

LA QUALITÀ DELL'ARIA NEL BACINO PADANO

Una sfida di dimensione europea

La qualità dell'aria è identificata, in numerosi studi e pubblicazioni, come il più rilevante determinante ambientale della salute in Europa. Il bacino padano, per la sua conformazione geografica, unita all'elevata densità di popolazione e di attività produttive rappresenta un *hotspot*: nonostante i miglioramenti nel tempo, la situazione resta ancora problematica.

Per affrontare la situazione, le risposte devono necessariamente essere integrate, attivate a tutti i livelli (da quello europeo a quello locale) e trasversali su tutti i settori, come evidenziano anche i risultati del progetto Life Prepair, grazie al quale è aumentata ulteriormente la conoscenza dei meccanismi alla base della formazione e della distribuzione degli inquinanti.

La nuova direttiva europea, che dovrà essere recepita nell'ordinamento italiano entro la fine del 2026, pone nuove sfide ai territori, alle amministrazioni, ai cittadini: solo con una consapevolezza diffusa e con azioni decise e condivise si riuscirà a produrre un miglioramento significativo.

Le politiche sulla qualità dell'aria devono poi intersecarsi (e rafforzarsi vicendevolmente) con quelle contro il cambiamento climatico. Nel dibattito pubblico le problematiche vengono spesso confuse, ma è bene riuscire a distinguere i fattori che influenzano fenomeni diversi e la scala a cui si applicano, per individuare le migliori strategie che portino co-benefici.
(SF)

PROCEDURE DI INFRAZIONE E PIANIFICAZIONE REGIONALE

LA QUALITÀ DELL'ARIA NEL BACINO PADANO È UNA SFIDA DI DIMENSIONE EUROPEA CHE RICHIEDE UNA VISIONE INTEGRATA E DI LUNGO PERIODO. IL QUADRO NORMATIVO E PIANIFICATORIO CONNESSO ALLE PROCEDURE D'INFRAZIONE UE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL BACINO PADANO, CON UN FOCUS SULLE MISURE PREVISTE NEL PAIR 2030 DELL'EMILIA-ROMAGNA.

L'inquinamento atmosferico rimane oggi una delle principali emergenze ambientali e sanitarie in Europa.

La direttiva 2008/50/Ce, recepita con il Dlgs 155/2010, stabiliva standard di qualità dell'aria per PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 , ozono e altri inquinanti, imponendo agli Stati membri l'adozione di misure efficaci affinché il tempo di superamento dei limiti fosse "il più breve possibile". Le Regioni quindi, per rientrare negli obblighi fissati dalla normativa europea, hanno approvato piani regionali per la qualità dell'aria. Nonostante il progressivo miglioramento registrato negli ultimi anni, il bacino padano continua, tuttavia, a essere una delle aree più critiche per la qualità dell'aria in Europa ed è in questo contesto che si colloca l'azione delle Regioni, chiamate a rispondere alle procedure di infrazione europee e a definire politiche coordinate per garantire il rispetto dei valori di qualità dell'aria fissati dall'Unione europea.

Il bacino padano risulta particolarmente sfavorito a causa delle sue caratteristiche orografiche e meteorologiche, che comportano nel periodo autunnale e invernale frequenti episodi di ristagno degli inquinanti al suolo, con il raggiungimento di elevate

concentrazioni di inquinanti di fondo, di tipo secondario.

Tali inquinanti secondari – in particolare PM_{10} e ozono – si formano in atmosfera attraverso reazioni complesse a partire da precursori (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, composti organici volatili, ammoniaca) emessi da trasporti, agricoltura, combustione di biomasse e attività industriali. Nel bacino padano la componente secondaria del PM_{10} arriva al 65-70% del totale, elemento che richiede pertanto politiche integrate e coordinate su larga scala. Al tal fine tutte le Regioni e le Province della pianura Padana hanno sottoscritto accordi di programma fin dal 2005 e adottato propri piani per la qualità dell'aria, al fine di assicurare azioni coordinate e sinergiche per ridurre i livelli di inquinamento di fondo e soddisfare gli standard europei per PM_{10} , NO_2 e ozono.

Infrazione alle direttive europee

L'Italia è attualmente coinvolta in diversi procedimenti di infrazione per la qualità dell'aria:

- *Procedura 2014/2147* per il PM_{10} , con sentenza di condanna della Corte di giustizia dell'Ue del 10 novembre 2020,

che ha riconosciuto che i superamenti dei limiti sono stati sistematici e continuativi dal 2008 al 2017, tuttora in corso in numerose zone, e che le misure individuate dai piani non sono appropriate affinché il periodo di superamento dei valori limiti sia il più breve possibile. Alla sentenza è seguita la lettera di messa in mora ai sensi dell'art. 260, paragrafo 2, del Trattato sul funzionamento dell'unione europea (Tfue) in data 13/03/2024

- *Procedura 2015/2043* per il biossido di azoto (NO_2), giunta alla fase della sentenza della Corte di giustizia dell'Ue del 12 maggio 2022

- *Procedura 2020/2299* per il $PM_{2,5}$, riguardante due regioni (Lombardia e Veneto).

La procedura di infrazione in cui è coinvolta l'Emilia-Romagna, per le zone pianura Ovest e pianura Est, è quella relativa al superamento del valore limite giornaliero del PM_{10} .

Considerate la gravità dell'inadempimento, la sua durata e la natura degli interessi primari coinvolti, in primis la salute dei cittadini, le eventuali sanzioni pecuniarie per lo Stato potrebbero risultare molto elevate con il rischio di protrarsi per un periodo minimo di 3 anni o anche più a lungo.



La Commissione europea infatti, per propria prassi, accerta il conseguimento stabile dei limiti in ogni zona oggetto di infrazione, verificando che questi vengano rispettati per tre anni consecutivi dal momento della *compliance* con la norma europea.

Con il decreto legge 131/2024 è stata quindi istituita una cabina di regia nazionale con il compito di elaborare un piano di azione nazionale per il miglioramento della qualità dell'aria e di individuare ulteriori misure volte ad assicurare l'esecuzione della sentenza della Corte di giustizia dell'Unione europea del 10 novembre 2020 e della conseguente lettera di costituzione in mora della Commissione europea del 13 marzo 2024. Il piano, approvato dal Consiglio dei ministri il 20 giugno 2025, opera principalmente nell'ambito dell'agricoltura, della mobilità e del riscaldamento civile, con una dotazione di circa 2,4 miliardi di euro per il biennio 2025-2027. Le Regioni hanno partecipato alla definizione dei

provvedimenti che riguardano incentivi in agricoltura (copertura vasche, gestione dei reflui zootecnici e tecniche di spandimento), sostituzione degli impianti domestici di riscaldamento a biomassa obsoleti, rafforzamento dei controlli, misure per la mobilità sostenibile, accordi regionali e attività di comunicazione.

Pair 2030, il nuovo piano aria dell'Emilia-Romagna

Il Piano aria integrato regionale (Pair 2030) è stato approvato il 30/01/2024 con la deliberazione dell'Assemblea legislativa n. 152 ed è entrato in vigore dalla data della sua pubblicazione, il 6 febbraio 2024.

Il Pair 2030 adotta misure di tipo normativo e incentivante volte a proseguire e intensificare molte azioni, anche a carattere emergenziale, già attuate con la precedente pianificazione, al fine di garantire definitivamente il rispetto del valore limite giornaliero di PM₁₀ nel più breve tempo possibile, risultato parziale comunque già ottenuto nel 2023.

Sulla base delle valutazioni emerse dal quadro conoscitivo relativamente alle situazioni di superamento dei valori limite, ai contributi emissivi dei diversi settori e ambiti territoriali, alle condizioni meteo-climatiche medie e allo studio degli scenari emissivi e di qualità dell'aria, sono state identificate 64 azioni in 8

ambiti di intervento prioritari, di cui 3 trasversali, su cui il piano indirizza le proprie politiche, prescrizioni e risorse illustrate in *figura 1*.

Gli obiettivi del Pair 2030 sono i seguenti:

- ridurre le emissioni sia di inquinanti primari sia di precursori degli inquinanti secondari: PM₁₀, PM_{2,5}, ossidi di azoto (NOx), ammoniaca (NH₃), composti organici volatili (Cov) e biossido di zolfo (SO₂)

- agire simultaneamente sui settori più impattanti: agricoltura (NH₃), combustione di biomasse (PM₁₀), trasporti (NOx)

- agire sia su scala spaziale estesa (da quella di bacino padano a quella nazionale) sia locale

- prevenire gli episodi di inquinamento acuto e ridurre i picchi locali (i superamenti del valore limite giornaliero possono contribuire al superamento del valore limite annuale).

Le azioni introdotte riguardano principalmente i comuni delle zone di pianura Est, Ovest e dell'agglomerato di Bologna nei quali vengono superati i valori limite per la qualità dell'aria oppure in cui sussiste il rischio del loro superamento (*figura 2*).

I comuni hanno un ruolo centrale nell'attuazione delle politiche per la qualità dell'aria: gestiscono la mobilità e le misure sul traffico, la pianificazione urbanistica, le regole edilizie e il verde pubblico.

Attraverso strumenti come il piano territoriale metropolitano, i Pug, i Paesc,

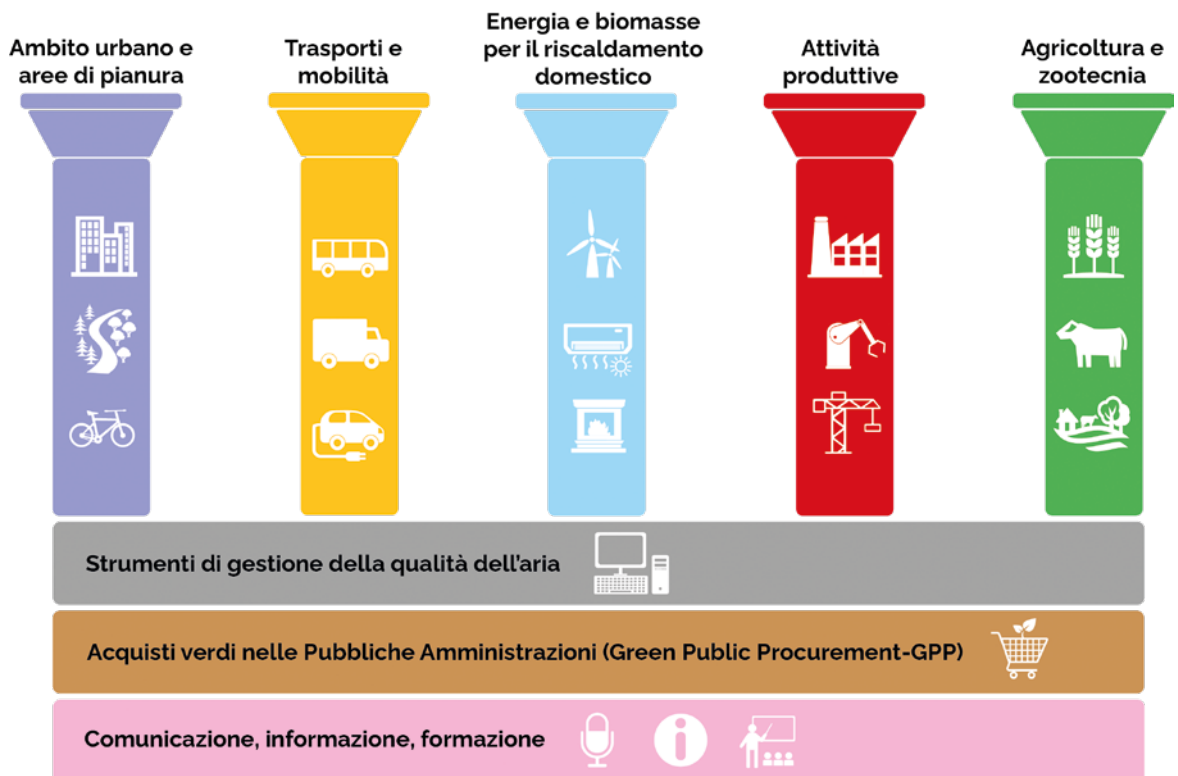


FIG. 1
PAIR 2030

Gli ambiti di intervento del Piano aria integrato regionale 2030 dell'Emilia-Romagna.

i Pums o i Put, possono programmare interventi strutturali che influenzano direttamente le emissioni e la vivibilità urbana.

Nel quadro normativo regionale, i Comuni delle zone di pianura Est, pianura Ovest e dell'agglomerato di Bologna sono tenuti ad adottare ordinanze sindacali per recepire le prescrizioni di cui sono soggetti attuatori. In ambito urbano, nelle zone di pianura e nell'agglomerato di Bologna il piano prevede come obiettivo primario la riduzione dei flussi di traffico privato al 2030, a favore dell'utilizzo del trasporto pubblico o della mobilità ciclopedonale e condivisa.

Gli obiettivi di *share modale* sono stabiliti in funzione della popolazione dei comuni e per i comuni più grandi sono vincolanti (tabella 1).

Tali obiettivi possono essere raggiunti attraverso varie misure di mobilità sostenibile, a discrezione degli enti, quali l'estensione delle aree pedonali, delle Ztl, delle zone 30 km/h e dei chilometri delle corsie preferenziali e la promozione della mobilità ciclistica e del trasporto pubblico. Allo *shift modale* contribuisce anche la misura di limitazione della circolazione dei mezzi più inquinanti nei centri abitati dei comuni di pianura, valevole dal 1° ottobre al 31 marzo, dalle 8.30 alle 18.30, nei giorni feriali e nelle domeniche ecologiche, per il rispetto della quale i Comuni sono tenuti ad attuare un certo numero di controlli annuali. Con progressione biennale fino al 2029 è poi prevista una graduale estensione delle classi ambientali interessate, destinate comunque a risultare progressivamente obsolete anche grazie al naturale ricambio del parco veicolare.

