti (il punteggio minimo per ottenere la certificazione è pari a 20 punti).

I due requisiti obbligatori impongono, prima delle riprese, la redazione e la diffusione alla troupe di un piano di sostenibilità e di un piano di ottimizzazione dei trasporti. I requisiti facoltativi richiedono misure di:

- sostenibilità energetica (eliminazione dei generatori di corrente, ricorso all'elettricità da fonti rinnovabili, uso esclusivo delle luci a Led)
- mobilità sostenibile (uso di mezzi a ridotte emissioni, alloggi nei pressi del set, alloggi presso strutture eco-certificate)
- riduzione dei rifiuti legati al consumo di alimenti e bevande (eliminazione dell'acqua in bottiglia, eliminazione dei cestini usa e getta nel catering, uso esclusivo di stoviglie riutilizzabili, eliminazione delle cialde e dei bicchieri usa e getta per la pausa-caffè)
- scelta ecologica dei materiali (vernici e



legname eco-certificati per le scenografie, materiali riciclati o da filiere del riuso, cessione dei materiali dopo le riprese per favorirne il riutilizzo, eliminazione delle comunicazioni cartacee)

- raccolta differenziata dei rifiuti
- comunicazione ambientale.

## Il rilascio del marchio “Green Film”

Il marchio “Green Film” viene rilasciato a seguito di una verifica di terza parte indipendente, affidata oggi da Trentino Film Commission alle Agenzie per la protezione dell’ambiente (Arpa/Appa) che abbiano deciso di accreditarsi in qualità di organismi di verifica competenti sul rispettivo territorio (ovvero al settembre 2023, oltre a quella trentina, anche le agenzie del Veneto, dell’Emilia-Romagna e della Sicilia, a loro volta attivatesi su iniziativa delle locali Film Commission). In assenza di Arpa/Appa accreditate, la verifica viene svolta dagli istituti di certificazione privati che abbiano ottenuto

l’accreditamento (ovvero al settembre 2023 Bureau Veritas, Dnv, Rina e Aenor Italia).

Dal 2016 al settembre 2023 hanno ottenuto la certificazione 114 opere audiovisive, realizzate non solo in Italia ma anche in altre parti del mondo (Belgio, Danimarca e Spagna sono i Paesi più rappresentativi). Il progetto “Green Film” è riuscito infatti a imporsi come punto di riferimento del cinema *green* non solo a livello nazionale, ottenendo, fra gli altri, il riconoscimento dall’Italian Film Commission e dall’Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra), ma anche al di fuori dell’Italia, con l’adozione del marchio “Green Film” da parte di varie *film commission* straniere<sup>1</sup>.

## Quantificare l’efficacia dell’impegno ambientale

L’ampia diffusione della certificazione “Green Film” ha posto le basi per un

ulteriore progetto sfidante promosso da Trentino Film Commission in collaborazione con Appa Trento: valutare scientificamente l’efficacia del marchio. È nato così il progetto “Green Film research lab”, finanziato dal Ministero per i Beni e le attività culturali, con l’obiettivo di valutare, lungo l’intero ciclo di vita di una produzione audiovisiva, non solo le ricadute ambientali, quantificate in termini di emissioni CO<sub>2</sub> equivalente evitate, ma anche quelle economiche, quantificate in termini di risparmio ottenuto. Per raggiungere lo scopo è stato necessario procedere con un’analisi comparativa tra un campione significativo di cinque produzioni audiovisive che hanno richiesto il marchio “Green Film” e un campione significativo di cinque produzioni audiovisive realizzate con metodi “tradizionali” (secondo il cosiddetto *business as usual*), che hanno avuto luogo in Italia tra la fine del 2021 e la fine del 2022<sup>2</sup>.

Al fine di garantire scientificità, trasparenza e rappresentatività, lo studio è stato realizzato nel rispetto dei più





importanti standard internazionali<sup>3</sup> ed è stato validato dall'Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia Romagna (Arpa).

I dati utilizzati nell'analisi sono innanzitutto quelli raccolti mediante sopralluoghi "sul campo", durante le riprese delle dieci produzioni coinvolte. Parallelamente alla raccolta dei dati primari sito-specifici è stata effettuata una raccolta di dati secondari, ovvero provenienti da basi di dati e da letteratura scientifica.

La valutazione delle ricadute ambientali ed economiche è stata fatta per ciascun requisito del disciplinare "Green Film", con l'eccezione dei requisiti "gestionali", di difficile quantificazione oggettiva, ovvero i due obbligatori (*Piano della sostenibilità* e *Piano di ottimizzazione dei trasporti*) e il facoltativo *Pubblicizzare e promuovere la sostenibilità*.

I confronti effettuati tra produzioni Green Film (Gf) e produzioni *business as usual* (Bau) sono stati in tutto 21, in quanto alcuni dei 16 requisiti del disciplinare Green Film presi in esame presentano più opzioni di attuazione. Per ognuno dei 21 confronti è stato quantificato tanto il dato assoluto dello scenario Gf quanto quello dello scenario Bau: chilogrammi di CO<sub>2</sub> equivalente per persona/giorno (kg CO<sub>2</sub> eq/p×d) per quanto riguarda l'analisi ambientale ed euro per persona/giorno per quanto riguarda l'analisi economica; è stata inoltre quantificata anche la variazione percentuale tra gli scenari.

