

UN'ARIA MIGLIORE PER IL BACINO PADANO

La necessità di un approccio integrato

Nonostante il miglioramento sul lungo periodo della qualità dell'aria nelle regioni del bacino padano, l'area resta una delle più problematiche per una serie di motivazioni che si intersecano (densità abitativa, presenza di attività industriali e produttive in genere, agricoltura e allevamenti intensivi, diffusione di impianti di riscaldamento a biomasse, conformazione geografica e condizioni meteo-climatiche). Il progetto Life Prepair, che ha lo scopo di studiare approfonditamente la situazione e fornire indicazioni conseguenti ai decisori politici, evidenzia la necessità di un approccio integrato, che porti avanti azioni trasversali su tutti i settori e su larga scala. Tra gli argomenti, presentiamo un'analisi del contributo delle emissioni di ammoniaca (principalmente provenienti da zootecnia e uso dei relativi reflui in agricoltura) all'inquinamento atmosferico complessivo.

Le misure di contenimento della pandemia di Covid-19 hanno fornito una situazione inedita per

lo studio degli impatti antropici sulla qualità dell'aria, di cui qui si forniscono i primi risultati.

La seconda parte di questo servizio è dedicata a un'analisi puntuale dei dati di qualità dell'aria nel periodo invernale 2019/2020 (da ottobre a marzo) in tutte le regioni del bacino padano. Se l'ultimo mese preso in analisi è stato segnato dall'effetto *lockdown*, l'andamento della stagione era stato sostanzialmente in linea con il trend di leggero miglioramento della qualità dell'aria. Sono stati comunque registrati numerosi superamenti dei limiti normativi giornalieri, soprattutto nei centri urbani, collegati a situazioni meteorologiche favorevoli all'accumulo di inquinanti in atmosfera e alla formazione di particolato secondario.

Un episodio interessante analizzato è stato quello relativo al trasporto di ingenti quantità di sabbia proveniente dalla zona del lago d'Aral, che il 28 e 29 marzo ha fatto segnare valori di PM₁₀ molto elevati in tutta l'area. (SF)

SCENARI DI QUALITÀ DELL'ARIA NEL BACINO PADANO

NELL'AMBITO DEL PROGETTO PREPAIR È STATA EFFETTUATA UNA VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN VARI SCENARI EMISSIVI ATTUALI E FUTURI. EMERGE LA NECESSITÀ DI UN'APPLICAZIONE RIGOROSA DI TUTTE LE MISURE PREVISTE DAI PIANI DI QUALITÀ DELL'ARIA REGIONALI E DAGLI ACCORDI NAZIONALI, IN UN'OTTICA INTEGRATA E DI VASTA SCALA.



Nonostante i miglioramenti registrati negli anni, il bacino del Po permane una zona di superamento degli standard di qualità dell'aria fissati dalla legislazione europea, a causa dell'elevata concentrazione in aria di particolato atmosferico (PM), ossidi di azoto (NO_x) e ozono. Nell'ambito del progetto Life-Ip Prepair (www.lifepreparepair.eu) che vede coinvolte le regioni del bacino padano e la Slovenia, è stato sviluppato un sistema di monitoraggio e valutazione della qualità dell'aria che consente di raccogliere e condividere i dati sulle emissioni, sullo stato di attuazione dei piani, sulle stazioni di monitoraggio e sulla modellistica. In questo articolo vengono descritti i risultati della valutazione preliminare della qualità dell'aria in vari scenari emissivi attuali (2013) e futuri (al 2025) ottenuti attraverso il sistema Prepair. Un rapporto più dettagliato è disponibile in Raffaelli et. al., 2020 [1].

Gli scenari emissivi

Lo scenario di riferimento (Emi2013)
Nell'ambito di Prepair è stato costruito un inventario delle emissioni che copre

l'intera area di studio comprendente il nord Italia e la Slovenia con una superficie di 135.000 km² e una popolazione di circa 28 milioni di abitanti. L'inventario, che si riferisce all'anno 2013, contiene i dati di emissione per ciascun comune, è stato ottenuto combinando gli inventari regionali e nazionali dei partner. Questo scenario (Emi2013) individua i principali contributi alle emissioni di particolato e dei suoi precursori. Le emissioni primarie di PM₁₀ sono dovute principalmente al macrosettore della combustione non industriale, con un forte contributo dalla combustione domestica della biomassa. Il secondo importante contributo deriva dal trasporto su strada, che, insieme alla combustione nelle attività produttive, rappresenta la principale sorgente delle emissioni di NO_x. L'ammoniaca, un importante precursore di PM secondario, insieme ai Cov (composti organici volatili) e agli ossidi di azoto (NO_x), viene emessa quasi interamente dalle attività agricole e zootecniche. I composti organici volatili vengono emessi principalmente dall'utilizzo di solventi.

Lo scenario della legislazione attuale (Cle2025)

Questo scenario, definito Cle2025, descrive le emissioni che si avrebbero



nel 2025 applicando le leggi e norme vigenti. Le emissioni sono state stimate applicando le riduzioni fornite dal modello italiano Gains-Italy [2] fornito da Enea. La metodologia è descritta in dettaglio nel rapporto Prepair [3].

Lo scenario dei piani (Aps2025)

Questo scenario contiene le emissioni risultanti dalla applicazione completa di tutte le misure previste dai piani di miglioramento della qualità dell'aria sommate all'applicazione della legislazione corrente, agli accordi interregionali e nazionali e alle misure dello stesso progetto Prepair. Questo scenario è stato costruito grazie ai dati raccolti dal sistema per la contabilità ambientale dei piani, la piattaforma web realizzata da Prepair nella quale i partner caricano periodicamente i dati relativi alla attuazione delle misure di riduzione delle emissioni.

Si stima che la combinazione di tutte le azioni previste in Aps2025 porterà a ridurre le emissioni dirette di PM_{10} e dei suoi principali precursori rispettivamente del 38% per il PM_{10} , del 39% per gli NO_x e del 22% per l'ammoniaca (NH_3). Questa riduzione corrisponde a un taglio di circa 30.000 tonnellate di PM_{10} primario, 150.000 tonnellate di NO_x , 54.000 tonnellate di NH_3 e 1.700 tonnellate di SO_2 .

Nella figura 1 sono mostrate le emissioni totali (t/anno) dei principali inquinanti nei tre scenari. Dalla figura si nota che, mentre nello scenario Cle2025 le misure sono applicate principalmente sul traffico (MS7) e agiscono soprattutto sugli ossidi di azoto, e in maniera minore sul PM_{10} , nello scenario Aps2025 le misure dei piani regionali e di Prepair agiscono in modo notevole sull'ammoniaca e risultano pertanto complementari all'applicazione della legislazione corrente (scenario Cle2025).

FIG. 1
EMISSIONI

Emissioni annuali in tonnellate/anno per i tre scenari e per macrosettore.

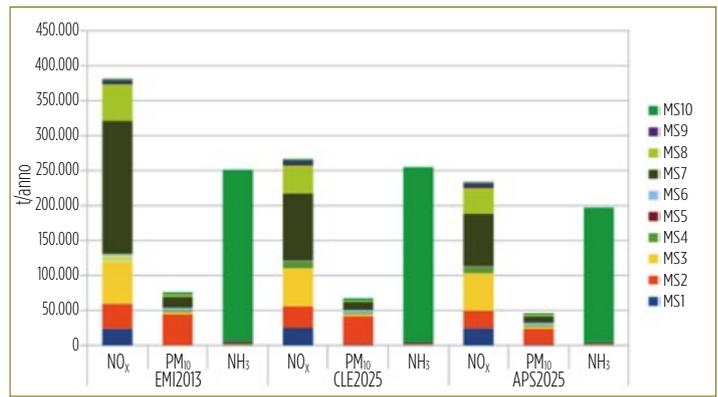


FIG. 2
STAZIONI

Le stazioni del progetto Prepair i cui dati vengono condivisi tra i partner.



La valutazione della qualità dell'aria

Scenario di riferimento Emi2013

La qualità dell'aria attesa nei tre scenari emissivi è stata valutata applicando il modello chimico di trasporto e dispersione Ninfa (https://bit.ly/ninfa_arpae) di

Arpae. Ninfa è stato integrato per un anno, con passo temporale orario e una risoluzione orizzontale di 5 km e nove livelli verticali, dalla superficie a 500 hPa, in modalità *hindcast*. I dati meteorologici di ingresso per l'anno 2016, un anno meteorologico tipico del bacino padano, sono derivati dal modello meteorologico

Cosmo-I, le condizioni al contorno dal sistema Prev'Air (www2.prevail.org). I risultati dello scenario di riferimento sono stati corretti con i dati osservati in oltre 140 stazioni appartenenti ai partner di Prepair (figura 2) e raccolti attraverso la piattaforma di condivisione dei dati appositamente realizzata.

FIG. 3
EMIZ013, PM_{10}

Scenario di riferimento, PM_{10} : a) mappa di concentrazione al suolo ($\mu g/m^3$); b) distribuzione di frequenza della concentrazione nelle stazioni di fondo.

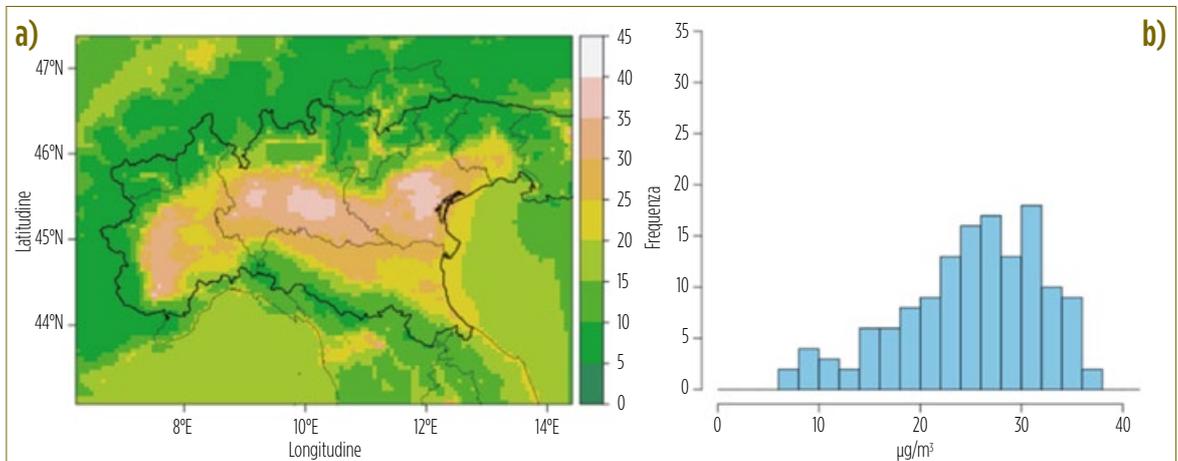
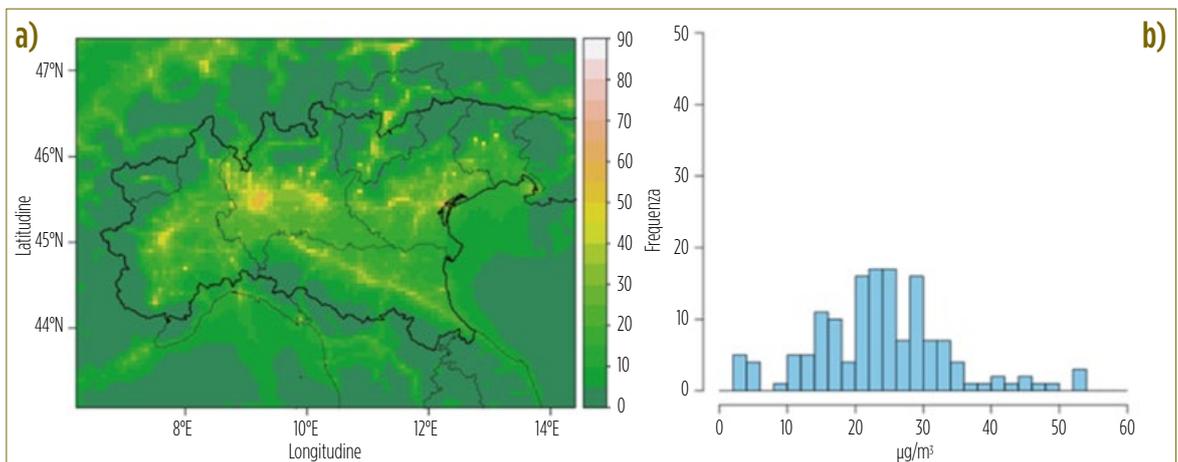


FIG. 4
EMIZ013, NO_2

Scenario di riferimento, NO_2 : a) mappa di concentrazione al suolo ($\mu g/m^3$); b) distribuzione di frequenza della concentrazione nelle stazioni di fondo.





Per stimare il rispetto del limite giornaliero di PM₁₀ è stata utilizzata una relazione statistica tra le media annuale e il numero di superamenti [4, 5], in tal modo può essere definito un valore limite equivalente di 28 µg/m³. I risultati (figura 3) nello scenario di riferimento confermano la presenza di ampie aree di superamento dei valori limite annuali per il PM₁₀ (40 µg/m³) e giornalieri (50 µg/m³ da non superare per più di 35 giorni). Inoltre in un numero considerevole di stazioni di fondo si registrano valori superiori al valore limite annuale per l'NO₂ (40 µg/m³) (figura 4).

Scenario della legislazione corrente (Cle2025)

La valutazione mostra che lo scenario emissivo che considera solo la riduzione

delle emissioni dovuta all'applicazione della legislazione corrente (Cle2025), non è sufficiente per il rispetto del valore limite giornaliero per il PM₁₀ nelle stazioni di fondo urbano, sebbene risulti una marcata riduzione della concentrazione nella parte centrale della pianura Padana. Per NO₂, la concentrazione media annua risulta inferiore al valore limite nelle stazioni di fondo, con una riduzione media di circa il 20% (figura 6).

Lo scenario dei piani (Aps2025)

Nello scenario emissivo Aps2025, comprensivo anche di tutte le azioni messe in atto nel bacino padano, le simulazioni mostrano che le aree di superamento del valore limite equivalente del PM₁₀ (28 µg/m³) si sono sensibilmente ridotte, il valore limite giornaliero sarebbe rispettato in quasi tutte le stazioni di fondo. Per l'NO₂ il valore limite annuale sarebbe rispettato in tutte le stazioni.

Lo scenario meteorologico

È ben noto che le condizioni meteorologiche influenzano la qualità dell'aria e per avere una stima indicativa del loro impatto è stata effettuata una simulazione relativa al mese di dicembre con le stesse emissioni dello scenario

base e con una meteorologia di una zona pianeggiante dell'Europa centro settentrionale, caratterizzata da condizioni di maggiore ventilazione rispetto alla pianura Padana. Anche se la simulazione si riferisce al solo mese di dicembre, l'effetto della differente meteorologia è notevole, con riduzione della concentrazione media di PM₁₀ di circa il 60%, evidenziando quindi lo "svantaggio geografico" che devono affrontare le regioni italiane del bvacino del Po per conformarsi agli standard di qualità dell'aria, se paragonate ad altre regioni e stati membri dell'Ue.

Conclusioni

Le indicazioni per i *policymakers* che derivano da questa valutazione preliminare possono essere riassunte nel modo seguente. Le politiche europee hanno un ruolo forte, ma è necessaria un'applicazione rigorosa di tutte le ulteriori misure previste dai piani di qualità dell'aria regionali e dagli accordi nazionali. Le misure legislative europee che compongono lo scenario Cle2025 agiscono principalmente sui settori dei trasporti, attraverso l'introduzione di nuovi limiti di omologazione per i veicoli

FIG. 5 CLE2025, PM₁₀

Scenario Cle2025, PM₁₀: a) mappa di concentrazione al suolo (µg/m³); b) distribuzione di frequenza della concentrazione nelle stazioni di fondo.

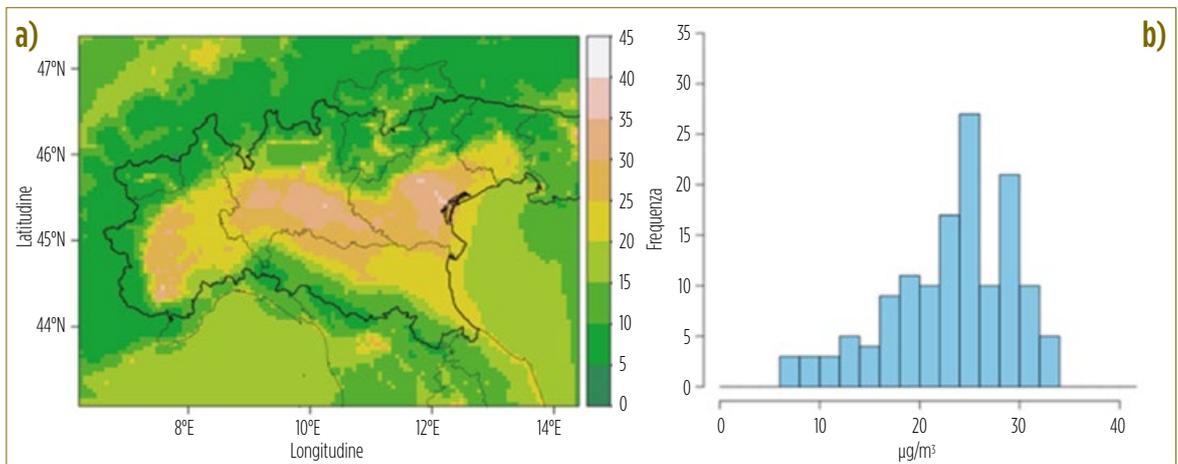
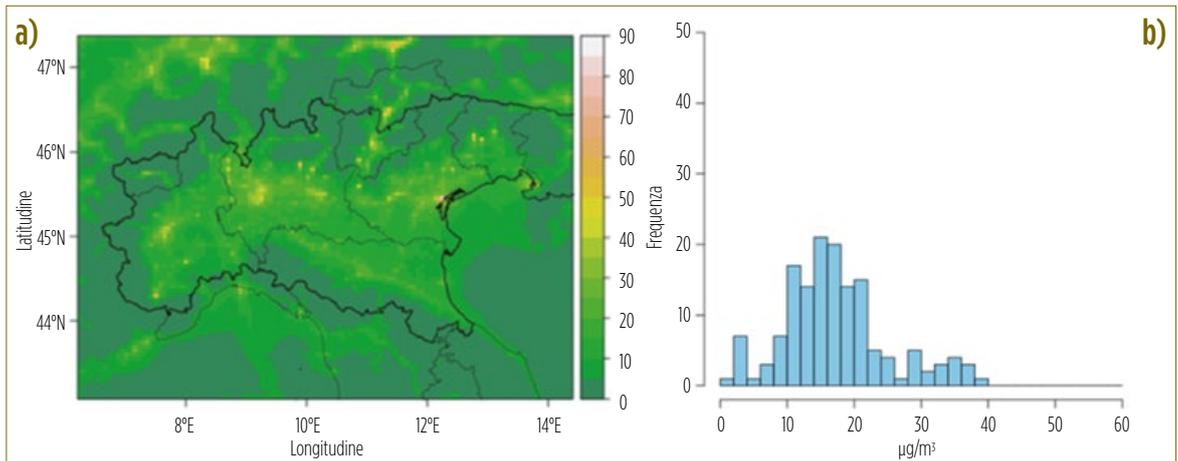


FIG. 6 CLE2025, NO₂

Scenario Cle2025, NO₂: a) mappa di concentrazione al suolo (µg/m³); b) distribuzione di frequenza della concentrazione nelle stazioni di fondo.



e la progressiva sostituzione dei motori a combustione interna con la tecnologia elettrica.

Le misure dei piani di qualità dell'aria agiscono principalmente sui settori di competenza regionale, come l'agricoltura, che produce ammoniaca. Infatti, le riduzioni dell'ammoniaca sono dovute esclusivamente alle misure attuate dai programmi regionali di sviluppo rurale (Psr). Altri settori rilevanti su cui agire sono il contenimento delle emissioni generate dalla combustione domestica della biomassa e le misure di gestione della mobilità.

È evidente che la rigorosa applicazione di queste misure ha un forte impatto socioeconomico. È quindi necessario accompagnare queste azioni con iniziative volte ad aumentarne la velocità di applicazione e a promuovere la loro accettabilità sociale. Il progetto Life-Ip Prepair svolge un ruolo importante nel supportare una più rapida diffusione delle nuove tecnologie e nel promuovere un cambio dei comportamenti individuali, al fine di accelerare l'attuazione dei piani di qualità dell'aria. Le azioni di *capacity building* devono essere ulteriormente rafforzate dagli incentivi e dalla ricerca per lo sviluppo e la diffusione di tecnologie a basse emissioni.

Per raggiungere gli obiettivi delle politiche di miglioramento della qualità dell'aria, è pertanto indispensabile che i livelli europei, nazionali, regionali e locali collaborino strettamente in un'ottica integrata e di vasta scala.

Infine, il *lockdown* dovuto alla pandemia Covid-19 consente di raccogliere dati riferiti a scenari emissivi sino a ora solo ipotizzati (come la forte riduzione del traffico stradale e la contrazione dei consumi industriali) e di utilizzarli per migliorare gli strumenti di monitoraggio

e modellistici di valutazione. Nell'ambito di Prepair è in corso un'analisi per la valutazione della qualità dell'aria durante il periodo di applicazione delle misure Covid-19 (v. articolo a p. 58).

Marco Deserti¹, Katia Raffaelli¹, Michele Stortini²

1. Regione Emilia-Romagna, Direzione generale Cura del territorio e dell'ambiente
2. Arpae Emilia-Romagna

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Raffaelli K., Deserti M., Stortini M., Amatori R., Vasconi M., Giovannini G., "Improving air quality in the Po valley, Italy: some results by the Life-Ip-Prepair project", disponibile online, www.mdpi.com/2073-4433/11/4/429.
- [2] Gains Italy Online, Air quality and greenhouse gases, disponibile online: <https://gains.iiasa.ac.at/gains/IT/index.login>
- [3] Marongiu A., Angelino E., Fossati G., Moretti M., Pantaleo A., Peroni E., Life Ip Prepair Action A.1, Emissions Data Set - Final Report, 2019, disponibile online: www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2017/06/Emissions-dataset_final-report.pdf
- [4] Deserti M., Stortini M., Minguzzi E., Maccaferri S., "Riat+, an integrated assessment tool useful for air quality planning: an application to Emilia-Romagna region", *Int. J. Environ. Pollut.*, 2019, 65, 59-70.
- [5] Stedman J.R., Kent A.J., Grice S., Bush T.J., Derwent R.G., "A consistent method for modeling PM₁₀ and PM_{2.5} concentrations across the United Kingdom in 2004 for air quality assessment", *Atmos. Environ.* 2007, 41, 161-172.

FIG. 7
CLE2025 + APS - PM₁₀

Scenario Cle2025 + Aps, PM₁₀: a) mappa di concentrazione al suolo (µg/m³); b) distribuzione di frequenza della concentrazione nelle stazioni di fondo.

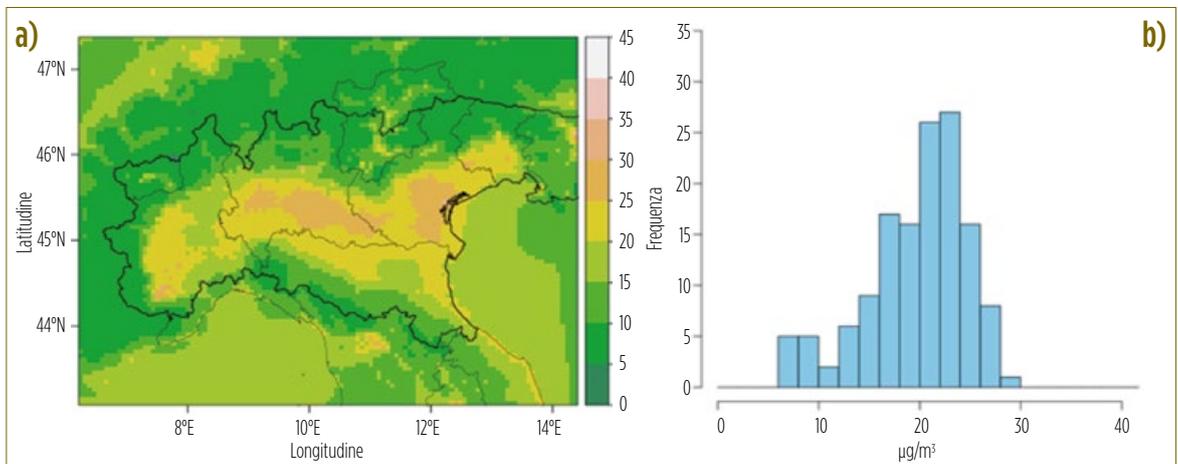
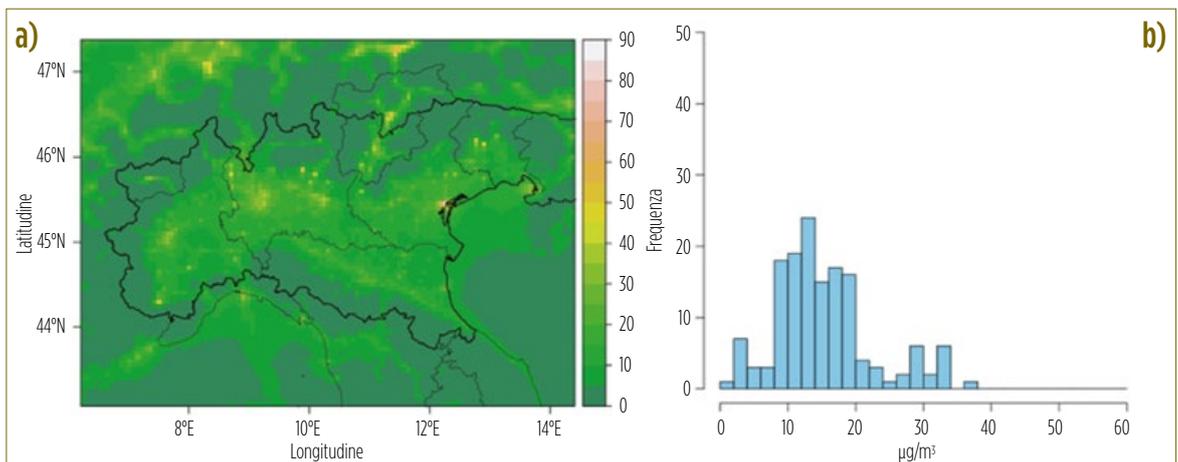


FIG. 8
CLE2025 + APS, NO₂

Scenario Cle2025 + Aps, NO₂: a) mappa di concentrazione al suolo (µg/m³); b) distribuzione di frequenza della concentrazione nelle stazioni di fondo.



ARIA E LOCKDOWN, L'ANALISI NEL BACINO PADANO

NELL'AMBITO DEL PROGETTO LIFE PREPAIR È STATO CONDOTTO UNO STUDIO PER VALUTARE L'EFFETTO DELLE MISURE DI CONTENIMENTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA. SENSIBILE RIDUZIONE PER NO₂, DIMINUIZIONE MENO MARCATA E ALTALENANTE (LEGATA AL METEO) PER IL PARTICOLATO. CONFERMATA LA NECESSITÀ DI AZIONI PLURISETTORIALI A LARGA SCALA.

Nei primi mesi del 2020, la crisi sanitaria causata dalla pandemia Covid-19 e le conseguenti misure di contenimento adottate hanno generato una drastica e repentina riduzione di alcune tra le principali sorgenti di inquinamento atmosferico. Si sono quindi create le condizioni per poter testare sul campo alcune azioni di contrasto all'inquinamento atmosferico in una delle aree più complesse d'Europa, quella del bacino padano, che purtroppo è anche tra le aree più drammaticamente colpite dall'emergenza sanitaria.

Per queste ragioni, lo *steering committee* del progetto Prepair, costituito dalle Regioni e Province autonome del bacino padano, dalle città di Bologna, Milano e Torino, dalle Agenzie ambientali del bacino padano e della Slovenia, Art-ER e Fla, ha deciso di realizzare un approfondimento *ad hoc* per valutare l'effetto delle misure di contenimento sulla qualità dell'aria.