Il Pair 2030 prevede anche una razionalizzazione delle deroghe alla limitazione della circolazione, compensata dall'avvio del servizio Move-in, che consente ai cittadini di usufruire di un sistema alternativo alle limitazioni strutturali e che favorisce uno stile di guida più consapevole e sostenibile. Tale servizio, attivo su tutto il bacino padano, garantisce maggiore equità sociale all'interno delle politiche ambientali, poiché consente anche a chi non può permettersi di sostituire il proprio veicolo di continuare a circolare entro un limite chilometrico annuale di percorrenza fissato per contribuire alla riduzione delle emissioni.

L'adozione delle opportune ordinanze di limitazione alla circolazione e sul servizio Move-in e la comunicazione sui controlli effettuati per il rispetto delle stesse sono vincolanti per la concessione ai comuni

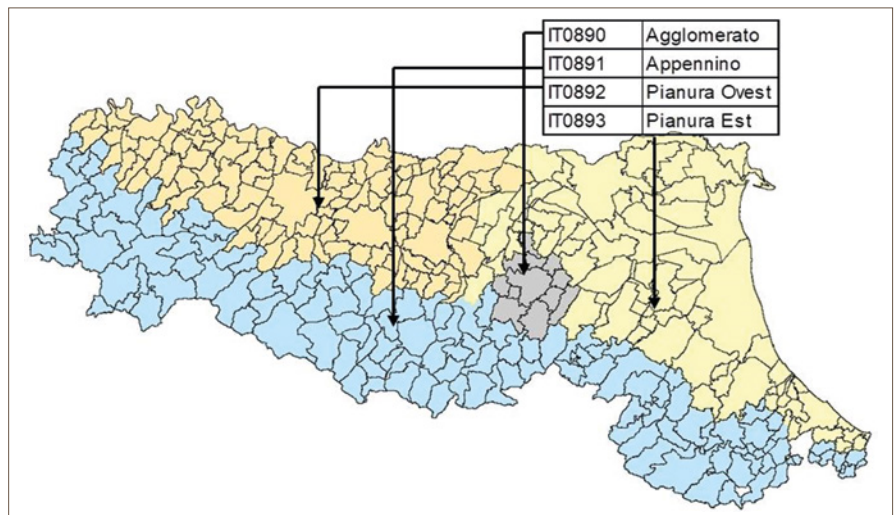


FIG. 2 PAIR 2030
Ambito di applicazione del Pair 2030, la zonizzazione del territorio regionale.

DIMENSIONE DELL'AREA D'AMBITO DEL PAIR 2030

Popolazione: 4.046.127 (circa il 91% della popolazione regionale)

Superficie: 13.392 km² (circa il 60% del territorio regionale)

Dati riferiti al 2022

di finanziamenti regionali per interventi di mobilità sostenibile, finalizzati all'attuazione delle misure di piano.

La Regione supporta poi i comuni e i cittadini incentivando la promozione della mobilità ciclistica, il *bike-to-work* e l'acquisto di bici a pedalata assistita e *cargo bike*: attualmente le risorse del Pair 2030 messe in campo a tal fine, dal 2021 al 2029, ammontano quasi a 57 milioni di euro.

Nell'ambito dei trasporti il Pair 2030 prevede anche, a livello regionale, il potenziamento del trasporto pubblico sia su gomma sia su ferro, il rinnovo del parco autobus, la conferma dell'integrazione tariffaria per gli abbonamenti "Salta su" e "Mi muovo" e gli incentivi per lo spostamento del trasporto merci su ferro, che attualmente per le annualità 2026-2029 ammontano a 6 milioni di euro di risorse del piano medesimo.

Per quanto riguarda il settore dell'energia e biomasse, il Pair 2030 regola l'installazione e l'utilizzo degli impianti a biomassa per il riscaldamento domestico nelle zone di pianura, prevedendo limitazioni progressive in funzione della classificazione emissiva degli impianti e, in tutto il territorio regionale, l'obbligo di installazione di impianti aventi classificazione emissiva "5 stelle" (classificazione ai sensi del Dm 186/2017). La Regione accompagna questa misura con l'incentivazione alla

sostituzione delle stufe più obsolete con sistemi a basse o nulle emissioni: negli anni 2021-2025 ha dedicato allo scopo più di 40 milioni di euro, di cui circa 11,5 milioni per il primo bando (2021-2023) e circa 29 milioni per il secondo bando (2024-2025).

Ai fini del risparmio energetico, il Pair 2030 conferma l'obbligo di chiusura delle porte degli esercizi commerciali e degli edifici con accesso al pubblico in tutto il territorio regionale e regola la temperatura negli ambienti riscaldati durante la stagione termica nei comuni di pianura.

Nelle zone di pianura, nel periodo 1° ottobre-31 marzo il Pair 2030 stabilisce poi il divieto di qualsiasi tipologia di combustione all'aperto a scopo di intrattenimento (ad esempio falò rituali legati a tradizioni o fuochi d'artificio, esclusi i barbecue) e il divieto di abbruciamenti di residui vegetali, fatte salve alcune condizioni per le quali possono essere ammesse delle deroghe e i casi in cui l'abbruciamento sia necessario per emergenze fitosanitarie.

Per le attività produttive l'obiettivo è quello della riqualificazione progressiva delle tecniche adottate nelle aziende e della riduzione delle emissioni, promuovendo anche accordi d'area o territoriali.

Infine, per agricoltura e zootecnia, sono previsti bandi di finanziamento per la



copertura delle vasche di stoccaggio e per migliorare l'efficienza delle tecniche di spandimento di effluenti e di distribuzione di fertilizzanti. Per queste finalità è stato aperto un bando, a fine 2025, per un ammontare complessivo di 10 milioni di euro dedicati al risanamento della qualità dell'aria. Il Pair 2030 stabilisce, inoltre, l'obbligo di interrimento degli effluenti zootecnici entro le 12 ore dallo spandimento, nel periodo dal 1° ottobre al 31 marzo, e l'obbligo di copertura delle vasche di stoccaggio a decorrere dal 1° gennaio 2030.

Il Pair 2030 prevede inoltre misure emergenziali che si attivano sulla base di un meccanismo previsionale volto a evitare il più possibile il verificarsi dei superamenti del valore limite giornaliero di PM₁₀. Tali misure riguardano limitazioni agli spandimenti dei reflui

| Città | Veicoli privati (autovetture + moto) (%) | |
|--|---|-------------------|
| | Dato al 2019 (fonte: indagine Isfort 2019) | Obiettivo al 2030 |
| Bologna | 46 (dato Pums) | 27 (dato Pums) |
| Comuni capoluogo | 57,3 | 40 |
| Comuni con più di 30.000 abitanti | 69,4 | 50 |
| Comuni con meno di 30.000 abitanti (obiettivo indicativo) | 74,5 | 60 |

TAB. 1 SHARE MODALE
Obiettivi di share modale per i veicoli privati

zootecnici e la limitazione dei veicoli diesel euro 5 nei comuni con popolazione superiore a 30.000 abitanti e nei comuni dell'agglomerato di Bologna.

Il Piano prevede anche che i Comuni, nel momento in cui vengano raggiunti i 25 superamenti del valore limite giornaliero di PM₁₀ in una delle stazioni di monitoraggio collocate sul proprio territorio, intervengano con misure aggiuntive a livello locale sulle principali sorgenti emissive.

A queste azioni se ne affiancano poi altre per la sostenibilità ambientale degli enti pubblici e per la comunicazione, l'educazione e la formazione.

La qualità dell'aria nel bacino padano è una sfida di dimensione europea, che richiede continuità e rafforzamento delle

politiche settoriali che contribuiscono all'inquinamento atmosferico.

La complessità del tema impone una visione integrata e di lungo periodo: solo attraverso la cooperazione tra livelli istituzionali, comunità locali, associazioni e cittadini sarà possibile garantire un'aria più pulita e città più vivibili.

L'Emilia-Romagna, attraverso il Pair 2030 e la partecipazione al coordinamento di bacino padano, contribuisce a questo percorso e al miglioramento della salute pubblica.

Katia Raffaelli, Tanya Fontana, Cecilia Guitoli, Gianluca Iannuzzi, Lucia Ramponi, Giulia Righi

Regione Emilia-Romagna



FOTO: PETR SIOVÁČEK - UNSPLASH

LA NUOVA DIRETTIVA ARIA UE, OBIETTIVI E CRITICITÀ

LA NUOVA NORMATIVA EUROPEA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA RAPPRESENTA UN PASSAGGIO FONDAMENTALE NELLA POLITICA AMBIENTALE. TUTTAVIA, LA SUA EFFICACIA DIPENDERÀ DALLA CAPACITÀ DEGLI STATI MEMBRI DI AFFRONTARE I PROBLEMI TECNICI, ISTITUZIONALI E SOCIALI DEL RECEPIMENTO E DI PREVEDERE AZIONI COERENTI, MISURABILI E DURATURE.

Con la direttiva (Ue) 2024/2881, l'Unione europea rinnova in modo profondo il quadro normativo sulla qualità dell'aria ambiente, fondendo, ma soprattutto aggiornando, in un unico testo la direttiva 2008/50/Ce e la direttiva 2004/107/EC (entrambe le norme sono state recepite nella legislazione italiana tramite il Dlgs 155/2010). Il nuovo testo si inserisce nel più ampio contesto delle politiche europee per la transizione ecologica e la tutela della salute pubblica, rafforzando il legame tra ambiente, salute e pianificazione territoriale. L'obiettivo di lungo periodo è esplicito: raggiungere livelli di inquinamento atmosferico prossimi allo zero entro il 2050, attraverso un percorso graduale scandito da obiettivi intermedi vincolanti al 2030. La revisione normativa affonda le sue radici nel *Clean air programme for Europe*, lanciato dalla Commissione europea a fine 2013 e nel progressivo consolidamento delle linee guida dell'Organizzazione mondiale della sanità (Oms) sulla qualità dell'aria. Le evidenze scientifiche accumulate negli ultimi anni hanno infatti dimostrato come gli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico – in particolare sul sistema cardiovascolare e respiratorio – si manifestino anche a concentrazioni inferiori agli attuali valori limite. La direttiva 2024/2881 recepisce questo cambio di paradigma, spostando l'attenzione dalla sola gestione dei superamenti alla riduzione strutturale dell'esposizione della popolazione. Uno degli elementi più evidenti e rilevanti della direttiva (Ue) 2024/2881 è la revisione dei valori limite di qualità dell'aria. I nuovi standard, fissati con orizzonte temporale al 2030, riflettono il progressivo allineamento alle linee guida dell'Organizzazione mondiale della sanità. La distanza che ancora separa alcuni valori normativi dalle linee guida Oms (tabelle 1 e 2) evidenzia tuttavia come il percorso richiederà ulteriori revisioni future, già previste dalla direttiva

attraverso meccanismi di riesame periodico basati sulle nuove evidenze scientifiche.

Per il particolato fine PM_{2,5} il valore limite annuale viene ridotto da 25 a

10 µg/m³, con un dimezzamento rispetto ai limiti vigenti. Per il PM₁₀ e per il biossido di azoto (NO₂) il valore limite annuale viene dimezzato, passando da 40 a 20 µg/m³. Sugli standard di lungo periodo la direttiva interviene anche su

| Inquinante | Periodo di mediazione | 2008/50/EC 2024/07/EC Dlgs 155/2010 | 2024/2881/EC | Linee guida Oms |
|-------------------|-----------------------|---|-----------------------------|------------------------|
| PM ₁₀ | anno civile | 40 µg/m ³ | 20 µg/m³ | 15 µg/m ³ |
| PM _{2,5} | anno civile | 25 µg/m ³ | 10 µg/m³ | 5 µg/m ³ |
| NO ₂ | anno civile | 40 µg/m ³ | 20 µg/m³ | 10 µg/m ³ |
| SO ₂ | anno civile | - | 20 µg/m³ | - |
| Benzene | anno civile | 5 µg/m ³ | 3,4 µg/m³ | 1,7 µg/m ³ |
| Piombo | anno civile | 0,5 µg/m ³ | 0,5 µg/m³ | 0,5 µg/m ³ |
| Arsenico | anno civile | 6 ng/m ³ | 6 ng/m³ | 6,6 ng/m ³ |
| Nichel | anno civile | 20 ng/m ³ | 20 ng/m³ | 25 ng/m ³ |
| Cadmio | anno civile | 5 ng/m ³ | 5 ng/m³ | 5 ng/m ³ |
| Benzo(a)pirene | anno civile | 1 ng/m ³ | 1 ng/m³ | 0,12 ng/m ³ |

TAB. 1 VALORI LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA SUL LUNGO PERIODO
Confronto tra standard vigenti (2008/50/EC e 2024/07/EC), quelli stabiliti dalla direttiva (UE) 2024/2881 e le raccomandazioni delle linee guida Oms.

| Inquinante | Periodo di mediazione | 2008/50/EC Dlgs 155/2010 | 2024/2881/EC | Linee guida Oms |
|-------------------|------------------------------------|--|--|---|
| PM ₁₀ | giorno | 50 µg/m ³ - 35 gg | 45 µg/m³ - 18 gg | valore limite 45 µg/m ³ - 3 gg |
| PM _{2,5} | giorno | - | 25 µg/m³ - 18 gg | valore limite 15 µg/m ³ - 3 gg |
| NO ₂ | giorno | - | 50 µg/m³ - 18 gg | valore limite 50 µg/m ³ - 3 gg |
| NO ₂ | ora | 200 µg/m ³ - 18 h | 200 µg/m³ - 3 h | valore limite 200 µg/m ³ - 1 h |
| SO ₂ | giorno | 125 µg/m ³ - 3 gg | 50 µg/m³ - 18 gg | valore limite 40 µg/m ³ - 3 gg |
| SO ₂ | ora | 350 µg/m ³ - 24 h | 350 µg/m³ - 3 h | valore limite - |
| CO | giorno | - | 4 mg/m³ - 18 gg | valore limite 4 mg/m ³ - 3 gg |
| CO | massima media giornaliera su 8 ore | 10 mg/m ³ | 10 mg/m³ | valore limite 10 mg/m ³ |
| Ozono | massima media giornaliera su 8 ore | 120 µg/m ³ - 25 gg (come media su 3 anni) | 120 µg/m³ - 18 gg (come media su 3 anni) | valore obiettivo 100 µg/m ³ - 3 gg |
| Ozono | massima media giornaliera su 8 ore | 120 µg/m ³ | 100 µg/m³ - 3 gg (per anno civile) | valore obiettivo a lungo termine 100 µg/m ³ - 3 gg |

TAB. 2 VALORI LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA SUL BREVE PERIODO
Confronto tra standard vigenti (2008/50/EC e 2024/07/EC), quelli stabiliti dalla direttiva (UE) 2024/2881 e le raccomandazioni delle linee guida Oms.