## I risultati

I principali esiti dello studio sono i seguenti:

- in 19 confronti su 21 lo scenario Gf presenta una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente rispetto allo scenario Bau<sup>4</sup>, e in 8 casi la riduzione supera il 50%
- in 13 confronti su 20<sup>5</sup> lo scenario Gf presenta anche una riduzione dei costi rispetto allo scenario Bau, e in 6 casi il risparmio supera il 90%
- per quanto riguarda i 7 casi in cui conformarsi al disciplinare Green Film comporta un costo aggiuntivo, solo in un



2

caso l'aumento supera il 50% (requisito "Luci a led")

- i requisiti del disciplinare Green Film che permettono la riduzione maggiore delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente in termini assoluti rispetto allo scenario Bau sono: *Riutilizzo dei materiali di scena* (-2,63 kg CO<sub>2</sub> eq/p×d), *Materiali riciclati o derivanti dal riuso* (-1,29 kg CO<sub>2</sub> eq/p×d), *Alloggi: strutture ricettive certificate* (-1,04 kg CO<sub>2</sub> eq/p×d); *Luci a led* (-1,01 kg CO<sub>2</sub> eq/p×d).

In conclusione, rinviando allo studio integrale per il dettaglio su ciascuno dei 21 confronti e ogni altro aspetto<sup>6</sup>, va evidenziato che l'analisi condotta nell'ambito del *Green Film research lab* ha confermato l'effettiva e sensibile efficacia del disciplinare Green Film nel favorire la realizzazione di produzioni audiovisive più sostenibili dal punto di vista ambientale, in particolare per quanto riguarda le emissioni di gas a effetto serra. I risultati di questa analisi permetteranno lo sviluppo di uno strumento di valutazione preliminare degli impatti della produzione audiovisiva, uno strumento di analisi speditiva e al contempo di informazione e comunicazione che potrà essere di supporto ai produttori nella realizzazione di opere audiovisive a ridotto impatto ambientale. Allo stesso tempo, i risultati potranno essere utilizzati per indirizzare i decisori politici nell'adozione di politiche e strumenti ambientalmente più efficaci ed efficienti nel sostegno alle produzioni audiovisive, agevolando la transizione ecologica del settore.

**Linnea Merzagora<sup>1</sup>, Marco Niro<sup>2</sup>, Helga Tenaglia<sup>3</sup>**

1. Trentino Film Commission
2. Appa Trento
3. Arpa Emilia Romagna

## NOTE

<sup>1</sup> Nel 2019 i membri di CineRegio Green hanno identificato Green Film come l'approccio più concreto ed esportabile tra tutti gli schemi attualmente esistenti nell'ambito del *green filming* e lo hanno eletto come standard di riferimento per i membri di CineRegio (associazione europea dei *film funds* regionali).

<sup>2</sup> Per ampliare la rappresentatività dello studio sono state analizzate sia produzioni di film lungometraggi sia progetti seriali, con risorse molto variabili di budget, personale e durata delle riprese. La media che ne è risultata è di una produzione di 28 giorni di riprese con 57 lavoratori e lavoratrici presenti sul set.

<sup>3</sup> L'analisi ambientale è stata condotta secondo la metodologia dell'analisi del ciclo di vita (*life cycle assessment*, Lca), secondo le norme UNI EN ISO 14040:2021 e 14044:2021; inoltre, essendo stato scelto di valutare i risultati dello studio Lca in termini di impronta di carbonio (chilogrammi di CO<sub>2</sub> equivalente), è stata presa anche come riferimento la norma UNI EN ISO 14067:2018. L'analisi economica è stata invece effettuata tramite la metodologia *life cycle costing* (costo del ciclo di vita, Lcc).

<sup>4</sup> Lo scenario Gf non risulta il migliore nel caso dei requisiti *Mezzi Euro 6, ibridi, a metano, Gpl e/o elettrici* (in quanto la valutazione ambientale espressa in termini di CO<sub>2</sub> evitata non considera l'impatto in termini di inquinamento atmosferico dovuto agli altri inquinanti emessi dai veicoli) e *Somministrazione dei pasti*, nell'opzione "somministrazione esclusiva presso esercizi di ristorazione" (in quanto tale opzione favorisce sì la riduzione dei rifiuti rispetto alla somministrazione a mezzo catering, ma genera impatti ambientali aggiuntivi legati al trasporto dei membri della troupe dai set agli esercizi di ristorazione).

<sup>5</sup> Per l'azione *Elettricità verde*, nell'opzione "produzione diretta da fonti rinnovabili", i costi non sono risultati confrontabili.

<sup>6</sup> La sintesi dello studio, che è stato realizzato da Punto 3 srl, è pubblicata sulla pagina dedicata nel sito web di Green Film: [www.green.film/it/greenfilm-research-lab](http://www.green.film/it/greenfilm-research-lab). Lo studio integrale può essere richiesto a Trentino Film Commission.

1 Una foto dal set del film per la tv "Tina Anselmi" prodotto da Bibi Film e Rai Cinema.

2 Una foto dal set del film "A sudden case of Christmas" prodotto da Notorious Pictures.

# L'ECOLOGIA DI BRUNO LATOUR, UN MESSAGGIO PER IL PRESENTE

L'EREDITÀ DELL'ANTROPOLOGO, SOCIOLOGO E FILOSOFO DELLA SCIENZA FRANCESE, CI COSTRINGE A CONFRONTARCI CON LA TRASFORMAZIONE DELLA SOCIETÀ. L'APPROCCIO INTERDISCIPLINARE, SCIENTIFICO E UMANISTICO SI CONIUGA A UN INVITO ALL'IMPEGNO CONCRETO IN CHIAVE POLITICA.