Si è programmato di condurre l'analisi in tre fasi successive:

- prime valutazioni con dati riferiti al periodo febbraio-marzo 2020
- estensione dell'analisi al periodo successivo e affinamento delle valutazioni
- simulazione di scenario con emissioni *lockdown*.

L'impatto delle misure di contenimento sulle emissioni

Le misure restrittive hanno avuto un impatto sulla maggior parte dei settori delle attività umane che sono responsabili delle emissioni di inquinanti: un impatto differenziato a seconda del settore e crescente man mano che sono state emesse restrizioni più stringenti.

I dati sulle emissioni vengono stimati a partire dalle statistiche sulle attività che emettono gli inquinanti, come ad esempio i dati sul traffico o i consumi di combustibile per il riscaldamento. Per quanto possibile, si è cercato di



FIG. 1
EMISSIONI
BACINO PADANO

Variazioni emissive settimanali di NO_x e PM₁₀ nel bacino padano.

● NO_x
● PM₁₀

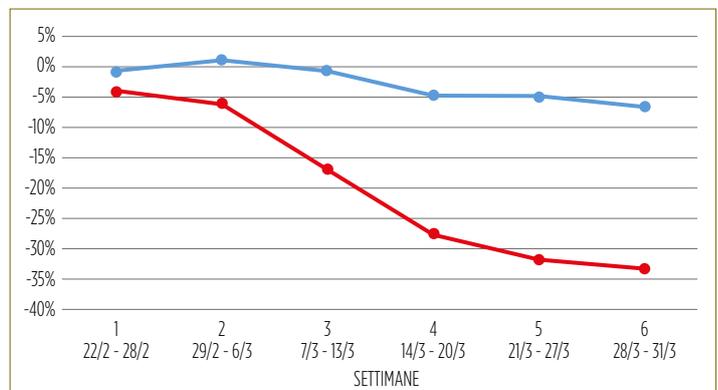
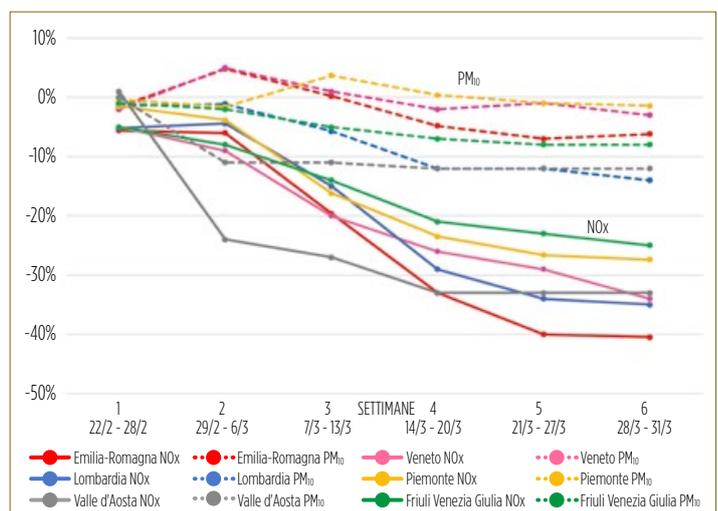


FIG. 2
EMISSIONI
PER REGIONE

Variazioni settimanali di NO_x e PM₁₀ nelle regioni.



effettuare valutazioni per ogni settore con metodologie omogenee.

Quasi tutti i dati presi in esame sono progressivamente diminuiti con l'irrigidimento delle misure di *lockdown*, con effetti più marcati sui trasporti, meno marcati nel settore industriale e produzione di energia elettrica e addirittura una lieve crescita per il riscaldamento domestico. Le emissioni derivanti dall'agricoltura e dalla zootecnia vengono considerate sostanzialmente invariate.

Nelle *figure 1 e 2* vengono riportate rispettivamente le variazioni di NOx e PM₁₀ stimate su tutto il bacino padano e sulle singole regioni.

Come si vede chiaramente dai grafici, le emissioni di NOx sono progressivamente diminuite in tutti i territori man mano che entravano in vigore le misure restrittive, raggiungendo una riduzione media di quasi il 35% su tutto il bacino, mentre le emissioni dirette di PM₁₀ sono diminuite fino a raggiungere una riduzione media del 7%.

Analisi meteorologica

La componente meteorologica è un elemento fondamentale per comprendere le dinamiche della qualità dell'aria. Elementi quali il vento e la pioggia possono influenzare la dispersione degli inquinanti. Al contrario, giornate con poco vento contribuiscono all'accumulo degli inquinanti e al conseguente peggioramento della qualità dell'aria. Le variabili meteorologiche sono un elemento di criticità per la qualità dell'aria nella pianura Padana, che tende ad avere condizioni meteo sfavorevoli alla dispersione, a causa delle caratteristiche morfologiche del bacino: chiuso a nord, ovest e sud dalle Alpi e dagli Appennini, e aperto solo a est sul mare Adriatico, a sua volta chiuso dai Balcani. Nell'analisi meteorologica condotta dal gruppo di lavoro di Prepair sono stati presi in considerazione 3 indicatori:

- **stagnazione**: individua le giornate di vento molto debole e, se elevata, crea le condizioni ideali per la concentrazione di inquinanti
- **ricircolo**: identifica i regimi di vento che mantengono gli inquinanti in un'area circoscritta, anche in questo caso una condizione favorevole all'accumulo
- **ventilazione**: è un indicatore della capacità di diluire gli inquinanti e favorirne la dispersione.

L'analisi di questi indicatori permette di individuare dei giorni favorevoli

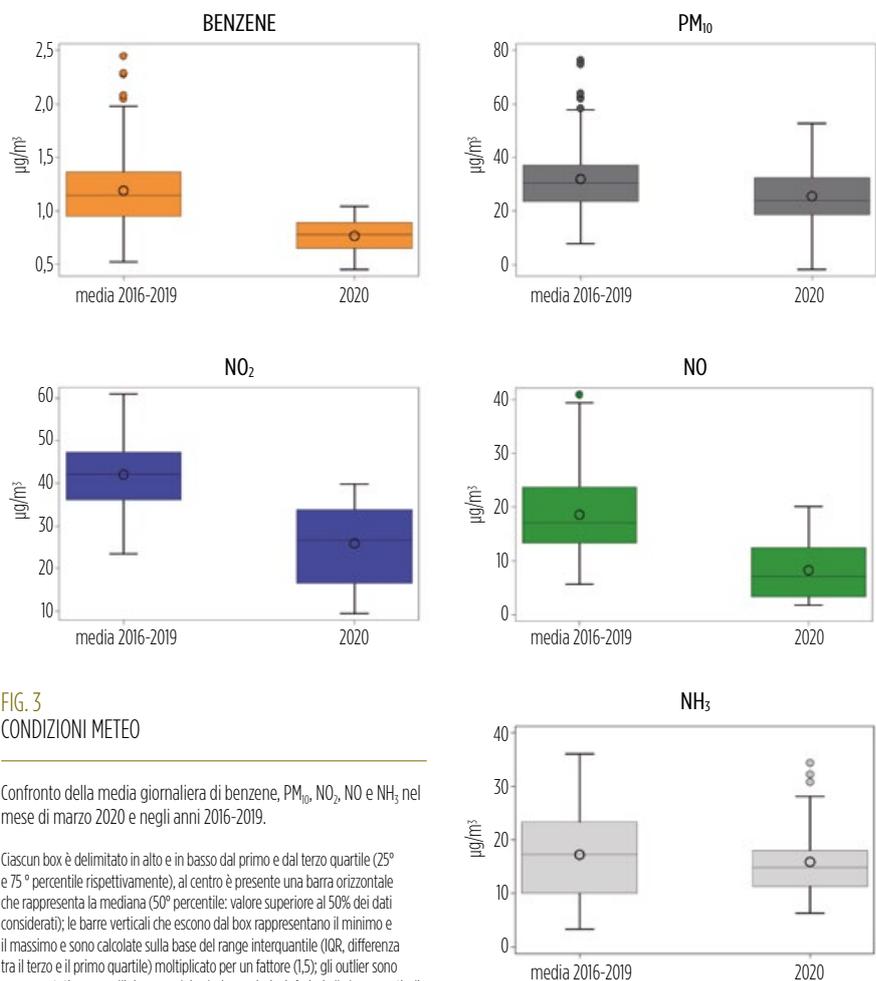
alla dispersione e dei giorni favorevoli all'accumulo.

Inoltre, a fine marzo la pianura Padana è stata teatro di un evento naturale di trasporto di una grande quantità di polvere esogena proveniente da est. Come si vede dalla *tabella 1*, il mese di marzo 2020 è stato caratterizzato nel suo complesso da condizioni meteorologiche non particolarmente favorevoli alla dispersione di inquinanti: solo 10 giorni complessivi sono favorevoli o molto favorevoli alla dispersione.

TAB. 1
CONDIZIONI METEO

Condizioni meteorologiche del mese di marzo 2020.

Giorni	Condizioni meteo
2-4 marzo	condizioni favorevoli alla dispersione
5-6 marzo	stabilità, condizioni di accumulo
7-8 marzo	buon rimescolamento, dispersione
9-12 marzo	stabilità, condizioni di accumulo
13-14 marzo	avvezione da est
15-22 marzo	stabilità, condizioni di accumulo
23-27 marzo	condizioni molto favorevoli alla dispersione
28-31 marzo	trasporto di polveri da est



L'analisi della qualità dell'aria

L'analisi di qualità dell'aria nel bacino del Po è stata condotta su 5 inquinanti: NO₂, NO, PM₁₀, PM_{2,5} e benzene, a cui si aggiunge l'ammoniaca (NH₃) laddove il numero dei dati fosse stato disponibile per le analisi. I dati sono stati raccolti su tutto il bacino padano utilizzando le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete dei partner Prepair.

I grafici di *figura 3* mostrano in modo

sintetico la distribuzione di un insieme di dati. Nella figura è riportato il confronto tra la media giornaliera di marzo 2020 e quella degli anni 2016-2019 per quanto riguarda le concentrazioni degli inquinanti oggetto dello studio.

Sulla base dei diagrammi è possibile fare alcune considerazioni:

- i valori medi di benzene e ossidi di azoto (NO, NO₂) sono nettamente diminuiti nel periodo in esame, se paragonati con i dati di controllo

- la distribuzione media di PM₁₀ non ha subito variazioni altrettanto marcate. Si nota un calo dei valori con concentrazioni più alte (i pallini isolati in alto nel diagramma), che indica una distribuzione meno centrata su valori elevati

- la media delle concentrazioni di ammoniaca (NH₃) rilevate in Emilia-Romagna (2 stazioni), Piemonte (2 stazioni) e Lombardia (10 stazioni) nel mese di marzo 2020 risulta sostanzialmente invariata rispetto al periodo 2016-2019.

L'andamento temporale

Nelle figure 4 e 5 viene mostrato l'andamento giornaliero della concentrazione media di alcuni inquinanti misurata da tutte le stazioni da traffico del bacino padano. La linea nera rappresenta la media del bacino nel trimestre gennaio-marzo 2020, la linea rosa quella del periodo 2016-2019, le linee blu punteggiate rispettivamente i valori massimi e minimi rilevati nel quadriennio (media di tutti i massimi e media di tutti i minimi).

L'andamento temporale degli inquinanti diminuisce gradualmente nel trimestre. Il decremento risulta però particolarmente evidente nel corso del mese di marzo 2020. Il confronto con il periodo medio precedente mostra, infatti, come le concentrazioni dei gas (anche del benzene qui non rappresentato) presentino valori ampiamente inferiori alla media e prossimi ai valori minimi.

L'andamento temporale del PM₁₀ è di più difficile lettura:

- si vede un brusco calo a fine febbraio, quando è stato osservato un importante rimescolamento delle masse d'aria durato alcuni giorni, e successivamente, per buona parte del mese di marzo, mantiene valori più bassi rispetto alla media 2016-2019, ma mostra comunque una diminuzione meno evidente

- i periodi con valori più alti di PM₁₀ sono spesso correlati a periodi di stagnazione e ridotto ricircolo e coincidono con valori elevati di PM_{2,5}. Il comportamento di questi due inquinanti è infatti molto simile, soprattutto nella stagione fredda,

FIG. 4
NO₂ MEDIA
STAZIONI DA
TRAFFICO

Andamento giornaliero della concentrazione media di NO₂ misurata in tutte le stazioni da traffico del bacino padano.

— 2020
- - - 2016-2019
••••• 2016-2019 max-min

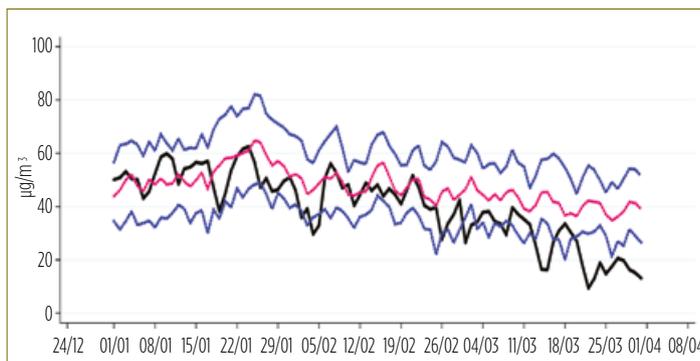
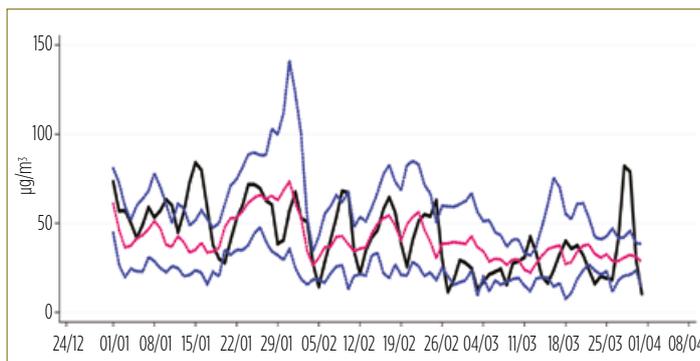


FIG. 5
PM₁₀ MEDIA
STAZIONI DA
TRAFFICO

Andamento giornaliero della concentrazione media di PM₁₀ misurata in tutte le stazioni da traffico del bacino padano.

— 2020
- - - 2016-2019
••••• 2016-2019 max-min



quando il PM₁₀ risulta composto in prevalenza da PM_{2,5}

- un importante picco di PM₁₀, in cui è scarso l'apporto di PM_{2,5}, è quello di fine marzo legato al trasporto di polveri desertiche dall'area del mar Caspio, in prevalenza caratterizzato da granulometria grossolana

- nel corso del periodo in esame sono stati registrati degli episodi di superamento del valore limite giornaliero di PM₁₀ (50 µg/m³) in due distinti periodi, entrambi caratterizzati da meteo favorevole all'accumulo: tra il 9 e il 13 e tra il 18 e il 21 marzo.

L'andamento giornaliero delle concentrazioni di ammoniaca (NH₃), qui non riportato, non è sostanzialmente influenzato dal lockdown. Questo perché l'ammoniaca deriva sostanzialmente dal settore agricolo e zootecnico, che non è stato direttamente interessato dalle misure di contenimento.

La stima dell'impatto del lockdown sulla qualità dell'aria

Per stimare l'effettivo impatto delle misure di contenimento sulla qualità dell'aria, non è sufficiente paragonare le misure registrate dalle stazioni di monitoraggio nei primi mesi del 2020 alle misure registrate negli anni precedenti.

Infatti, una primavera 2020 senza lockdown non avrebbe certamente registrato le stesse concentrazioni del 2019 né degli anni precedenti, e neppure le stesse dei primi

mesi del 2020, dato che la meteorologia – fattore cruciale per la qualità dell'aria – cambia di anno in anno e con le stagioni. Per ottenere una stima attendibile dell'effetto del lockdown è necessario confrontare lo scenario reale, dato dalle misure registrate dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, con uno scenario ipotetico no-lockdown, cioè con la situazione che si sarebbe verificata in assenza di misure restrittive.

Lo scenario no-lockdown del progetto Prepair è stato ricostruito con due modelli chimici e di trasporto: Ninfa-ER e Farm-PI, simulando la qualità dell'aria su tutto il nord Italia nei primi mesi del 2020 usando la meteorologia reale del 2020 e le emissioni attese in un anno "normale", cioè privo di lockdown.

La simulazione dei primi due mesi dell'anno, prima dell'adozione delle misure restrittive, consente di calibrare i modelli aggiustandoli ai dati osservati dalle centraline. Dopo questa fase di calibrazione, i due scenari cominciano a divergere e la differenza può essere attribuita alle sole riduzioni emissive determinate dal lockdown.

La figura 6 rappresenta le riduzioni percentuali dello scenario reale rispetto allo scenario ipotetico no-lockdown:

- per il biossido di azoto NO₂, a fine marzo le riduzioni arrivano a valori mediani sul bacino padano di circa 35-50%

- per il PM₁₀ le riduzioni sono minori, più differenziate per area geografica, più variabili nelle diverse settimane, ma raggiungono comunque una riduzione mediana del 15-30%.

Il metodo è stato sottoposto a una controprova, applicandolo al 2018: in un anno senza *lockdown* lo scenario ipotetico non dovrebbe tendere a divergere rispetto ai dati reali. La prova ha avuto un buon esito, confermando l'affidabilità e robustezza del metodo: non è stata osservata una divergenza tendenziale e gli scarti mediani tra i due scenari sono compresi tra -15% e +15%.

Conclusioni

Le principali criticità sulla qualità dell'aria nel bacino padano riguardano il superamento del valore limite annuale e giornaliero di PM₁₀ e NO₂. Questo determina rilevanti impatti sulla salute della popolazione. Il miglioramento di questi indicatori è il principale obiettivo delle politiche per la qualità dell'aria locali, regionali e del progetto Prepair. Nell'ambito di Prepair si è valutato che la piena applicazione delle misure previste dai Piani aria delle Regioni e dagli Accordi per la qualità dell'aria consentirebbe di ottenere il rispetto dei limiti su gran parte della pianura Padana, riducendo significativamente l'esposizione della popolazione. Le riduzioni emissive associate allo scenario dei piani e delle misure di Prepair sono dell'ordine del 40% per PM₁₀ e NO_x e del 20% per l'ammoniacca (NH₃). I risultati delle analisi sul periodo di *lockdown* sono una irripetibile occasione per verificare la validità di queste premesse e confrontarle con i dati di riduzione delle emissioni e concentrazioni in una inedita condizione di contrazione generalizzata delle attività umane. Per quanto riguarda i dati sulle emissioni per il mese di marzo 2020 è possibile fare le seguenti considerazioni:

- le emissioni di NO_x hanno avuto un decremento comparabile a quello previsto dai piani, con un massimo settimanale dell'ordine del 40% e andamenti simili nelle varie regioni
- le emissioni di PM₁₀ (primario) hanno avuto un decremento massimo settimanale dell'ordine del 14%, sensibilmente inferiore a quello previsto dai piani, con andamenti diversificati nelle varie regioni
- come prevedibile, le emissioni di ammoniacca non risultano ridotte, in quanto le attività agricole/zootecniche non hanno subito variazioni durante il *lockdown*. Piccole variazioni sono dovute al traffico (marmitte catalitiche).

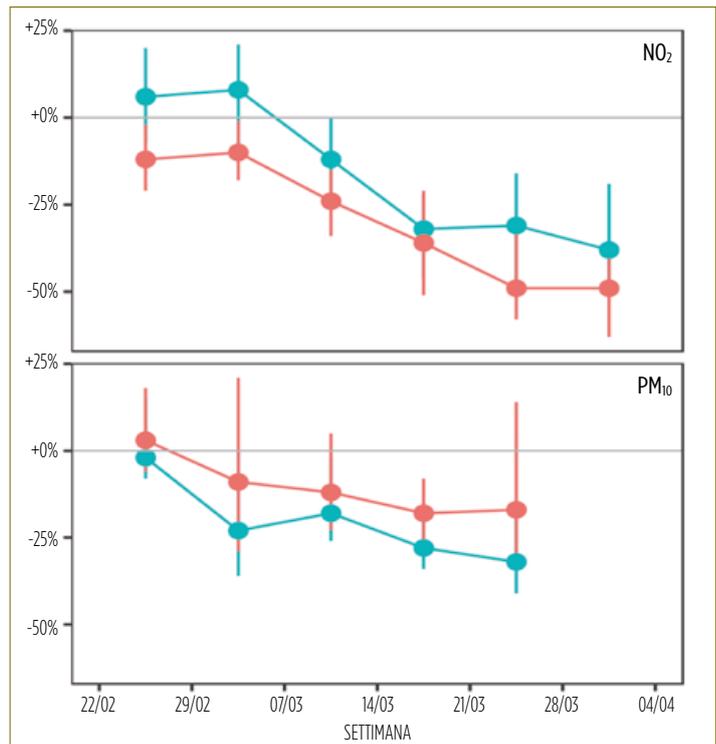
Sul fronte delle concentrazioni di inquinanti, e quindi della qualità dell'aria che respiriamo, coerentemente con il quadro delle emissioni, nel mese di marzo 2020 i gas (NO, NO₂ e benzene) hanno

FIG. 6
SCENARIO
NO-LOCKDOWN

Riduzione percentuale tra scenario reale e scenario no-lockdown.

MODELLO

- FARM_P
- NINFA



subito decrementi importanti, se paragonati al periodo medio 2016-2019. La concentrazione di particolato invece, mostra una diminuzione meno marcata e altalenante. Pur registrando una riduzione, il PM₁₀ si mantiene all'interno della variabilità degli anni precedenti (2016-2019), con un andamento temporale che non segue l'andamento dei gas, mentre risulta invece coerente con la frazione PM_{2,5}. Entrambi questi dati evidenziano ancora una volta la complessa dinamica del particolato e delle relazioni tra emissioni primarie, emissioni di precursori (quali NO_x e NH₃) e le condizioni climatiche che determinano sia il trasporto e la dispersione delle polveri, sia i processi fotochimici che trasformano i precursori in particolato secondario (che costituisce circa il 70%). Questa dinamica, anche in presenza di emissioni ridotte, è fortemente influenzata dalle condizioni meteorologiche sfavorevoli, che possono determinare un aumento delle concentrazioni di particolato fino a produrre il superamento dei valori limite, seppure di intensità molto inferiore rispetto a quella che si avrebbe in condizioni normali. Attualmente si possono ipotizzare alcune delle possibili cause della minore riduzione del particolato rispetto alla componente gassosa, ma occorrono informazioni legate alla chimica del particolato per verificare queste ipotesi:

- le emissioni di PM₁₀ primario non sono state sufficientemente ridotte, a causa in particolare delle emissioni dovute al riscaldamento degli ambienti

- alcuni precursori, principalmente (NH₃) non sono diminuiti. La miscela dei gas precursori potrebbe essere rimasta tale da mantenere un elevato potenziale di produzione di secondario anche in presenza di proporzioni variate (meno NO_x, NH₃ costante)
- l'elevata insolazione di marzo ha aumentato la produzione di particolato secondario di origine fotochimica. Nelle fasi seguenti dello studio, che prenderanno in esame i periodi successivi al primo trimestre del 2020, verranno verificate queste ipotesi in base ai dati derivanti dalle analisi chimiche previste all'interno del progetto Prepair, che permetteranno di comprendere se e come la composizione del particolato, soprattutto del secondario, sia cambiata. Questi primi risultati sembrano confermare l'efficacia della strategia dei piani di qualità dell'aria delle Regioni del bacino del Po, incentrati su interventi plurisettoriali e multi-inquinante a larga scala. In particolare, mostrano che riduzioni delle emissioni di NO_x dell'ordine del 40% sembrano sufficienti per il raggiungimento degli obiettivi europei sugli ossidi di azoto, mentre una riduzione delle emissioni di PM₁₀ primario dell'ordine del 14%, può non essere sufficiente, nelle condizioni meteorologiche di stagnazione tipiche della pianura Padana, a garantire il rispetto dei valori limite. È inoltre necessario agire anche sulle emissioni dei precursori come l'ammoniacca, principalmente prodotta dalle attività agricole e zootecniche.

a cura del gruppo di lavoro **Life Prepair**

PROGETTO LIFE PREPAIR: A CHE PUNTO SIAMO

IL PROGETTO LIFE PREPAIR PREVEDE UNA SERIE DI AZIONI INTEGRATE INTERREGIONALI DI BACINO PADANO PER LA QUALITÀ DELL'ARIA, METTENDO IN RETE DATI E MODELLI. LE ATTIVITÀ STANNO RIGUARDANDO MOLTI AMBITI SPECIFICI, COME L'AGRICOLTURA, L'USO DELLE BIOMASSE LEGNOSE, L'EFFICIENZA ENERGETICA, I TRASPORTI.

Il tema della qualità dell'aria nella pianura Padana è da molti anni un argomento critico: il progetto Prepair (*Po Regions engaged to policies of air*), finanziato nell'ambito del Programma Life dell'Unione europea, mira a realizzare azioni nel bacino padano e in Slovenia al fine di migliorare la qualità dell'aria nel rispetto della normativa europea e nazionale. Il progetto nasce per supportare l'implementazione di alcune delle misure incluse nei Piani regionali e negli Accordi di bacino stipulati negli ultimi anni, rafforzando in questo modo efficacia, sostenibilità e durabilità dei risultati grazie agli sforzi coordinati di 18 partner impegnati a implementare azioni su 6 assi tematici: valutazione e monitoraggio, agricoltura, biomasse, efficienza energetica, trasporti e comunicazione.

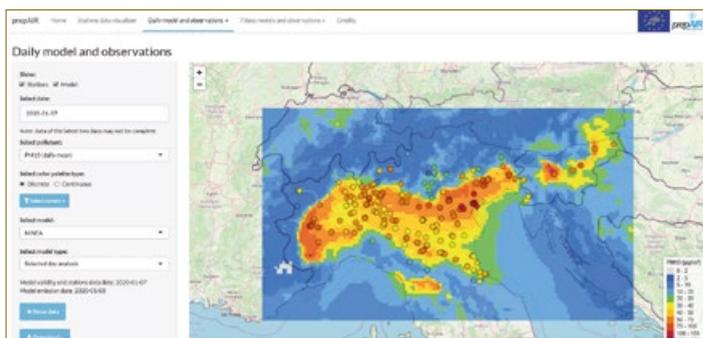
Prepair costituisce anche un interessante esempio di *governance* multilivello per la tutela ambientale, in cui enti territoriali di diverso livello (Regioni, Province, Città), in stretta sinergia con la Commissione europea che finanzia il 60% del progetto, mettono insieme le proprie competenze non soltanto dal punto di vista istituzionale, ma anche dal punto di vista tecnico-scientifico, portando avanti e valutando insieme le azioni integrate su una scala geografica ampia e su una problematica come quella della qualità dell'aria che, come noto, non conosce confini amministrativi e presenta analoghe criticità per quanto riguarda il rispetto dei limiti degli inquinanti, fissati dalla normativa, nell'intero bacino padano.

Avviato nel febbraio 2017, il progetto è entrato nel quarto anno di attività – terminerà nel 2024 – e in questa prima parte della sua implementazione ha visto sia l'avvio di tutte le sue azioni più significative, sia il conseguimento di una prima importante serie di obiettivi e risultati che qui si vogliono presentare. Le azioni relative alla valutazione e al monitoraggio hanno consentito di

FIG. 1
DATI

Esempio di condivisione e gestione dei dati comuni all'intero bacino padano esteso alla Slovenia.

Fonte: dataset Life Prepair



mettere a sistema gli strumenti già utilizzati dalle singole agenzie ambientali realizzando infrastrutture di condivisione e gestione dei dati comuni all'intero bacino padano esteso alla Slovenia. (figura 1).

Le attività di progetto hanno portato all'elaborazione di un dataset condiviso delle emissioni, utilizzato come dato di ingresso per i modelli di previsione della qualità dell'aria italiani e sloveni. Il sistema implementato per la contabilità ambientale dei Piani, ha permesso di realizzare un catalogo completo delle 382 misure previste dai Piani di qualità dell'aria, dagli accordi tra Regioni e Governo centrale e dal progetto stesso. Il sistema viene utilizzato per il monitoraggio dello stato di attuazione delle misure di miglioramento della qualità dell'aria e fornisce i dati necessari alla realizzazione di specifici scenari emissivi legati alla attuazione delle misure dei Piani (figura 2).