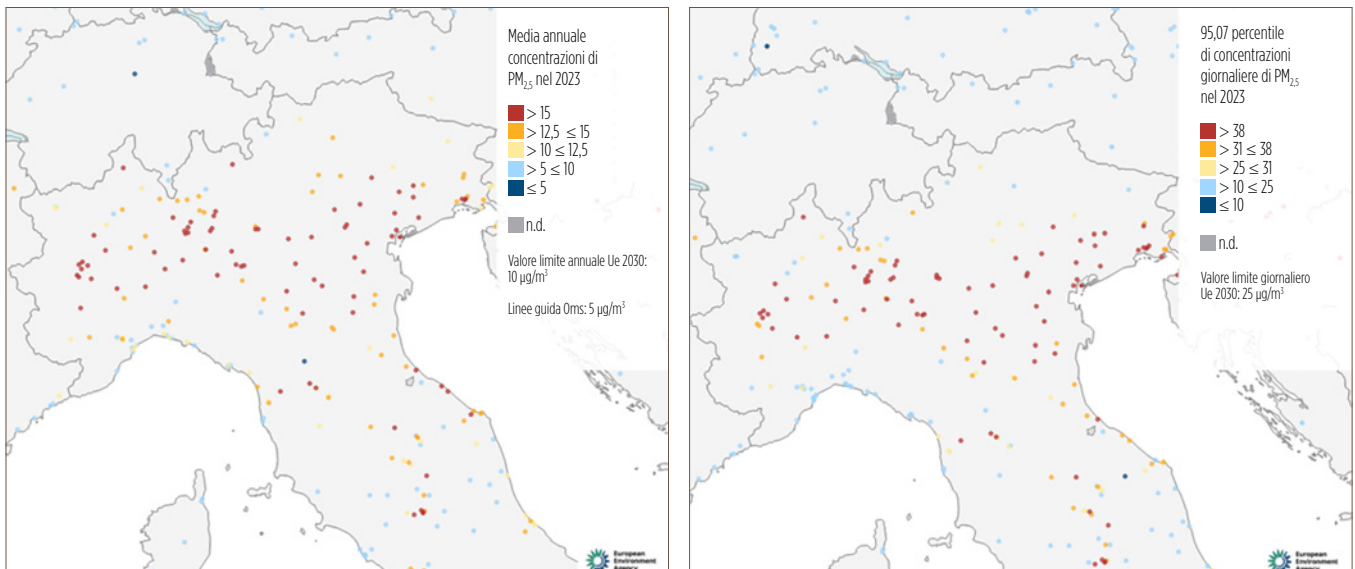


FIG. 1 SITUAZIONE NORD ITALIA

Analisi dell'Agenzia europea per l'ambiente (Eea) sul rispetto dei valori limiti stabiliti dalla direttiva (UE) 2024/2881 nel nord Italia. Simulazione sul rispetto dei valori limiti stabiliti dalla nuova direttiva europea con i dati misurati per l'anno 2023 sull'Italia settentrionale per il particolato $PM_{2.5}$: a sinistra valore medio annuo e a destra numero di superamenti del valore limite giornaliero.

inquinanti come il benzene, per il quale il valore limite annuale viene abbassato da 5 a $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avvicinandolo alle raccomandazioni Oms, e il biossido di zolfo (SO_2) per il quale viene introdotto il limite annuale di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite, peraltro, non presente nelle raccomandazioni Oms). Non si hanno variazioni rispetto a quanto stabilito dalla direttiva 2008/50/Ce per i metalli nel PM_{10} (nichel, cadmio, arsenico e piombo), i cui standard di lungo periodo erano già in linea con le raccomandazioni Oms, e per il benzo(a)pirene, per il quale il valore limite resta comunque significativamente più elevato rispetto alla raccomandazione Oms. Questo scarto evidenzia le difficoltà tecniche e socioeconomiche ancora presenti nel ridurre le emissioni legate alla combustione di biomassa e ad alcune attività industriali, soprattutto in contesti territoriali complessi.

La direttiva interviene in modo importante anche sugli standard di breve periodo (tabella 2). Per il $PM_{2.5}$ viene introdotto un valore limite giornaliero pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 18 volte per anno civile, mentre per il PM_{10} il valore limite giornaliero viene abbassato dai $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissati dalla direttiva 2008/50/Ce a $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e accompagnato da una riduzione del numero di superamenti consentiti, che ora diventano 18 per anno civile. Per il biossido di azoto viene introdotto un limite giornaliero pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 18 volte per anno civile e viene anche diminuito da 18 a 3 il numero di superamenti consentiti per il limite orario. La direttiva rivede anche gli standard per il biossido di zolfo, per il quale si ha un marcato abbassamento

del valore limite giornaliero da 125 a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ accompagnato però da un innalzamento da 3 a 18 del numero di superamenti consentiti per anno civile, e per il monossido di carbonio, per il quale introduce un valore limite giornaliero pari a $4 \text{ mg}/\text{m}^3$ da non superare per più di 18 volte per anno civile. Infine, per l'ozono (O_3) il valore obiettivo per la protezione della salute umana rimane invariato ma viene ridotto a 18 il numero di giorni di superamento consentiti per anno civile, mentre il valore obiettivo a lungo termine viene allineato alle raccomandazioni Oms.

Nel loro insieme, i nuovi limiti rappresentano una sfida particolarmente complessa per quelle zone come la pianura Padana che presentano criticità strutturali anche nel rispetto dei limiti attualmente vigenti a causa dell'elevata densità emissiva, legata a traffico, riscaldamento civile, agricoltura e attività industriali. In particolare, in pianura Padana, analizzando i dati degli anni passati, le criticità maggiori e più diffuse saranno presumibilmente legate al $PM_{2.5}$ (figura 1) e al PM_{10} , mentre per il biossido di azoto i problemi di rispetto saranno più localizzati sui grandi centri urbani.

Accanto ai valori limite tradizionali, la direttiva introduce nuove metriche orientate all'esposizione, tra cui l'indicatore di esposizione media (Iem) per il $PM_{2.5}$. Questo indicatore, calcolato come media triennale delle concentrazioni misurate nei siti di fondo urbano, impone agli Stati membri un obbligo di riduzione progressiva dell'esposizione media della popolazione,

andando oltre il semplice rispetto formale dei limiti.

Un ulteriore elemento di innovazione introdotto dalla direttiva (Ue) 2024/2881 riguarda il rafforzamento del sistema di monitoraggio e la sua estensione agli inquinanti emergenti. Vengono introdotti infatti obblighi specifici per la misurazione delle particelle ultrafini (Ufp) e del *black carbon*, rispondendo alle raccomandazioni dell'Oms che sottolineano la necessità di colmare le attuali lacune conoscitive. Sebbene non siano ancora definiti valori di riferimento, la raccolta sistematica di dati di queste frazioni del particolato rappresenta un passaggio fondamentale per migliorarne la comprensione degli effetti sanitari e ambientali. In questo contesto si colloca anche l'istituzione dei supersiti di monitoraggio, stazioni avanzate dedicate alla raccolta di dati a lungo termine su composizione chimica del particolato, distribuzione dimensionale delle particelle, potenziale ossidativo, ammoniaca e precursori dell'ozono. La rete di supersiti, articolata tra aree urbane e rurali di fondo, costituirà un'infrastruttura strategica per supportare le politiche di risanamento e per garantire una base conoscitiva solida e armonizzata a livello europeo.

La direttiva 2024/2881 attribuisce inoltre un ruolo centrale alla modellistica della qualità dell'aria, rafforzandone l'uso in tutte le fasi della gestione: valutazione, previsione, attribuzione delle sorgenti emissive e pianificazione delle misure. I modelli diventano strumenti indispensabili per stimare la distribuzione spaziale degli inquinanti, quantificare le aree di superamento e valutare

l'efficacia delle politiche di riduzione. Il coordinamento tecnico a livello europeo è affidato al *Joint research centre*, mentre agli Stati membri è richiesto di garantire qualità, armonizzazione e trasparenza delle applicazioni modellistiche, anche attraverso la partecipazione a esercizi di interconfronto e l'adozione di migliori pratiche.

Sul piano della governance, la direttiva introduce una pianificazione più strutturata e vincolante. Ai tradizionali piani di qualità dell'aria si affiancano tabelle di marcia con obiettivi intermedi e piani di azione a breve termine rafforzati, caratterizzati da vincoli temporali più stringenti e da un maggiore livello di dettaglio tecnico. È prevista la possibilità di prorogare i termini per il raggiungimento dei valori limite in situazioni specifiche – come condizioni orografiche e climatiche sfavorevoli o contributi transfrontalieri – o nel caso sia impossibile rispettare i valori limite nonostante le misure individuate nelle tabelle di marcia. Nel primo caso la proroga è fino al 1° gennaio 2040, nel secondo caso fino al 1° gennaio 2035; in entrambe le situazioni sono però richieste solide dimostrazioni tecniche e scientifiche e proiezioni modellistiche credibili.

La fase di recepimento nazionale, da completare entro il 2026, rappresenterà uno snodo cruciale per l'efficacia della direttiva. Gli Stati membri saranno chiamati a tradurre un impianto normativo complesso in disposizioni operative chiare, definendo ruoli, responsabilità e strumenti di attuazione.

In Italia, il recepimento richiederà un forte coordinamento tra livello nazionale, regionale e locale e un ruolo centrale del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (Snpa).

Le criticità applicative della nuova direttiva appaiono particolarmente evidenti nei contesti territoriali più complessi, come il bacino padano, dove elevate pressioni emissive si combinano con condizioni meteorologiche e orografiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti. In queste aree, il raggiungimento dei nuovi standard al 2030 richiederà politiche integrate che coinvolgano trasporti, riscaldamento civile, agricoltura e industria, superando approcci settoriali. A ciò si aggiungono i costi elevati di attuazione, legati al potenziamento del monitoraggio, alla digitalizzazione e interoperabilità dei dati, allo sviluppo della modellistica e all'implementazione delle misure di riduzione delle emissioni. Ulteriori sfide riguardano i tempi contingentati, la necessità di una governance multilivello efficace e l'accettabilità sociale delle

misure, che richiederà una comunicazione chiara, trasparente e basata su evidenze scientifiche. La capacità di spiegare obiettivi, benefici e limiti delle politiche di risanamento sarà determinante per costruire consenso e supporto alle azioni più incisive.

In conclusione, la direttiva 2024/2881 rappresenta un passaggio fondamentale nella politica ambientale europea. Tuttavia, la sua efficacia dipenderà dalla capacità dei singoli Stati membri di affrontare le criticità tecniche, istituzionali e sociali del recepimento, trasformando un quadro normativo ambizioso in azioni coerenti, misurabili e durature, capaci di produrre un reale miglioramento della qualità dell'aria e della salute delle popolazioni.

Stefano Bande

Dipartimento Rischi naturali e ambientali, Struttura semplice Meteorologia, clima e qualità dell'aria, Arpa Piemonte

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

https://environment.ec.europa.eu/topics/air/air-quality/revision-ambient-air-quality-directives_en

<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2881/oj/eng>

Eea, 2025, *Benchmark analysis against the standards in the revised directive (EU) 2024/2881*, www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-status-report-2025/benchmark-analysis-against-the-standards-in-the-revised-directive-eu-2024-2881



FOTO: DILIFF - WIKIMEDIA - CC BY-SA 3.0

QUALITÀ DELL'ARIA E GAS CLIMALTERANTI

L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO E IL CAMBIAMENTO CLIMATICO, PUR ESSENDO PROFONDAMENTE INTERCONNESSI, RAPPRESENTANO DUE SFIDE SIGNIFICATIVAMENTE DIVERSE, SIA PER LE PRINCIPALI SOSTANZE CHE NE SONO CAUSA, SIA PER LA SCALA A CUI DEVONO ESSERE VALUTATI I RELATIVI IMPATTI. È IMPORTANTE PERÒ INDIVIDUARE STRATEGIE SINERGICHE.

Nel dibattito pubblico sui temi ambientali, si tende spesso a confondere o sovrapporre due problematiche distinte come l'inquinamento atmosferico e il cambiamento climatico che, pur essendo profondamente interconnessi, rappresentano due sfide significativamente diverse sia per le principali sostanze che ne sono causa sia per la scala a cui devono essere valutati i relativi impatti.