Sul pianeta Terra, il tasso di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera è sempre più elevato e ha raggiunto le attuali 416 parti per milione. Un record, dicono gli scienziati del Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (Ipcc). Bruno Latour – antropologo, sociologo e filosofo della scienza di fama mondiale mancato a 75 anni a fine 2022 – identifica nel “nuovo regime climatico”, il contesto che fissa le coordinate, le strategie e i limiti entro cui muoversi dentro la “crisi ecologica” per costruire una politica adeguata alle sfide del XXI secolo a livello globale, nazionale, locale e individuale.

## Gaia e il nuovo regime climatico

Con i volumi pubblicati negli ultimi tre anni, Bruno Latour si colloca ai vertici dell'analisi e della elaborazione del pensiero ecologico con un approccio interdisciplinare, scientifico e umanistico di grande spessore culturale. Nei suoi saggi, racconti filosofici, sceneggiature teatrali, nuovi processi di cittadinanza attiva, Latour descrive, analizza e traccia il ruolo e il profilo, le caratteristiche, i conflitti, i processi che coinvolgono i sistemi viventi, i rischi e le opportunità che si presentano loro.

Latour fa sua l'ipotesi di Gaia avanzata negli anni '70 da James Lovelock ma non si limita al dato scientifico, lo integra con la dimensione umana e sociale. Secondo Latour Gaia, la Terra, è un sistema vivente autoregolantesi che ci ospita avvolgendoci. Allo stesso tempo obbligandoci a rispettare i suoi limiti. Sono i sistemi viventi che ne fanno parte a determinare la sua unicità. Nel pianeta Terra/Gaia natura e cultura sono una coppia di concetti complementari, uniti nella diversità.

Latour si sofferma a lungo sui luoghi comuni del concetto di natura: “Ogni volta che tentiamo di avvicinare l'uomo alla natura, siamo ostacolati dall'obiezione che l'essere umano è prima di tutto un



FOTO: G.GARTIAN - WIKIMEDIA - CC-BY-SA 4.0

essere culturale”. È il retaggio della tradizione occidentale. “Si comprende quindi perché ogni definizione della crisi ecologica come ritorno dell'uomo alla natura metta in moto paure ataviche”. L'uomo? è colui che non può “sfuggire totalmente ai vincoli della natura”. “Quando si invoca il ‘diritto naturale’ si esprime l'idea che la ‘natura’ possa essere concepita come un insieme di regole quasi giuridiche”. In questo caso, l'aggettivo ‘naturale’ diviene sinonimo di ‘morale’ o ‘legale’. Un nuovo spirito delle leggi della natura è sul punto di emergere – afferma Latour sulla scia di Michel Serres: “faremmo bene a cominciare a redigerlo se vogliamo sopravvivere alle potenze scatenate dal *nuovo regime climatico*”. Latour ha il merito di cogliere la portata epocale determinata dalla crisi climatica. I media e il pensiero comune ne parlano come fosse qualcosa di passeggero. In realtà è una grande trasformazione dell'infrastruttura materiale della società, un cambio di

paradigma nel modo di produrre di consumare che è richiesto agli umani che ancora non agiscono in modo conseguente nell'affrontare le emergenze climatiche.

## L'Antropocene

Con il termine coniato dal geologo Paul Crutzen, così è stata denominata l'attuale era in cui la specie umana dispone di un potere e una forza prima mai viste, producendo un impatto nell'atmosfera in grado di influenzare e alterare il suo equilibrio in modo irreversibile. L'impatto dell'*Homo sapiens* può essere disastroso, ma può anche essere positivo e benefico se orientato al mantenimento delle condizioni di abitabilità della Terra sviluppata attraverso pratiche rigenerative, la resistenza della società al primato dell'economia. L'epoca in cui si generano nuovi conflitti e

classificazioni antropo-sociali, nuove forme organizzative e di comunità che Latour identifica e nomina nelle due macro categorie antropologiche che si combattono: gli estrattori e i rammendatori.

Gli “estrattori”, predatori di risorse e dissipatori, élite mondiali e locali ancorate a paradigmi superati nonché beneficiari di grandi privilegi, sono impegnati nel non riconoscere la validità e propagano il dubbio che i dati scientifici siano stati manipolati da forze oscure. La follia della negazione – dice Latour – diventa poi una forma di fanatismo come nel caso dei cosiddetti *clima-scettici* e *clima-negazionisti*. Una posizione che nasconde l’indisponibilità a ridurre i costi eccessivi e l’ipersfruttamento delle risorse del pianeta e gli altri sistemi viventi perché è più comodo “continuare a vivere come si è fatto finora”.

I “rammendatori” sono al contrario coloro che sono impegnati a preservare e rigenerare le risorse limitate del pianeta e a far crescere, attraverso forme di cura, la continuità da cui dipende l’abitabilità del mondo.

Viviamo nell’epoca dei paradossi e delle contraddizioni. “Non crediamo in quello che sappiamo”: l’incoerenza tra la teoria e la prassi è l’ostacolo che paralizza strategie e comportamenti del nostro “essere nel mondo”, di produrre e di consumare, di relazionarci con gli altri umani e viventi, di posizionarci nelle organizzazioni e nelle comunità.