È inoltre attiva una piattaforma comune per la condivisione dei dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio e delle valutazioni modellistiche. È stato inoltre messo a punto un protocollo per la gestione in rete di stazioni speciali per la determinazione della composizione chimica del PM_{10} . Il modello Riat+ per la valutazione costi-benefici delle misure di miglioramento è nella fase finale di implementazione sull'intero bacino padano.

Riat+ comprende un modello sorgente-recettore e dal set di dati delle misure

dei Piani e potrà essere applicato per lo *screening* di diverse ipotesi di scenari emissivi e l'individuazione di ulteriori misure ottimali necessarie per raggiungere gli obiettivi di miglioramento di qualità dell'aria.

Per quanto riguarda l'asse tematico dell'agricoltura, Prepair porta avanti due azioni. La prima riguarda la gestione degli allevamenti e dei reflui zootecnici e intende sviluppare un modello di valutazione delle emissioni comune per l'intero bacino padano, da utilizzare da parte della singola azienda per minimizzare l'impatto delle proprie attività o dalle autorità nell'ambito delle autorizzazioni o, su una scala più ampia, per la valutazione di politiche settoriali. In questi anni è stato sviluppato un primo segmento del "Bat-tool" – il modello di valutazione delle emissioni ad accesso libero (<https://bat-tools.datamb.eu>) – che si rivolge innanzitutto agli allevamenti soggetti ad Aia che devono effettuare monitoraggi e riesami delle autorizzazioni in seguito all'uscita delle migliori tecniche disponibili (*Bat conclusions*) europee. I parametri del modello si basano sugli ultimi documenti di riferimento disponibili a livello europeo.

La seconda azione invece vuole promuovere modalità più sostenibili di utilizzo dei fertilizzanti per ridurre le emissioni, con l'identificazione delle migliori tecniche rispetto alle tipologie di coltivazione in atto. Nella prima fase

del progetto sono state realizzate prove sperimentali per determinare il rilascio in atmosfera di ammoniaca in diverse condizioni colturali.

Anche il tema delle biomasse legnose è tra quelli più qualificanti del progetto Prepair: gli studi scientifici sull'uso della legna come fonte energetica evidenziano come, in determinate condizioni, gli impatti delle emissioni di questa sorgente sulla qualità dell'aria e gli effetti potenzialmente pericolosi per la salute della popolazione esposta, sia all'interno delle abitazioni sia all'esterno, siano molto importanti. Il riscaldamento domestico a legna e a pellet, in particolare, è responsabile nel bacino padano di quasi la metà delle emissioni totali di polveri sottili primarie (PM₁₀ e PM_{2,5}), per una buona parte attribuibile agli apparecchi più vecchi, quali caminetti aperti e stufe tradizionali, che spesso sono poco efficienti e molto inquinanti. Prepair ha portato avanti diverse azioni che hanno coinvolto, per esempio, gli installatori e i manutentori di impianti domestici a biomasse, che hanno un ruolo importante per supportare i cittadini verso una corretta gestione dei piccoli impianti domestici a biomassa. Oltre alle azioni rivolte ai tecnici, nel corso del 2019 è stata anche realizzata un'indagine con l'obiettivo di aggiornare all'anno 2018 le stime sui consumi di biomasse legnose impiegate in ambito residenziale nel territorio del bacino padano.

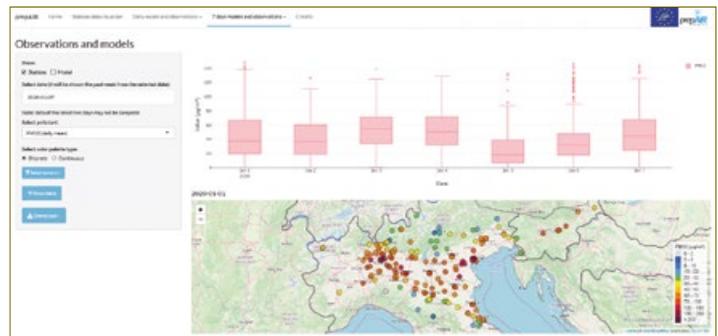
L'efficienza energetica è un altro degli ambiti di azione che Prepair porta avanti puntando, per quanto riguarda gli edifici privati (condomini in particolare) sul rafforzamento delle capacità e delle competenze di figure professionali che operano nella filiera con corsi specialistici, mentre per gli edifici pubblici il progetto ha agito sul fronte dell'informazione delle opportunità di investimento, e della formazione sull'utilizzo dei Cam (Criteri ambientali minimi). Per quanto riguarda i processi produttivi, Prepair ha attivato un'azione specifica che attraverso l'analisi dei consumi energetici e l'approfondimento di specifici casi-studio porterà alla redazione di linee guida (Mini Bref) per la promozione dell'efficienza energetica in vari settori produttivi.

Anche il settore dei trasporti è tra le principali fonti emittive nel bacino padano. Con Prepair sono stati realizzati corsi specialistici per amministratori e funzionari pubblici per promuovere la diffusione della mobilità ciclistica, oltre

FIG. 2
MODELLISTICA

Esempio di scenari emissivi legati alla attuazione delle misure dei Piani.

Fonte: dataset Life Prepair



ad azioni di sensibilizzazione sul tema promosse dalla Polizia municipale nelle scuole. Il progetto sta inoltre realizzando una azione per rafforzare la dotazione di "bici-stazioni" sul territorio e di mappare puntualmente le infrastrutture in punti cardine per l'intermodalità, come le stazioni ferroviarie. Sul fronte della mobilità elettrica saranno a breve attivate azioni di formazione per gli amministratori locali e attraverso un'azione dimostrativa si valuterà la fattibilità tecnica ed economica della conversione della flotta autobus alimentata a diesel. Ancora, è in corso l'analisi della logistica merci in ambito urbano ed extra-urbano, che porterà allo sviluppo di un modello di gestione per l'ottimizzazione dei carichi. Anche le soluzioni tecnologiche per promuovere l'utilizzo del trasporto pubblico e le modalità di guida ecologica sono allo studio da parte del progetto e verranno implementate nei prossimi anni. Nei progetti Life viene data grande centralità alle attività di comunicazione nei confronti sia dei cittadini che di specifiche categorie, perché in ambito ambientale è fondamentale aumentare le conoscenze e la consapevolezza delle persone in maniera chiara, ma al contempo tenendo conto della complessità che spesso caratterizza le questioni ambientali. In questi anni anche Prepair ha valorizzato l'aspetto comunicativo con eventi pubblici sia a livello nazionale che internazionale. Tra le attività di comunicazione più significative si può ricordare l'indagine che ha investigato il livello di percezione e di consapevolezza dei cittadini del bacino padano sul tema della qualità dell'aria e, in particolare, sui fattori ritenuti come i maggiori responsabili dell'inquinamento atmosferico. A fine 2018 ha preso avvio la campagna di comunicazione "Brucia bene la legna. Non bruciarti la salute", con cui si cerca di fornire al vasto pubblico informazioni e indicazioni utili sul corretto comportamento da adottare nei confronti dell'utilizzo corretto della legna per il riscaldamento domestico. Le attività consistono nella

realizzazione e diffusione di materiale informativo, incontri pubblici nei territori e una massiccia campagna di sensibilizzazione sui social network. Con l'iniziativa *Prepared!* sono stati testati e implementati percorsi formativi rivolti al rafforzamento delle conoscenze nel sistema scolastico (insegnanti e studenti) sui temi della qualità dell'aria, attraverso una combinazione di strumenti di apprendimento formale e non formale all'interno di un percorso educativo condiviso.

Prepair ed emergenza Covid-19

In occasione della crisi sanitaria connessa al Covid-19 scoppiata nei primi mesi del 2020, Prepair ha aggiunto, fra le sue attività progettuali, anche lo studio degli effetti delle misure previste dai cosiddetti Dpcm "Io resto a casa" sulla qualità dell'aria nell'intero bacino padano. Si tratta di un'occasione pressoché unica per studiare le dinamiche dell'inquinamento atmosferico locale su una scala geografica così peculiare come il bacino padano in una fase così prolungata di riduzione delle più significative fonti emittive e al contempo l'ampia base di dati raccolti sarà resa disponibile per approfonditi studi ambientali ed epidemiologici legati agli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute, anche con riferimento alla pandemia Covid-19. I primi risultati sono presentati nell'articolo a pag. 58.

Katia Raffaelli¹, Alberto Suppa²

1. Regione Emilia-Romagna, Direzione generale Cura del territorio e dell'ambiente
2. Regione Lombardia, Direzione generale Ambiente e clima

AMMONIACA E FORMAZIONE DI PARTICOLATO SECONDARIO

DIVERSI STUDI CONFERMANO CHE UNA PARTE IMPORTANTE DEL PM_{10} NEL BACINO PADANO È COMPOSTA DA PARTICOLATO SECONDARIO. RILEVANTE RISULTA ESSERE LA COMPONENTE INORGANICA (SOLFATO E NITRATO DI AMMONIO). TRA I PRECURSORI PIÙ IMPORTANTI, L'AMMONIACA PRODotta DALLO SPANDIMENTO AGRICOLO DI LIQUAMI DA ZOOTECNIA.

L'analisi dei dati di composizione del particolato da parte delle Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente, condotto nell'ambito di diversi progetti realizzati nel corso degli ultimi anni, ha evidenziato che una percentuale importante del PM_{10} nel bacino padano è composta da particolato secondario, cioè da particolato che si forma in atmosfera in seguito a reazioni a partire da altre sostanze. Particolarmente rilevante, al riguardo, risulta essere la componente secondaria inorganica (solfato e nitrato di ammonio). Ad esempio, il progetto Supersiti di Arpa Lombardia (www.arpalombardia.it/Pages/Aria/Aria-Progetti/Progetto-Supersiti.aspx) ha evidenziato che durante i mesi invernali la concentrazione di nitrato e solfato di ammonio può superare anche il 40% del totale della massa rilevata nell'intero periodo a Milano, con contributi persino superiori al 60% durante gli episodi acuti. Risultati simili sono stati riscontrati a Bergamo, Mantova, Pavia, Brescia. A Schivenoglia, stazione rurale in provincia di Mantova, nel semestre invernale 2018-2019 il contributo del secondario inorganico è risultato pari al 47% del totale della massa di PM_{10} , con picchi superiori al 75% durante gli episodi acuti.

Un ruolo ancora maggiore è giocato dalla componente secondaria inorganica sulle concentrazioni di $PM_{2,5}$, dato che la gran parte di tale componente ricade proprio nella frazione più fine del particolato. Anche il progetto Supersiti di Arpa Emilia-Romagna (www.supersito-er.it) ha evidenziato risultati simili nel corso degli anni: nei mesi invernali il nitrato e il solfato d'ammonio esprimono mediamente il 40-45% della massa del $PM_{2,5}$ nel sito urbano di Bologna (arrivando al 60% durante gli eventi acuti di particolato atmosferico) e oltre il 50% nel sito rurale di S. Pietro Capofiume (BO). I precursori del solfato e del nitrato

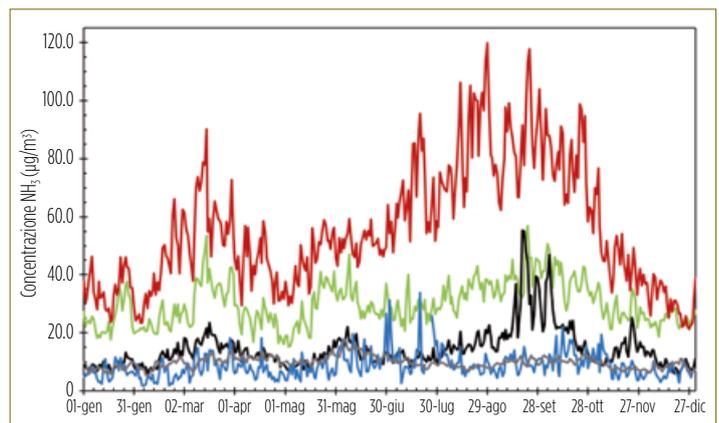


FOTO: F. DELL'AVOLA - REGIONE ER

FIG. 1
AMMONIACA

Concentrazioni giornaliere di ammoniaca, ottenute come medie dal 2007 al 2018, misurate in 5 stazioni di rilevamento della qualità dell'aria di Arpa Lombardia.

— Bertonico
— Corte de Cortesi
— CR-Gerre Borghi
— Schivenoglia
— MI-Pascal



di ammonio sono in gran parte riconducibili, con una catena di reazioni più o meno complessa, agli ossidi di zolfo, agli ossidi di azoto e all'ammoniaca. I dati degli inventari delle emissioni evidenziano:
- la prima fonte di emissione per gli ossidi di azoto nel traffico, in particolare diesel, seguita dal contributo dei processi produttivi

- la prima sorgente di ossidi di zolfo nel contributo industriale
- la prima sorgente di ammoniaca nel macrosettore agricolo e in particolare nel comparto zootecnico. Secondo i risultati del dataset prodotto nell'ambito del progetto Life Prepair (www.lifeprepare.eu), nel bacino padano circa il 97% delle emissioni di ammoniaca deriva dall'agricoltura e dalla zootecnia.

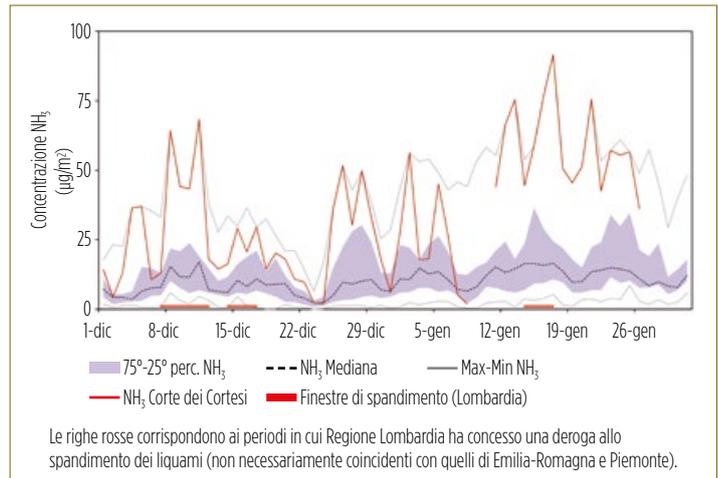
Una componente importante di queste emissioni è dovuta allo spandimento di liquami di origine zootecnica effettuata per concimare i terreni.

L'importanza delle emissioni in atmosfera derivanti dal comparto agricolo sulle concentrazioni di ammoniaca è confermata dalle misure di concentrazione di questo gas effettuate nelle stazioni di rilevamento. In particolare, come si può osservare in *figura 1*, dove viene mostrata la concentrazione media giornaliera nel periodo 1 gennaio-31 dicembre mediando i valori rilevati nel decennio 2007-2018 in cinque stazioni della rete lombarda, le maggiori concentrazioni si misurano nella postazione di Corte dei Cortesi, in prossimità di un allevamento di suini. Concentrazioni elevate, per quanto inferiori, si misurano anche a Bertonico, situata in un'area con importanti attività zootecniche e agricole, sebbene non direttamente prospiciente a un allevamento come nel sito di Corte dei Cortesi. Le concentrazioni misurate a Milano sono invece molto inferiori. Le massime concentrazioni di ammoniaca in aria si rilevano nei periodi in cui vengono effettuati più frequentemente gli spandimenti di liquami (febbraio-marzo e agosto-settembre) e non invece nei periodi con le condizioni meteorologiche più sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti atmosferici (dicembre-gennaio).

Nel corso dell'inverno 2019-2020, dopo un mese di novembre particolarmente piovoso, sono state concesse, in base a specifica circolare del ministero delle Politiche agricole, alimentari e forestali, finestre di spandimento dei liquami anche nei mesi di dicembre e gennaio. Le modalità con le quali sono stati autorizzati gli spandimenti sono state diverse nelle varie regioni. In Lombardia sono stati individuati periodi continuativi di 4 o 5 giorni (finestre), nei quali era autorizzato lo spandimento sulla base di uno specifico bollettino straordinario, distinto nelle 6 zone pedoclimatiche in cui è suddiviso il territorio regionale. In Emilia-Romagna, le finestre nelle quali era autorizzato lo spandimento sono state diversificate da comune a comune, in base a una valutazione delle condizioni del terreno e comunicate attraverso l'emissione di un bollettino settimanale. In tal modo, l'utilizzo agronomico di effluenti zootecnici è variato nello spazio e nel tempo. Per valutare gli effetti degli spandimenti durante i mesi di dicembre 2019 e gennaio 2020, caratterizzati da diversi

FIG. 2 SPANDIMENTI

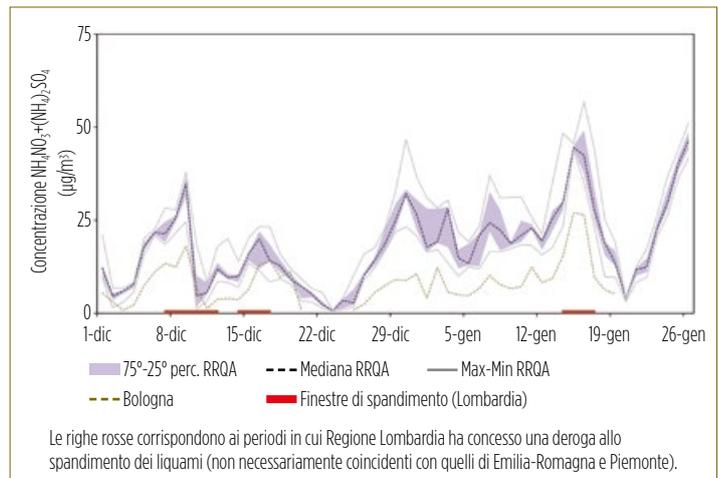
Distribuzione delle concentrazioni di ammoniaca misurate in stazioni di rilevamento della qualità dell'aria in Lombardia, Emilia-Romagna e Piemonte nel mese di dicembre 2019 e gennaio 2020.



Le righe rosse corrispondono ai periodi in cui Regione Lombardia ha concesso una deroga allo spandimento dei liquami (non necessariamente coincidenti con quelli di Emilia-Romagna e Piemonte).

FIG. 3 NITRATO E SOLFATO DI AMMONIO

Andamento della distribuzione statistica delle concentrazioni di nitrato e solfato di ammonio nei siti Milano Senato, Pascal, Lodi, Schivenoglia e Torino (Rrqa), messi a confronto con la stazione di Bologna (fondo urbano).



Le righe rosse corrispondono ai periodi in cui Regione Lombardia ha concesso una deroga allo spandimento dei liquami (non necessariamente coincidenti con quelli di Emilia-Romagna e Piemonte).

episodi di accumulo di particolato, con il frequente superamento del valore limite sulla media giornaliera di PM₁₀ di 50 µg/m³, è stata effettuata una prima analisi dei dati delle regioni del bacino padano. I dati sono stati raccolti e condivisi nell'ambito del progetto Life Prepair. I dati della regione Lombardia provengono dalle stazioni di rilevamento del progetto ammoniaca (www.arpalombardia.it/Pages/Aria/Aria-Progetti/Progetto-Ammoniaca.aspx) e ancora dal progetto Supersiti, a cui si aggiungono i dati di ammoniaca rilevati dalle postazioni lombarde, emiliano-romagnole e piemontesi.

Le prime elaborazioni evidenziano, in molti casi, valori di ammoniaca in aria più elevati durante i periodi di deroga al divieto di spandimenti sul territorio lombardo, anche se innalzamenti sono stati registrati nelle stazioni più prossime alle attività agricole pure in altre giornate, indice dell'importanza dell'insieme delle attività di questo comparto (*figura 2*). Si sono poi considerati i dati relativi alla composizione chimica del PM₁₀ rilevati a Milano (sia nella stazione di fondo

di via Pascal, sia in quella da traffico di Senato), Torino Lingotto (fondo), Lodi Sant'Alberto (fondo), Schivenoglia, in area rurale in provincia di Mantova (fondo) e Bologna (fondo urbano). I risultati evidenziano che la concentrazione di nitrato e solfato di ammonio nel periodo indagato varia di giorno in giorno, pur con elevata correlazione tra le stazioni (dovuta in particolare alla modulante meteorologica). I valori delle sole componenti nitrato e solfato di ammonio in più giorni e in più stazioni superano i 30 µg/m³, arrivando in qualche caso anche a superare direttamente il limite di 50 µg/m³. I massimi sono osservati nella stazione di Schivenoglia, ma concentrazioni superiori a 40 µg/m³ si misurano in più giorni anche a Milano, Torino e Lodi; i valori minimi si registrano nella stazione di fondo urbano di Bologna, situata nella parte più orientale del bacino (*figura 3*). Anche il rapporto tra la componente inorganica e il PM₁₀ totale varia da un giorno all'altro, evidenziando un contributo della componente inorganica pari mediamente al 33% del totale del PM₁₀ rilevato, che arriva,

soprattutto durante gli episodi a più alto inquinamento, anche a più del 50% del totale (figura 4).

La sola eccezione al riguardo è quella del 1 gennaio dove, invece, pur in presenza di concentrazioni di PM₁₀ elevate, prevale il contributo dei botti di Capodanno (come evidenzia anche l'analisi dell'andamento giornaliero, non riportato in questo articolo).

Nel sito di Bologna, invece, non si riscontra un andamento del nitrato e solfato di ammonio così chiaramente legato ai periodi di deroga (figura 5). L'andamento dell'ammoniaca misurata nella stazione rurale di S. Pietro Capofiume (BO) rimane pressoché costante per tutto il periodo, con valori molto bassi (medie tra 7 e 9 µg/m³ per i mesi di dicembre e gennaio) e, anche se si sono registrati diversi giorni di superamento dei limiti di PM₁₀, questi non risultano sempre coincidenti con i periodi di deroga agli spandimenti. La componente secondaria inorganica mantiene anche in questo periodo una buona correlazione (r>0,96) con l'andamento del PM₁₀ totale.

I risultati presentati non devono essere interpretati come una prova diretta della relazione causa-effetto tra le emissioni di ammoniaca da agricoltura e formazione di particolato secondario, che, come è noto, è dipendente anche dalle emissioni di ossidi di azoto. Ciò nonostante, nell'area lombarda, confermano sia l'importanza della componente secondaria inorganica sui superamenti di PM₁₀, sia i legami esistenti tra emissioni di alcuni comparti agricoli e l'ammoniaca, che nella formazione di questa componente gioca un ruolo fondamentale.

L'assenza di picchi nei valori di ammoniaca, di contro, non esclude che si formi comunque particolato secondario inorganico in quantità importanti, che viene rilevato anche a distanze notevoli dalle zone di eventuale emissione, come a Bologna, in cui nitrato e solfato d'ammonio sono circa il 20% della massa del PM₁₀ nel bimestre considerato. Si sono tuttavia registrati superamenti del valore limite del PM₁₀ giornaliero anche con bassi valori di concentrazione di ammoniaca, compresi tra i 4 e gli 11 µg/m³ (come media giornaliera a S. Pietro Capofiume tra dicembre e gennaio). Anche a bassa concentrazione l'ammoniaca è comunque presente in quantità sufficiente a garantire, nelle giuste condizioni ambientali, la formazione di sali azotati. Il processo è condizionato da temperatura, umidità,

FIG. 4
NITRATO E SOLFATO DI AMMONIO RISPETTO AL PM₁₀

Percentuale tra nitrato e solfato di ammonio rispetto al PM₁₀. Confronto tra la statistica delle stazioni Milano Senato, Pascal, Lodi, Schivenoglia e Torino e, separatamente, della stazione di Bologna.

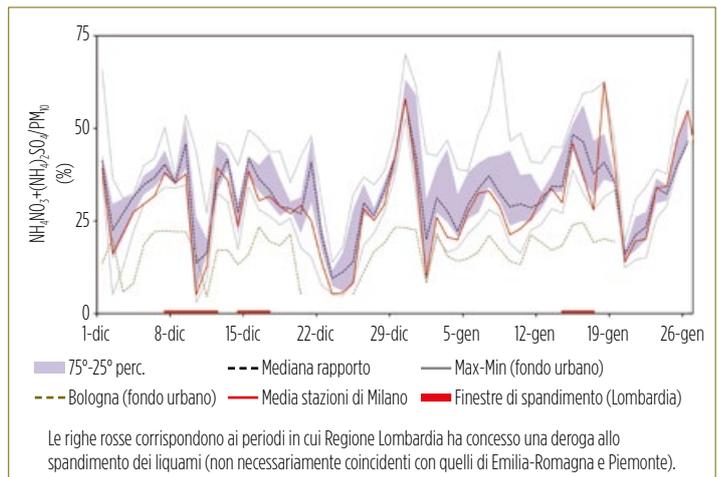
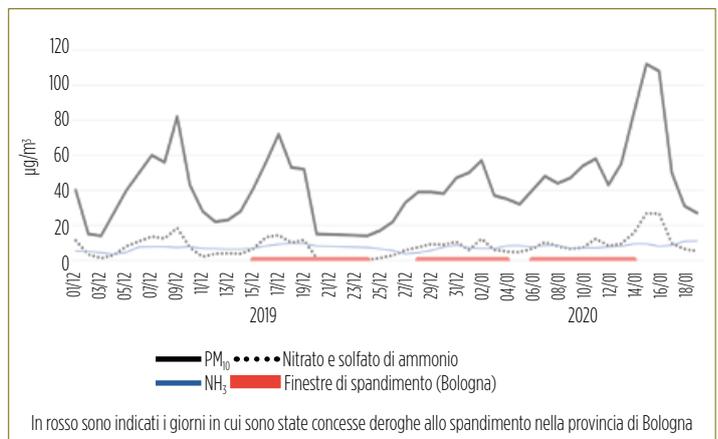


FIG. 5
NITRATO E SOLFATO DI AMMONIO A BOLOGNA

Concentrazioni di PM₁₀, nitrato d'ammonio e solfato d'ammonio misurate nella stazione di monitoraggio di Bologna (fondo urbano) e concentrazione di ammoniaca misurata nella stazione di monitoraggio di S. Pietro Capofiume (fondo rurale) in provincia di Bologna.



irraggiamento, vento, capacità dispersiva dell'atmosfera e, non ultimo, le concentrazioni degli altri gas reagenti. Durante il mese di marzo, in seguito ai provvedimenti di limitazione della mobilità assunti in conseguenza dell'emergenza sanitaria, le emissioni di ossidi di azoto da traffico sono diminuite significativamente. Non sono stati presi provvedimenti che comportassero diminuzioni delle emissioni delle attività agricole. Sebbene al momento non siano ancora disponibili i dati relativi alle analisi di composizione chimica dell'aerosol atmosferico, si può ipotizzare che in diversi episodi possa essere risultato importante il contributo del PM₁₀ secondario. Nonostante le limitazioni dovute all'emergenza sanitaria, si sono infatti osservati valori di PM₁₀ superiori ai valori limite. In alcuni casi, quali ad esempio il 28 e 29 marzo, l'aumento delle concentrazioni di PM₁₀ è risultato chiaramente imputabile a un trasporto di materiale terrigeno da regioni asiatiche (v. articolo a pag. 73). In altri casi, quali ad esempio il 18, 19 e 20 marzo, è più probabile che la crescita dei valori sia proprio legata alla formazione di particolato secondario. In quei giorni, infatti, il rapporto tra PM_{2,5} e PM₁₀ è risultato elevato, indicando la presenza

di una componente significativa di secondario che si concentra nella frazione fine (<2,5 µm), e nelle aree lombarde le concentrazioni di ammoniaca hanno raggiunto valori tra i più alti dell'anno, sebbene a S. Pietro Capofiume (BO) siano rimaste in linea con il periodo precedente (8-10 µg/m³) nonostante un rapporto tra PM_{2,5} e PM₁₀ elevato (PM_{2,5}/PM₁₀ > 0,75).