Da un lato si collocano gli inquinanti atmosferici propriamente detti, come il biossido di azoto (NO₂), il particolato atmosferico (PM₁₀ e PM_{2,5}), il monossido di carbonio (CO), il biossido di zolfo (SO₂), l'ozono troposferico (O₃) e microinquinanti come il benzo(a)pirene. Queste sostanze si caratterizzano per avere conseguenze dirette sulla salute umana, essendo tra le cause di diverse patologie, tra cui quelle respiratorie e

cardiovascolari, oltre a produrre effetti avversi anche sulla vegetazione e gli ecosistemi. Le problematiche relative alla qualità dell'aria vengono tendenzialmente valutate a scala locale, regionale o al più di bacino (ad esempio la pianura Padana), perché già a questo livello spaziale possono emergere situazioni di criticità molto diversificate che necessitano di azioni di risanamento declinate sulle caratteristiche specifiche del territorio, al fine di tutelare nel modo più efficace la salute umana.

Dall'altro lato si definiscono i gas climalteranti (o gas serra, *greenhouse gases*, Ghg), tra cui si annoverano primariamente l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), il protossido di azoto (N₂O) e alcuni gas fluorurati, come l'esaffluoro di zolfo (SF₆). A differenza degli inquinanti atmosferici, questi gas non presentano tossicità alle concentrazioni ambientali, ma si

caratterizzano invece per la capacità di alterare il bilancio energetico del pianeta. La loro scala di azione è globale perché, a prescindere dal luogo in cui questi composti vengono emessi, contribuiscono a potenziare processi, come l'effetto serra, che agiscono a livello planetario. Se quindi l'effetto diretto di questi gas sulla salute è trascurabile, essi hanno un ruolo significativo nell'alterare il clima della Terra.

L'effetto serra: da meccanismo vitale a minaccia globale

Per affrontare il tema dei gas climalteranti (Ghg), è necessario distinguere tra l'effetto serra naturale e la sua alterazione antropica. L'effetto serra è un meccanismo che ha svolto un ruolo essenziale per lo sviluppo della



FOTO: E. NIELMI - UNsplash

vita sulla Terra: i gas come l'anidride carbonica e il vapore acqueo, presenti naturalmente nell'atmosfera da milioni di anni, hanno la capacità di trattenere parte della radiazione solare, contribuendo a mantenere una temperatura media sulla superficie terrestre ideale per la vita come la conosciamo che, in assenza di atmosfera e di effetto serra, sarebbe stata di diversi gradi sotto lo zero. Il problema attuale, definito riscaldamento globale, è invece legato all'incremento massiccio delle emissioni di alcuni gas climalteranti di origine antropica, che sta accentuando in maniera molto significativa l'effetto serra: l'aumento delle emissioni di questi gas in atmosfera è diventato rilevante con la rivoluzione industriale e ha subito una preoccupante accelerazione negli ultimi decenni.

Non tutti i Ghg hanno lo stesso potere climalterante: a questo scopo è stato definito il *global warming potential* (Gwp), un indicatore che misura quanta energia (calore) viene assorbita da una tonnellata di uno specifico gas in un determinato periodo (solitamente 100 anni) rispetto a una tonnellata di CO₂. Questo parametro evidenzia che il metano (CH₄) di origine fossile ha un potere climalterante circa 28 volte superiore alla CO₂, il protossido di azoto (N₂O) circa 273 volte superiore, mentre l'esafluoruro di zolfo (SF₆) arriva a essere oltre 24.000 volte più potente della CO₂ [1].

È bene tuttavia sottolineare che la priorità nelle strategie di mitigazione non dipende solo dal potenziale climalterante del gas, ma soprattutto dalla quantità totale emessa. L'anidride carbonica, pur avendo il Gwp più basso, è emessa in quantità enormi (circa 45 miliardi di tonnellate annue stimate a livello mondiale al 2019), mentre l'esafluoruro di zolfo, pur avendo un Gwp molto alto, ha delle emissioni estremamente esigue (circa 9.000 tonnellate l'anno) [2]. I dati emissivi dei diversi Ghg, espressi in CO₂ equivalente, mostrano che l'anidride carbonica e il metano rappresentano i principali target su cui si stanno focalizzando le politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici, che devono necessariamente agire sulle principali sorgenti emissive di questi gas. La CO₂ deriva quasi interamente dall'utilizzo di combustibili fossili, impiegati per il riscaldamento, i processi produttivi e i trasporti. L'emissione di metano invece ha un'origine antropica per circa il 60%, legata prevalentemente all'agricoltura, all'allevamento (fermentazione enterica), alle discariche e alle perdite nelle reti di distribuzione del gas.

TAB. 1
EMISSIONI GHG

Emissioni dei principali gas serra stimate a livello globale.

Fonte: Ipcc, 2022

| Gas climalterante | Emissione annue (stima 2019) |
|---|------------------------------|
| Anidride carbonica (CO ₂) | 45.000 milioni di tonnellate |
| Metano (CH ₄) | 380 milioni di tonnellate |
| Protossido di azoto (N ₂ O) | 10 milioni di tonnellate |
| Esafluoruro di zolfo (SF ₆) | 0,009 milioni di tonnellate |

TAB. 2
EMISSIONI GHG (CO₂ EQ.)

Emissioni dei principali Ghg espresse come CO₂ eq.

Fonte: Ipcc, 2022

| Gas climalterante | Emissione equivalenti di CO ₂ |
|---|--|
| Anidride carbonica (CO ₂) | 45.000 milioni di tonnellate |
| Metano (CH ₄) | 10.640 milioni di tonnellate |
| Protossido di azoto (N ₂ O) | 2.730 milioni di tonnellate |
| Esafluoruro di zolfo (SF ₆) | 218 milioni di tonnellate |

La qualità dell'aria: la criticità del particolato

Quando si parla di qualità dell'aria, l'inquinante più critico, specialmente in aree come il bacino padano, è il particolato atmosferico (PM₁₀ e PM_{2,5}). Una frazione di queste polveri sottili (detta primaria) è quella che viene emessa direttamente in atmosfera, mentre una quota di particolato (detto secondario), si genera per reazioni chimiche in atmosfera a partire da due precursori principali, il biossido di azoto (NO₂) e l'ammoniaca (NH₃). In relazione al particolato primario la combustione di biomasse per il riscaldamento domestico (legna e pellet) rappresenta nel nord Italia il settore emissivo più significativo, seguito dai trasporti e dall'industria, mentre per quanto concerne la frazione secondaria, il biossido di azoto è legato principalmente al traffico veicolare e più in generale ai processi di combustione, mentre l'ammoniaca è derivante quasi esclusivamente dal settore agricolo e zootecnico (gestione dei reflui e fertilizzazioni). Questa natura "composita" del PM₁₀ spiega perché sia necessario agire simultaneamente su diversi settori emissivi (riscaldamento, trasporti e agricoltura) per poter ridurre efficacemente le concentrazioni di particolato sottile in atmosfera. In relazione al rapporto tra qualità dell'aria e cambiamento climatico, va anche detto, per inquadrare la complessità della tematica, che alcuni inquinanti atmosferici, tra cui il particolato, il monossido di carbonio, il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, l'ozono e i composti organici volatili, possono avere un ruolo anche nei processi legati all'effetto serra, anche se di entità relativamente limitata e soprattutto nel breve e medio periodo. Ad esempio il *black carbon* e la frazione carboniosa

organica delle polveri sottili tendono ad assorbire la radiazione solare, favorendo l'effetto serra, mentre il particolato di natura inorganica riflette parzialmente la radiazione, agendo in contrasto con l'effetto serra.

Soluzioni sinergiche e nodi da sciogliere

La sfida odierna è individuare strategie che contribuiscano coerentemente a ridurre il problema del riscaldamento globale e quello della qualità dell'aria, massimizzando le sinergie ed evitando, dove possibile, i conflitti. La strada maestra è l'abbandono graduale (*phase out*) delle fonti fossili, che si attua principalmente sostituendo l'utilizzo per fini energetici di petrolio, metano di origine fossile e carbone con fonti rinnovabili senza combustione (come idroelettrico, eolico, fotovoltaico e geotermico), permettendo di abbattere sia la CO₂ sia gli ossidi di azoto e parte delle polveri sottili. In questo contesto si inseriscono in maniera virtuosa le politiche per la mobilità sostenibile: il passaggio alla mobilità elettrica (alimentata da rinnovabili), la mobilità dolce (ciclabile e pedonale) e il potenziamento del trasporto collettivo riducono sia i gas serra sia i precursori del particolato secondario (NOx). Parallelamente, l'efficientamento energetico degli edifici (cappotti termici, nuovi serramenti) rappresenta una soluzione trasversale che consente di consumare meno energia, indipendentemente dalla fonte utilizzata. Un altro settore chiave per le sinergie è l'agrozootecnica. Poiché agricoltura e allevamento sono responsabili sia di emissioni climalteranti (metano e protossido di azoto) sia di precursori del particolato (ammoniaca), alcuni

interventi quali la copertura delle vasche di stoccaggio dei reflui zootecnici, la valorizzazione energetica dei reflui (biogas) e il dosaggio ottimale dei fertilizzanti possono avere un effetto sinergico nella riduzione delle emissioni di ammoniaca e di Ghg. Esistono però ambiti in cui strategie per il clima e la qualità dell'aria rischiano di entrare in conflitto: un esempio concreto è rappresentato dall'uso delle biomasse legnose (legna e pellet) per il riscaldamento. La legna è infatti considerata una fonte rinnovabile e "neutra" dal punto di vista delle emissioni di CO₂: l'anidride carbonica emessa durante la combustione è infatti la stessa che la pianta ha assorbito dall'atmosfera durante la sua crescita, garantendo un saldo emissivo netto pari a zero (se la foresta viene gestita in modo sostenibile). Tuttavia, dal punto di vista della qualità dell'aria, la combustione del legno presenta a oggi delle oggettive criticità essendo una delle principali fonti di emissione di particolato primario (PM₁₀) e di composti tossici e cancerogeni come il benzo(a)pirene. A questo proposito è bene però sottolineare che la quantità di emissioni di inquinanti atmosferici dipende in maniera estremamente significativa dal tipo di impianto che viene utilizzato, oltre che dalle modalità con cui viene stagionato il combustibile. Un camino aperto alimentato con legna in ciocchi emette circa 800 grammi di PM₁₀ per ogni gigajoule di energia prodotta, mentre una stufa a pellet di ultima generazione ("5 stelle") ne emette circa 40 grammi. Ferma restando quindi la potenziale criticità per la qualità dell'aria delle biomasse, lo svecchiamento del parco impianti è una priorità assoluta per mitigare il conflitto tra tutela del clima e aria pulita. Nel bacino padano ad esempio, l'utilizzo delle biomasse è abbastanza diffuso, anche in pianura, poiché in media una famiglia su cinque fa un uso frequente di questa risorsa e soprattutto per gli impianti a legna è ancora molto rilevante la quota di apparecchi con più di 15 anni, assimilabili quindi alla fascia di gran lunga più emissiva [3]. In questo contesto, nelle aree di pianura e nei fondovalle urbanizzati, dove le criticità legati ai livelli di polveri sono spesso più significative, l'uso della legna, in particolare negli apparecchi più vetusti, deve essere disincentivato a favore ad esempio di impianti alimentati a fonti rinnovabili che non prevedano la combustione (quali pompe di calore ecc.). Diversamente, nelle zone montane dove non vengono superati i limiti per



FOTO: S. KARDIE - UNSPLASH

il PM₁₀ la biomassa può rappresentare una risorsa valida per il clima, a patto di utilizzare impianti di ultima generazione, per minimizzare le emissioni di polveri sottili, di composti organici volatili e di benzo(a)pirene. La piena consapevolezza della distinzione tra sfide climatiche e qualità dell'aria è il presupposto imprescindibile per una comunicazione chiara, che eviti di generare confusione su tematiche così delicate e complesse. Informare correttamente la popolazione è inoltre un passo obbligato per favorire la comprensione di strategie politiche territoriali che, per essere efficaci, richiedono sempre più spesso adattamento e impegno diretto da parte di tutti i cittadini.

Luca Zagolin

Unità organizzativa Qualità dell'aria,
Arpa Veneto

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Intergovernmental panel on climate change (Ipc), 2021, *Sixth assessment report (Ar6), Working group I, "The physical science basis"*.
- [2] Intergovernmental panel on climate change (Ipc), 2022, *Sixth assessment report (Ar6), Working group III, "Mitigation of climate change"*.
- [3] Prepair, 2020, *Indagine sul consumo delle biomasse legnose nel bacino padano*, www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/D3_Report-indagine-sul-consumo-domestico-di-biomasse-legnose-1.pdf
- [4] Nasa earth observatory/Noaa National centers for environmental information, <https://earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming/page2.php>
- [5] Eea, 2025, *Europe's air quality status*, www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-status-report-2025
- [6] Snpa, 2026, "Qualità dell'aria 2025, i primi dati dalle regioni", www.snpambiente.it/notizie/temi/aria/qualita-dellaria-2025-i-primi-dati-dalle-regioni/

COSA ABBIAMO CAPITO SUGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

IL PROGETTO LIFE PREPAIR, AVVIATO CON L'OBIETTIVO DI REALIZZARE STRUMENTI E AZIONI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL BACINO DEL PO, HA CONFERMATO LA NECESSITÀ DI AGIRE SU TUTTO IL TERRITORIO E SU TUTTE LE FONTI: RISCALDAMENTO A LEGNA, TRASPORTI, ALLEVAMENTI, FERTILIZZAZIONE ED EMISSIONI INDUSTRIALI.