Una forma efficace di comunicazione del regime climatico è da alcuni anni l’*Earth overshoot day*, il giorno in cui la domanda di risorse naturali a livello mondiale supera quello che la Terra può rigenerare in un anno. Ogni Paese può calcolare qual è il suo debito ecologico per l’anno successivo avvalendosi del *Global footprint network* che tiene conto

della capacità biologica di un ecosistema di produrre e rinnovare risorse naturali, e dell’impronta ecologica che misura l’impatto delle attività economiche di una comunità. Secondo queste stime, la popolazione mondiale sta consumando le risorse di 1,75 pianeti l’anno. Da qui lo slogan di Greta Thunberg: “Non abbiamo un pianeta B”.

## Il manifesto dell’ecologia politica: verso un avvicendamento delle classi al comando

Latour non si è limitato a trattare in chiave filosofica, antropologica e scientifica i fondamenti delle discipline al centro del suo lavoro di ricerca. Con il manifesto per una nuova ecologia scritto a quattro mani con Nikolaj Schultz nel 2023 ha redatto un documento che affronta in chiave politica la cultura ecologica, un raro caso di elaborazione sistematica e rigorosa e al contempo di impegno appassionato. Dopo il fallimento dei modelli forgiati nell’Ottocento e praticati fino a poco tempo fa, anzi ancora in atto per quanto in profonda crisi (liberalismo, marxismo, socialdemocrazia, neo-conservatorismo, globalizzazione), Latour auspica e motiva il perché è l’ecologia politica

che deve prendere il timone del sistema politico, dando priorità al mantenimento delle condizioni di abitabilità del pianeta. Contro la falsa globalizzazione e l’anacronistico ritorno ai confini. L’alternativa al dominio della “produzione” sulla società ha trovato negli ultimi secoli pochissimi interpreti, tra cui Karl Polanyi con il suo saggio *La grande trasformazione* dedicata alla “risocializzazione della sfera produttiva” e alla conciliazione di solidarietà e competizione.

Il movimento, la nuova classe ecologica, deve aggiornare e sostenere il processo di civilizzazione avviato nei secoli dagli altri movimenti sociali progressisti: “creare, attraverso forme di cura, la continuità degli esseri viventi da cui dipende l’abitabilità del mondo”; condurre una lotta per le idee per raggiungere l’egemonia grazie alle nuove scienze della Terra e promuovendo l’educazione/sensibilizzazione; affermare l’egemonia sui modelli ideologici e tecnocratici fallimentari in virtù del contesto del nuovo regime climatico; darsi una organizzazione al passo con i tempi e le tecnologie disponibili.

Il lavoro che ci aspetta.

### Paolo Tamburini

Responsabile Ctr Educazione alla sostenibilità, Arpae Emilia-Romagna

## BIBLIOGRAFIA

Bruno Latour, 2020, *La sfida di Gaia, il nuovo regime climatico*, Meltemi.

Bruno Latour, 2022, *Dove sono? lezioni di filosofia per un pianeta che cambia*, Einaudi.

Bruno Latour, Nikolaj Schultz, 2023, *Facciamoci sentire! Manifesto per una nuova ecologia*, Einaudi.

Karl Polanyi, 1974, *La grande trasformazione*, Einaudi.

Michel Serres, 1991, *Il contratto naturale*, Feltrinelli.



FOTO: VLAD HUTANU - UNSPLASH

# LEGISLAZIONE NEWS

A cura di Servizio Affari Istituzionali e Avvocatura • Arpae Emilia-Romagna

## È POSSIBILE DELEGARE AI COMUNI LA COMPETENZA SULLE BONIFICHE

DI 10 agosto 2023, n. 104  
GU n. 186 del 10 agosto 2023

Nel Dl 104/2023, recante “*Disposizioni urgenti a tutela degli utenti, in materia di attività economiche e finanziarie e investimenti strategici*”, è stato inserito l’art. 22, rubricato “*Conferimento di funzioni in materia di bonifiche e di rifiuti*”, il quale dispone che le Regioni possono conferire con legge agli enti locali le funzioni amministrative di cui agli articoli 194, comma 6, lettera a) (spedizioni transfrontaliere dei rifiuti), 208 (autorizzazione unica per i nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti), 242 (procedure operative e amministrative connesse alla contaminazione di un sito) e 242-bis (procedura semplificata per le operazioni di bonifica) del Dlgs 3 aprile 2006, n. 152. Con la stessa legge le Regioni disciplinano i poteri di indirizzo, coordinamento e controllo sulle funzioni amministrative delegate, il supporto tecnico-amministrativo agli enti cui sono trasferite le funzioni, l’esercizio dei poteri sostitutivi da parte della Regione, in caso di verificata inerzia nell’esercizio delle medesime. Si prevede infine che “*Sono fatte salve le disposizioni regionali, vigenti alla data di entrata in vigore della presente disposizione, che hanno trasferito le funzioni amministrative predette*”. La disposizione in esame è stata introdotta nel decreto legge a seguito della sentenza della Corte costituzionale n. 160 del 24 aprile 2023 che aveva dichiarato l’illegittimità costituzionale dell’art. 5 della legge regionale n. 30 del 2006 con il quale la Regione Lombardia aveva delegato ai Comuni la competenza amministrativa in materia di procedure di bonifica, perché in contrasto con il riparto di competenze definito dal legislatore nazionale nel Dlgs 152/2006. La sentenza avrebbe potuto avere un impatto di rilievo se si considera che negli ultimi anni la quasi totalità delle Regioni italiane ha delegato agli enti territoriali le competenze in materia di bonifica dei siti inquinati. Il Dl 104/2023 è stato convertito nella legge 9 ottobre 2023 n. 136.