Guido Lanzani¹, Luca D'Angelo¹, Eleonora Cuccia¹, Lorenza Corbella¹, Umberto Dal Santo¹, Cristina Colombi¹, Andrea Algieri¹, Elena Bravetti¹, Matteo Lazzarini², Gian Luca Gurrieri², Vanes Poluzzi³, Silvia Ferrari³, Dimitri Bacco³, Marco Deserti⁴

1. Settore Monitoraggi ambientali, Arpa Lombardia
2. Regione Lombardia
3. Arpa Emilia-Romagna
4. Regione Emilia-Romagna

Si ringrazia Francesco Lollobrigida (Arpa Piemonte) per aver reso disponibili i dati e i filtri della stazione di Torino.

"VALUTA L'ARIA", UN'INDAGINE SULLA PERCEZIONE DEI CITTADINI

L'INDAGINE "VALUTA L'ARIA", LANCIATA ATTRAVERSO FACEBOOK DA ART-ER NELL'AMBITO DEL PROGETTO LIFE PREPAIR TRA NOVEMBRE 2018 E GENNAIO 2019, HA MISURATO LA PERCEZIONE DEI CITTADINI DEL BACINO PADANO SUL TEMA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA. OLTRE 7.300 I QUESTIONARI RACCOLTI, CHE HANNO PRODOTTO UN CAMPIONE AFFIDABILE E BEN DISTRIBUITO.

Com'è percepita la qualità dell'aria da parte dei cittadini della pianura Padana? Quali sono le misure percepite come più efficaci per migliorarla? Quanto sono disponibili a modificare le loro abitudini per ottenere un'aria più pulita? Queste sono alcune delle domande a cui ha cercato di dare risposta l'indagine *Valuta l'aria* realizzata da Art-ER nell'ambito del progetto Life PrepAir tra novembre 2018 e gennaio 2019. *Valuta l'aria* è la prima indagine focalizzata sulla percezione della qualità dell'aria che ha coinvolto i residenti dell'intera area del bacino del Po, una delle aree più densamente industrializzate e popolate d'Europa, purtroppo caratterizzata da un cronico problema di inquinamento atmosferico. La finalità principale dell'indagine è raccogliere indicazioni per indirizzare le strategie di comunicazione e coinvolgimento dei cittadini su questo tema.

Un'indagine social

L'indagine è stata lanciata esclusivamente tramite Facebook e come incentivo alla partecipazione è stata prevista la piantumazione di alberi nelle foreste alpine colpite dal ciclone Vaia nell'ottobre 2018 (un albero per ogni 30 questionari compilati). Modalità di raccolta dei dati e incentivo hanno portato a ottimi risultati con 7.331 questionari complessivamente compilati, superando abbondantemente l'obiettivo iniziale di 5.000, producendo un campione affidabile e ottimamente distribuito (figura 1).

I rispondenti sono distribuiti su 1.553 comuni diversi, tra cui tutti e 42 i capoluoghi di provincia, che rappresentano complessivamente il 77% della popolazione residente. In prevalenza i rispondenti all'indagine risiedono nei centri urbani della pianura: solo l'11,6% abita in aperta campagna, il 33,3% abita in centro e il 55,1% nella



FIG. 1
CAMPIONE

Distribuzione del campione nel bacino padano.

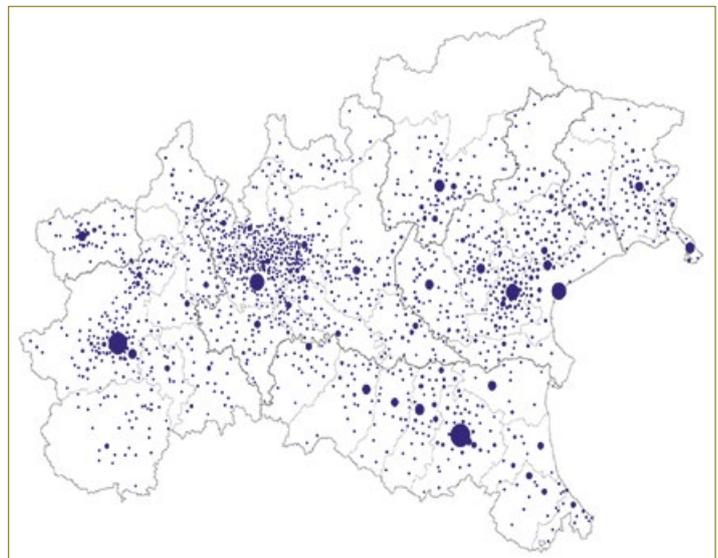
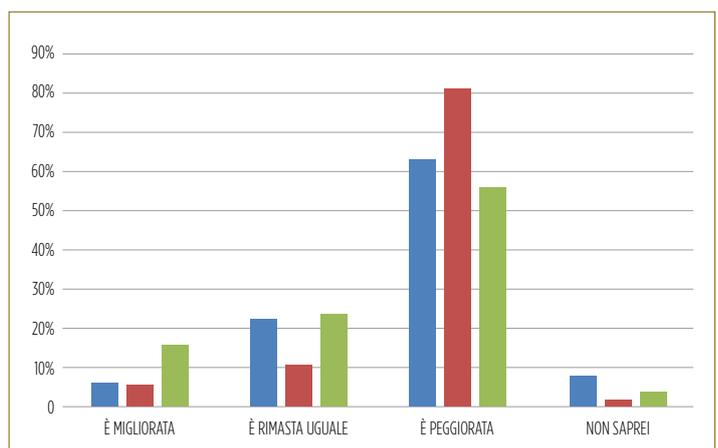


FIG. 2
PERCEZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

La percezione dell'andamento della qualità dell'aria negli ultimi 10 anni: confronto tra bacino del Po e Eurobarometro.

■ Prepair
■ Eurob. Ita
■ Eurob. UE27



prima cintura/periferia. Considerando i caratteri orografici del territorio, circa tre quarti degli intervistati risiedono in pianura, il 19,7% in collina e il 4,6% in montagna.

I risultati dell'indagine

Per meglio interpretare i risultati, l'indagine è stata raggruppata sulla base di alcuni concetti chiave che ne facilitano le chiavi di lettura.

Percezione. I cittadini del bacino del Po hanno la percezione che la qualità dell'aria sia in peggioramento. Una percezione peggiore rispetto a quella degli europei (*Eurobarometro flash 360*), ma comunque migliore rispetto agli italiani. Questa percezione non trova riscontro nelle concentrazioni di inquinanti che nel lungo periodo registrano a livello europeo un trend in diminuzione. Lungi dall'essere un problema risolto, il problema della qualità dell'aria nel bacino padano sta migliorando, ma questo non è percepito dalle persone (*figura 2*).

Informazione. Gli intervistati attingono l'informazione soprattutto dalla rete, il che è sia un'opportunità che un rischio. Opportunità perché risulta più facile raggiungere i cittadini, rischio per il proliferare di fonti anche non "accertate" e di *fake news*. Le *polices* di comunicazione relative al bacino del Po dovranno tenere conto fortemente di questo fattore.

Global vs local. Nel bacino padano è molto diffusa la percezione secondo cui il livello locale sia quello in grado di influire maggiormente sulla qualità dell'aria. Se teniamo conto che il cambiamento degli stili di vita dei cittadini è uno degli elementi essenziali per le politiche di qualità dell'aria, quest'elemento di "responsabilizzazione" è ancora più interessante. È singolare il fatto che i cittadini individuano come prioritario intervenire su processi e prodotti industriali e solo nell'11,1% dei casi considerino rilevante attuare limitazioni al traffico, nonostante la corretta percezione dell'impatto dei trasporti come primaria causa di inquinamento (59,8%). Il messaggio che emerge potrebbe equivalere a: *"coinvolgeteci direttamente solo una volta che avrete fatto il possibile sugli altri fronti"*. Di conseguenza, campagne di responsabilizzazione dei cittadini potrebbero essere poco efficaci senza una corresponsabilizzazione riassumibile con

il messaggio *"ognuno farà la propria parte nella misura che gli è possibile"* (*figure 4 e 5*).

Disponibilità e scelte di mobilità. Dalla rilevazione sulla disponibilità e l'interesse dei cittadini a mettere in pratica comportamenti e azioni per migliorare la qualità dell'aria, emerge una diffidenza

verso taluni comportamenti che si richiedono ai cittadini. Il *trasporto pubblico*, con il 48,1% di assenso condizionato, è un evidente richiamo alla necessità di miglioramento del servizio. I *veicoli ibridi elettrici*, con una disponibilità condizionata del 44,2%, conducono al tema delle infrastrutture e del prezzo

FIG. 3
FONTI INFORMATIVE

Principali fonti informative sulla qualità dell'aria.

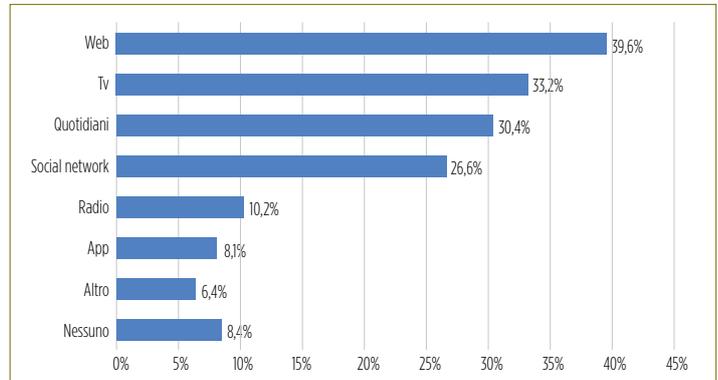


FIG. 4
AZIONI EFFICACI

Azioni considerate più efficaci per affrontare i problemi di qualità dell'aria.

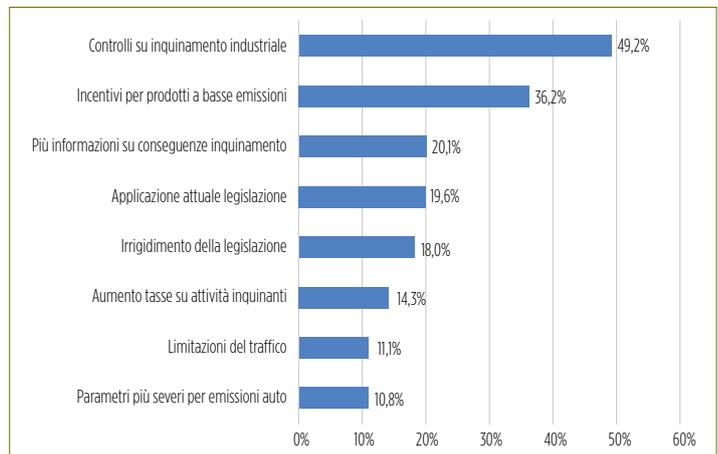


FIG. 5
PERCEZIONE CAUSE INQUINAMENTO

Percezione delle cause principali dei problemi di qualità dell'aria.

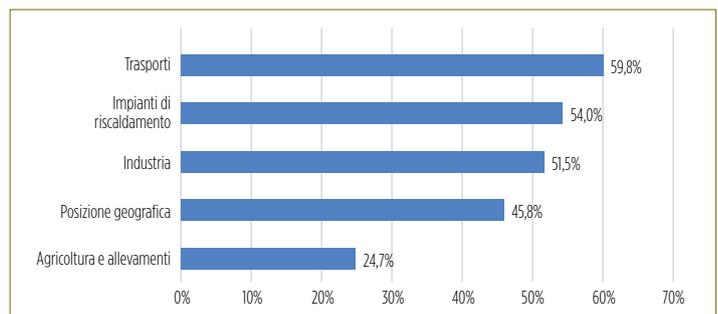
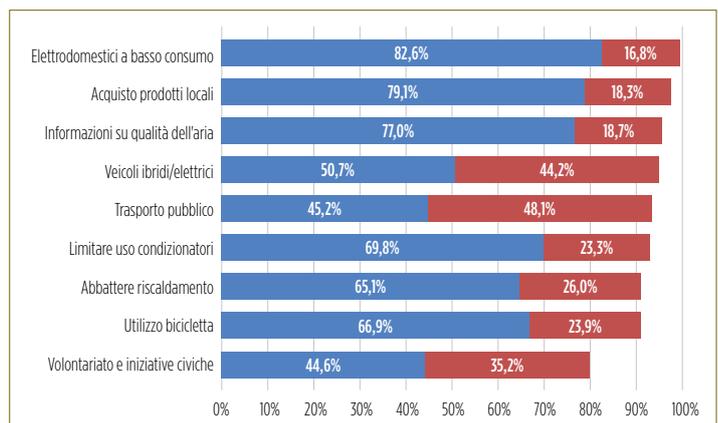


FIG. 6
COMPORIMENTI DA ATTUARE

Comportamenti che si sarebbe disposti ad attuare.

■ Disposto
■ Disposto a certe condizioni



ritenuto ancora troppo elevato. Anche la domanda sul mezzo utilizzato per recarsi al lavoro fa emergere un'evidente e palese correlazione con l'efficacia e l'esigenza di servizi alternativi per la mobilità (figura 6).

Opinioni sulle iniziative. Limitazione del traffico (52,6%) e riqualificazione energetica degli edifici (51,2%) sono le iniziative largamente ritenute più efficaci rispetto a quanto avviato nei territori del bacino. Da segnalare anche il 24% di cittadini che ritiene rilevante l'incentivazione della mobilità elettrica, il che sancisce l'interesse verso un settore ancora poco sviluppato, ma percepito come in crescita e con grande potenziale (figura 7).

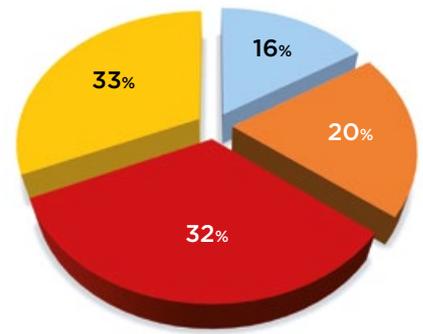
Profili dei rispondenti. Dall'analisi emergono quattro profili di cittadino suddivisi sulla base della proattività/disponibilità ad attuare comportamenti virtuosi per migliorare la qualità dell'aria: "Impegnati e proattivi", "Disponibili,

ma...", "Titubanti", "Non disponibili". (figura 8).

Per stimolare un cambiamento negli stili di vita di ampie fasce della popolazione si dovranno adottare strategie precise e che sanciscano un "patto" chiaro secondo cui ciascun attore farà la propria parte secondo le proprie possibilità e competenze.

I prossimi passi, cosa si può fare

In sintesi, i risultati dell'indagine sottolineano come i cittadini del bacino padano risultino già disponibili a un cambiamento degli stili di vita, anche se in percentuale non maggioritaria. Per raggiungere un reale cambiamento, appaiono elementi chiave l'unità di intenti (tra istituzioni e tra istituzioni e cittadini) e la chiarezza con cui azioni e proposte sono presentate e avviate. Anche il più responsabile e consapevole dei cittadini, infatti, valuta quanto gli viene sottoposto, non solo in termini di informazioni



Impegnato e proattivo Disponibile, ma... Titubante Non disponibile

FIG. 8 PROFILI DEI RISPONDENTI Distribuzione del campione per cluster.

tecniche, ma anche attraverso la propria sfera emotiva. Tanto maggiore sarà la trasparenza del processo e l'impegno delle parti in causa, tanto maggiore sarà l'efficacia delle politiche di comunicazione. Proprio a partire dai risultati sintetizzati nell'indagine, il progetto Prepair prevede la costruzione e l'avvio nell'autunno 2020 di una campagna di comunicazione. Con la prospettiva, poi, di valutare eventuali modifiche comportamentali dei cittadini attraverso una nuova rilevazione da effettuarsi nel 2022.

Marco Ottolenghi, Michele Bartolomei

Coordinamento comunicazione progetto Life Prepair, Art-ER

I risultati dell'indagine sono disponibili sul sito web Prepair, www.lifeprepare.eu Pagina Facebook: www.facebook.com/lifepreair

FIG. 7 INIZIATIVE

Iniziative su cui concentrarsi a livello di bacino padano.

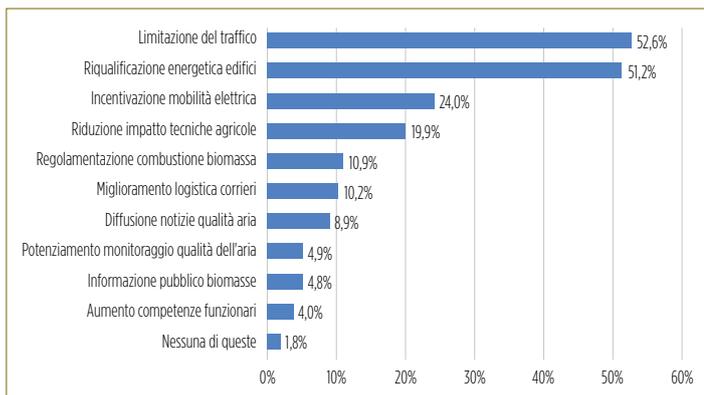


FOTO: ALAIN ROULLIER - FLICKR - CC

PAIR2020 IN EMILIA-ROMAGNA, IL MONITORAGGIO INTERMEDIO

IL PIANO INTEGRATO PER IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN EMILIA-ROMAGNA (2017-2020) PREVEDE OLTRE 90 MISURE IN DIVERSI SETTORI TRA I PIÙ IMPATTANTI. PER ORIENTARE LE SCELTE È FONDAMENTALE IL MONITORAGGIO DELLE AZIONI E LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI GENERATI. NELL'ARTICOLO, GLI ESITI DEL MONITORAGGIO AL 2018.

Il Pair2020 (Piano aria integrato regionale), approvato nell'aprile del 2017, prevede, per il raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria, l'attuazione di oltre 90 misure nei settori più impattanti (città, trasporti, energia, agricoltura, attività produttive), fornendo indicazioni agli specifici strumenti di pianificazione e programmazione, al fine di orientarli all'obiettivo comune di riduzione delle emissioni in atmosfera e quindi della tutela della salute. Il Piano esplica i suoi effetti attraverso l'attuazione delle misure previste. È fondamentale, pertanto, il loro monitoraggio e la valutazione dei loro effetti sulle emissioni in atmosfera e sulla qualità dell'aria, così da orientare le scelte della pianificazione e indirizzare le risorse sulle strategie più efficaci. Dal monitoraggio derivano anche le informazioni per la comunicazione verso il cittadino e per rispondere all'obbligo di rendicontazione alla Commissione europea¹, effettuata annualmente, come previsto all'art. 19 del Dlgs 155/2010. Ogni anno, inoltre, Arpae pubblica il rapporto annuale sullo stato di qualità dell'aria, che riassume gli andamenti degli inquinanti nel tempo e fornisce riscontro sull'efficacia delle azioni attuate o in corso.

È noto, tuttavia, che i complessi meccanismi alla base della formazione e trasformazione degli inquinanti in atmosfera e la forte influenza dei parametri meteorologici non permettono spesso di correlare direttamente l'evoluzione dei livelli di qualità dell'aria all'effetto delle specifiche misure. Per valutare il miglioramento della qualità dell'aria sul territorio regionale, ottenuto con l'applicazione di un set di misure integrate e sinergiche, va pertanto considerato un orizzonte temporale più ampio di quello annuale, analizzando i trend pluriennali delle concentrazioni. Per questa ragione il Piano prevede di effettuare anche un monitoraggio pluriennale sullo stato di attuazione

delle azioni "a metà del periodo di validità del Pair... (ovvero entro il terzo anno di entrata in vigore del piano)"². La Relazione di monitoraggio del Pair2020 rappresenta quindi l'esito della raccolta

dei dati sullo stato di avanzamento delle azioni del Piano al 2018 e la valutazione della loro efficacia per migliorare la qualità dell'aria, a metà periodo di validità dello stesso.



FOTO: ROBERTO BRANCOLINI

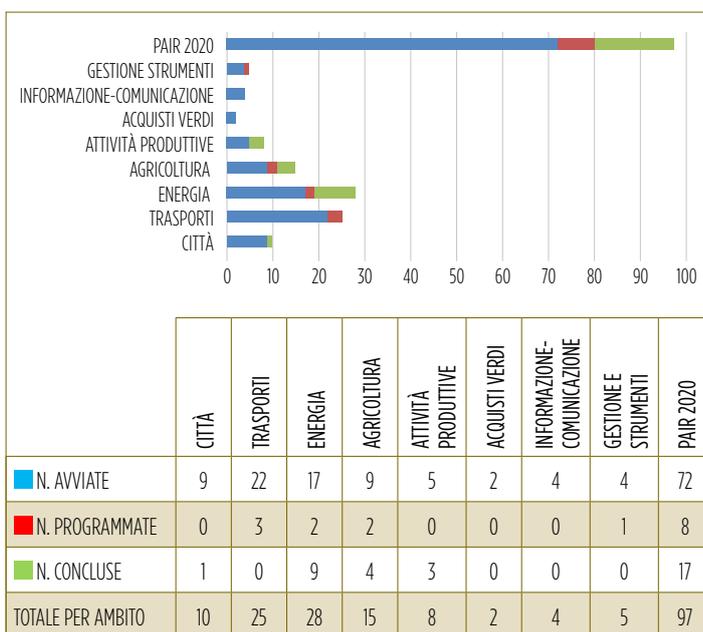


FIG. 1
SETTORI
DI INTERVENTO

Numero di misure e stato di attuazione del Pair2020 per settore.

La caratterizzazione e la valutazione delle misure

Per la caratterizzazione e il monitoraggio delle misure, sono stati individuati degli indicatori utili a quantificarne lo stato di avanzamento e, dove possibile, per valutare la riduzione emissiva associata al grado di attuazione.

I dati e le informazioni sono stati raccolti presso i vari soggetti responsabili dell'attuazione e del monitoraggio delle misure quali i Comuni e i Servizi regionali competenti nei diversi ambiti di intervento e nella gestione dei Fondi strutturali europei.

Di seguito una sintesi degli esiti del monitoraggio con i dati aggregati per ambito di intervento del Pair2020.

In figura 1 è rappresentata la ripartizione delle 97 misure di Piano fra settori di intervento e l'avanzamento della realizzazione delle stesse: al 2018 risultano in corso di attuazione il 74% delle misure, concluse il 18% e programmate l'8%.

Le azioni valutate come "concluse" sono stabilite principalmente da prescrizioni di piano e norme regionali in materia di qualità dell'aria che hanno trovato attuazione da parte dei soggetti pubblici, in particolare dei Comuni e loro Unioni, attraverso propri atti, e dei soggetti privati (cittadini e imprese).

Le misure "programmate" non sono ancora state attivate o per mancanza di linee di finanziamento dedicate o perché sono pianificate o sono state posticipate per ragioni di opportunità, in momenti successivi.

Molte delle azioni "avviate" sono legate a finanziamenti del Por Fesr³ o del Psr⁴ della programmazione 2014-2020 e continueranno a trovare attuazione anche oltre il 2020, fino alla scadenza fissata per l'utilizzo di questi fondi.

Le risorse stanziare per l'attuazione del Pair2020 ammontano a oltre 300 milioni di euro (circa 322.761.000 euro).

In figura 2, è indicato l'utilizzo dei fondi dal 2014 al 2019 diviso per ambito di intervento, con i riferimenti all'origine del finanziamento. Considerando inoltre anche i fondi complementari di cofinanziamento delle azioni, introdotti da enti locali, agenzie o altri enti e istituzioni, le risorse mobilitate ammonterebbero a quasi 416 milioni di euro.

Le stime di riduzione emissiva

Nel monitoraggio si è inteso valutare la percentuale di realizzazione di ciascuna misura tramite indicatori rappresentativi

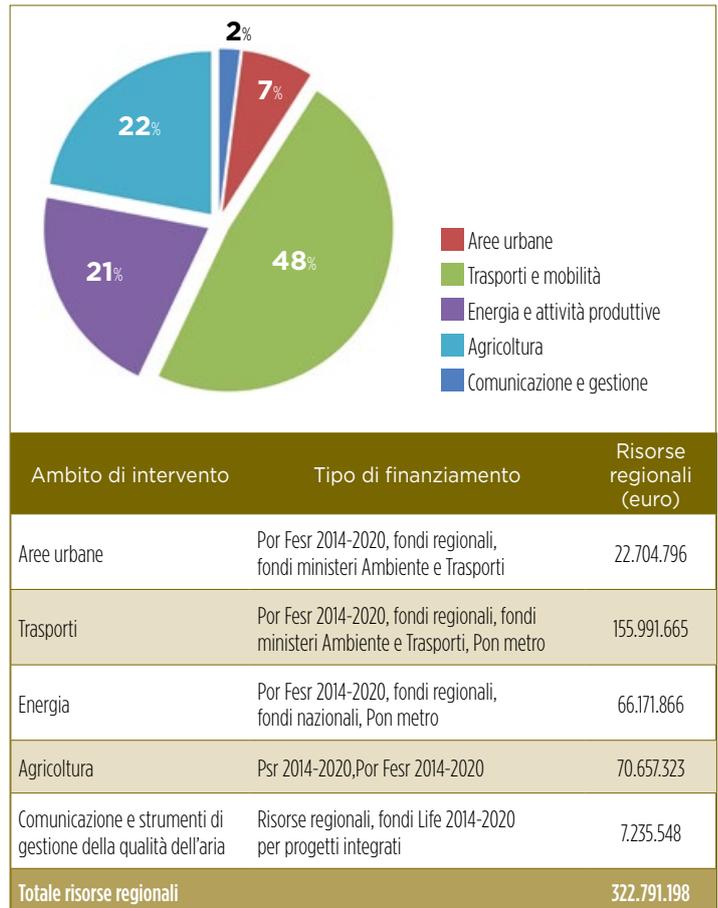


FIG. 2 RIPARTIZIONE RISORSE

Ripartizione delle risorse regionali per l'attuazione delle misure di Piano per ambito di intervento (aggiornamento dicembre 2019).

	Scenario di piano al 2020 (tonnellate)					Percentuale di riduzione al 2018				
	NO _x	COV	NH ₃	PM ₁₀	SO ₂	NO _x	COV	NH ₃	PM ₁₀	SO ₂
Traffico	6.259	978	51	608	85	41%	35%	16%	30%	34%
Civile	1.585	7.168	12	1.227	771	50%	57%	33%	54%	76%
Agricoltura	5.526		9.356	934		1%		52%	0%	
Industria	1.065	1.291		229	1.775	11%	1%		54%	71%
Totale misure Pair	14.435	9.437	9.419	2.998	2.631	25%	48%	52%	33%	71%

TAB. 1 STIME DI RIDUZIONE EMISSIVA

Stime di riduzione emissiva al 2018 (%), rispetto alle tonnellate di inquinanti da ridurre previste al 2020 (t).

della stessa. Lo stato di attuazione emerso dalla raccolta delle informazioni ha permesso di effettuare una stima di riduzione emissiva associata alle singole misure o a gruppi omogenei di misure, per gli inquinanti obiettivo di piano (NO_x, COV, NH₃, PM₁₀, SO₂).

Nella tabella 1 sono confrontate le stime di riduzione emissiva, attesa in seguito alla completa attuazione delle misure al 2020 (scenario di Piano), con le riduzioni emissive stimate allo stato d'avanzamento delle azioni al 2018.

Nella parte sinistra della tabella sono indicate le tonnellate di inquinante che è previsto siano ridotte in seguito alla completa attuazione delle misure di piano, mentre a destra è riportata la stima

della percentuale di riduzione raggiunta al 2018.

Le stime di riduzione emissiva a metà periodo di attuazione del Piano mostrano che per composti organici volatili e ammoniaca è stata raggiunta nel 2018 una riduzione di circa il 50% delle emissioni rispetto a quanto previsto al 2020, mentre per il biossido di zolfo si arriva al 71% (tabella 1).

Per gli ossidi di azoto e il particolato, invece, la riduzione stimata al 2018 è rispettivamente del 25% e 33%. Per il PM₁₀ i settori più deboli nell'attuazione risultano il traffico e l'agricoltura e per gli NO_x principalmente agricoltura e industria. Le azioni sono comunque ancora in corso per tutti i settori ed

essendo legate a fondi il cui utilizzo travalica l'orizzonte di piano, saranno concluse successivamente al 2020. È quindi necessario attenderne la piena implementazione per effettuare la valutazione conclusiva dell'efficacia delle stesse.