Il progetto Life-Ip Prepair è stato avviato nel 2017 con l'obiettivo di realizzare strumenti e azioni per il miglioramento della qualità dell'aria nel bacino del Po. Tra i primi, la condivisione delle informazioni relative alle sorgenti di emissioni e l'avvio di un'analisi della composizione del particolato sul territorio, che hanno permesso di approfondire le conoscenze

sulla qualità dell'aria del bacino del Po con un approccio coordinato a supporto di azioni condivise. La pianura Padana, per quanto riguarda la qualità dell'aria, rappresenta infatti un'area unica, senza barriere, in cui le emissioni tendono a ristagnare e a trasformazioni anche a causa di condizioni meteorologiche frequentemente sfavorevoli, con superamenti degli standard di polveri

fini e ozono e, localmente, ossidi di azoto e benzo(a)pirene fissati dall'Unione europea.

Questa zona è densamente popolata e altamente industrializzata. Tonnellate di ossidi di azoto, polveri e ammoniaca vengono emesse annualmente in atmosfera da un'ampia varietà di fonti inquinanti, principalmente legate al traffico, al riscaldamento domestico,

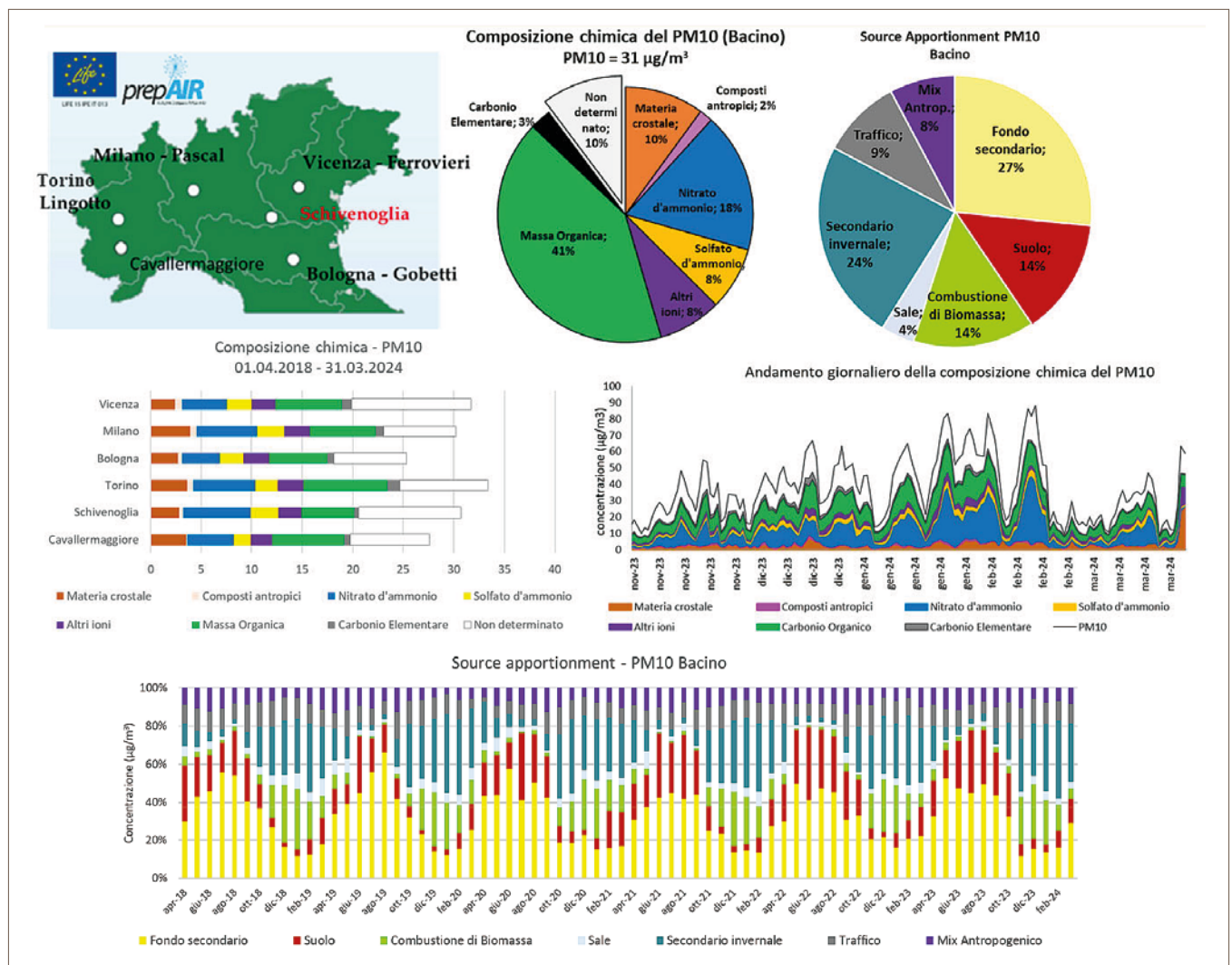


FIG. 1 PM₁₀
 Le frazioni principali che compongono il PM₁₀. I principali risultati del monitoraggio nei siti speciali del progetto (dal 1° aprile 2018 al 31 marzo 2024).
 Fonte: Progetto Life Prepair.

all'industria, alla produzione di energia e all'agricoltura. L'ammoniaca, emessa principalmente dalle attività agricole e zootecniche, contribuisce in modo sostanziale alla formazione delle polveri secondarie inorganiche, che costituiscono una frazione significativa delle polveri totali in atmosfera. La conoscenza delle fonti e dei meccanismi di formazione, che possono essere approfonditi conoscendo la composizione delle polveri, sono fondamentali per indirizzare le misure di risanamento.

Metodologia

Tra gli obiettivi del progetto Prepair, era prevista l'attivazione di una rete di misura per la caratterizzazione chimica del PM₁₀. Tale rete è stata creata sulla base di stazioni di monitoraggio già esistenti ed è composta da quattro siti di fondo urbano (Torino, Milano, Vicenza e Bologna) e uno di fondo rurale (Schivenoglia, MN) ai quali, nel corso del progetto, si è aggiunto il sito di fondo suburbano di Cavallermaggiore (CN). Mediante specifiche analisi di laboratorio dei campioni raccolti giornalmente nei sei siti, è stato creato un database che copre complessivamente 6 anni (dal 1° aprile 2018 al 31 marzo 2024). È stata poi eseguita un'analisi di *source apportionment*, effettuata con la *positive matrix factorization*, Pmf (Us-Epa, 2014). Il progetto ha permesso di valutare le emissioni del bacino e della Slovenia in modo coerente, sulla base dei risultati degli inventari di emissioni locali (per l'Italia riferiti a regioni, province e comuni) che permettono di caratterizzare dettagliatamente il peso delle pressioni emissive e consentono di identificare l'efficacia delle politiche di risanamento della qualità dell'aria. È così stata completata una banca dati emissiva che ha coperto il periodo 2013-2019.

Principali risultati

Mediamente, nei 6 anni del progetto, le frazioni principali che compongono il PM₁₀ (figura 1) sono risultate essere il secondario inorganico, che si forma in atmosfera a partire da ossidi di azoto, di zolfo e ammoniaca (che rappresenta circa il 30% del PM₁₀ di cui il 20% come nitrato d'ammonio e circa il 10% come solfato d'ammonio) e la frazione carboniosa (che è oltre il 40% del PM₁₀, di cui circa il 40% come massa organica e il restante come carbonio elementare).

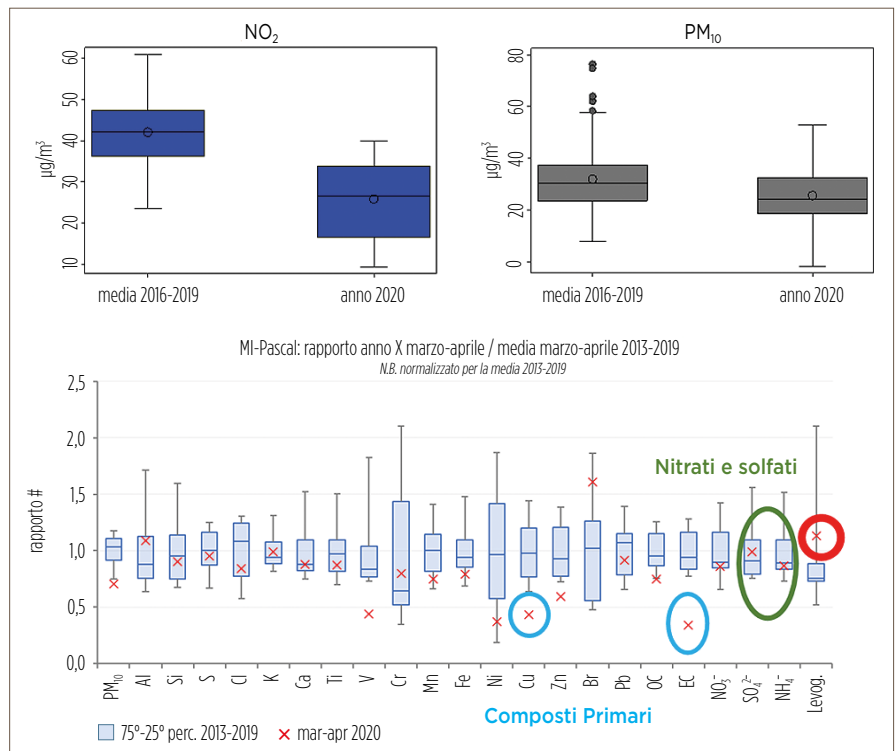


FIG. 2 LOCKDOWN
Misure di speciazione chimica effettuate durante il lockdown. Confronto tra il periodo del 2020 interessato dalle misure di contenimento dell'emergenza Covid-19 e i corrispondenti periodi degli anni precedenti per PM₁₀, NO₂ e le principali componenti del PM₁₀.

Seguono la componente crostale e altri ioni solubili (entrambi intorno al 10%) e i composti antropogenici (<5%). Dall'osservazione dell'andamento giornaliero della chiusura di massa si nota come la composizione chimica del PM₁₀ sia estremamente variabile durante il corso dell'anno solare. Come atteso, il nitrato d'ammonio presenta i massimi durante la stagione invernale, tipicamente nei mesi di gennaio e febbraio, arrivando a rappresentare fino a oltre il 50% della massa del PM₁₀, mentre il solfato d'ammonio presenta concentrazioni assolute tendenzialmente simili durante l'anno. Anche la frazione carboniosa presenta i valori maggiori durante i mesi invernali con i massimi di concentrazione nel trimestre da dicembre a febbraio. La frazione crostale ha il contributo maggiore nella stagione estiva e rappresenta una frazione importante della massa del PM₁₀ in corrispondenza di fenomeni di trasporto di sabbia da regioni desertiche. La composizione chimica nel bacino padano risulta abbastanza uniforme, specialmente in termini percentuali. In particolare, composti inorganici secondari (Sia) sono omogenei sulla pianura Padana. Durante le giornate, dei mesi tra dicembre e febbraio, caratterizzate da concentrazioni della media di bacino superiori ai 50 µg/m³ il nitrato d'ammonio risulta la specie che maggiormente incrementa le sue

concentrazioni, arrivando anche a raddoppiare il suo valore medio rispetto a quando il PM₁₀ di bacino è inferiore a 50 µg/m³. L'analisi di *source apportionment* ha permesso l'individuazione, seppur con margini di incertezza, delle principali sorgenti e/o processi di formazione del particolato. In sintesi, sono stati risolti 7 fattori (figura 1) comuni a tutti i siti ricettori: due fattori di origine secondaria, fondo secondario e secondario invernale, oltre a combustione da biomassa, traffico, sale, suolo e mix antropogenico. In media sul bacino padano, i due fattori suolo e sale spiegano complessivamente più del 15% della massa di PM₁₀ ricostruita. Il suolo presenta un contributo superiore al 10%, mentre il sale ha un contributo di circa il 5%. I fattori primari di origine antropica, traffico e combustione di biomassa hanno un contributo simile, intorno al 10%. La componente secondaria rappresenta circa il 50% della massa totale di PM₁₀ ed è ripartita in egual misura nei due fattori che la caratterizzano: secondario invernale e fondo secondario. In particolare, il fondo secondario risulta arricchito di una componente carboniosa che sta probabilmente a indicare che il solfato d'ammonio si può essere formato molto lontano dal recettore, arricchendosi quindi durante un processo di invecchiamento. Come sottolineato anche nell'analisi della composizione

chimica, i contributi delle diverse sorgenti sono uniformi sul bacino. Si sottolinea la presenza di accumulo di nitrato d'ammonio durante i mesi invernali che porta il secondario invernale a rappresentare oltre il 30% della massa del PM_{10} nei mesi di gennaio e febbraio. Nel sito di Milano i campionamenti di PM_{10} sono attivi dal 2013, per cui è disponibile una lunga serie storica di composizione chimica, che unisce le misure effettuate durante il progetto a quelle raccolte precedentemente. Nell'ultimo decennio si nota un calo della massa totale di PM_{10} e della concentrazione del carbonio elementare (EC); si evidenzia quindi una riduzione del contributo del fattore associato alle emissioni da traffico allo scarico. La frazione di secondario invernale (nitrato d'ammonio in particolare) è, invece, piuttosto stabile.