## IL CONSIGLIO DI STATO SI PRONUNCIA SU MESSA IN SICUREZZA E RESPONSABILITÀ AMBIENTALE

Sentenza del Consiglio di Stato n. 6957  
del 17 luglio 2023

Un’azienda aveva ricevuto l’ordine di effettuare interventi di messa in sicurezza di emergenza (Mise) e di successiva bonifica dei terreni di sua proprietà e della falda sottostante, a seguito di accertamenti tecnici che avevano evidenziato la contaminazione della falda con la probabile presenza della sorgente di contaminazione all’interno del perimetro aziendale. L’azienda aveva impugnato i predetti provvedimenti dinanzi al Tar chiedendone l’annullamento e

adducendo che le decisioni delle conferenze di servizi che imponevano al proprietario dell’area di realizzare interventi di Mise e di bonifica erano state assunte senza un’adeguata istruttoria volta a individuare il responsabile e la provenienza dell’inquinamento, che nel caso di specie sarebbe altresì di tipo diffuso e risalente agli anni ‘70 e pertanto non imputabile all’attuale proprietario. Il Tar accoglieva solo parzialmente il ricorso, annullando la sola prescrizione relativa alla bonifica ma non anche quella relativa alla Mise. La società appellava pertanto la sentenza. Il Consiglio di Stato, in accoglimento dell’appello, osserva che “*le autorità procedenti non potevano prescindere dalla prova dell’effettiva responsabilità nella causazione dell’inquinamento della falda, trattandosi di responsabilità di natura non oggettiva che implica l’accertamento di profili di diretta riferibilità dell’evento di danno (...). Né può opporsi che essendo la Mise una misura connotata da esigenze di somma urgenza finalizzata a prevenire il danno ambientale anche in relazione al suo possibile aggravamento, sarebbe possibile imporla prescindendo dalla prova del contributo causale del soggetto obbligato, poiché ... conformemente al principio ‘chi inquina paga’, l’obbligo di riparazione incombe agli operatori solo in misura corrispondente al loro contributo al verificarsi dell’inquinamento o al rischio di inquinamento*”. Sull’argomento le Sezioni unite della Cassazione, nella recente sentenza n. 3077 del 01/02/2023, hanno precisato che “*il proprietario ‘non responsabile’ dell’inquinamento è tenuto, ai sensi dell’art. 245, comma 2, ad adottare le misure di prevenzione di cui all’art. 240, comma 1, lett. i), ma non le misure di messa in sicurezza d’emergenza e bonifica di cui alle lett. m) e p)*” del medesimo art. 240 Tua.

## PROCEDURA ESTINTIVA E NON PUNIBILITÀ PER TENUITÀ DEL FATTO

Sentenza della Cassazione penale, Sez. III, n. 32962  
del 28 luglio 2023 (udienza 21 giugno 2023)

Nel caso esaminato dalla Corte di Cassazione un soggetto era stato condannato al pagamento di un’ammenda di 4.000 euro per il reato (contravvenzionale) previsto e punito dall’art. 256, comma 1, del Tua, ovvero per trasporto non autorizzato di rifiuti non pericolosi. L’imputato impugnava la sentenza di condanna lamentando di non essere stato ammesso alla procedura estintiva prevista dagli articoli 318-bis e ss. del Tua come anche di non essere stato ritenuto “*non punibile*” ai sensi dell’art. 131-bis c.p. per la particolare tenuità del fatto. La Cassazione coglie l’occasione per ricordare quali siano i (diversi) presupposti applicativi dei due istituti in esame e per chiarirne anche i “confini” applicativi. La Corte premette che la procedura estintiva non è obbligatoria e che l’omessa indicazione all’indagato delle prescrizioni la cui ottemperanza è necessaria per l’estinzione delle contravvenzioni non è causa di improcedibilità

dell’azione penale, potendo pur sempre l’imputato attivare il meccanismo di cui all’art. 162-bis c.p. per la definizione del procedimento (oblazione nelle contravvenzioni). Venendo al rapporto tra i due istituti, la Corte ricorda che il meccanismo estintivo previsto dagli articoli 318-bis e ss. del Tua (inseriti dalla legge 68/2015) trova applicazione solo alle “*contravvenzioni punite con la sola pena dell’ammenda o con la pena alternativa dell’arresto e dell’ammenda*”, mentre l’art. 131-bis c.p. (inserito dalla legge 28/2015 e poi modificato dalla riforma Cartabia, Dlgs 150/2022) si applica “*ai reati per i quali è prevista la pena detentiva non superiore nel minimo a due anni, ovvero la pena pecuniaria, sola o congiunta alla predetta pena*”. Entrambi gli istituti – osserva la Corte, evidenziandone i tratti comuni – sono “*attivabili alla luce di una valutazione di fatto e sul fatto, in applicazione del principio di offensività in concreto. Se, infatti, presupposto di attivazione della procedura estintiva ex art. 318-bis ss. Tua è la ‘assenza’ di danno o pericolo concreto e attuale per l’ambiente, ciò significa che, normalmente, i casi in cui non sia stata attivata la procedura sono quelli in cui in cui tale danno o pericolo sussistano (...). In tali casi, ove tale danno o pericolo siano ‘esigui’, e sussistano gli altri requisiti (modalità della condotta e non abitualità del comportamento), sarebbe teoricamente sempre attivabile l’articolo 131-bis c.p.*”. Una tale ricostruzione, osserva però ancora la Corte, “*se applicata indiscriminatamente potrebbe condurre ad effetti aberranti, risolvendosi nella creazione di un sistema in cui l’indagato, per beneficiare dell’estinzione delle contravvenzioni che non hanno cagionato danno o pericolo per l’ambiente, sarebbe costretto a pagare/adempiere a delle prescrizioni, mentre per reati che tali danni hanno cagionato (sia pur in modo lieve) potrebbe godere del più benevolo regime di cui all’articolo 131-bis c.p. (che non impone pagamenti né comportamenti riparativi di sorta)*”. La Corte ritiene pertanto che “*la causa di non punibilità di cui all’articolo 131-bis c.p. possa trovare applicazione ai limitati casi ... in cui la procedura estintiva sarebbe concretamente applicabile, avendo l’imputato posto in essere tutte le attività riparative necessarie, ma non è stata attivata per cause a lui non riconducibili ... , ovvero ai casi in cui, anche alla luce della ‘condotta susseguente al fatto’ (in virtù della modifica intervenuta nel testo dell’articolo 131-bis c.p., per effetto del Dlgs 150/2022), sulla base di un esame ex post, l’offesa risulti di speciale tenuità, ovvero ancora alle ipotesi in cui la procedura sia stata attivata, con pagamento della somma e adempimento delle prescrizioni, ma oltre il termine assegnato... Al contrario, non sembra praticabile la strada della particolare tenuità del fatto nel caso in cui le prescrizioni non siano state ottemperate, ovvero nel caso in cui l’indagato abbia chiesto di essere ammesso alla procedura estintiva agevolata e l’organo di controllo abbia ritenuto che non sussistessero i presupposti per l’ammissione*”.