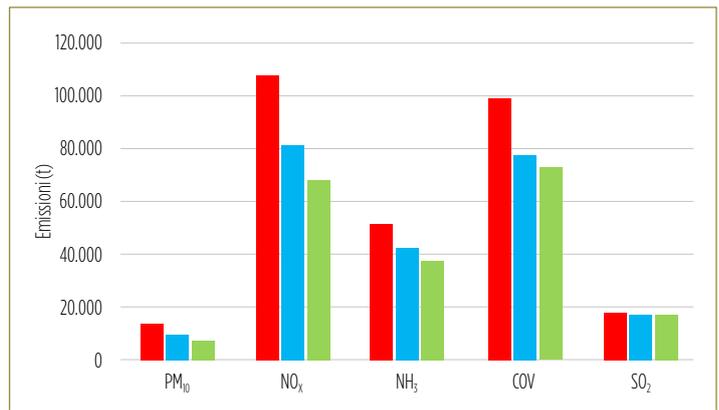
Il confronto tra la riduzione emissiva risultante dal monitoraggio del Piano al 2018 (scenario Pair monitoraggio), con le emissioni presenti prima dell'avvio del piano (scenario *baseline* al 2010) e con le emissioni attese una volta applicate tutte le misure (Pair scenario al 2020), indica come gli effetti delle azioni implementate stiano portando verso gli obiettivi fissati per i diversi inquinanti (figura 3).

Va considerato, inoltre, che nello stesso periodo di azione del Pair2020 stanno trovando attuazione anche i piani delle altre Regioni del bacino padano, in particolare di quelle che maggiormente contribuiscono all'inquinamento di fondo della nostra regione, quali Lombardia e Veneto. Anche il livello nazionale nell'ultimo triennio, con la sottoscrizione dell'Accordo di bacino padano del giugno 2017⁵, ha cominciato a impegnarsi attivamente per la soluzione del problema della qualità dell'aria nel bacino padano, attraverso la destinazione di risorse e l'introduzione di norme specifiche. Con il Protocollo Ministeri-Regioni del 2019⁶ sono stati previsti ulteriori interventi a livello nazionale e fondi per il sostegno alle misure del Programma nazionale di

FIG. 3
SCENARI EMISSIVI

Riduzione emissiva dei diversi scenari di Piano e del monitoraggio al 2018 (t).

■ Baseline scenario 2010
■ PAIR monitoraggio 2018
■ PAIR scenario 2020



controllo dell'inquinamento atmosferico, da adottare ai sensi della direttiva Nec⁷. Si auspica, dunque, che i futuri finanziamenti aggiuntivi e le norme sovra regionali possano stimolare un maggior rinnovo veicolare e un'azione più spinta sugli impianti a biomassa per uso domestico e sulle attività agricole e zootecniche e che, pertanto, gli obiettivi di qualità dell'aria su tutto il bacino si possano raggiungere in tempi più rapidi di quelli ottenibili con le sole azioni a livello locale. Si conferma ancora, quindi, come la sinergia fra i vari livelli istituzionali sia indispensabile per affrontare e risolvere il problema della qualità dell'aria nel bacino padano.

Lucia Ramponi, Carmen Carbonara, Silvia Nocenti, Marco Deserti

Regione Emilia-Romagna

NOTE

- ¹ Rendicontazione attraverso l'applicativo *Plans and Programmes e-Reporting System* dell'Agenzia europea per l'ambiente (Eea), ora reso disponibile alle Regioni da Ispra attraverso il portale.
- ² Relazione generale di piano, Par. 12.2.2 "Il monitoraggio pluriennale del Pair".
- ³ Programma operativo regionale del Fondo europeo di sviluppo regionale.
- ⁴ Programma di sviluppo rurale.
- ⁵ Sottoscritto il 9 giugno 2017 a Bologna.
- ⁶ Sottoscritto nel corso del *Clean Air Dialogue* con la Commissione europea, Torino 4-5 giugno 2019.
- ⁷ Direttiva (UE) 2016/2284 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 dicembre 2016, concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici, che modifica la direttiva 2003/35/CE e abroga la direttiva 2001/81/CE recepita con Dlgs 30 maggio 2018, n. 81.



FOTO: FABRIZIO DELL'AQUILA - REGIONE ER - DIATECA AGRICOLTURA

UN EPISODIO DI DUST STORM DAL CASPIO AL NORD ITALIA

IL 28 E 29 MARZO 2020 SONO STATE REGISTRATE QUANTITÀ RILEVANTI DI PARTICOLATO ATMOSFERICO PROVENIENTI DALLA ZONA DEL MAR CASPIO-LAGO D'ARAL. L'ANALISI DEI DATI DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO E DELLA COMPOSIZIONE CHIMICA MOSTRA COME I VALORI DI AEROSOL OSSERVATI SIANO DI ORIGINE CROSTALE (DUST STORM) E NON ANTROPICA.

Nella giornata di sabato 28 marzo 2020, e in misura minore anche domenica 29, tutte le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria di Arpae dell'Emilia-Romagna hanno registrato valori estremamente elevati di PM_{10} (figura 1).

Le concentrazioni di PM_{10} sull'intero territorio regionale variano dagli 80-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevati nella pianura dell'Emilia, ai 100-140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevati in Romagna e anche sul crinale appenninico: le stazioni di rilevamento di Febbio (comune di Villa Minozzo, RE) e di Castelluccio (comune di Porretta Terme, BO) hanno infatti registrato una concentrazione media giornaliera di PM_{10} superiore ai 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valori mai rilevati prima in queste stazioni in quota.

Il primo aspetto da rilevare è il disaccoppiamento con i valori di particolato $PM_{2,5}$, che invece si sono mantenuti pressoché invariati. Infatti, se nei giorni precedenti si potevano osservare valori di 20-40 μm di PM_{10} e di $PM_{2,5}$, nel weekend sono stati osservati valori anche 5 volte superiori per il PM_{10} , ma senza variazioni significative per il $PM_{2,5}$ (figura 2).

L'analisi prodotta da Arpae delle immagini del satellite Sentinel-3 mostra per il 24 marzo la formazione di un *dust-storm*, una tempesta di polveri, nella zona del lago di Aral, attualmente quasi del tutto prosciugato (figura 3).

Nei giorni seguenti, un trasporto di masse d'aria proveniente da est ha investito l'Europa centrale trasportando elevate concentrazioni di *dust*, introducendosi all'interno del bacino padano e rimanendo intrappolato dall'arco alpino e appenninico. Questo ha fatto sì che sia per la giornata di sabato 28 che di domenica 29 si siano registrati valori elevati in Emilia-Romagna, soprattutto nella zona romagnola, attribuibili – senza dubbio – alla provenienza da est di questo trasporto. Lo spessore ottico degli aerosol (Aod), prodotto da Arpae elaborando il dato

FIG. 1
28 MARZO 2020

Valori di PM_{10} registrati nelle stazioni di monitoraggio dell'Emilia-Romagna sabato 28 marzo 2020.

Fonte: www.arpa.eit

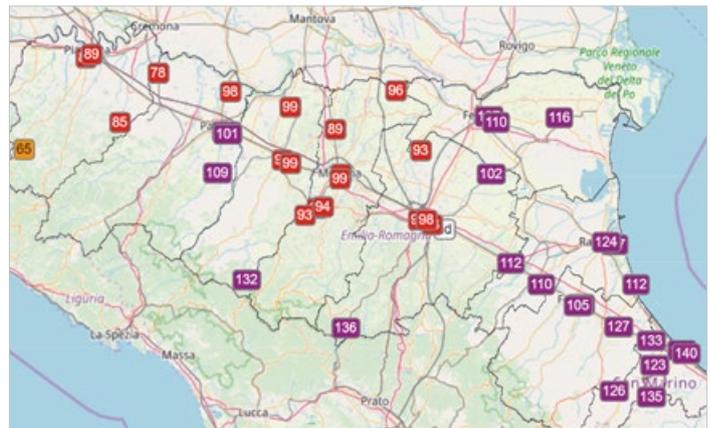


FIG. 2
 $PM_{10}/PM_{2,5}$

Concentrazione media di PM_{10} e $PM_{2,5}$ in Emilia-Romagna dal 22 al 29 marzo 2020.

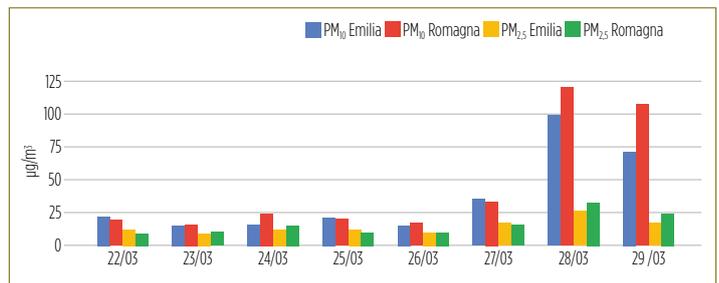


FIG. 3
LAGO D'ARAL

Immagine da satellite del 24 marzo 2020, che mostra la tempesta di polveri in corso.



satellitare, rilevato da Sentinel-3, mostra per il 28 marzo valori attorno a 1, tipici di eventi di trasporto di *dust*, lungo la costa romagnola e marchigiana, e valori più alti, che raggiungono 1,2-1,3, nella zona attorno a Istria e Slovenia (figura 4). Tale fenomeno è stato confermato anche dal nuovo sistema di previsione della qualità dell'aria, operativo giornalmente in Arpae, nell'ambito del progetto nazionale Mirror Copernicus, che vede coinvolte diverse agenzie regionali, Ispra e Asi. Dalla figura 5 sono ben evidenti per il giorno 27 alte concentrazioni di *dust* nell'Europa orientale.

I valori medi giornalieri prodotti dal modello Ninfa ad alta risoluzione sull'Emilia-Romagna mostrano in modo chiaro il maggior impatto sull'Appennino, giustificando così i valori rilevati a Febbio e Castelluccio (figura 6).

Anche visivamente è possibile riscontrare la presenza del *dust*, sia sulle membrane che Arpae utilizza per il campionamento delle polveri nelle stazioni di monitoraggio, sia al microscopio nella lettura dei campioni di pollini (figura 7). La colorazione di questa polvere è risultata essere di un giallo bruno molto chiaro, tendente al grigio e dunque molto meno giallastra rispetto a quella che si ha negli episodi con provenienza sahariana. L'immagine al Sem (microscopio elettronico a scansione) evidenzia come le fibre di quarzo del filtro siano completamente ricoperte dai granelli di *dust*.

Si è proceduto a effettuare alcune determinazioni analitiche sul PM₁₀ sia in cromatografia ionica per gli anioni, che in Icp-MS per i metalli. I campioni presi a riferimento sono il PM₁₀ raccolto:

- il 28/3 in una stazione dell'Appennino a 1.100 metri di quota (stazione di Febbio)
- il 28/3 in una stazione urbana di fondo nella città di Modena (stazione Parco Ferrari)
- post evento nella medesima stazione di Modena (stazione Parco Ferrari).

L'analisi degli anioni evidenzia una distribuzione di questi analiti completamente diversa nel giorno dell'evento, caratterizzata da un contenuto predominante di solfati e quantità minori di nitrati e cloruri (figura 8): tale condizione si riscontra in modo analogo in entrambe le stazioni, anche se situate in contesti territoriali molto differenti fra loro (Appennino e città). Questi valori si discostano da quanto riscontrabile normalmente nelle PM₁₀ di campioni urbani, caratterizzati da contenuto preponderante di nitrati

con quantità inferiori di solfati e cloruri, così come riscontrato nella stazione di Modena alcuni giorni dopo l'evento. Queste distribuzioni avvalorano l'ipotesi di origine esogena del particolato.

L'analisi dei metalli evidenzia che nel giorno dell'evento la composizione del

PM₁₀ risulta simile per la stazione in Appennino e quella in città, caratterizzata da una marcata presenza di metalli alcalino terrosi quali sodio, potassio, magnesio, calcio e stronzio, normalmente presenti solo in tracce nel PM₁₀, come confermato dalla composizione del campione post evento; risultano

FIG. 4
AOD

Mappa dello spessore ottico degli aerosol AOD (550 nm) da Sentinel-3 interpolato sul dominio della Pianura Padana per la giornata del 28 marzo 2020.

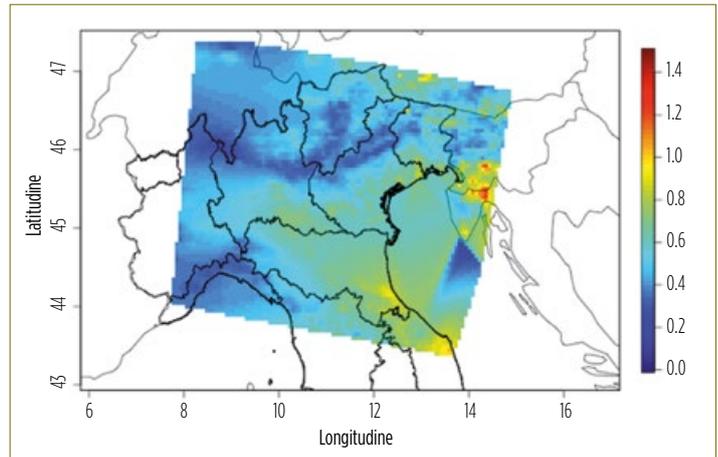


FIG. 5
PDUST

Mappa di concentrazione di pDust simulate da modello per il 27 marzo 2020.

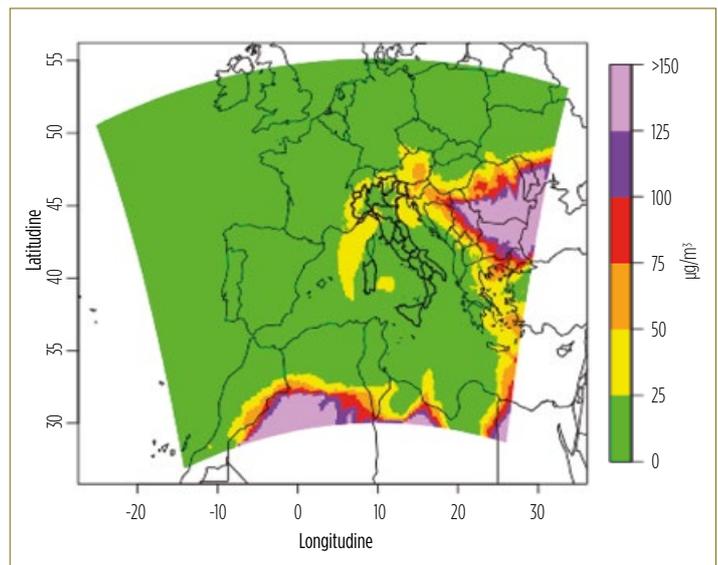
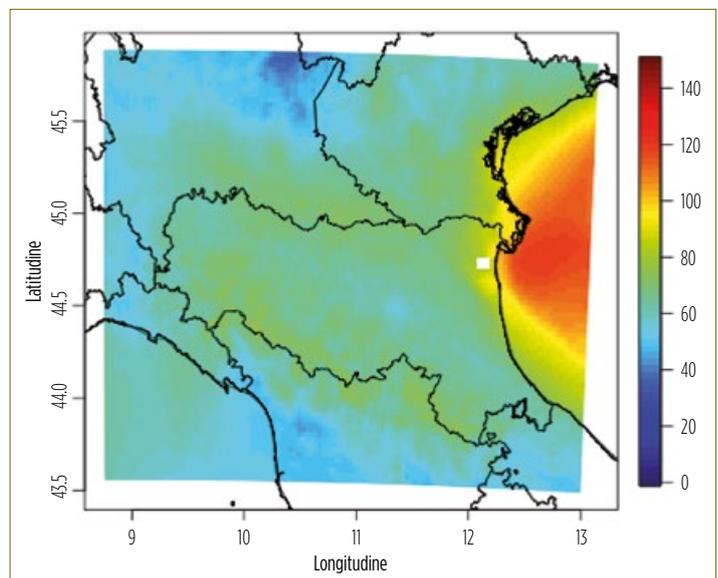


FIG. 6
MODELLO NINFA

Mappa di concentrazioni di PM₁₀ simulate dal modello Ninfa ad alta risoluzione per il 28 marzo 2020.



presenti in quantità superiori anche ferro, alluminio, manganese e titanio. Per quanto riguarda i metalli pesanti, il piombo risulta presente in quantità minore, mentre arsenico, cadmio e nichel sembrano non avere differenze significative.

Metalli quali gli alcalino e alcalino-terrosi, alluminio, ferro, manganese e titanio sono costituenti presenti naturalmente nell'ambiente e caratterizzano le polveri originatesi per erosione della crosta terrestre: la distribuzione dei metalli riscontrata rafforza l'ipotesi di un'origine ambientale e naturale, esterna rispetto al contesto tipico padano.

Attraverso particolare strumentazione (contatori ottici di particelle) è possibile inoltre studiare l'evoluzione oraria dell'inquinante. In figura 9 è rappresentata l'evoluzione rilevata presso la stazione di fondo urbano di Reggio Emilia, dove si osserva che la concentrazione media oraria del PM₁₀ ha quasi toccato i 200 µg/m³.

Il fenomeno è visibile analizzando anche il numero di particelle in atmosfera. In figura 10 si vede un'importante crescita delle particelle più grandi (con diametro compreso fra 1 µm e 10 µm) nelle giornate del 28 e del 29 marzo. Tale crescita non è visibile per particelle con diametri inferiori a 0,7 µm.

Conclusioni

Nelle giornate del 28 e 29 marzo 2020, l'avvezione dai quadranti orientali ha trasportato sulle nostre zone quantità rilevanti di particolato atmosferico provenienti dalla zona del Mar Caspio-Lago d'Aral. Tale condizione ha fatto aumentare i valori delle concentrazioni di PM₁₀, portandoli ben oltre il valore limite di 50 µg/m³. L'interessante analisi dimostra come i valori di aerosol osservati siano di origine crostale e non antropica: sarà quindi importante tenere conto di questa informazione nella valutazione annuale dei superamenti di PM₁₀.

Luca Torreggiani, Arianna Trentini, Michele Stortini, Vanes Poluzzi, Marco Ballabeni, Barbara Arvani, Tiziana Bacci

Arpae Emilia-Romagna

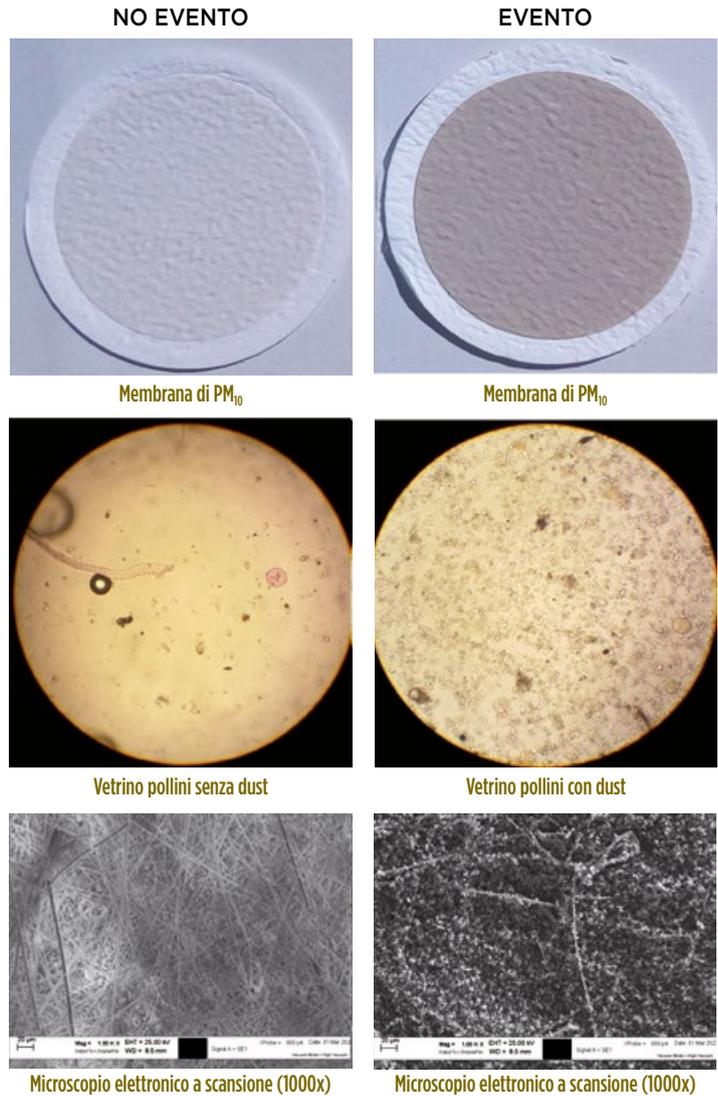


FIG. 7
POLVERE

Membrane per il campionamento delle polveri e dei pollini nelle stazioni di monitoraggio e immagini al microscopio elettronico a scansione in giornate senza evento di dust storm (a sinistra) e in quelle con dust storm (a destra).

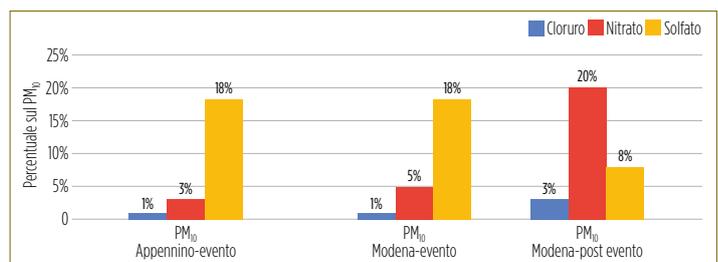


FIG. 8
ANIONI

Analisi degli anioni nel PM₁₀ delle stazioni di Febbio (1.100 m) e Modena - Parco Ferrari.

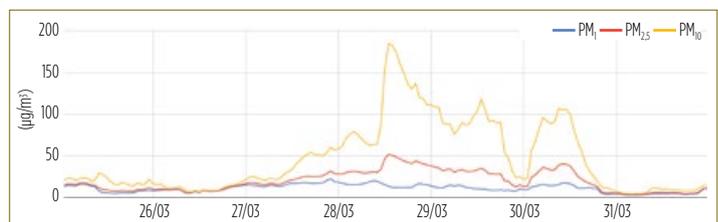


FIG. 9
EVOLUZIONE ORARIA

Evoluzione rilevata presso la stazione di fondo urbano di Reggio Emilia dal 25 marzo al 1 aprile 2020.

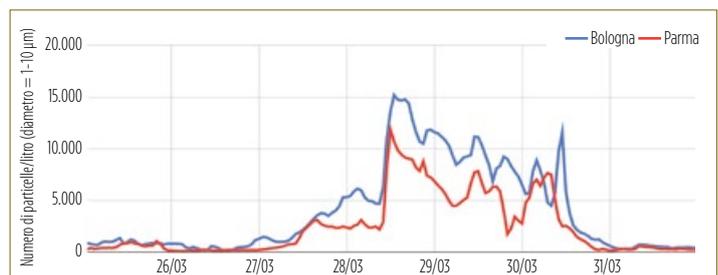


FIG. 10
NUMERO PARTICELLE

Numero di particelle rilevate a Bologna e Parma dal 25 marzo al 1° aprile 2020.

INVERNO 2019-2020, I DATI DEL PM₁₀ IN PIEMONTE

I DATI DEL PROTOCOLLO ANTISMOG DAL 1° OTTOBRE 2019 AL 31 MARZO 2020 IN PIEMONTE. NELL'AGGLOMERATO TORINESE SI SONO REGISTRATE, COME GIÀ NEGLI ANNI SCORSI, LE MAGGIORI CRITICITÀ. ATTIVATO ANCHE IL TERZO LIVELLO DI ALLERTA, CHE SCATTA DOPO 20 GIORNI CONSECUTIVI DI SUPERAMENTO DEI LIMITI.

Anche per l'inverno appena trascorso la Regione Piemonte ha adottato, con deliberazione della giunta regionale 9 agosto 2019, n. 8, il pacchetto di misure antimog previste dall'Accordo per la qualità dell'aria nel bacino padano. In particolare, la Regione, con determinazione 24 settembre 2019, n. 467, ha aggiornato l'elenco dei comuni oggetto delle misure previste dal protocollo, mentre i criteri di attivazione dei livelli di allerta restano invariati ovvero:

- un primo livello arancione, dopo 4 giorni misurati di superamento consecutivi della soglia del limite di 50 µg/m³ della concentrazione di PM₁₀
- un secondo livello rosso, dopo 10 giorni misurati di superamento consecutivi della soglia del limite di 50 µg/m³.

Il rientro da una situazione di allerta poteva avvenire o dopo due giorni consecutivi misurati al di sotto dei 50 µg/m³, oppure dopo un giorno misurato al di sotto di 50 µg/m³ ma con previsioni meteorologiche e di qualità dell'aria favorevoli alla dispersione degli inquinanti. Il protocollo operativo doveva essere applicato da tutti i comuni facenti parti dell'agglomerato torinese e nelle aree urbane dei comuni con popolazione superiore a 20.000 abitanti nei quali risultasse superato uno o più dei valori limite del PM₁₀ o del biossido di azoto (NO₂) per almeno 3 anni anche non consecutivi, nell'arco degli ultimi cinque anni. I comuni interessati sono stati 33. In seguito al decreto della consiglieria delegata n. 336-9429 /2019, sul territorio della Città metropolitana di Torino è stato confermato un terzo livello di allerta (*livello viola*), attivato dopo 20 giorni consecutivi di superamento del valore di 50 µg/m³ della concentrazione di PM₁₀. La valutazione dell'eventuale attivazione di uno dei livelli del semaforo sui comuni interessati è stata effettuata da Arpa Piemonte nei giorni di controllo stabiliti dal protocollo operativo, vale a dire il lunedì e il giovedì di ogni settimana. L'attivazione dei diversi livelli di allerta

Comune/area	Livello 0		Livello 1		Livello 2		Livello 3	
	n. giorni	%	n. giorni	%	n. giorni	%	n. giorni	%
Torino, Beinasco, Borgaro T.se, Collegno, Grugliasco, Moncalieri, Nichelino, Orbassano, Rivoli, San Mauro T.se, Settimo T.se, Venaria Reale	149	81%	22	12%	8	4%	4	2%
Caselle T.se, Leini, Mappano, Pianezza, Volpiano, Chivasso	174	95%	9	5%	0	0%	0	0%
Ivrea	172	94%	11	6%	0	0%	0	0%
Carmagnola, Rivalta di Torino, Vinovo	168	92%	15	8%	0	0%	0	0%
Chieri	167	91%	16	9%	0	0%	0	0%
Alessandria, Novi Ligure	155	85%	27	15%	1	1%	n.p.	n.p.
Casale Monferrato	162	89%	21	12%	0	0%	n.p.	n.p.
Tortona	154	84%	29	16%	0	0%	n.p.	n.p.
Asti	151	83%	32	18%	0	0%	n.p.	n.p.
Biella	183	100%	0	0%	0	0%	n.p.	n.p.
Alba, Bra	180	98%	3	2%	0	0%	n.p.	n.p.
Novara, Trecate	173	95%	10	6%	0	0%	n.p.	n.p.
Vercelli	163	89%	20	11%	0	0%	n.p.	n.p.

TAB. 1 PIEMONTE INVERNO 2019-2020

Tabella riassuntiva dei livelli del semaforo attivi nell'inverno 2019/2020 (1 ottobre-31 marzo) nei comuni aderenti al protocollo antimog (n.p.: livello non previsto per quel comune/area).

è stata valutata sull'intero periodo 1° ottobre 2019 - 31 marzo 2020, per un totale di 183 giorni. La *tabella 1* riassume quello che è successo nell'inverno appena trascorso.

Nell'agglomerato torinese si sono registrate, come già negli anni scorsi, le maggiori criticità. In particolare, a Torino e prima cintura si sono verificati 8 giorni con livello rosso (contro i 7 dell'inverno 2019-2020) e 22 giorni con livello arancione (contro i 25 dell'inverno 2019-2020). Per la prima volta, inoltre, è stato attivato il livello viola per 4 giorni (dal 17 al 20 gennaio).