Durante il progetto Prepair si è vissuta anche l'emergenza Covid-19, che ha comportato l'adozione di una serie di misure restrittive da parte di molti Paesi; tra queste, in particolare, il blocco di molte attività da marzo a giugno 2020. In particolare, dal punto di vista emissivo è emerso che nel bacino padano il traffico urbano è diminuito del 90% e l'industria del 30%; mentre l'agricoltura è rimasta sostanzialmente stabile la combustione della legna è aumentata. In questo particolare periodo l' PM_{10} mostra una diminuzione molto più contenuta e – in alcuni giorni – ha superato la soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media giornaliera (figura 2). Le misure di speciazione chimica effettuate nell'ambito del Life Prepair hanno evidenziato la diminuzione nel PM_{10} durante il *lockdown* delle componenti legate al traffico (EC e Cu) e l'aumento di quelle legate alla combustione della legna, ad esempio levoglucosano (figura 2), con una sostanziale stabilità, anche in questo periodo, del secondario inorganico (Life Prepair, 2021). I risultati sull'intero periodo e quelli durante il *lockdown* sottolineano quindi che è necessario proseguire con le azioni sul traffico, ma che intervenire solo su tale settore non basta: è necessario limitare la parte legata al carbonio organico ma anche quella legata alla formazione in atmosfera di secondario inorganico, connesso alle emissioni di ossidi di azoto, di zolfo e ammoniaca.

Il progetto in effetti ha permesso di evidenziare quali siano i maggiori responsabili delle emissioni di tali parametri, con la loro distribuzione sul territorio. Le aree di maggiore

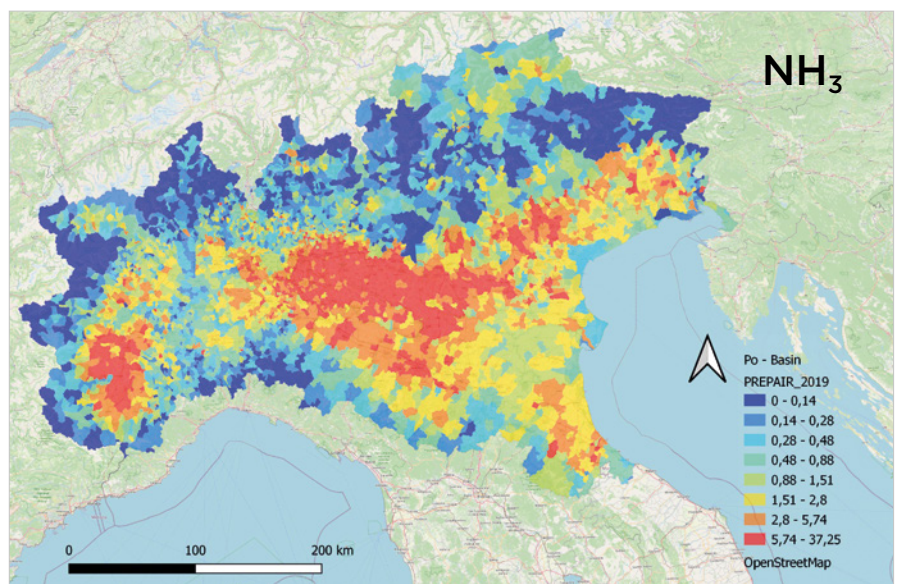
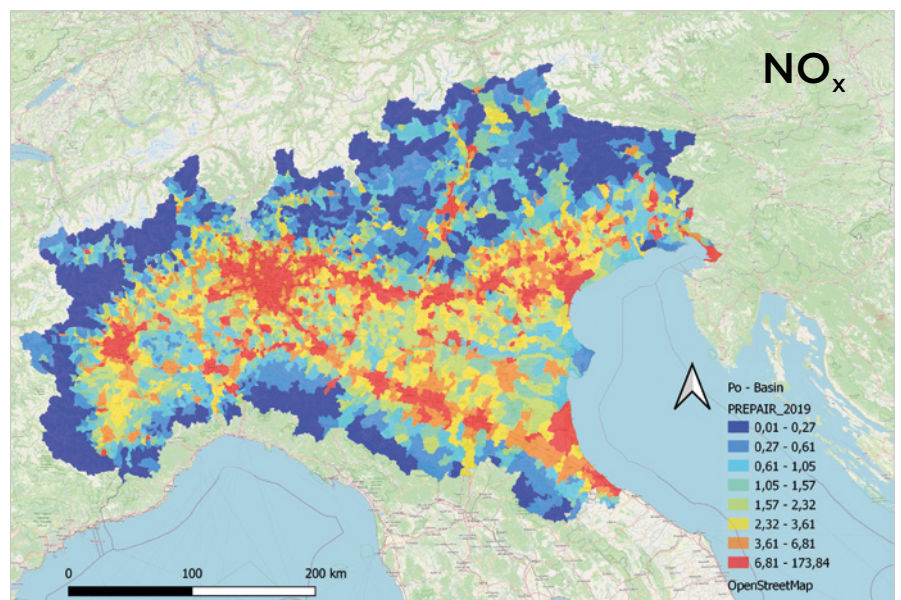
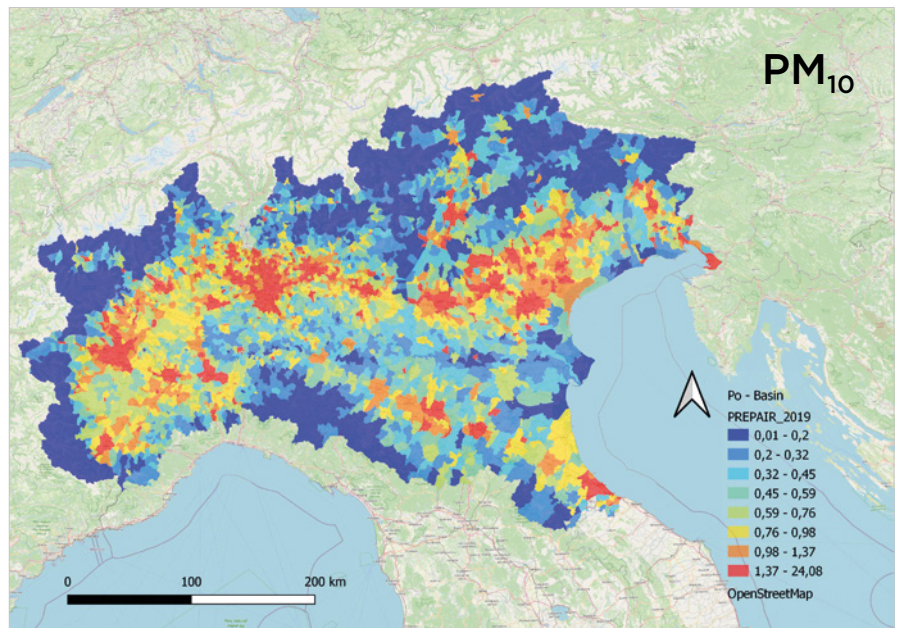


FIG. 3 AREE DI MAGGIORE PRESSIONE EMISSIVA
Mappe di densità di emissione comunale in t/anno/km² per i principali inquinanti atmosferici.

pressione emissiva sono infatti facilmente identificabili in *figura 3*.

Maggiori emissioni per km² di PM₁₀ primario interessano le principali aree urbane del nord Italia. Nella mappa del PM₁₀ è ben visibile anche l'area prealpina. Le principali fonti di particolato primario sono infatti il riscaldamento prevalente in media sul bacino e il trasporto su strada, prevalente se si restringe l'analisi alle aree urbane (*tabella 1*).

Il trasporto su strada si conferma anche la prima sorgente di emissione degli ossidi di azoto (NO_x): nella mappa sono molto evidenti le reti di connessione interurbana tra i principali centri. Il settore zootecnico e l'impiego di fertilizzanti sintetici sono la fonte prevalente delle emissioni di ammoniaca (NH₃). Le aree più interessate da quest'ultimo inquinante sono quelle caratterizzate da maggiori estensioni delle superfici agricole e storicamente con maggiore vocazione agricola. Le emissioni industriali continuano a rappresentare una sorgente non trascurabile di ossidi di azoto a livello complessivo, oltre che poter avere potenziali impatti a livello locale.

Entrando nel dettaglio dei risultati, è evidente come nel riscaldamento il contributo più alto alle emissioni derivi dalla combustione di biomassa legnosa bruciata in piccoli apparecchi domestici, mentre nelle emissioni da traffico la principale fonte di PM₁₀ è ormai dovuta all'usura di pneumatici, freni e manto stradale. L'impiego di carburante diesel risulta ancora la sorgente principale delle emissioni di NO_x del traffico stradale, non solo in ambito urbano ma anche extraurbano e autostradale.

Il progetto Life Prepair ha così confermato la necessità di agire in modo coerente sul tutto il territorio del bacino del Po, agendo, su tutte le fonti appena citate:

- riscaldamento a legna
- trasporti su strada in tutti gli ambiti: urbano, extraurbano e autostradale considerando sia le emissioni di NO_x da combustione sia le cosiddette emissioni *non-exhaust* delle polveri da usura
- allevamenti zootecnici e fertilizzazione minerale
- emissioni industriali.

Alessandro Marongiu, Eleonora Cuccia, Guido Lanzani

Uo Aria e supporto political decision maker, Direzione generale, Arpa Lombardia



| Settore | NO _x | NH ₃ | PM ₁₀ | Cov |
|--|-----------------|-----------------|------------------|-----|
| Produzione di energia e raffinerie | 6% | 0% | 1% | 1% |
| Combustione in ambito residenziale e terziario | 10% | 2% | 55% | 8% |
| Combustione in ambito industriale | 16% | 0% | 3% | 2% |
| Processi produttivi | 2% | 0% | 3% | 11% |
| Estrazione e distribuzione carburanti | 0% | 0% | 0% | 7% |
| Uso dei solventi | 0% | 0% | 3% | 60% |
| Trasporto su strada | 49% | 1% | 22% | 9% |
| Altre sorgenti mobili | 14% | 0% | 3% | 1% |
| Trattamento e smaltimento rifiuti | 2% | 1% | 1% | 0% |
| Agricoltura | 1% | 96% | 5% | 0% |
| Altre sorgenti e assorbimenti | 0% | 0% | 4% | 1% |

TAB. 1 FONTI DI PARTICOLATO PRIMARIO
Impatto sulle emissioni dei principali inquinanti atmosferici delle sorgenti.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Marongiu A., Angelino E., Moretti M., Malvestiti G., Fossati G., 2022, "Atmospheric emission sources in the Po-Basin from the Life-Ip Prepair project", *Open Journal of Air Pollution*, 11, 70-83, <https://doi.org/10.4236/ojap.2022.113006>

Marongiu A., Distefano G.G., Moretti M., Petrosino F., Fossati G., Collalto A.G., Angelino E., 2024, "Machine learning approach for local atmospheric emission predictions", *Air*, 2(4), 380-401, <https://doi.org/10.3390/air2040022>

Us-Epa, 2014, *Epa Positive matrix factorization (Pmf) 5.0. Fundamentals and user guide*, Publishing House Washington, DC 20460, www.epa.gov/sites/default/files/2015-02/documents/pmf_5.0_user_guide.pdf

Life Prepair, 2021, *Report 3 Covid-19: studio degli effetti delle misure Covid-19 sulla composizione chimica del particolato nel bacino padano. Gennaio 2021*, www.lifeprepareu/wp-content/uploads/2021/02/Prepair_covidQA_Report3_def2.pdf

Life Prepair, 2024, *Final report: Monitoring the environmental effects of pollutants reduction measures implemented by air quality improvement plans. Report on source apportionment*, www.lifeprepareu/index.php/azioni/air-quality-and-emission-evaluation

COME PARLARE DI QUALITÀ DELL'ARIA E FARSI CAPIRE

UN'INDAGINE DI ART-ER MOSTRA CHE, SE L'ATTENZIONE DEI CITTADINI DEL BACINO PADANO È GENERALMENTE ALTA, LA LORO PERCEZIONE NON È SEMPRE BASATA SUI FATTI. GLI INTERLOCUTORI SONO MOLTEPLICI, DAI CITTADINI AGLI ESPERTI AI DECISORI POLITICI, GLI UNICI CHE POSSONO AFFRONTARE IL TEMA IN TUTTA LA SUA COMPLESSITÀ.

Parlare di qualità dell'aria non è un compito facile. L'abbiamo imparato sulla nostra pelle: negli ultimi 9 anni, Art-Er è stata partner responsabile della comunicazione di Prepair, il progetto Life integrato che ha affrontato il problema della qualità dell'aria nel bacino padano.

Se l'attenzione dei cittadini sul tema è generalmente alta, la loro percezione non è sempre basata su fatti. La maggior parte dei cittadini del bacino padano è convinta che la qualità dell'aria sia peggiorata negli anni. Sappiamo che non è così, e questa non è l'unica difficoltà che emerge dall'indagine "Valuta l'aria" realizzata nel 2023¹. Ad esempio il ruolo dell'industria tende a essere sovrastimato, mentre si tende a sottostimare quello delle biomasse e dell'agricoltura. Insomma c'è molto bisogno di comunicazione. Partendo da queste considerazioni proponiamo non una vera guida, ma alcuni spunti di riflessione su come parlare di qualità dell'aria e farsi capire².

La qualità dell'aria è un problema complesso

Ossidi di azoto, particolato, ozono troposferico, componenti organici volatili, inquinanti primari e secondari, concentrazioni, emissioni ecc. Anche solo la lista di concetti che bisogna conoscere rende l'idea di quanto sia difficile per un profano capirci qualcosa.

Anche dal punto di vista delle politiche non mancano le complessità: basti pensare alla pluralità di soggetti e strumenti normativi che intervengono sulla qualità dell'aria (direttive europee, sentenze della Corte di giustizia europea, leggi e piani nazionali, piani regionali, ordinanze comunali ecc.).