# OSSERVATORIO ECOREATI

A cura di **Giuseppe Battarino** (magistrato) e **Silvia Massimi** (avvocata)

Con l'osservatorio sulla casistica applicativa della legge 22 maggio 2015 n. 68, *Ecoscienza* mette a disposizione dei lettori provvedimenti giudiziari sia di legittimità sia di merito, con sintetici commenti orientati alle applicazioni concrete della legge. Per arricchire l'osservatorio giurisprudenziale **chiediamo ai lettori** (operatori del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente e non solo) di **trasmettere alla redazione tutti i provvedimenti che ritengono significativi (dovutamente anonimizzati):** decreti e ordinanze, prescrizioni, sentenze ecc.

I contributi possono essere inviati a [ecoscienza@arpae.it](mailto:ecoscienza@arpae.it)

## NUOVE FORME DI CRIMINALITÀ AMBIENTALE: ANCORA IN MATERIA DI BIOMASSE

Cassazione penale, Sezione I, sentenza n. 36919 del 27 aprile 2023 - 7 settembre 2023

Una vicenda già esaminata in questa rubrica (*"Biomasse, ai margini di un illecito"* - Cassazione penale, Sezione I, sentenza n. 22321 del 21 aprile - 23 maggio 2023, *Ecoscienza* 2/2023) ha avuto un ulteriore sviluppo in una sentenza della Corte di Cassazione, dimostrando come le norme sui delitti contro l'ambiente possano e debbano trovare applicazione a fatti illeciti sempre nuovi e collegati allo sviluppo di settori di (sicuro) interesse economico e (potenziale) interesse criminale.

In questo caso la Cassazione si è pronunciata in un procedimento di applicazione della misura cautelare degli arresti domiciliari, in ordine al reato di traffico illecito di rifiuti di cui all'art. 452-quaterdecies cod. pen. con riferimento a un'ipotesi di infiltrazione della criminalità organizzata nel settore delle energie rinnovabili, con specifico riferimento alle attività di conferimento di legno cd. cippato alle centrali a biomassa. L'indagato è ritenuto responsabile di aver partecipato a una associazione a delinquere finalizzata alla commissione di una pluralità di delitti di organizzazione di traffici illeciti di rifiuti e di reiterate truffe ai danni del gestore del servizio energetico nazionale per avere, in qualità di socio di una società attiva nel settore della produzione di legnami e cippato per biomasse, effettuato trasporti di materiale di segheria, falsificando le bolle di accompagnamento e la relativa documentazione, al fine di conferire alle centrali biomassa materiale non conforme, per complessive 507,58 tonnellate, in circa tre mesi, dissimulandone la reale qualità e provenienza.

Il quadro accusatorio risulta poi aggravato dal fatto che l'indagato avrebbe agito per agevolare un sodalizio criminale e alcune articolazioni criminali, che si ritiene abbiano organizzato, in regime di monopolio, il trasporto del cd. cippato in violazione della normativa sui rifiuti, conferendo materiale non conforme, con la compiacenza dei responsabili degli impianti a biomassa.

I fatti oggetto del procedimento si inseriscono in un articolato fenomeno nel quale risulta essere stato realizzato - in ossequio a una logica tipicamente associativa - un cartello di imprese in grado di assicurarsi appalti boschivi indetti da enti pubblici garantendosi il massimo profitto, con il consenso della criminalità organizzata, attraverso la pianificazione dei prezzi del cippato e la selezione delle imprese che avrebbero potuto effettuare i conferimenti in centrale. I giudici della misura cautelare hanno, dunque, ritenuto esistente di una compagine associativa organizzata e stabilmente dedita al trasporto illecito di rifiuti e alla commissione di truffe, connotata da una struttura stabile e tendenzialmente permanente, desumibile dalla creazione di un cartello di imprese (di cui una riconducibile all'indagato nel procedimento penale) operanti in sinergia e in funzione della realizzazione di obiettivi condivisi, oltre che da un programma criminoso indeterminato, ricavabile dalle modalità seriali e standardizzate dei

traffici e dei conferimenti del cippato, caratterizzate da carichi di ingenti quantità di materiale legnoso, misto ad altri rifiuti non tracciabili, e dalla sistematica falsificazione dei documenti di trasporto.