Nei comuni della "seconda cintura sud" (Carmagnola, Chieri, Rivalta di Torino e Vinovo) il livello arancione è stato attivo per 9 giorni, in quelli della "seconda cintura nord" (Caselle Torinese, Chivasso, Leini, Mappano, Pianezza, Volpiano) per 15 giorni e nel comune di Ivrea per 11 giorni;

in tutti questi comuni, come nell'inverno precedente, non è mai stato attivato il livello rosso.

Nei comuni non facenti parte della Città metropolitana di Torino, il livello rosso è stato attivo per un solo giorno nel mese di gennaio ad Alessandria e Novi Ligure (zona unica ai fini del protocollo). Il livello arancione è stato attivo per 32 giorni ad Asti, 29 a Tortona, 27 ad Alessandria e Novi Ligure, 21 a Casale Monferrato, 20 a Vercelli, 10 a Novara e Trecate e 3 a Alba e Bra. Solo a Biella il semaforo è rimasto per tutto il periodo sul livello verde.

Nella *tabella 2* sono riportate le statistiche per ogni comune o gruppo di comuni suddivise per mese. Si osserva che, mentre nell'inverno 2018-19 la criticità aveva interessato i mesi di dicembre e gennaio (e in misura minore febbraio), nell'ultimo inverno si è nettamente concentrata nel mese di gennaio; non a caso, come già

sottolineato, tra il 17 e il 20 gennaio è stato raggiunto per la prima volta nell'agglomerato torinese il livello viola. Nei mesi di ottobre, novembre e marzo, invece, il semaforo è rimasto sempre sul livello verde in tutta la regione.

Tutti i dati sono disponibili su www.arpa.piemonte.it/news/protocollo-antismog-i-dati-dal-1-ottobre-2019-al-31-marzo-2020.

Stefano Bande, Francesco Lollobrigida, Secondo Barbero

Arpa Piemonte, Dipartimento Rischi naturali e ambientali

TAB. 2
PIEMONTE INVERNO 2019-2020

Statistiche per ogni comune o gruppo di comuni suddivise per mese.

Torino e prima cintura								
mese	Liv. 0		Liv. 1		Liv. 2		Liv. 3	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%	0	0%
dic. 2019	28	90%	3	10%	0	0%	0	0%
gen. 2020	9	29%	10	32%	8	26%	4	13%
feb. 2020	20	69%	9	31%	0	0%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%	0	0%

Seconda cintura nord						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
gen. 2020	22	71%	9	29%	0	0%
feb. 2020	29	100%	0	0%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

Seconda cintura sud						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
gen. 2020	16	52%	15	48%	0	0%
feb. 2020	29	100%	0	0%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

Chieri						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
gen. 2020	15	48%	16	52%	0	0%
feb. 2020	29	100%	0	0%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

Ivrea						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
gen. 2020	20	65%	11	36%	0	0%
feb. 2020	29	100%	0	0%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

Alessandria e Novi Ligure						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	28	90%	3	10%	0	0%
gen. 2020	13	42%	17	55%	1	3%
feb. 2020	22	76%	7	24%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

Casale Monferrato						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
gen. 2020	14	45%	17	55%	0	0%
feb. 2020	25	86%	4	14%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

Tortona						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	28	90%	3	10%	0	0%
gen. 2020	12	39%	19	61%	0	0%
feb. 2020	22	76%	7	24%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

Asti						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	28	90%	3	10%	0	0%
gen. 2020	9	29%	22	71%	0	0%
feb. 2020	22	76%	7	24%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

Alba e Bra						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
gen. 2020	28	90%	3	10%	0	0%
feb. 2020	29	100%	0	0%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

Vercelli						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	28	90%	3	10%	0	0%
gen. 2020	21	68%	10	32%	0	0%
feb. 2020	22	76%	7	24%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

Biella						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
gen. 2020	31	100%	0	0%	0	0%
feb. 2020	29	100%	0	0%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

Novara e Trecate						
mese	Livello 0		Livello 1		Livello 2	
	n. gg.	%	n. gg.	%	n. gg.	%
ott. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
nov. 2019	30	100%	0	0%	0	0%
dic. 2019	31	100%	0	0%	0	0%
gen. 2020	21	68%	10	32%	0	0%
feb. 2020	29	100%	0	0%	0	0%
mar. 2020	31	100%	0	0%	0	0%

EFFETTO LOCKDOWN, UN'ANALISI SUI DATI PIEMONTESI DI MARZO

NEL MESE DI MARZO SI È ASSISTITO, ANCHE IN PIEMONTE, A UNA GENERALE TENDENZA ALLA DIMINUZIONE DEI VALORI DI PM₁₀ E BISSIDO DI AZOTO, ALMENO IN PARTE COLLEGABILE AL LOCKDOWN. UN RUOLO IMPORTANTE HANNO COMUNQUE LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE DEL PERIODO PRIMAVERILE, FAVOREVOLE ALLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI.

Nel mese di marzo si è assistito, anche in Piemonte, a una generale tendenza alla diminuzione dei valori di PM₁₀ e biossido di azoto, i due inquinanti caratteristici dei mesi invernali perché con l'avvicinarsi della primavera aumenta la capacità dell'atmosfera di disperdere gli inquinanti. Quest'anno sono entrate in vigore le misure di limitazione delle attività e degli spostamenti (e quindi delle emissioni, principalmente quelle legate al traffico) introdotte a livello nazionale e regionale per l'emergenza coronavirus. Viene quindi spontaneo chiedersi se esista un legame diretto tra i due fenomeni. Per rispondere a questa domanda, occorre prima sottolineare che generalmente non si ha un collegamento diretto tra emissioni di inquinanti e le loro concentrazioni in atmosfera, in quanto nel processo intervengono anche le caratteristiche stagionali dell'atmosfera, le forzanti meteorologiche a grande scala e a scala locale, nonché le proprietà e i processi di trasformazione chimica degli inquinanti stessi. PM₁₀ e biossidi di azoto hanno origini e caratteristiche diverse: per il biossido

di azoto, che risponde più rapidamente alle variazioni delle emissioni, il traffico veicolare è di gran lunga la fonte prevalente, mentre per il PM₁₀ il quadro emissivo è più complesso: una parte significativa è di origine primaria, emessa principalmente dal settore del riscaldamento civile (in particolare dalla combustione della biomassa legnosa), un'altra invece di natura secondaria, in larga parte prodotta dalla trasformazione di altre sostanze reattive, quali l'ammoniaca, gli ossidi di azoto, i composti organici volatili, emesse da molte fonti diverse. Le limitazioni alla mobilità entrate in vigore in questo periodo, a seguito dell'emergenza coronavirus, possono quindi aver effetti diversi per i due inquinanti. Per valutare gli effetti di quanto sopra esposto, è necessario considerare una serie sufficientemente lunga di dati che consenta di separare gli effetti della meteorologia da quelli legati alla riduzione delle emissioni. A tal fine, sono stati analizzati gli andamenti giornalieri delle concentrazioni di PM₁₀ e biossido di azoto misurate dalle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria

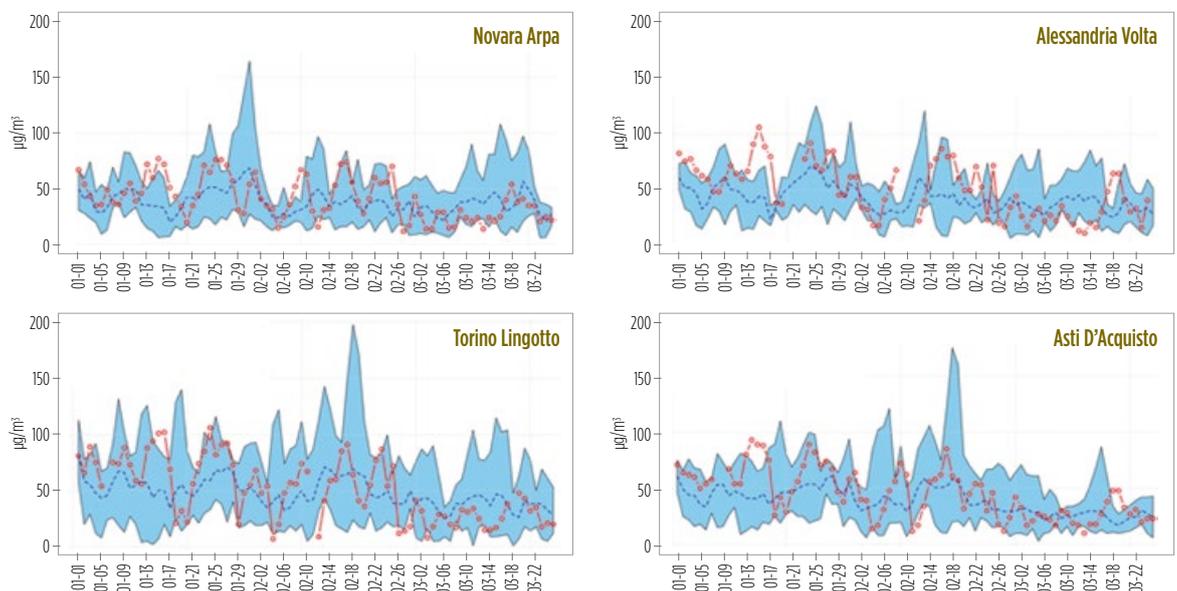


nelle principali città piemontesi dal primo gennaio alla fine di marzo del 2020, rispetto a quelli misurati nelle stesse stazioni e nello stesso periodo negli anni che vanno dal 2012 al 2019.

FIG. 1
PM₁₀

Valori di PM₁₀ nelle stazioni di Novara Arpa, Alessandria Volta, Torino Lingotto, Asti D'Acquisto, confronto tra il 2020 e il periodo 2012-2019.

■ max/min 2012-2019
■ media 2012-2019
■ 2020



I dati nel dettaglio

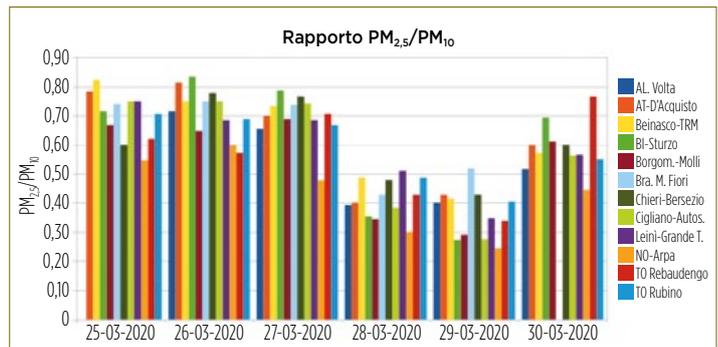
PM₁₀

In tutte le città oggetto dello studio, gli andamenti giornalieri dell'anno in corso (linea rossa nei grafici) mostrano una tendenza alla riduzione dei valori a partire dalla fine di febbraio, ma questa tendenza è riscontrabile anche nei dati del periodo di confronto (linea blu e banda azzurra nei grafici); tuttavia, nella prima metà di marzo del 2020, si nota una diminuzione che tende a essere maggiore rispetto a quanto mediamente osservato negli anni passati. Tale effetto è più evidente nella città di Torino e meno ad Alessandria e Asti. Nella terza settimana del mese, da lunedì 16 a mercoledì 19, tuttavia, si registra su tutta la regione un aumento delle concentrazioni, che si portano su valori superiori non solo alla media del periodo, ma, in alcuni casi anche ai massimi, superando anche il limite giornaliero di 50 µg/m³ ad Alessandria il 18 ed il 19 e a Novara il 18. Tale fenomeno è attribuibile a una iniziale maggiore attività fotochimica, che ha portato alla formazione di particolato secondario combinata con una maggiore stabilità atmosferica, associata a un'espansione anticiclonica sull'Europa centrale, con ventilazione bassa o assente, che ha favorito l'accumulo di particolato in atmosfera fino al 19 marzo. Dalla giornata successiva, il progressivo avvicinarsi di una perturbazione all'arco alpino ha riportato i livelli di PM₁₀ al di sotto della media del periodo su quasi tutta la regione.

Nel weekend 28 e 29 marzo, l'anomalo rialzo dei valori di PM₁₀ su tutto il territorio regionale è stato originato da polveri desertiche che sono dapprima giunte nella giornata di sabato nelle zone orientali del Piemonte, per poi distribuirsi

FIG. 2
PM_{2,5}/PM₁₀

Rapporto PM_{2,5}/PM₁₀ nelle stazioni piemontesi nel periodo 25-30 marzo 2020.



su tutta la regione nella giornata di domenica. Poiché le polveri desertiche sono particolarmente ricche della frazione *coarse* del particolato (quella compresa tra PM_{2,5} e PM₁₀), il fenomeno ha originato una netta diminuzione del rapporto PM_{2,5}/PM₁₀ in tutto il territorio regionale nelle giornate del 28 e 29 marzo.

NO₂

Per il biossido di azoto, le analisi sono state condotte sia su stazioni di traffico (influenzate prevalentemente da sorgenti emissive legate al traffico veicolare), sia su stazioni di fondo (non influenzate da una sorgente prevalente). Osservando gli andamenti giornalieri dell'anno in corso (linea rossa) rispetto ai valori giornalieri massimi, minimi (banda azzurra nei grafici) e medi (linea blu) del periodo di confronto si conferma innanzitutto, sia per il periodo di confronto, sia per l'anno in corso, la progressiva tendenza alla diminuzione dei valori in conseguenza dell'arrivo della primavera, ma con una diminuzione meno evidente rispetto a quella del PM₁₀. D'altro canto, dall'analisi si evidenzia come in tutta la regione le concentrazioni medie giornaliere di biossido di azoto del mese di marzo siano inferiori alla media del periodo 2012-2019 e, a partire dalla seconda settimana

del mese, in molti casi anche ai minimi del periodo. Questo comportamento è da attribuire alla riduzione delle emissioni da traffico veicolare conseguenti all'adozione dei provvedimenti legati all'emergenza coronavirus, coerentemente a quanto riportato anche nel documento pubblicato da Ispra e Snpa in relazione ai dati del progetto europeo Copernicus e come confermato dall'analisi degli andamenti temporali delle concentrazioni del monossido di azoto, inquinante esclusivamente primario e tipico tracciante delle emissioni dei veicoli.

L'effetto dell'aumento delle condizioni di stabilità atmosferica nei giorni dal 16 al 20 è meno evidente di quanto osservato per il PM₁₀; in generale, le concentrazioni giornaliere di biossido di azoto aumentano rispetto ai giorni precedenti e successivi, ma, tranne che nella stazione di Alessandria D'Annunzio, si mantengono comunque al di sotto dei valori medi del periodo 2012-2019 e prossime ai minimi stagionali.

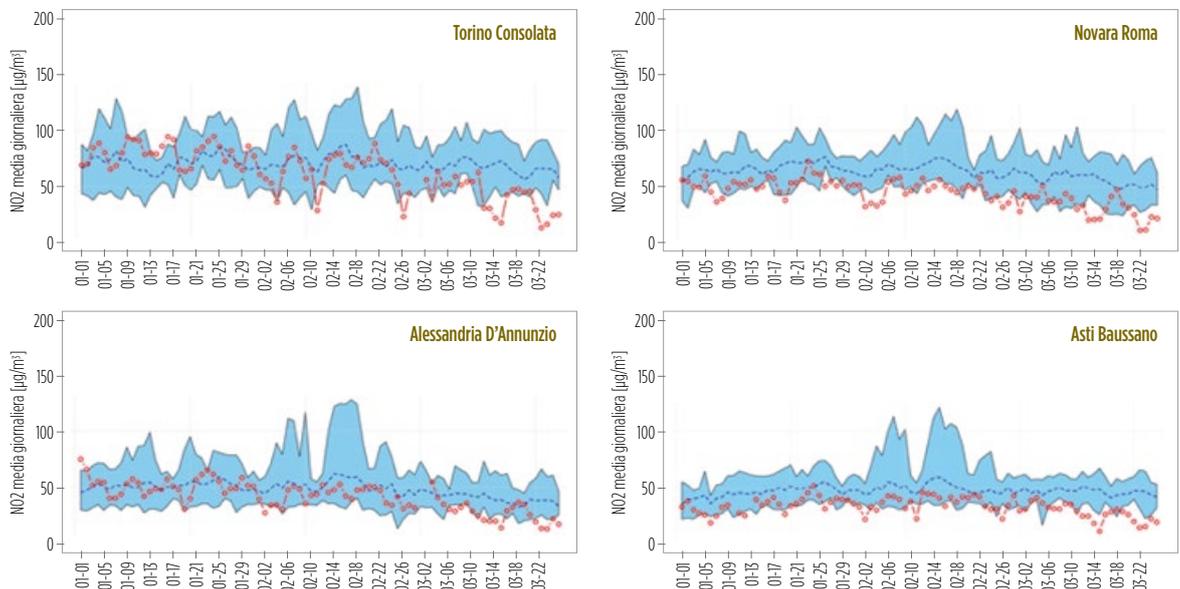
Stefano Bande, Francesco Lollobrigida, Secondo Barbero

Arpa Piemonte, Dipartimento Rischi naturali e ambientali

FIG. 3
NO₂

Valori di NO₂ nelle stazioni di Torino Consolata, Novara Roma, Alessandria D'Annunzio, Asti Baussano, confronto tra il 2020 e il periodo 2012-2019.

■ max/min 2012-2019
■ media 2012-2019
■ 2020



INQUINANTI IN DIMINUZIONE IN LOMBARDIA

LA STAGIONE INVERNALE 2019-2020 IN LOMBARDIA È STATA CARATTERIZZATA DA CONCENTRAZIONI DI PM_{10} , $PM_{2,5}$ E NO_2 COMPLESSIVAMENTE INFERIORI A QUELLE DELL'ANNO PRECEDENTE, CONFERMANDO IL TREND IN DIMINUZIONE SU BASE PLURIENNALE. SI REGISTRANO COMUNQUE DIVERSI SUPERAMENTI DEI LIMITI GIORNALIERI.

Il semestre della scorsa stagione invernale (1 ottobre 2019 - 31 marzo 2020) è il periodo dell'anno nel quale si registrano tipicamente le concentrazioni più elevate di PM_{10} , $PM_{2,5}$ e, in generale, di NO_2 . Per quanto i parametri di legge facciano riferimento a standard basati sull'anno solare, si presenta per questi parametri un primo bilancio della stagione invernale in Lombardia, caratterizzata nell'ultimo mese – in seguito all'emergenza Covid-19 – dall'adozione di misure progressivamente più restrittive delle attività antropiche dal 24 febbraio fino al cosiddetto *lockdown*, a partire dal 9 marzo.

Nelle elaborazioni presentate, si fa riferimento alle città capoluogo di provincia, considerando di volta in volta la situazione peggiore per la qualità dell'aria, ovvero quella che ha fatto registrare la concentrazione media del periodo più elevata o il numero maggiore di superamenti del valore limite giornaliero.

PM_{10} e $PM_{2,5}$

La stagione fredda 2019-2020 è stata caratterizzata da concentrazioni di PM_{10} e $PM_{2,5}$ complessivamente inferiori a quelle dell'anno precedente, confermando il trend in diminuzione di questi due inquinanti su base pluriennale evidenziato nelle elaborazioni annuali disponibili (<https://bit.ly/ariaLombardia>). A questo risultato hanno contribuito, oltre alla variabile meteorologica, i diversi interventi attuati a livello locale, regionale e nazionale. Nei mesi freddi, concentrazioni elevate di polveri sono legate alle condizioni meteorologiche, generalmente più favorevoli all'accumulo degli inquinanti, oltre che al contributo delle fonti emissive tipiche del periodo (in particolare impianti di riscaldamento a biomassa nel settore residenziale nei periodi più freddi e gli spandimenti di liquami zootecnici nel settore agricolo nei mesi di ottobre, novembre, febbraio e marzo).

FIG. 1
PIOGGIA

Afflusso meteorico mensile in Lombardia e giorni di superamento a Milano.

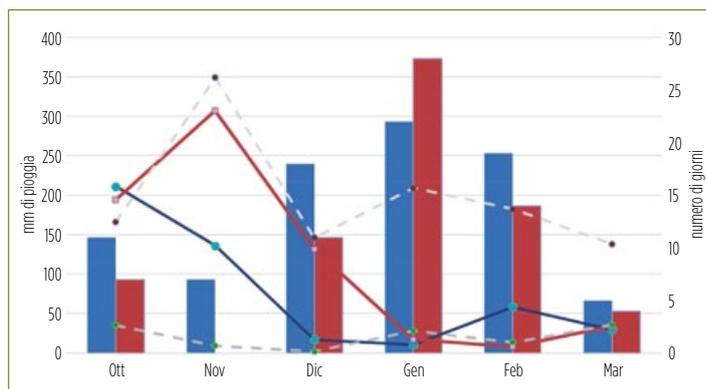
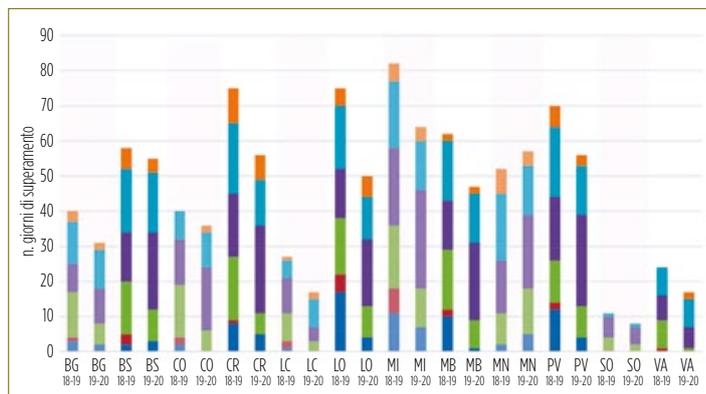


FIG. 2
 PM_{10}

Giorni di superamento del valore limite della media giornaliera di $50 \mu g/m^3$ di PM_{10} mese per mese.



Dal punto di vista meteorologico, le variabili che hanno più influenzato il periodo sono risultate le precipitazioni registrate sul territorio regionale nei mesi di ottobre, novembre e dicembre, durante i quali è caduta una quantità di pioggia simile e in alcuni casi superiore alla massima caduta nello stesso mese nel decennio 2006-2015 (figura 1). A novembre, in particolare, a causa del passaggio di numerose perturbazioni atlantiche, in Lombardia si sono registrati solo quattro giorni di assenza di precipitazioni e, non a caso, nei capoluoghi non si sono registrati sforamenti del limite giornaliero di PM_{10} . Nei mesi di gennaio e febbraio, dal punto di vista meteorologico di particolare rilievo per le concentrazioni di PM_{10} e $PM_{2,5}$ è risultata essere l'altezza dello stato di rimescolamento che, eccetto un paio di giornate, si è mantenuta sempre

inferiore ai 400 m. I mesi di gennaio e febbraio 2020 sono stati d'altra parte particolarmente asciutti, prossimi al limite inferiore dello stesso decennio 2006-2015. Queste condizioni hanno favorito l'accumulo degli inquinanti, con frequenti superamenti del valore limite giornaliero di $50 \mu g/m^3$ per il PM_{10} . Il mese di marzo è risultato in linea con gli anni precedenti per quanto riguarda le piogge, peraltro con diverse giornate caratterizzate da condizioni di alta pressione favorevoli all'accumulo. Sul mese di marzo va considerato naturalmente che, oltre alla consueta riduzione delle concentrazioni conseguente all'arrivo della primavera, normalmente caratterizzata da condizioni più variabili e meno stabili, può avere influito, in modo più o meno rilevante a seconda delle giornate, l'importante riduzione delle emissioni in alcuni comparti, quali il traffico veicolare e,



almeno parzialmente, la produzione industriale.

Complessivamente, analizzando più in dettaglio i valori rilevati (figura 2), per tutti i capoluoghi eccetto Mantova, i giorni di superamento del valore limite del semestre freddo 2019-2020 sono stati inferiori rispetto a quello precedente.

Complessivamente, la città con il maggior numero di superamenti del valore limite giornaliero nella stagione fredda 2019-2020 è stata Milano, con 64 giorni di superamento, a fronte dei 82 della stagione 2018-2019. La città che ha registrato il minor numero di superamenti è invece Sondrio (10 nel 2019-2020, 11 nel 2018-2019).

L'analisi suddivisa nei mesi evidenzia come il miglioramento sia attribuibile in particolare ai primi mesi del semestre. Il mese di gennaio 2020 è invece risultato particolarmente critico per il numero di giorni oltre la soglia, seguito da un mese di febbraio in linea o con meno superamenti dello stesso mese dell'anno precedente. Da rilevare che, sebbene nel mese di marzo si siano avuti meno superamenti rispetto all'anno precedente, nonostante la riduzione delle emissioni di alcuni settori connessa ai provvedimenti conseguenti all'emergenza Covid-19, sono comunque stati registrati diversi superamenti del limite giornaliero. Se l'episodio di superamento di PM_{10} nei giorni 28 e 29 marzo è in gran parte dovuto al trasporto di polvere proveniente dalla regione caucasica, che ha fatto registrare concentrazioni particolarmente elevate nella porzione orientale della pianura Padana, con picchi superiori ai $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è invece probabile che sui superamenti registrati il 18, 19 e 20 marzo in alcune stazioni abbia influito in particolare la formazione di particolato secondario. Dati più completi si potranno avere solo quando saranno disponibili anche i risultati delle analisi di composizione, attualmente in corso.

FIG. 3
 PM_{10} e $PM_{2,5}$

Media semestre invernale 2018-2019 e 2019-2020 di PM_{10} e $PM_{2,5}$.

■ $PM_{2,5}$ 18-19
■ PM_{10} 18-19
■ $PM_{2,5}$ 19-20
■ PM_{10} 19-20

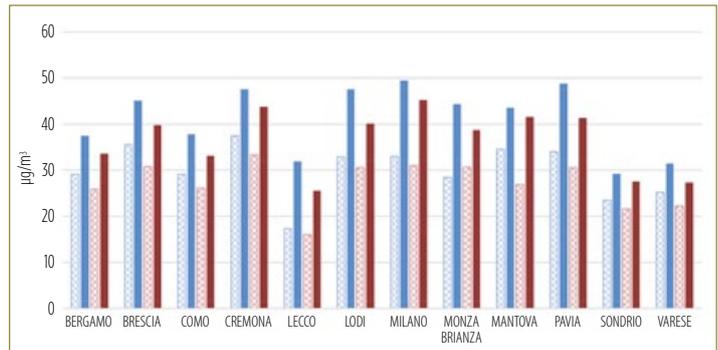
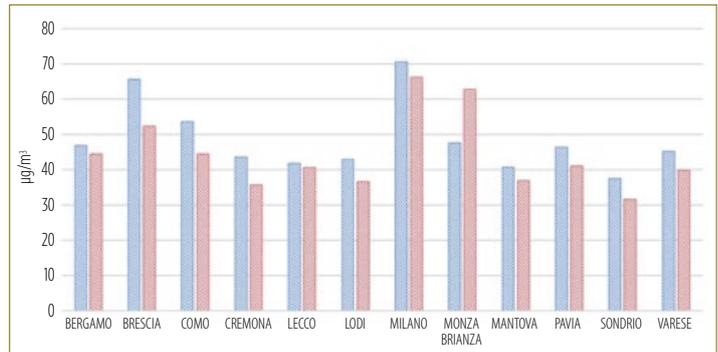


FIG. 4
 NO_2

Medie stagionali 2018-2019 e 2019-2020 di NO_2 nei capoluoghi lombardi.

■ NO_2 18-19
■ NO_2 19-20



L'analisi condotta non sul numero di superamenti ma sulle concentrazioni medie del semestre di PM_{10} e $PM_{2,5}$ (figura 3) conferma che, con la sola eccezione di Monza, in tutti i capoluoghi le concentrazioni medie del semestre 2019-2020 sono state inferiori allo stesso periodo 2018-2019.

Per il PM_{10} , la media stagionale più elevata nell'inverno appena trascorso si è registrata a Milano ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte dei 49 del 2018-2019) mentre a Lecco è stata registrata quella minore ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di 32 del 2018-2019).

Per il $PM_{2,5}$ la media stagionale più elevata si è registrata a Cremona ($33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del 2018-2019) mentre quella minore è stata registrata a Lecco ($16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del 2018-2019).