La qualità dell'aria dipende da dove vivi

Facciamo alcuni esempi. Il tema della qualità dell'aria è percepito dai più come un problema urbano: in molti luoghi in Europa questo corrisponde al vero. Pur rimanendo una criticità complessa, in

questi contesti è possibile immaginare soluzioni locali. In altre situazioni, come in alcune regioni dell'Est Europa, l'inquinamento atmosferico è causato in buona parte dall'utilizzo di combustibili solidi per il riscaldamento domestico. In questo caso sono disponibili delle soluzioni tecnologiche: cambiare il sistema di riscaldamento delle case. Un esempio molto specifico, ancora diverso, è la piana di Venafro (IS) in Molise: uno dei luoghi in Italia dove si registrano superamenti dei limiti di qualità dell'aria (NO_x e PM₁₀). Si tratta di una ampia vallata pianeggiante circondata da montagne dove vivono circa 10.000 persone, non certo il posto dove ci si aspetterebbe di trovare dell'aria inquinata. Infine la pianura Padana: uno dei luoghi con la concentrazione di persone e attività umane più elevata d'Europa, in un territorio caratterizzato da condizioni orografiche, climatiche e meteorologiche che facilitano la concentrazione di inquinanti. In questo contesto il problema della qualità dell'aria colpisce tutta la pianura, non solo l'ambito urbano e dipende da una pluralità di fonti emissive rilevanti che toccano praticamente tutti i settori produttivi (trasporti, agricoltura allevamento, riscaldamento domestico, in particolare a biomassa). La soluzione? Sovraregionale, plurisettoriale, multitecnologica, integrata, sinergica, complessa ecc.

È una questione di salute

L'inquinamento atmosferico ha un impatto (molto significativo) sulla salute delle persone. La cattiva qualità dell'aria ha effetti anche su altri aspetti come la biodiversità, la produttività agricola o il deterioramento del patrimonio artistico, ma il tema centrale, per importanza e impatti, rimane la tutela della salute umana.

Un capitolo a parte, ma altrettanto rilevante, riguarda la qualità dell'aria degli ambienti chiusi (*indoor*). Soprattutto in inverno, la maggior parte di noi passa gran parte del proprio tempo in casa, a scuola, in ufficio: va da sé che la qualità dell'aria che respiriamo in questi ambienti ha un importante effetto sulla nostra salute e non dipende (solo) dalla qualità *outdoor*, ma da fonti emissive interne (cucina, sistemi di riscaldamento, detergenti, mobili, vernici ecc.) e dalle modalità di aerazione. Parlare degli effetti sulla salute umana della qualità dell'aria è necessario per motivare le persone ad agire e dare fondamento all'azione delle istituzioni.

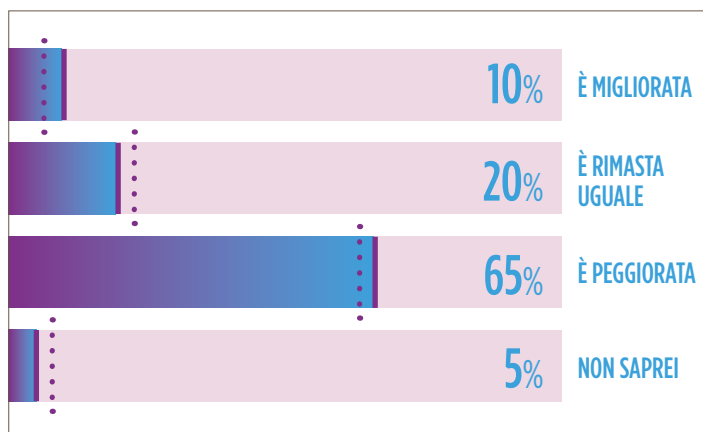
Concentrazioni diverse da emissioni

Più emissioni inquinanti uguale peggiore qualità dell'aria? Dipende. Emissioni e concentrazioni sono in una relazione complicata. Altri elementi meteorologici e climatici favoriscono in modo determinante l'aumento o la diminuzione delle concentrazioni. Le politiche, ahimè,

FIG. 1
PERCEZIONI

Andamento percepito della qualità dell'aria negli ultimi 10 anni. La maggior parte dei cittadini del bacino padano è convinta che la qualità dell'aria sia peggiorata.

Fonte: Indagine "Valuta l'aria 2023", Art-Er, Life Prepair



possono intervenire solo sulle emissioni: il meteo è dato.⁵

Qualità dell'aria vs crisi climatica

Nel discorso pubblico, capita spesso che dalla qualità dell'aria si scivoli nella crisi climatica. I due temi hanno tanto in comune, a partire dall'atmosfera (che è una sola), una parte delle cause (i combustibili fossili) e della terminologia (ad esempio emissioni e concentrazioni). Ma i due fenomeni non sono sovrapponibili: mentre i cambiamenti climatici sono un fatto eminentemente globale, abbiamo visto che la qualità dell'aria è un problema sostanzialmente locale o regionale. Questa differenza di scala si rispecchia nella ricerca di soluzioni e quindi nelle politiche. La confusione è comprensibile: la preoccupazione nei confronti dell'inquinamento atmosferico si mescola e confonde con l'ansia climatica e, più in generale, a una generica attenzione per l'ambiente.

Migliorare e risolvere sono due cose diverse

La qualità dell'aria in pianura Padana è migliorata e continua a migliorare nel tempo. Possiamo sostenerlo con cognizione di causa: nel lungo periodo le concentrazioni di tutti gli inquinanti sono in diminuzione, alcuni inquinanti che sono stati un problema in passato sono diventati sostanzialmente irrilevanti (piombo, SO₂, CO). Questo non significa che il problema sia risolto. In pianura Padana fatichiamo

a rispettare i limiti di concentrazioni previsti dalla direttiva 2008/50/Ce per NO_x e PM₁₀. Sappiamo che la nuova direttiva 2024/2881/UE introdurrà limiti molto più stringenti. Le linee guida Oms individuano come soglie "sicure per la salute" dei livelli ancora più bassi. Tenere insieme questi due concetti, il miglioramento e la mancata soluzione del problema, è una grande sfida per la comunicazione.

Con chi parlare

Qual è il target della comunicazione sulla qualità dell'aria?

La risposta più semplice sono "i cittadini" perché tutti respiriamo l'aria. C'è molto bisogno di informazioni corrette e non fuorvianti, per alimentare un dibattito pubblico consapevole. In questo senso può essere utile attivare e formare una rete di soggetti intermedi – come giornalisti, medici, pediatri, insegnanti – che possano mantenere l'attenzione sul tema e veicolare informazioni attendibili. Senza nascondere i problemi, altrimenti non si capisce perché serva agire. È importante che i cittadini siano consapevoli e proattivi perché le nostre scelte su come ci spostiamo e come riscaldiamo casa impattano direttamente sull'aria che respiriamo. Attenzione però: i cittadini da soli non possono risolvere il problema!

Altri aspetti cruciali per la qualità dell'aria sono in mano a operatori di settori specifici: ad esempio agricoltori, allevatori o impiantisti. Anche loro sono

interlocutori da tenere presenti, sapendo che per diffondere delle buone pratiche serve anche un cambiamento culturale, non solo delle regole da rispettare. In ultima analisi, gli interlocutori più importanti sono i decisori politici perché sono gli unici soggetti che possono affrontare il tema in tutta la sua complessità.

Michele Bartolomei, Marco Ottolenghi

Unità ambiente Art-er

NOTE

¹ Report "Valuta l'aria 2023. Cittadini e qualità dell'aria nel bacino padano", Art-Er, Life Prepair, <https://bit.ly/Valutalaria2023>

² Disclaimer: siamo consapevoli che le informazioni riportate di seguito sono poco approfondite. Su ognuno dei punti presentati si potrebbero aggiungere vari livelli di complessità.

³ Si vedano i progetti Life integrati Malopolska, <https://powietrze.malopolska.pl/en/> (Polonia), Clean Air lifeipcleanair.eu (Bulgaria).

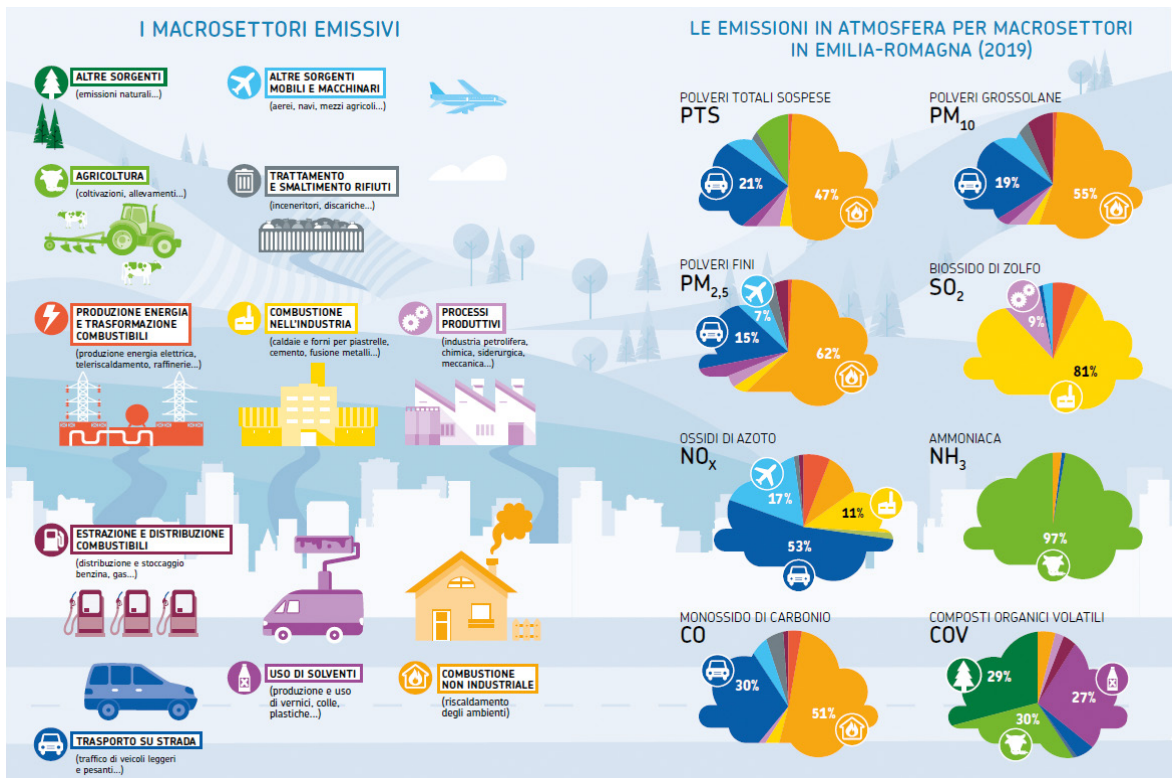
⁴ Si veda il progetto Pnc Atlante aria outdoor e salute (capofila Regione Emilia-Romagna) che sta sviluppando una mappa nazionale interattiva che mette in relazione la qualità dell'aria registrata in ciascun comune italiano e gli esiti di salute sulla popolazione esposta. L'atlante non è ancora disponibile. Per informazioni: www.atlanteariasalute.it

⁵ Si cita per completezza il progetto pionieristico di "abbattimento a livello del mare del passo del Turchino", Diacono P. e Tortora E., Portobello, Rai 1978.

FIG. 2
LA QUALITÀ
DELL'ARIA
IN EMILIA-ROMAGNA

Un'infografica ben fatta, ma comunque complessa.

Fonte: Arpae, 2023



LA QUALITÀ DELL'ARIA IN EMILIA-ROMAGNA NEL 2025

I VALORI MEDI ANNUALI DI PM_{10} E $PM_{2,5}$ SONO ENTRO I LIMITI DI LEGGE, IN UNA SOLA STAZIONE SI È OSSERVATO IL SUPERAMENTO DEL LIMITE GIORNALIERO PER IL PM_{10} PER OLTRE 35 GIORNI. NEI LIMITI IL BISSIDO DI AZOTO. ANCORA DIFFUSI I SUPERAMENTI DELLE SOGLIE DI OZONO, CON UNA STAGIONE ESTIVA CARATTERIZZATA DA RILEVANTI EPISODI ACUTI.

Nel 2025 in Emilia-Romagna i livelli misurati dalla rete regionale della qualità dell'aria continuano a mostrare per tutti gli inquinanti concentrazioni medie in linea o inferiori rispetto alla variabilità dell'ultimo quinquennio.

PM₁₀

Per quanto riguarda il valore limite giornaliero di PM_{10} , i mesi di gennaio e febbraio hanno presentato alcuni episodi di superamenti protratti, dovuti a condizioni meteorologiche favorevoli all'accumulo degli inquinanti. Nella parte finale dell'anno, a ottobre, novembre e dicembre sono stati osservati superamenti sporadici o di minore persistenza. Il valore limite annuale di PM_{10} ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) continua a essere rispettato in tutte le stazioni della regione e nel 2025 i valori medi annui mostrano una diminuzione sebbene non omogenea per tutto il territorio.

Le condizioni meteorologiche favorevoli all'accumulo e alla formazione degli inquinanti secondari hanno invece influito sul superamento del valore limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tuttavia nel 2025 il limite giornaliero è stato superato per oltre 35 giorni solo in 1 delle 43 stazioni della rete regionale che lo misurano (Modena – Giardini, che ha registrato 40 superamenti nel corso dell'anno). Nel 2021 le stazioni che superavano il limite di 35 giorni risultavano 11, mentre erano 12 nel 2022, 0 nel 2023 e 3 nel 2024.