Più nel dettaglio, l'indagato è ritenuto responsabile di plurimi conferimenti di materiale proveniente da un impianto produttivo riconducibile a una delle famiglie facenti parte del sodalizio criminale, indicando nella documentazione diversa e fittizia provenienza, attraverso la falsificazione delle bolle di accompagnamento e della relativa documentazione di trasporto, in questo modo facilitando il conferimento di materiale non conforme.

Il materiale trasportato dall'indagato veniva indicato nella documentazione di trasporto come cippato, nella specie *chips* di frutteto, destinate a centrali di biomasse, effettuati a nome della società dell'indagato e documentalmente provenienti da un'azienda agricola diversa.

Il materiale effettivamente trasportato non era effettivamente tracciabile e consisteva, qualitativamente, in scarti della lavorazione del legno e cippato di segheria, per cui la società dell'indagato e i responsabili della segheria agivano in ossequio a un meccanismo concordato e consolidato, con la complicità di autotrasportatori, che percorrevano tratte chilometriche fittizie.

La consapevolezza del ricorrente sull'illiceità della condotta serialmente posta in essere è stata altresì attestata in fase di intercettazioni, in particolare da una conversazione in cui redarguiva un autotrasportatore che lamentava la difficoltà nel predisporre la giustificazione, sul piano documentale, della provenienza del carico.

Stante la natura di rifiuti dei materiali conferiti, così come definiti dall'art. 183, comma 1, lett. a), Dlgs 3 aprile 2006, n. 152, il Tribunale del riesame aveva ritenuto parimenti integrati i presupposti del delitto dall'art. 452-quaterdecies cod. pen., quantomeno a livello di gravità indiziaria, alla luce del citato allestimento di mezzi e attività continuative organizzate, nonché del compimento di più operazioni finalizzate alla gestione abusiva di rifiuti.

La Cassazione ha annullato con rinvio il provvedimento cautelare, in ordine però a motivazioni diverse dal capo di imputazione del traffico illecito di rifiuti, quindi occorrerà attendere per comprendere l'evolversi della vicenda giudiziaria.

Di certo ciò che emerge, è - come si è detto in apertura - che il mondo degli ecoreati subisce periodicamente delle evoluzioni, in base alle diverse circostanze che possono spingere singoli soggetti o sodalizi criminali alla commissione di fatti illeciti.

Quel che tutto accomuna è la ricerca di quel "ingiusto profitto", elemento essenziale del reato di cui all'art. 452-quaterdecies cod. pen., come in diverse casistiche già trattate nell'ambito di questa rubrica. Nel caso di specie le attività del sodalizio sono legate al profitto proveniente dal gestore dei servizi energetici, erogatore di incentivi (da qualificarsi erogazioni pubbliche a norma dell'art. 640-bis del Codice penale) connessi alla vendita di energia, derivante dall'impiego del cippato negli impianti di biomasse.

# MEDIATECA

Libri, video, podcast, rapporti e pubblicazioni di attualità • A cura della redazione di Ecoscienza



## FACCIAMOCI SENTIRE! Manifesto per una nuova ecologia

Bruno Latour e Nikolaj Shultz  
Einaudi, 2023  
96 pp., 13,00 euro

L'ultima opera del filosofo Bruno Latour, scritta insieme al sociologo dell'Università di Copenhagen Nikolaj Shultz, è un testo che riflette sul presente guardando al futuro, cercando di definire alcune linee di pensiero e di azione di una nuova "classe ecologica cosciente e orgogliosa di sé".

Il libro non è solo una riflessione

sull'attuale situazione (sociale, politica, economica) della società in relazione alla possibile catastrofe ambientale, ma anche un invito all'azione e alla costruzione di un impegno concreto per un'ecologia politica che cambi il paradigma odierno, anche dal punto di vista culturale. "Oggi il corso degli eventi è visibilmente cambiato, ma il nuovo bagaglio, che permetterebbe di passare all'azione, non è ancora stato elaborato. E così affondiamo nell'angoscia, nel senso di colpa e nell'impotenza. Il compito della classe ecologica è quello di fornire questo bagaglio". (SF)

Su Bruno Latour, v. anche l'articolo di Paolo Tamburini a p. 82.



## LO STATO DELLE BONIFICHE DEI SITI CONTAMINATI IN ITALIA

Secondo rapporto sui dati regionali

Ispra, Rapporti 387/2023  
194 pp., disponibile online su  
[www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)

Il secondo rapporto sulle bonifiche dei siti regionali illustra e analizza i dati relativi ai procedimenti di bonifica aggiornati al 31 dicembre 2020. I dati sono stati ricavati da Mosaico, il database nazionale sui procedimenti di bonifica, popolato

da Snpa, dalle Regioni e dalle Province Autonome, nel quale sono censiti tutti i procedimenti in corso (16.199) e quelli conclusi (18.823). Nel rapporto sono analizzati gli stati di avanzamento del procedimento e lo stato di contaminazione dei siti con procedimenti in corso, le modalità di chiusura di quelli conclusi, l'età dei procedimenti e la loro durata. Sono esaminati altresì i tipi di procedura adottati a norma di legge, i soggetti titolari e la distribuzione territoriale dei procedimenti. Infine non manca uno sguardo all'approccio europeo sui siti contaminati e una sezione divulgativa per chi non ha familiarità con la tematica della gestione dei siti contaminati.