NO_2

Con poche eccezioni, anche per l' NO_2 le concentrazioni medie nel semestre freddo 2019-2020 sono risultate inferiori a quelle del semestre 2018-2019 (figura 4). Le medie stagionali più elevate si sono registrate nelle zone urbane e in particolare in stazioni da traffico dove il contributo di questa fonte di emissione è più evidente. Nel semestre 2019-2020, la media più elevata si è registrata a Milano ($66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del 2018-2019 nella stazione da traffico di viale Marche) e quella inferiore a Sondrio ($32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del 2018-2019 nella stazione da traffico di Via Mazzini). Per questo inquinante, va rilevata da un lato l'importante riduzione del mese di marzo 2020, connessa ai provvedimenti

Covid-19, quando le concentrazioni di NO_2 si sono attestate sui minimi dello stesso periodo dell'ultimo decennio.

Il miglioramento è però in generale confermato anche confrontando non il semestre, ma il solo periodo ottobre-febbraio: le concentrazioni 2019-2020 sono inferiori agli stessi mesi 2018-2019. Il trend complessivamente in miglioramento è pertanto confermato anche per questo inquinante anche su base stagionale.

Il numero di superamenti del valore limite orario è invece risultato ovunque sotto al limite previsto, ancorché su base annua, dalla normativa, sebbene in alcune stazioni si siano registrati sporadici superamenti del valore orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (in particolare a Milano Viale Marche, che, con 7 superamenti del valore limite orario, ha fatto registrare il valore più alto della Lombardia).

Dall'analisi presentata si conferma dunque la riduzione delle concentrazioni degli inquinanti che tipicamente in Lombardia ancora fanno registrare, più o meno diffusamente, il superamento dei valori limiti nelle valutazioni su base annua richieste dalla norma. È naturalmente escluso da questa analisi l'ozono, inquinante tipicamente estivo, il cui andamento potrà essere valutato solo con l'arrivo della stagione calda.

Anna Di Leo, Guido Lanzani

U.O. Qualità dell'aria, Settore Monitoraggi ambientali, Arpa Lombardia

L'ARIA NELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

PER GLI INQUINANTI CHE ANCORA PRESENTANO PROBLEMI NELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, SI ASSISTE A UN TREND PLURIENNALE DI MIGLIORAMENTO DELLA SITUAZIONE. L'INVERNO 2019-2020 CONFERMA QUESTO ANDAMENTO. UN IMPATTO SIGNIFICATIVO È VENUTO DAL LOCKDOWN LEGATO ALL'EMERGENZA COVID-19 DAL MESE DI MARZO.

Per meglio comprendere l'andamento della qualità dell'aria in Trentino durante l'inverno appena trascorso è opportuno considerare come, nel corso degli ultimi anni, i valori di concentrazione di tutti gli inquinanti risultano in tendenziale progressiva diminuzione.

Per alcuni di questi, come il monossido di carbonio, il biossido di zolfo o il benzene, si è assistito alla loro sostanziale scomparsa, mentre per altri, e in particolare il biossido di azoto (NO₂), ma anche il particolato sottile PM₁₀ - PM_{2,5}, i valori sono sì in diminuzione, ma la loro presenza è talvolta ancora significativa. Atteso che la progressiva diminuzione delle emissioni è il principale fattore che ha determinato il positivo andamento sulla qualità dell'aria, è risaputo che la correlazione fra emissione e immissione non è sempre lineare, in quanto nel processo di diluizione intervengono molte variabili e fra queste predominanti sono quelle meteorologiche e orografiche. A questo proposito e in estrema sintesi, l'inverno 2019-2020 in Trentino è stato complessivamente caratterizzato da temperature superiori alla media, precipitazioni abbondanti, in particolare durante i mesi di novembre, prima metà di dicembre e mese di marzo, mentre per un lungo periodo, compreso fra metà dicembre e febbraio, gli episodi piovosi e/o nevosi sono stati pressoché assenti. Nel complesso, e questo anche nel periodo più siccitoso e stabile di inizio anno, è stato un inverno durante il quale le condizioni meteorologiche non hanno mai determinato lunghi periodi favorevoli all'accumulo degli inquinanti nei fondovalle.

Per ridurre comunque questa sostanziale fonte d'incertezza nella lettura dei dati misurati e relativi a questa ultima stagione fredda, oltre a confrontare i dati del periodo con i valori e limiti di riferimento, l'analisi è stata effettuata anche in confronto alle concentrazioni misurate negli ultimi cinque inverni.

FIG. 1
PM₁₀

Numero medio di superamenti della media giornaliera di PM₁₀ in tutte le stazioni (semestre freddo ottobre-marzo) negli ultimi 6 anni.

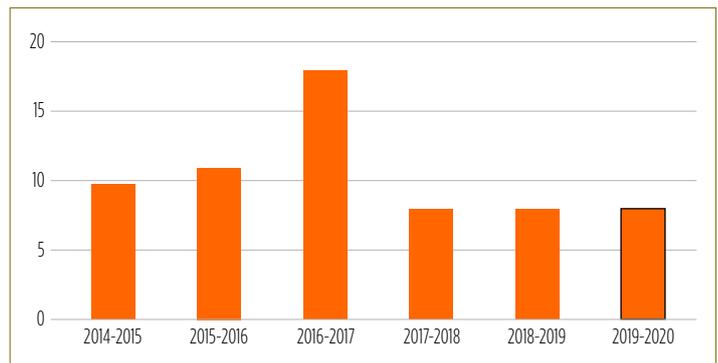
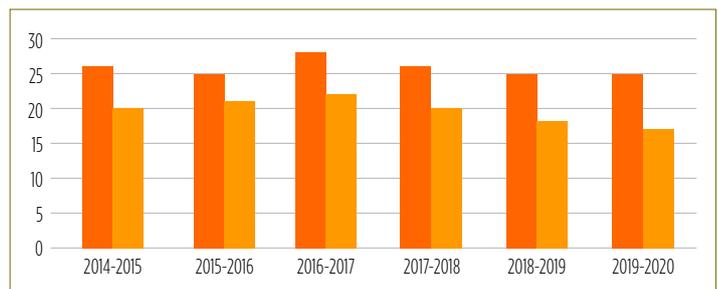


FIG. 2
PM₁₀ E PM_{2,5}

Media PM₁₀ e PM_{2,5} (µg/m³) in tutte le stazioni (semestre freddo ottobre-marzo) negli ultimi 6 anni.

■ Media PM₁₀
■ Media PM_{2,5}



Una particolarità molto rilevante da considerare è che ha contraddistinto la parte finale dell'inverno, per gran parte del mese di marzo, è stata l'emergenza legata al Covid-19 e al conseguente *lockdown*, che ha determinato una forte riduzione di alcune sorgenti emissive, una su tutte le emissioni da traffico. Per entrare quindi nel dettaglio dei dati raccolti presso le stazioni di rilevamento della qualità dell'aria in Trentino, il periodo compreso fra il mese di ottobre 2019 e marzo 2020 è stato caratterizzato da concentrazioni di particolato sottile PM₁₀ e PM_{2,5} complessivamente più contenute di sempre, seppure non di molto in termini assoluti rispetto agli ultimi anni, a conferma del trend in continua diminuzione su base pluriennale. Il numero di superamenti del limite giornaliero per il PM₁₀ è stato in media di 7 giorni nell'arco dell'intero inverno, in leggera diminuzione rispetto agli 8 dell'inverno precedente, con un massimo di 12 superamenti presso due delle stazioni di misura di fondo. Interessante

rilevare come la quasi totalità di questi superamenti si è registrata durante i mesi di gennaio e febbraio 2020 caratterizzati da condizioni meteorologiche spesso favorevoli al ristagno degli inquinanti nei fondovalle, mentre nel periodo ottobre-dicembre 2019 ci sono stati solamente tre giorni di superamento, peraltro di piccola entità, e unicamente in due stazioni di misura.

Il valore della media delle concentrazioni del particolato sottile PM₁₀ è risultato sostanzialmente invariato rispetto all'inverno scorso, mentre invece la diminuzione delle concentrazioni del PM_{2,5} è stata, almeno percentualmente, più significativa, con un calo medio del 15% rispetto alla media degli ultimi cinque inverni.

Atteso come detto che sul finire dell'inverno l'emergenza Covid-19 ha impattato in maniera molto rilevante anche sulle emissioni di inquinanti in atmosfera, è significativo rilevare più o meno la metà delle giornate

di superamento del limite di media giornaliera per il PM_{10} si siano avute proprio durante il mese di marzo (il *lockdown* generalizzato è scattato attorno al giorno 10). Parte di questa apparente anomalia si spiega con un evento di trasporto di polvere proveniente dalla regione caucasica, evidenziato praticamente da tutte le stazioni localizzate nel nord Italia, avvenuto il 28 e 29 marzo, mentre gli altri superamenti registrati sono invece verosimilmente da ricondurre alla formazione di particolato secondario.

Così come succede ormai da qualche anno, per il particolato PM_{10} e $PM_{2,5}$ non si sono manifestate differenze sostanziali di concentrazione fra le stazioni di traffico e quelle di fondo urbano, e questo conferma in maniera robusta anche le indicazioni contenute nell'inventario delle emissioni del Trentino, che indica quale fonte primaria sia del PM_{10} , sia del $PM_{2,5}$, la combustione non industriale, ovvero riferita alla combustione delle biomasse.

Per quanto riguarda le concentrazioni del biossido di azoto (NO_2), l'unico inquinante (oltre all'ozono) che ancora evidenzia in Trentino, per le stazioni di traffico, valori superiori al limite di (sola) media annuale, le medie nel semestre freddo 2019-2020 sono risultate inferiori sia a quelle dell'inverno 2018-2019, sia complessivamente a quelle di tutti gli ultimi cinque inverni.

I valori più elevati sono stati rilevati presso le stazioni di traffico, dove il contributo riconducibile a questa fonte di emissione è evidentemente molto significativo. Le stazioni di traffico presenti in Trentino sono situate nella città capoluogo, dove è stato misurato il valore più elevato durante il semestre di $51 \mu g/m^3$, e al bordo dell'autostrada del Brennero – A22 che attraversa l'intera provincia. In questo caso il valore medio misurato nel semestre è stato di $47 \mu g/m^3$. Al contrario di quanto successo per il particolato, alla forte diminuzione del traffico registrata durante il mese di marzo a causa del *lockdown* per il Covid-19, è corrisposta un'altrettanto importante diminuzione della concentrazione degli ossidi di azoto, che ha condizionato in modo molto evidente anche il calo complessivo dell'intero inverno. In particolare, durante il mese di marzo la presenza dell' NO_2 è diminuita, rispetto al clima atteso, mediamente del -38%, con punte settimanali anche del -50%, per le stazioni di fondo urbano, e -45%, con punte massima settimanali anche del -60%, per stazioni orientate al traffico.

FIG. 3
 NO_2

Media NO_2 ($\mu g/m^3$) nelle stazioni di traffico (semestre freddo ottobre-marzo) negli ultimi 6 anni.

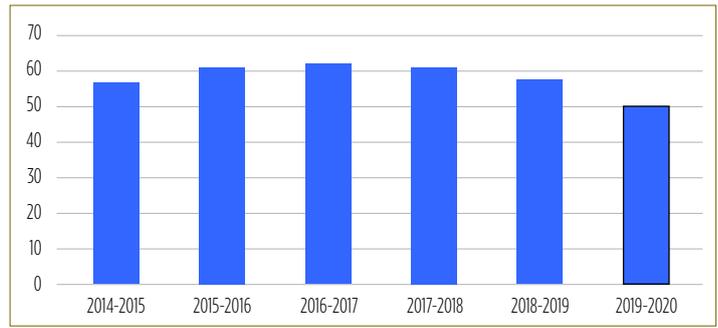
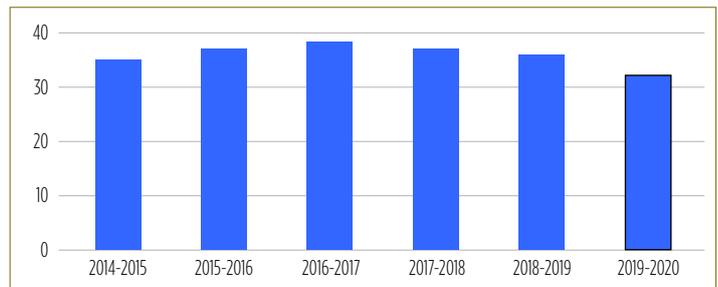


FIG. 4
 NO_2

Media NO_2 ($\mu g/m^3$) nelle stazioni di fondo urbano (semestre freddo ottobre-marzo) negli ultimi 6 anni.



Su base "invernale" questo si è tradotto in una diminuzione di circa il 15% sia rispetto all'inverno 2018-2019, sia rispetto alla media degli ultimi cinque inverni. Per come è strutturata la rete di monitoraggio e per i criteri con i quali sono state posizionate le stazioni, questi risultati, misurati puntualmente, possono essere estesi con sufficiente confidenza anche a tutto il territorio provinciale. Per quanto riguarda invece il valore limite orario, sempre per l' NO_2 , durante l'intero inverno vi è stato un solo episodio (ora) di superamento presso una stazione urbana nella città capoluogo di Trento. Anche questo dato, seppure si sia già analogamente presentato in qualche altra annata, è rappresentativo di un periodo con valori di qualità dell'aria sostanzialmente inferiori alla media del periodo.

Come già accennato, l'analisi dei dati qui presentata non ha considerato alcuni inquinanti rispetto ai quali, ormai da molti anni, non sussistono più in Trentino problemi di qualità dell'aria (CO , SO_2 , benzene, metalli), così come, trattandosi del periodo invernale, non sono state valutate le concentrazioni dell'ozono, il cui andamento potrà essere considerato solo con l'arrivo della stagione calda.

Gabriele Tonidandel

Provincia autonoma di Trento,
Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente
U.O. Tutela dell'aria e agenti fisici



L'ANDAMENTO DEL PM₁₀ NEI CAPOLUOGHI DEL VENETO

IN VENETO L'ANDAMENTO DEL PM₁₀ NELLA STAGIONE INVERNALE 2019-2020 È SIMILE A QUELLA REGISTRATA NELLE ALTRE REGIONI DEL BACINO PADANO. SONO ESSENZIALMENTE TRE GLI EPISODI DI CRITICITÀ. IN ALCUNI CASI SI SONO VERIFICATI LIVELLI DI ALLERTA ROSSA (OLTRE 10 GIORNI CONSECUTIVI DI SUPERAMENTO DEI LIMITI),

Si è concluso il semestre invernale (1 ottobre 2019-31 marzo 2020) nel quale, per effetto dell'applicazione dell'Accordo di bacino padano, adottato dalla Regione Veneto con Dgrv 836/2017, sono stati emessi, a cura dell'Osservatorio regionale aria di Arpav, 52 bollettini dei livelli di allerta PM₁₀, per tutte le aree del territorio regionale. Nell'Accordo, l'allegato I *Criteri per l'individuazione e la gestione delle situazioni di perdurante accumulo degli inquinanti* prevede l'attivazione di due livelli di allerta per il PM₁₀:

- 1) livello di *allerta arancio* (si attiva dopo 4 giorni consecutivi di superamento del valore limite giornaliero per il PM₁₀, pari a 50 µg/m³)
- 2) livello di *allerta rossa* (si attiva dopo 10 giorni consecutivi di superamento del valore limite giornaliero per il PM₁₀, pari a 50 µg/m³)

La verifica del raggiungimento dei livelli di allerta e la conseguente emissione del bollettino è effettuata, in tutte le aree del bacino padano, il lunedì e il giovedì, mentre l'attivazione delle misure previste dai Comuni per i diversi livelli di allerta inizia dalle giornate successive, dal martedì e venerdì.

La presente analisi prende in considerazione il numero di giorni di allerta arancio e rossa verificatesi nei capoluoghi del Veneto nel periodo



1° ottobre 2019-31 marzo 2020. Tutto il territorio regionale è stato suddiviso in 25 zone ed è stato oggetto di valutazione dei livelli di allerta durante il periodo indicato.

Durante il semestre invernale appena trascorso si sono verificati, essenzialmente, 3 episodi di criticità: - il primo, dal 10 al 12 dicembre 2019, ha interessato solo i capoluoghi di Padova e Rovigo - il secondo, che è stato anche il più rilevante per la durata, si è verificato dal 3

al 20 gennaio 2020 e ha interessato tutti i capoluoghi del Veneto, tranne Verona e Belluno; in questo caso, oltre l'allerta arancio, è stata raggiunta anche l'allerta rossa nei capoluoghi di Treviso e Vicenza - l'ultimo episodio si è verificato dal 28 gennaio al 6 febbraio 2020 e ha interessato tutti i capoluoghi del Veneto tranne Belluno ed è stata raggiunta l'allerta rossa nei capoluoghi di Treviso, Padova, Vicenza e Rovigo; questo episodio è stato quello di maggiore estensione spaziale. Nella *tabella 1* è riportato il dettaglio,

Zona	Stazione di riferimento	1° episodio (10-12 dicembre 2019)		2° episodio (3-20 gennaio 2020)		3° episodio (28 gennaio-6 febbraio 2020)	
		n. giorni allerta arancio	n. giorni allerta rossa	n. giorni allerta arancio	n. giorni allerta rossa	n. giorni allerta arancio	n. giorni allerta rossa
Venezia	VE-Bissuola	-	-	14	-	10	-
Treviso	TV-Via Lancieri	-	-	7	7	7	3
Padova	PD-Mandria	3	-	14	-	7	3
Vicenza	VI-Quartiere Italia	-	-	3	11	7	3
Verona	VR-Giarol	-	-	-	-	10	-
Belluno	BL-Parco Città Bologna	-	-	-	-	-	-
Rovigo	RO-Largo Martiri	3	-	18	-	7	3

TAB. 1
QUALITÀ DELL'ARIA, VENETO, AUTUNNO-INVERNO 2019-2020

Episodi di criticità con attivazione delle allerte arancio e rossa nei capoluoghi del Veneto (1° ottobre 2019-31 marzo 2020).

per ciascun capoluogo, del numero di giorni di allerta arancio e rossa verificatesi durante i tre episodi descritti.

La parte finale del 2019 (ottobre, novembre e dicembre) è stata contraddistinta da condizioni meteorologiche prevalentemente favorevoli alla dispersione degli inquinanti che hanno determinato il mantenimento del livello di allerta verde su gran parte del territorio regionale, tranne che nelle giornate dal 10 al 12 dicembre 2019. Infatti già dal 5-6 dicembre era iniziato in tutta la pianura veneta un moderato fenomeno di accumulo, che ha portato un aumento delle concentrazioni di PM₁₀ fino a un massimo di circa 80 µg/m³ nei giorni 8 e 9. Tuttavia, sono stati raggiunti i quattro giorni consecutivi di superamento (allerta arancio) solo a Padova e Rovigo.

Viceversa, il mese di gennaio e la prima parte del mese di febbraio 2020 sono stati caratterizzati da condizioni di stabilità atmosferica, che hanno favorito l'accumulo degli inquinanti e la conseguente attivazione dei livelli di allerta arancio e rossa.

Il fenomeno di accumulo più lungo dell'inverno è quello che è iniziato a fine dicembre e ha portato alla criticità arancio già dai primi giorni di gennaio. In questo caso, i picchi si sono registrati in molte città il 6 gennaio, in concomitanza con i falò epifanici, con picchi a Padova, Treviso e Venezia tutti attorno ai 120 µg/m³.

La lunga durata del fenomeno, seppure con un leggero evento di pulizia attorno

	20/03 2020	21/03 2020	22/03 2020	23/03 2020	24/03 2020	25/03 2020	26/03 2020	27/03 2020	28/03 2020	29/03 2020
Minima	0	0	2,1	0	0	2,1	2,9	0,6	0,6	0
Media	1,2	1,1	5	2,8	1,6	7	6,7	4	0,1	0,8
Massima	4,1	3,5	8,6	8,8	5,1	11,5	10,4	8,9	3,5	3,7
Direzione vento* (media giornaliera)	ENE	E	ENE	E	ENE	ENE	NE	ENE	NO	E

*Direzione vento prevalente a 10 m media vettoriale (settore).

TAB. 2 VENTO 20-29 MARZO 2020

Valori di velocità e direzione prevalente del vento registrati dalla stazione meteorologica di Legnago prima e durante l'evento critico anomalo di polveri del 27-29 marzo 2020. Fonte dati: Centro meteorologico di Teolo, Arpa Veneto.

al 10 gennaio, ha fatto registrare una lunga sequenza di superamenti del valore limite giornaliero, che hanno portato l'allerta arancio in tutti i capoluoghi di provincia tranne Verona e Belluno e al livello rosso a Treviso e Vicenza. Dopo una fase di dispersione attorno al 20 gennaio, è ripresa su tutto il Veneto la stagnazione che ha causato un secondo episodio critico, al termine di gennaio, interessando tutte le province di pianura. I massimi sono stati registrati intorno al 2-3 febbraio, quando a Treviso, Padova, Vicenza e Rovigo si è raggiunta l'allerta rossa. L'episodio si è chiuso con un forte evento di pulizia tra il 4 e il 6 febbraio.

A partire dal 25 febbraio, si sono instaurate condizioni di instabilità atmosferica, presenti anche durante il mese di marzo, che hanno contribuito a mantenere i livelli di PM₁₀ molto bassi, generalmente inferiori ai 20 µg/m³, tranne che nel periodo 27-29 marzo durante il quale si è verificato un

episodio anomalo di ingresso di polveri provenienti dall'area del Mar Caspio, per effetto dei forti venti provenienti dai settori est-nord-est (tabella 2) registrati nelle giornate precedenti, che hanno portato i livelli di polveri PM₁₀ ben al di sopra dei 100 µg/m³.

Dal punto di vista dell'andamento dei primi mesi del 2020, si può affermare che al 31 marzo tutti i capoluoghi di provincia a eccezione di Belluno hanno già oltrepassato i 35 giorni di sfioramento del valore limite giornaliero del PM₁₀ consentiti dalla legge, attestandosi tra i 40 e i 51 superamenti e denotando una situazione molto simile a quella registrata nel 2019. L'emissione del bollettino dei livelli PM₁₀ riprenderà il 1 ottobre 2020.

Giovanna Marson, Luca Zagolin, Salvatore Patti

Osservatorio regionale Aria Arpa Veneto
(orar@arpa.veneto.it)



ARIA SOSTANZIALMENTE BUONA IN FRIULI VENEZIA GIULIA

LA QUALITÀ DELL'ARIA IN FRIULI VENEZIA GIULIA NELL'INVERNO 2019-2020 È STATA COMPLESSIVAMENTE DISCRETA E IN LINEA CON LA MEDIA DELL'ULTIMO QUINQUENNIO. VALORI RELATIVAMENTE ELEVATI DI POLVERI SI SONO AVUTI SOLO NELLA PIANURA OCCIDENTALE, DOVE LE CONDIZIONI ATMOSFERICHE SONO MEDIAMENTE PIÙ FAVOREVOLI AL RISTAGNO.

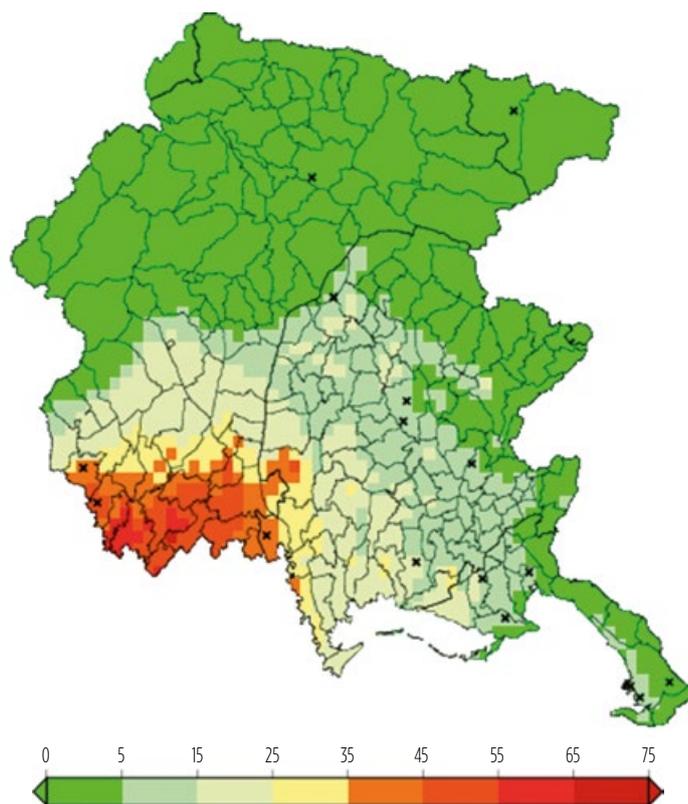
L'analisi dei dati delle stazioni di monitoraggio evidenzia come in Friuli Venezia Giulia la qualità dell'aria nell'inverno 2019-2020 sia stata complessivamente discreta e in linea con la media dell'ultimo quinquennio. Un miglioramento complessivo della qualità dell'aria è comunque percepibile confrontando i dati dell'ultimo quinquennio rispetto ai due quinquenni precedenti (dal 2005 al 2009 e dal 2010 al 2014) soprattutto per quanto riguarda le concentrazioni di PM_{10} , i cui valori da diversi anni non sono più problematici sulla costa e sulla pianura centrale e orientale della regione, così come invece avveniva in precedenza.

Nell'inverno 2019-2020, valori relativamente elevati di polveri si sono avuti solo nella pianura occidentale, dove le condizioni atmosferiche sono mediamente più favorevoli al ristagno in linea con il clima tipicamente padano dell'area, a differenza delle zone orientali della regione che sono soggette a una maggior ventilazione, come testimoniato dalla *figura 1*, riepilogativa del numero dei superamenti giornalieri di seguito riportata. Nel dettaglio geografico, il fiume Tagliamento rappresenta una sorta di confine orografico che funge da "spartiacque" tra la pianura friulana, caratterizzata da una discreta ventilazione naturale, e la pianura Padana, dove c'è una maggiore stabilità atmosferica. Ciò fa sì che le polveri sottili registrate in prossimità del confine occidentale del Friuli Venezia Giulia siano maggiori rispetto a quelle registrate nelle altre stazioni della pianura e costa della regione e paragonabili a quelle osservate nel vicino Veneto.

Per comprendere il fenomeno nella sua interezza, l'Agenzia regionale per l'ambiente ha avviato un progetto di studio volto a individuare i contributi relativi delle condizioni microclimatiche e delle principali sorgenti emissive presenti in quella porzione di territorio,

FIG. 1
 PM_{10}

Numero dei superamenti dei limiti giornalieri di PM_{10} in Friuli Venezia Giulia nell'inverno 2019-2020.



studiando in particolare la composizione delle polveri rilevate in quell'area.

A chiusura dell'anno 2019, per quanto riguarda il materiale particolato in Friuli Venezia Giulia, sia la concentrazione media della frazione PM_{10} sia la concentrazione di $PM_{2,5}$ sono risultate al di sotto del limite di legge; solo nei pressi del confine occidentale della regione è stato superato il limite di legge sulle concentrazioni giornaliere di PM_{10} (oltre 35 giorni con concentrazione superiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Quest'ultimo superamento è stato favorito dalle particolari condizioni meteorologiche di ristagno atmosferico che si sono avute nei primi mesi dell'anno, mentre gli ultimi mesi sono stati decisamente meno problematici, confermando la tendenza degli ultimi anni che vede il mese di

dicembre con caratteristiche tipicamente autunnali, lasciando solo i mesi da gennaio a febbraio con caratteristiche invernali.

Nel complesso, questa regione si conferma come area dotata di una discreta qualità dell'aria, sia in confronto con le vicine regioni della pianura Padana, dove sono presenti zone con condizioni climatiche meno favorevoli al ricambio delle masse d'aria, sia con le regioni dell'est Europa e dei Balcani, dove permangono criticità, spesso dovute all'utilizzo del carbone quale fonte energetica primaria anche per il riscaldamento domestico e a un parco veicolare circolante particolarmente vecchio.

Fermo restando il quadro complessivo appena descritto, spostandoci con

maggior dettaglio sul periodo invernale 2019-2020 è innanzitutto necessario notare come in questo periodo le condizioni meteorologiche siano state particolarmente favorevoli al ristagno degli inquinanti su tutto il territorio regionale, fatta eccezione per la fascia costiera più a est, l'area del golfo di Trieste, caratterizzata da una fisiologica ventosità dovuta alla forte incidenza della bora e in generale dei venti provenienti da oriente, con conseguente marcata diluizione degli inquinanti atmosferici nell'area.