PM_{2,5}

La media annuale di $PM_{2,5}$ nel 2025 è stata inferiore ovunque al valore limite della normativa ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), con valori in linea con i cinque anni precedenti.

Biossido di azoto

La media annuale di biossido di azoto (NO_2) risulta in linea o in lieve diminuzione rispetto ai valori misurati



FOTO: J. DNAG-SU/UNSPASH

TAB. 1
 PM_{10}

Stazioni che superano il valore limite giornaliero per il PM_{10} ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

| Tipologia di stazione | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------------------|------|------|-------|-------|------|
| traffico | 6 | 8 | 1(0*) | 5(2*) | 1 |
| fondo urbano/suburbano | 5 | 4 | 0 | 1 | 0 |
| fondo rurale | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

* Valore al netto degli episodi di trasporto di polveri. Eliminando quindi i superamenti attribuibili alle polveri desertiche, nel 2023 nessuna stazione ha superato i limiti per più di 35 giorni e nel 2024 i superamenti sono 2.

TAB. 2
 NO_2

Stazioni che superano la media annuale per NO_2 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

| Tipologia di stazione | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------------------|------|------|------|------|------|
| traffico | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| fondo urbano/suburbano | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| fondo rurale | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

TAB. 3
OZONO

Stazioni che superano la soglia di informazione dell'ozono ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

| Tipologia di stazione | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------------------|------|------|------|------|------|
| fondo urbano/suburbano | 1 | 13 | 11 | 8 | 15 |
| fondo rurale | 3 | 5 | 1 | 1 | 10 |

nell'ultimo quinquennio. Il valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato rispettato in tutte le stazioni, come nel 2020, 2022 e 2024; nel 2021 e 2023 era stato superato in 1 stazione. Inoltre in nessuna stazione si è avuto il superamento del valore limite orario ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ozono

Per l'ozono le concentrazioni rilevate e il numero di superamenti delle soglie continuano a non rispettare gli obiettivi previsti dalla legge e la stagione estiva del 2025 è stata caratterizzata da rilevanti episodi acuti.

Diffuso ancora il superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come massimo della media mobile giornaliera su 8 ore), sebbene il dato cumulato sull'intera regione risulti inferiore a quello totale riscontrato nel periodo 2022-2024. Superamenti protratti per diversi giorni dell'obiettivo a lungo termine per la salute umana hanno avuto luogo in coincidenza con le principali ondate di calore, a metà giugno, all'inizio di luglio e all'inizio di agosto, e una sola stazione, Alto Reno Terme - Castelluccio (BO), non ha fatto registrare alcun superamento di questo obiettivo di legge.

Nel 2025, principalmente a causa dell'andamento meteorologico estivo, il numero totale di ore di superamento della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superiore a quello degli anni precedenti (periodo 2022-2024). I primi superamenti sono stati registrati l'11 giugno, data dalla quale si è verificato l'episodio acuto di ozono più intenso dell'estate, che ha interessato buona parte del territorio europeo. Le concentrazioni di ozono hanno raggiunto valori orari elevati dall'11 al 15 giugno. In questo stesso periodo il superamento è stato

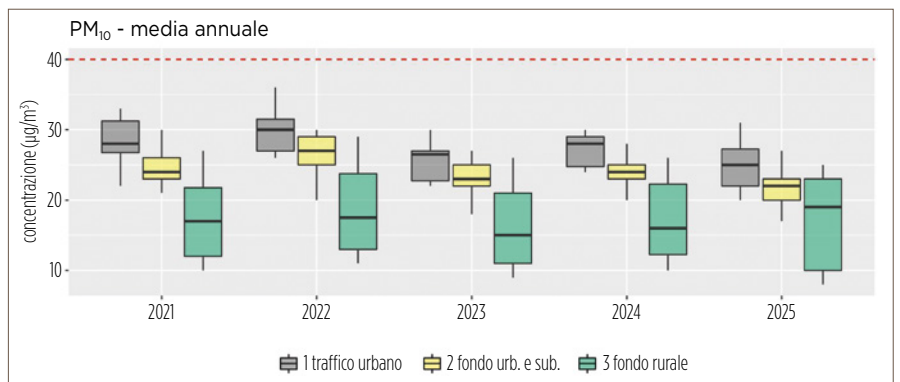


FIG. 1 CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DI PM₁₀



FOTO: JUSTIN SU UNSPLASH

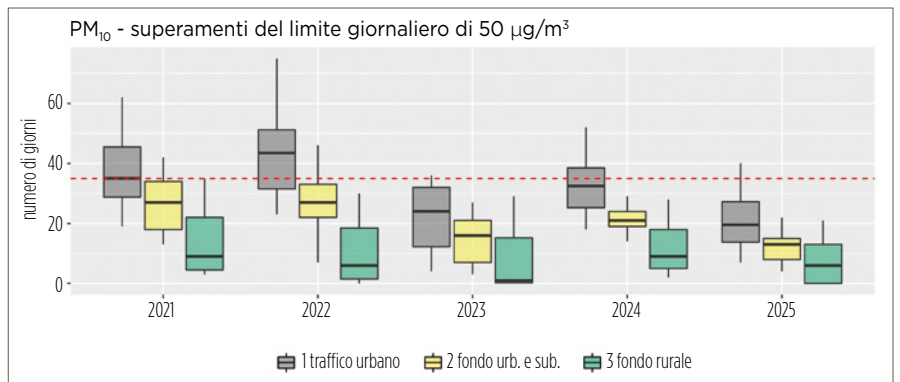


FIG. 2 NUMERO DI SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE GIORNALIERO PER PM₁₀

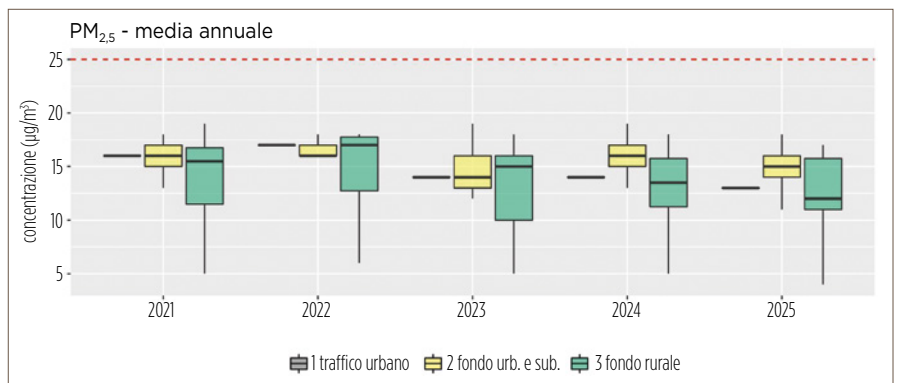


FIG. 3 CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DI PM_{2.5}

In tutte le figure la linea rossa indica il valore limite annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). I valori rilevati ogni anno dalle stazioni da traffico (in grigio), di fondo urbano e suburbano (in giallo) e di fondo rurale (in verde) sono rappresentati come boxplot. Ciascun box rappresenta l'intervallo tra il 25° e il 75° percentile dei valori medi annuali ed è evidenziata la linea della mediana. La lunghezza delle barre è pari a 1,5 per la distanza interquartile.

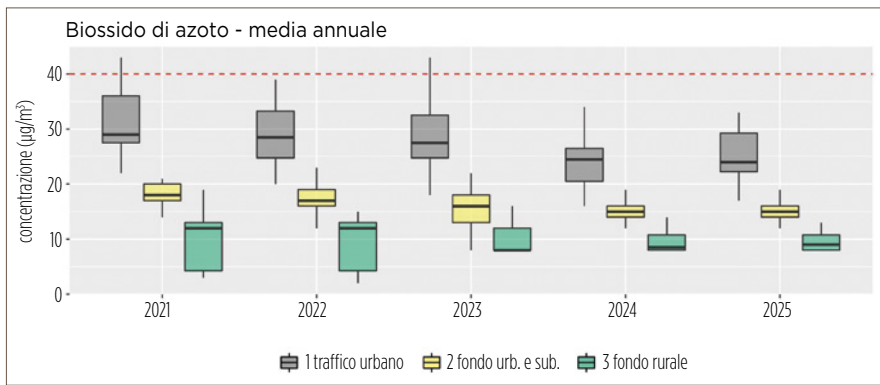


FIG. 4 CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DI NO₂

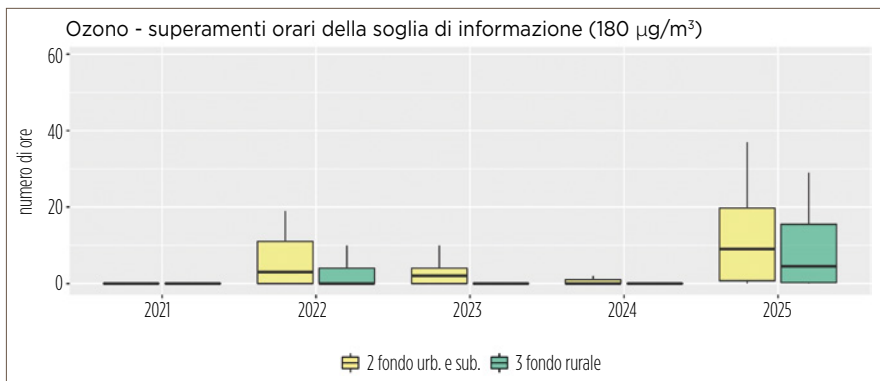


FIG. 5 NUMERO DI SUPERAMENTI (ORE) DELLA SOGLIA DI INFORMAZIONE DELL'OZONO

Nelle due figure i valori rilevati ogni anno dalle stazioni di fondo urbano e suburbano (in giallo) e di fondo rurale (in verde) sono rappresentati come boxplot. Ciascun box rappresenta l'intervallo tra il 25° e il 75° percentile dei valori annuali ed è evidenziata la linea della mediana. La lunghezza delle barre è pari a 1,5 per la distanza interquartile.

persistente (più ore nell'arco di uno stesso giorno) e l'episodio ha interessato prevalentemente la parte occidentale e centrale della regione. Nell'ultima decade di giugno, sempre nella zona ovest della regione, sono stati registrati altri superamenti, mentre sporadici superamenti sono occorsi anche nell'area orientale. Il perdurare del più intenso episodio acuto dell'estate 2025, ha fatto superare anche a inizio luglio la soglia di informazione. Nel prosieguo di luglio (giorno 15) e ad agosto (giorni 9-10 e 14) hanno avuto luogo sporadici e localizzati superamenti della soglia di informazione.

La soglia di allarme (240 µg/m³ superata per almeno 3 ore consecutive) non è mai stata superata.

Altri inquinanti

I valori degli altri inquinanti (biossido di zolfo, benzene e monossido di carbonio) sono rimasti entro i limiti di legge in tutte le stazioni di rilevamento.

Simona Maccaferri, Chiara Agostini

Arpae Emilia-Romagna

LA RETE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA IN EMILIA-ROMAGNA

I DATI, LE ANALISI E I REPORT GIORNALIERI E RIASSUNTIVI SONO PUBBLICATI ONLINE SUL SITO DI ARPAE

La sintesi dei dati annuali e la relativa analisi derivano dall'elaborazione dei valori rilevati dalla rete regionale di misura della qualità dell'aria della Regione Emilia-Romagna. La rete, certificata secondo la norma Uni En Iso 9001:2015, è gestita da Arpae Emilia-Romagna e sottoposta a rigorosi e costanti controlli di qualità.

La rete è composta da 47 stazioni: in ognuna viene rilevato il biossido di azoto (NO₂), 43 misurano il PM₁₀, 24 il PM_{2,5}, 34 l'ozono, 5 il monossido di carbonio (CO), 9 il benzene e 1 il biossido di zolfo (SO₂). Le stazioni sono prevalentemente in area urbana e rappresentative delle aree a maggiore densità abitativa della regione.

I dati della qualità dell'aria in tempo reale sono pubblicati da Arpae ogni giorno sulla pagina web dedicata (www.arpae.it/temi-ambientali/aria) in cui sono riportati i dati delle stazioni e le mappe di valutazione e previsione quotidiane su tutto il territorio regionale.

La pagina sulla situazione riassuntiva dell'Emilia-Romagna (www.arpae.it/temi-ambientali/aria/dati-qualita-aria/situazione-riassuntiva-regionale) riporta anche i livelli giornalieri e le statistiche riepilogative relative al superamento dei limiti in ciascuna stazione. I dati giornalieri vengono pubblicati previa validazione da parte di operatori qualificati (nei fine settimana e nei giorni festivi i dati sono pubblicati previo controllo automatico, ma senza validazione da parte dell'operatore per cui possono subire variazioni a seguito del processo di validazione nel primo giorno lavorativo).

Il sito Liberiamo l'aria (www.arpae.it/temi-ambientali/aria/liberiamo-laria) è aggiornato quotidianamente durante il periodo invernale e riporta le informazioni relative ai provvedimenti emergenziali e le informazioni aggregate a livello provinciale relative al superamento del valore limite giornaliero per PM₁₀.

Tutti i dati sono disponibili anche in modalità open data (<https://dati.arpae.it/dataset/qualita-dell-aria-rete-di-monitoraggio>). Per il 2025 è disponibile anche un report interattivo pubblicato da Arpae e suddiviso in quattro sezioni con i dati dei quattro inquinanti principali (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, e O₃) analizzati presentati su base provinciale (www.arpae.it/temi-ambientali/aria/report-aria/report-regionali/report-la-qualita-dellaria-in-emilia-romagna-anno-2025).