La pubblicazione è disponibile solo in formato elettronico sul sito web di Ispra ([www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)).



## NET ZERO

Lorenzo Forni  
Il Mulino, 2023  
180 pp., 14,00 euro (versione a stampa),  
9,99 euro (versione ebook)

La sfida per raggiungere la neutralità climatica è enorme, ma ineludibile. Serve l'impegno di tutti, la finanza internazionale avrà un ruolo fondamentale, le imprese dovranno confrontarsi con questa realtà, ma soprattutto occorre che i decisori politici prendano decisione "chiare, credibili e coerenti". Analizzando il tema da economista, l'autore ritiene che

gli strumenti tecnici per avviare la transizione verde ci siano, ma che sia indispensabile una convergenza di tutti gli attori per raggiungere un traguardo tanto ambizioso.

Un messaggio di (cauta) speranza, quindi, a patto che ci sia la consapevolezza che le azioni sono da intraprendere in fretta, più per un senso di responsabilità verso le generazioni future che per benefici immediati per il presente. Una *call for action* che tutti, che lo vogliamo o no, siamo chiamati ad accogliere. "Non siamo lontani dal poter aggredire il problema con discrete possibilità di successo. Abbiamo quasi tutto quello che ci serve per affrontare la sfida, a parte la determinazione politica".

Lorenzo Forni insegna Economia politica all'Università di Padova ed è segretario generale dell'associazione Prometeia. Ha lavorato al Fondo monetario internazionale e alla Banca d'Italia (1998-2009).



## LA DEA FELICITÀ NEL DIRITTO

Roberto Tiberi  
Ed. Il Filo di Arianna, 2022  
108 pp., 15,00 euro

La tutela dell'ambiente configura una condizione che permette ai cittadini di vivere in modo più felice? Esiste una correlazione tra la protezione del "bene ambiente" e la felicità?

Sono le domande alla base del capitolo del libro – che si interroga sulla nozione di felicità partendo dai filosofi classici e arrivando ai giorni nostri – che l'autore dedica all'ambiente. In particolare, avverte sulla necessità di "rifondare l'economia

partendo dal concetto di ambiente come *bene comune*, non solo dal punto di vista della sua tutela giuridica, ma anche riguardo alla nostra responsabilità di cittadini".

Roberto Tiberi è avvocato e consulente giuridico su tematiche ambientali.



AmbienteInforma è il notiziario del Sistema nazionale a rete di protezione dell'ambiente (Snpa).

Tutti possono ricevere la newsletter compilando il modulo online su [http://bit.ly/iscrizione\\_ambienteinforma\\_snpa](http://bit.ly/iscrizione_ambienteinforma_snpa)

**Arpae Emilia-Romagna** è l'Agenzia della Regione che si occupa di ambiente ed energia sotto diversi aspetti. Obiettivo dell'Agenzia è favorire la sostenibilità delle attività umane che influiscono sull'ambiente, sulla salute, sulla sicurezza del territorio, sia attraverso i controlli, le valutazioni e gli atti autorizzativi previsti dalle norme, sia attraverso progetti, attività di prevenzione, comunicazione ambientale ed educazione alla sostenibilità. Arpae è impegnata anche nello sviluppo di sistemi e modelli di previsione per migliorare la qualità dei sistemi ambientali, affrontare il cambiamento climatico e le nuove forme di inquinamento e di degrado degli ecosistemi. L'Agenzia opera attraverso un'organizzazione di servizi a rete, articolata sul territorio. Quattro Aree prevenzione ambientale, organizzate in distretti, garantiscono l'attività di vigilanza e di controllo capillare; quattro Aree autorizzazioni e concessioni presidiano i processi di autorizzazione ambientale e di concessione per l'uso delle risorse idriche; una rete di Centri tematici, distribuita sul territorio, svolge attività operative e cura progetti e ricerche specialistiche; il Laboratorio multisito garantisce le analisi sulle diverse matrici ambientali. Completano la rete Arpae due strutture dedicate rispettivamente all'analisi del mare e alla meteorologia e al clima, le cui attività operative e di ricerca sono strettamente correlate a quelle degli organismi territoriali e tematici. Il sito web [www.arpae.it](http://www.arpae.it), quotidianamente aggiornato e arricchito, è il principale strumento di diffusione delle informazioni, dei dati e delle conoscenze ambientali.



### Le principali attività

- › Valutazioni e autorizzazioni ambientali
- › Vigilanza e controllo ambientale del territorio e delle attività dell'uomo
- › Gestione delle reti di monitoraggio dello stato ambientale
- › Studio, ricerca e controllo in campo ambientale
- › Emissione di pareri tecnici ambientali
- › Concessioni per l'uso delle risorse idriche e demaniali
- › Previsioni e studi idrologici, meteorologici e climatici
- › Gestione delle emergenze ambientali
- › Centro funzionale e di competenza della Protezione civile
- › Campionamento e attività analitica di laboratorio
- › Diffusione di informazioni ambientali
- › Diffusione dei sistemi di gestione ambientale

Come in ogni sfida, la vittoria o la sconfitta dipende dalla nostra determinazione, dalla fiducia in noi stessi e dalla nostra capacità di lavorare insieme.

Lorenzo Forni, *Net Zero*