Al fine di poter dare un quadro d'insieme dello stato dell'aria ambiente nel periodo, viene di seguito riportato un breve riassunto relativo alle postazioni di fondo urbano degli ex capoluoghi di provincia del Friuli Venezia Giulia.

Trieste

L'inverno si è chiuso positivamente, le concentrazioni medie di PM_{10} si sono mantenute sostanzialmente stazionarie sotto i $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il numero di superamenti del limite giornaliero dall'inizio del nuovo anno si attesta sulla decina. Netto invece è il calo nelle concentrazioni di ossidi di azoto nel periodo d'interesse, i cui tenori medi a ridosso della primavera sono ridotti a circa un terzo dei rispettivi valori d'inizio inverno. Le concentrazioni di $PM_{2,5}$ sono gradualmente scese da circa $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a circa $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con l'avanzare della stagione. Questi parametri ambientali certificano un sostanziale buono stato della qualità dell'aria sul capoluogo regionale.

Udine

Anche per l'inverno 2019-2020, le concentrazioni di PM_{10} registrate nel periodo sono mediamente di poco superiori a quelle viste per Trieste. Ciò trova ragion d'essere nella minor ventosità della pianura friulana rispetto al litorale del golfo. Il numero di superamenti del limite giornaliero da inizio 2020 si attesta ancora sulla decina. Questo trend si riscontra anche per la frazione $PM_{2,5}$, anche se, a onor del vero, tale scarto va via via affievolendo all'avvicinarsi della primavera. Sostanzialmente allineati su tutto il periodo invernale risultano invece i valori di ossidi d'azoto registrati a Udine e a Trieste, anche se, utile sottolinearlo, la popolazione della prima è sostanzialmente la metà della seconda. Va notato comunque che le concentrazioni assolute riscontrate nel periodo mettono in luce una buona qualità dell'aria per la città di Udine.

Gorizia

Città di minor popolosità rispetto alle precedenti, risente normalmente dell'influsso mitigatore del grecale che, pur essendo tendenzialmente di minor intensità rispetto a quanto si registra sulla costa est della regione, esercita comunque il suo effetto positivo. Nel periodo in studio però, come anche accennato sopra, tale esito non c'è stato e le concentrazioni di polveri aerodisperse sono di fatto state sostanzialmente uguali a quelle registrate per la città di Udine.

Il numero di superamenti del limite giornaliero delle concentrazioni di PM_{10} registrati nella stazione di Gorizia nel

primo trimestre del 2020 si attesta a 9, assolutamente in linea con le altre realtà viste finora.

Pordenone

Come riportato nella parte iniziale del presente resoconto, il pordenonese risente dell'influsso sfavorevole tipico delle dinamiche anemologiche della pianura Padana.

Il numero di superamenti del limite giornaliero delle concentrazioni di PM_{10} registrati nella stazione di monitoraggio di Pordenone centro nel primo trimestre del 2020 si attesta a 28, il che da immediatamente il segno della singolarità di quest'area rispetto al contesto regionale. Anche le concentrazioni medie di $PM_{2,5}$ riscontrate nella stessa postazione sono essenzialmente doppie rispetto alla analoga triestina nei primi due mesi dell'anno 2020, nonostante la città di Pordenone abbia circa un quarto degli abitanti del capoluogo regionale.

Riassumendo dunque, anche solo sulla scorta degli inquinanti più aspecifici come quelli appena riportati, è possibile affermare che la qualità dell'aria ambiente rilevata in contesti non industriali del Friuli Venezia Giulia nell'inverno 2019-2020 è stata sostanzialmente buona su tutto il territorio regionale, anche se permane la consueta criticità associata al territorio pordenonese.

Fulvio Stel

Responsabile Sos Qualità dell'aria,
Arpa Friuli Venezia Giulia



IN EMILIA-ROMAGNA PROSEGUE IL TREND DI MIGLIORAMENTO

NEGLI ULTIMI ANNI IN EMILIA-ROMAGNA SI CONSOLIDA LA TENDENZA ALLA DIMINUIZIONE DEI LIVELLI DI PM_{10} . NEL CORSO DELL'ULTIMA STAGIONE AUTUNNO-INVERNALE NON SONO MANCATE CRITICITÀ, TUTTAVIA NEGLI ULTIMI ANNI SI CONSOLIDA LA TENDENZA ALLA DIMINUIZIONE DEI LIVELLI DI PM_{10} . INFERIORE ANCHE IL NUMERO DI PROVVEDIMENTI DI LIMITAZIONE.

Nonostante la tendenza alla diminuzione dei livelli di PM_{10} in tutte le stazioni dell'Emilia-Romagna evidenziata negli ultimi anni, nell'autunno-inverno 2019-2020 non sono mancate criticità ed episodi con superamenti dei limiti protratti nel tempo. In caso di superamento continuativo del valore limite giornaliero di PM_{10} nel periodo dal 1 ottobre al 31 marzo, quando le condizioni atmosferiche rendono particolarmente difficile la dispersione degli inquinanti, una delle azioni previste dal Pair 2020 (Piano aria integrato regionale) è la misura relativa alla limitazione della circolazione dei veicoli a motore più inquinanti. Con la delibera regionale Gpg/2017/1547 *Misure per il miglioramento della qualità dell'aria in attuazione del Piano aria integrato regionale (Pair2020) e del nuovo accordo di bacino padano 2017*, modificata al Capo IV - "Disposizioni sulla qualità dell'aria", art. 40 della legge regionale 22 ottobre 2018, n. 14 *Attuazione della sessione europea regionale 2018 - Abrogazioni e modifiche di leggi, regolamenti, e singole disposizioni normative regionali* (Bollettino ufficiale n. 332 del 22 ottobre 2018), sono stati individuati i criteri di attivazione delle misure antismog. I provvedimenti trovano applicazione nei comuni dell'agglomerato di Bologna e in quelli con più di 30mila abitanti, in tutto 30 comuni, che nel complesso contano oltre 2 milioni di residenti. Il bollettino *Liberiamolaria* è emesso da Arpa nei giorni di controllo - di norma lunedì e giovedì - e indica, per ogni provincia, se devono essere attivate le misure emergenziali a partire dal giorno successivo nei comuni suddetti ricadenti in essa. Le misure emergenziali constano in un solo livello di attivazione e prevedono, per quanto concerne il traffico veicolare, il blocco della circolazione di tutti i mezzi diesel fino alla categoria Euro 4 in aggiunta alle limitazioni ordinarie.



FOTO: REGIONE EMILIA-ROMAGNA-AUSG.

L'emissione del provvedimento di limitazione è stata resa, nell'ultima stagione invernale, più agile e fortemente dipendente dalle previsioni di qualità dell'aria.

In base ai criteri individuati, viene presa in considerazione l'attivazione delle misure emergenziali nel caso in cui il limite giornaliero per il PM_{10} ($50 \mu g/m^3$) sia stato superato nei 3 giorni precedenti a quello di controllo in almeno una stazione della provincia, anche non situata nel comune in cui trovano applicazione i provvedimenti e non necessariamente la stessa nei diversi giorni. Le misure emergenziali sono attivate nel caso in cui le previsioni per il giorno di controllo e per quello successivo confermino il perdurare del superamento della soglia di legge in almeno una stazione della provincia, mentre non si attivano nel caso di previsioni favorevoli alla dispersione degli inquinanti per tutte le stazioni della provincia.

Queste condizioni sono valutate a ogni giorno di controllo pertanto non è previsto un meccanismo di revoca. Le previsioni meteorologiche e di qualità dell'aria sono basate sulla valutazione degli operatori Arpa, che si avvalgono di diversi strumenti modellistici, in particolare il modello deterministico Ninfa (Network dell'Italia del nord per previsioni di smog fotochimico e aerosol), il modello di post-processamento probabilistico Ibis, oltre alla consultazione dei prodotti della sala operativa del Servizio IdroMeteoClima Arpa.

L'andamento delle condizioni meteorologiche

Il semestre di applicazione delle misure si è aperto con un mese di ottobre caldo e siccitoso. La situazione meteorologica ha presentato due periodi abbastanza lunghi di stabilità atmosferica. Il primo, caratterizzato da temperature superiori alla norma, inversioni termiche, foschie e nebbie è iniziato il 9 e si è esteso dal 10 a tutta la regione mantenendosi fino al 15 ottobre, quando sono giunte due onde depressionarie da ovest, che hanno comportato il rimescolamento dell'atmosfera e la dispersione degli inquinanti.

Il secondo si è verificato a partire dal 21 e si è concluso a fine mese con l'arrivo di un sistema perturbato con ventilazione sostenuta. Anche durante quest'ultimo periodo i bassi strati dell'atmosfera hanno visto presenza di inversioni termiche e nebbie.

Il mese di ottobre ha registrato un numero di giornate favorevoli all'accumulo di polveri superiore a quello che ha caratterizzato il periodo 2003-2018. Il mese di novembre ha fatto registrare temperature più elevate della norma (+2,2 rispetto al trentennio 1961-1990) e precipitazioni molto elevate, con anomalie rispetto all'atteso fino a 500 mm. Tale condizione si è presentata a causa di anomalie dell'altezza del geopotenziale a 500 hPa che in Italia e sull'Europa centrale ha determinato una saccatura

semi-stazionaria favorendo l'estensione del jet atlantico sul continente europeo e permettendo quindi l'ingresso di sistemi perturbati provenienti dall'Atlantico. In tutta la regione, novembre ha registrato il più basso numero di giorni favorevoli all'accumulo. Il mese di dicembre ha visto l'alternanza di tempo stabile e condizioni più dinamiche legate al transito di sistemi perturbati che hanno favorito la dispersione degli inquinanti (nei primi giorni del mese, dall'11 al 14 e dal 20 al 25). Condizioni di stabilità atmosferica sono intervenute dal 5 al 10 e dal 15 al 19, quest'ultima interrotta dall'arrivo di una profonda onda depressionaria che ha portato forti raffiche di vento, anche negli strati più bassi dell'atmosfera, e precipitazioni nevose che hanno interessato l'intero territorio regionale. A partire dal 26 dicembre la rimonta di un campo anticiclonico ha determinato nuovamente condizioni di stabilità atmosferica che si sono protratte anche nel mese di gennaio. Dicembre ha visto un numero di giorni favorevoli all'accumulo di inquinanti in media con quelli del periodo 2003-2018.

Nel mese di gennaio la situazione meteorologica a grande scala è stata caratterizzata da persistenti condizioni di stabilità, dovute alla presenza di campi di alta pressione al suolo intervallati da instabilità molto deboli che non hanno favorito un ricambio di masse d'aria energico. Le precipitazioni sono state inferiori alle attese e le temperature sono state decisamente superiori alla norma, particolarmente nella seconda metà del mese.

Dal punto di vista della qualità dell'aria, si è trattato di un lungo periodo di ristagno, con inversioni termiche e presenza di foschie e nebbie al suolo, nel corso del quale il numero di giorni favorevoli all'accumulo di inquinanti è risultato superiore alla media degli ultimi 5 anni. Questi presupposti hanno determinato un inquinamento da aerosol atmosferico abbastanza diffuso e persistente in tutta la pianura Padana. Anche a febbraio si sono presentate situazioni di inibizione alla dispersione, determinate da condizioni meteorologiche stabili, con presenza diffusa di nebbie e foschie, interrotte

soltanto dal transito di due perturbazioni, la prima dal 4 al 6, caratterizzata da ventilazione anche forte ma che non sempre si è dimostrata efficace nella rimozione dell'inquinamento, la seconda dall'11 al 13, contraddistinta dall'arrivo di una saccatura che ha comportato fenomeni convettivi sparsi, che hanno temporaneamente interrotto la stabilità. La rimonta di un promontorio anticiclonico ha riportato condizioni di alta stabilità fino al 25, quando il ripresentarsi di forti correnti nord-occidentali di aria fredda, nonché di una saccatura atlantica, ha interrotto la fase di accumulo degli inquinanti apportando un ricambio consistente della massa d'aria presente nei bassi strati. Il numero di giorni favorevoli all'accumulo è risultato di poco superiore alla media degli ultimi 5 anni, ma inferiore a quello dello scorso anno. Il mese di marzo ha marcato una fase meteorologicamente dinamica, che ha visto l'alternarsi di condizioni di stabilità a condizioni di variabilità, associate al transito di sistemi perturbati nella prima, seconda e quarta settimana, il primo dovuto ad avvezione fredda

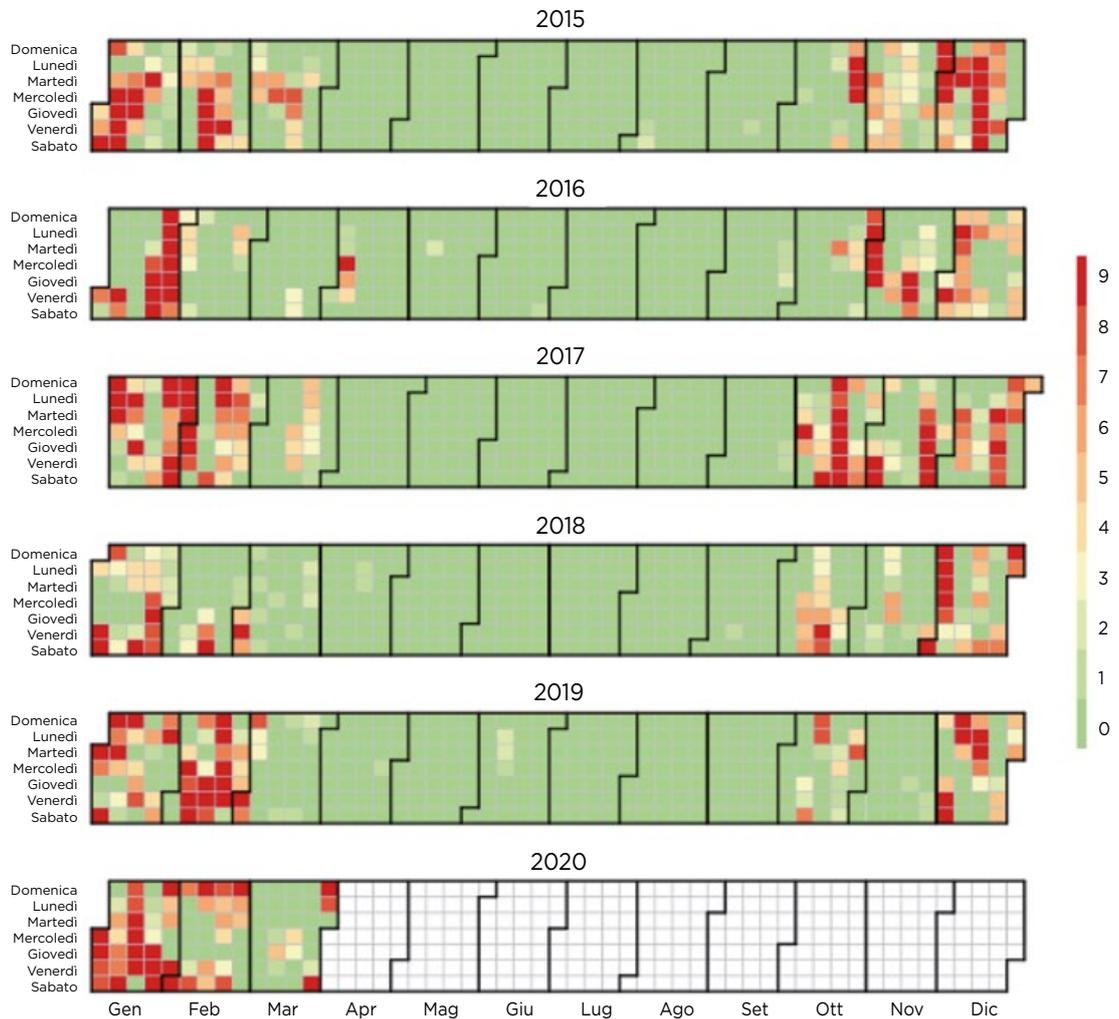


FIG. 1
QUALITÀ DELL'ARIA
EMILIA-ROMAGNA

Numero di province con superamento del limite per il PM₁₀ dal 2015 al 2020.

sud-occidentale, seguita da saccatura atlantica sul bacino del Mediterraneo, il secondo e il terzo ad avvezione fredda proveniente da un'area depressionaria sull'Europa orientale. I sistemi sono stati caratterizzati da precipitazioni e moderata ventilazione, che si è mantenuta anche al termine della seconda settimana, nonché da un calo termico, particolarmente marcato nell'ultima settimana, durante la quale si sono verificate nevicate consistenti sui rilievi fino alla pedecollina e alta pianura e gelate tardive. Con l'eccezione dell'ultima settimana, le temperature sono rimaste su valori prossimi o superiori alla norma, con alcune giornate contraddistinte da forte escursione termica. Il numero di giorni favorevoli all'accumulo è risultato in linea con la media degli ultimi 5 anni.

L'andamento del PM₁₀

Escluso il consistente fenomeno di trasporto di polveri a grande scala di fine marzo, è stata principalmente la meteorologia a influenzare il numero dei superamenti giornalieri e la loro distribuzione territoriale. I superamenti del limite di 50 µg/m³ si sono concentrati in particolare nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio, che da soli hanno visto 58 giorni con almeno una stazione oltre il limite di 50 µg/m³; in 22 di questi, i superamenti hanno interessato contemporaneamente almeno una stazione per provincia.

Per contro, a novembre, a causa della forte dinamicità atmosferica, non si sono quasi verificati superamenti: solo in provincia di Modena sono stati registrati 3 giorni, non tutti consecutivi, con almeno un superamento.

Se si considera l'intero semestre, i giorni con almeno un superamento sono stati 84, o più precisamente 80 escludendo le cause naturali: tuttavia i superamenti non sempre hanno coinvolto tutto il territorio regionale nel suo complesso, ma solo porzioni di esso; complessivamente il superamento in contemporanea in almeno una stazione per provincia ha avuto luogo per soli 25 giorni. L'episodio più lungo dell'inverno, della durata complessiva di 12 giorni, ha avuto luogo in gennaio: a partire dal giorno 6 i superamenti hanno interessato la porzione occidentale della regione e si sono estesi nei giorni successivi a quasi tutto il territorio regionale, prima con livelli di poco superiori al limite di 50 µg/m³ e successivamente, dal giorno 14, con livelli anche superiori ai

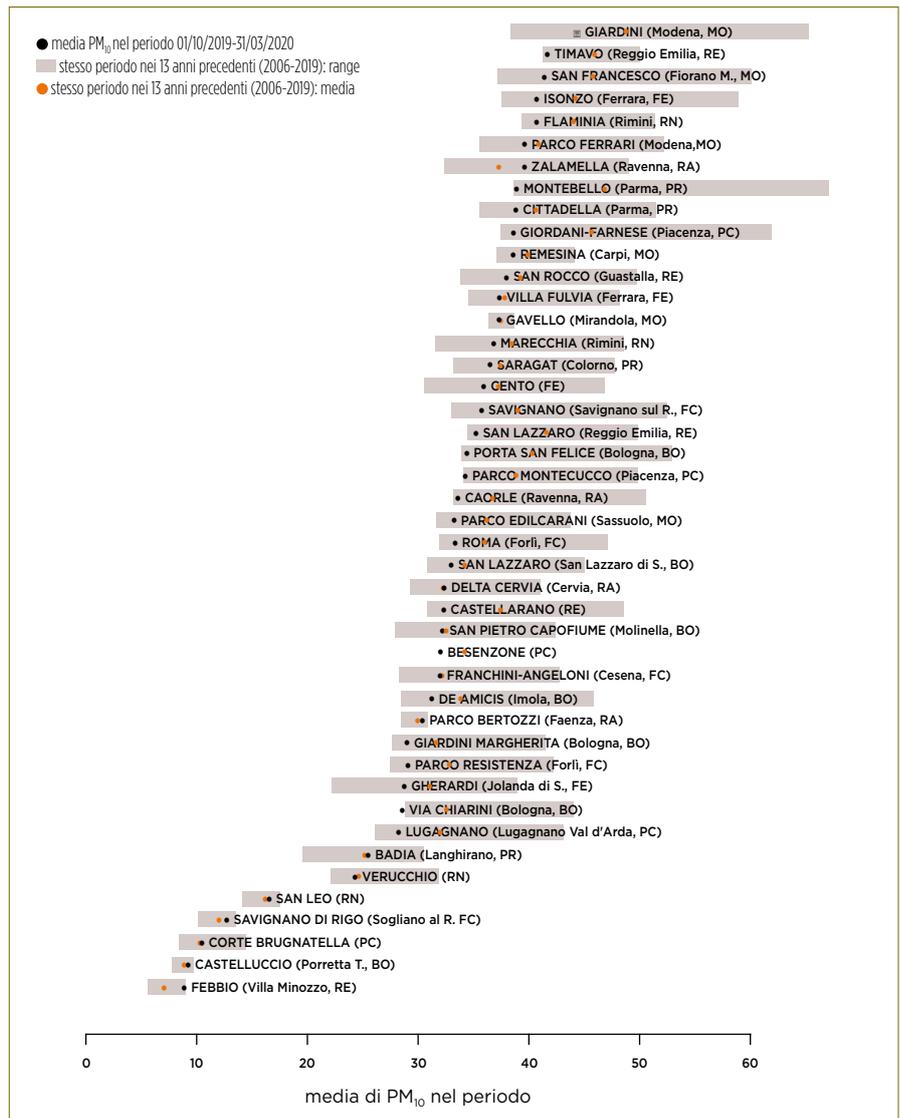


FIG. 2 QUALITÀ DELL'ARIA EMILIA-ROMAGNA

Media delle concentrazioni di PM₁₀ misurata da ogni stazione, relativa all'ultimo semestre invernale (punto verde) a confronto sia con la media dei 13 anni precedenti (punto arancione) sia con l'intervallo dei valori complessivamente rilevati sempre nei 13 anni precedenti (barra grigia).

100 µg/m³ e un massimo di 125 µg/m³ misurato a Modena S. Francesco; le uniche stazioni non interessate da superamenti sono state solo quelle di fondo rurale situate in Appennino. I livelli sono rientrati entro limiti a partire dal giorno 18 a seguito del veloce transito di una saccatura atlantica. Questa situazione di particolare criticità è ben visibile in figura 1, in cui per ogni giorno del mese è riportato il numero di province interessate da superamento a partire dal 2015. Gennaio 2020 presenta diverse giornate in cui tutta la regione – o buona parte – risulta fuori norma, con una situazione analoga a quella verificatasi nel febbraio 2019. Altri episodi di minore durata e intensità hanno avuto luogo in ottobre, dicembre, gennaio e febbraio: complessivamente sono circa una decina, della durata di circa 4-5 giorni con livelli

di concentrazione massima raggiunta compresa fra 76 µg/m³ e 102 µg/m³. Nel mese di marzo l'andamento delle concentrazioni di aerosol atmosferico ha rispecchiato in parte la condizione meteorologica, con brevi superamenti del valore limite giornaliero nei due periodi di stabilità intervallati dai sistemi perturbati. Oltre che di condizioni meteo più favorevoli alla dispersione, il mese di marzo ha beneficiato di una riduzione del carico emissivo dovuto alle limitazioni imposte a seguito dell'emergenza Covid-19. Le variazioni emissive e le loro ricadute sulla qualità dell'aria sono oggetto di ulteriori approfondimenti. Sul finire di marzo un importante fenomeno a grande scala di trasporto di masse d'aria cariche di polveri provenienti da est e, in particolar modo dall'area del mar Caspio, ha interessato

l'Europa centrale, determinando livelli di concentrazioni superiori ai 100 µg/m³ nel centro-nord Italia (v. articolo a p. 73). Sottraendo le giornate interessate da questo fenomeno dal computo totale, il numero dei giorni con almeno una stazione superiore al limite di 50 µg/m³ scende a 80.

In riferimento al rispetto del limite di 35 superamenti ammessi nell'anno solare, si rileva che diverse stazioni avevano già raggiunto questa quota nel primo trimestre del 2019. Al primo ottobre la stazione da traffico Isonzo di Ferrara risultava già eccedere il limite con 41 superamenti, mentre le stazioni, sempre da traffico, Giordani-Farnese di Piacenza e Giardini di Modena erano a 35. Al termine del 2019 il valore limite giornaliero è risultato superato per oltre 35 giorni in 17 delle 43 stazioni della rete di monitoraggio regionale: il massimo numero di superamenti, pari a 60, è stato registrato nella stazione di Ferrara-Isonzo, seguito da Modena-Giardini con 58 superamenti; a seguire Reggio Emilia-Timavo (53), Ravenna-Zalamella (51), Carpi-Remesina (49) Fiorano Modenese-S. Francesco e Piacenza-Giordani Farnese (48), Modena-Parco Ferrari, (47), Mirandola-Gavello (45), Ferrara-Villa Fulvia (44), Rimini-Flaminia (43), Parma-Montebello (42), Rimini-Marecchia, Guastalla-S. Rocco e Cento (41), Parma-Cittadella (39), Forlì-Roma (37); la media annua di PM₁₀ resta comunque inferiore ai limiti di legge (40 µg/m³) in tutte le stazioni che la misurano.

Per quanto riguarda il primo trimestre del 2020, si rileva che alcune stazioni hanno già raggiunto la soglia di 35 superamenti annui consentiti dalla norma: la stazione di Modena-Giardini il 23 febbraio, seguita da Ferrara-Isonzo il 12 marzo e da Piacenza-Giordani Farnese il 18 marzo.

In riferimento all'andamento dell'ultimo decennio, l'autunno-inverno 2019-2020 conferma la complessiva tendenza alla diminuzione dei livelli di PM₁₀ misurati. In figura 2 è riportata per ogni stazione la media relativa all'ultimo semestre invernale a confronto sia con la media dei 13 anni precedenti, sia con l'intervallo dei valori complessivamente rilevati sempre nei 13 anni precedenti.

Si può notare che le concentrazioni medie misurate nell'ultimo semestre invernale sono in quasi tutte le stazioni inferiori alla media dei 13 anni precedenti e collocate nella parte della barra corrispondente ai valori inferiori.



TAB. 1
QUALITÀ DELL'ARIA
EMILIA-ROMAGNA

Autunno-inverno 2019-2020, numero comunicati con e senza allerta per provincia.

Provincia	nessuna misura emergenziale (giorni)	allerta (giorni)
Piacenza	46	6
Parma	47	5
Reggio Emilia	45	7
Modena	43	9
Bologna	49	3
Ferrara	45	7
Ravenna	48	4
Forlì-Cesena	50	2
Rimini	50	2

I provvedimenti di allerta per PM₁₀

Nella stagione 2018-2019 sono stati emessi 52 bollettini. La maggior parte dei provvedimenti di limitazione della circolazione è stata emessa in dicembre e gennaio, in corrispondenza dei periodi di superamento più protratti.

La provincia più soggetta a limitazioni è stata quella di Modena, seguita da Reggio Emilia e Ferrara; il numero di provvedimenti emessi per ciascuna provincia è riportato in *tabella 1*.

Rispetto all'inverno precedente si rileva che il numero di provvedimenti di limitazione è stato inferiore.

Questa variazione è dovuta principalmente al fatto che le procedure per l'attivazione sono state rese più agili. L'utilizzo delle previsioni ha consentito di evitare l'emissione di allerte in situazioni in cui, pur a seguito della rilevazione

di superamenti protratti per almeno 3 giorni, si sono verificate condizioni favorevoli alla dispersione e i livelli sono rientrati entro i limiti. L'eliminazione del criterio per l'uscita dai provvedimenti emergenziali ha permesso di basare l'emissione del comunicato unicamente sui livelli di concentrazione misurati e sulle previsioni, senza tener conto dell'eventuale stato di allerta in essere. La combinazione di questi elementi ha permesso, a differenza degli inverni precedenti, di non emettere blocchi in corrispondenza di giornate senza superamenti.

Vanes Poluzzi, Chiara Agostini, Simona Maccaferri

Arpae Emilia-Romagna

Grafici e statistiche a cura di Fabiana Scotto e Stefano Lasagni