

# L'ARIA IN EMILIA-ROMAGNA, LE CRITICITÀ NEGLI ULTIMI ANNI

ANALOGAMENTE A QUANTO ACCADE IN TUTTA LA PIANURA PADANA, GLI INQUINANTI PIÙ PROBLEMATICI SONO PARTICOLATO, OZONO E BISSIDO DI AZOTO. LA SINTESI DEI DATI ANNUALI E LE RELATIVE ANALISI DERIVANO DALL'ELABORAZIONE DEI VALORI RILEVATI DALLE 47 STAZIONI CERTIFICATE DELLA RETE REGIONALE DI MISURA.

In Emilia-Romagna, analogamente a quanto accade in tutto il bacino padano, la qualità dell'aria presenta criticità principalmente per gli inquinanti PM<sub>10</sub>, ozono (O<sub>3</sub>) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>).

Le problematiche su PM<sub>10</sub> e ozono interessano pressoché l'intero territorio regionale, mentre per l'NO<sub>2</sub> la criticità è più localizzata in prossimità di importanti fonti di emissione, legate prevalentemente al traffico veicolare (agglomerati urbani, grandi arterie stradali e autostradali).

La concentrazione annua di fondo di PM<sub>2,5</sub> ha avuto valori superiori o prossimi al limite di legge di 25 µg/m<sup>3</sup> in alcune aree della pianura occidentale nell'anno 2017, mentre non si evidenziano più superamenti recenti.

I livelli di concentrazione in aria di inquinanti primari come il monossido di carbonio e il biossido di zolfo sono da tempo al di sotto dei valori limite. Anche alcuni degli inquinanti che in precedenza avevano manifestato alcune criticità, come i metalli pesanti, gli idrocarburi policiclici aromatici e il benzene, sono entro i limiti di legge in tutte le stazioni di rilevamento.

Le polveri fini e l'ozono sono inquinanti in parte o totalmente di origine secondaria, ovvero dovuti a trasformazioni chimico-fisiche degli

inquinanti primari, favorite da fattori meteorologici.

Per il PM<sub>10</sub> la componente secondaria è preponderante in quanto rappresenta circa il 70% del particolato totale.

Gli inquinanti che concorrono alla formazione della componente secondaria del particolato sono ammoniaca (NH<sub>3</sub>),

ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) e composti organici volatili (Cov). L'analisi dell'origine geografica dell'inquinamento ha mostrato che la concentrazione media di fondo di PM<sub>10</sub> in Emilia-Romagna dipende in buona parte dall'inquinamento a grande scala tipico della pianura padana. In



## GUIDA ALLA LETTURA DELLE IMMAGINI

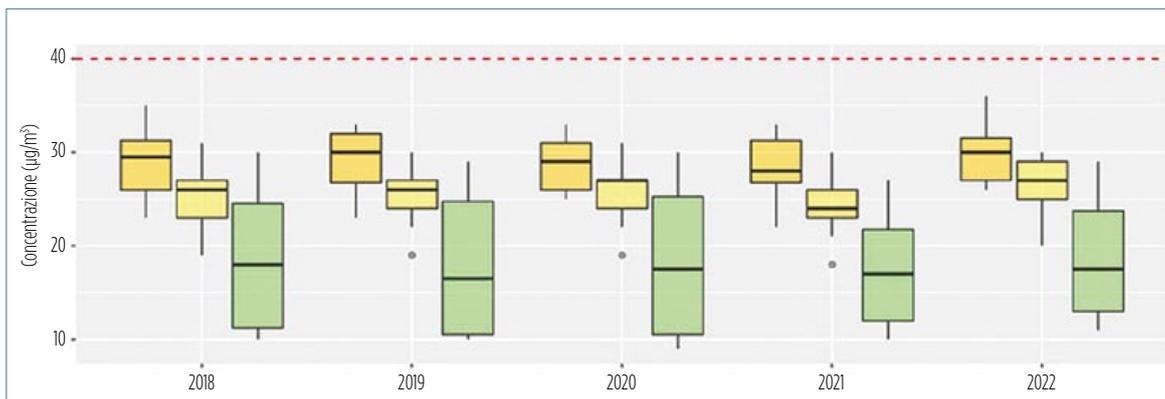
Nelle figure di questo articolo, la linea rossa indica il valore limite annuale.

I valori rilevati ogni anno dalle stazioni da traffico (in arancione), di fondo urbano e suburbano (in giallo) e di fondo rurale (in verde) sono rappresentati come boxplot. Ciascun box rappresenta l'intervallo tra il 25° e il 75° percentile dei valori annuali ed è evidenziata la linea della mediana. Le linee verticali rappresentano il massimo e minimo. Gli outliers sono rappresentati come punti.

1 traffico urbano 2 fondo urbano e suburbano 3 fondo rurale

FIG. 1  
PM<sub>10</sub> MEDIA ANNUA

Andamento della concentrazione media annuale di PM<sub>10</sub> dal 2018 al 2022. Il valore limite annuale è pari a 40 µg/m<sup>3</sup>.



altre parole, le azioni di riduzione delle emissioni inquinanti applicate sul solo territorio dell'Emilia-Romagna, anche se fondamentali per ridurre i livelli di PM<sub>10</sub> nelle città, possono agire solo in parte sul fondo a grande scala, rendendo indispensabile, per il rispetto dei limiti di qualità dell'aria, l'individuazione di azioni coordinate tra le varie Regioni del bacino padano che portino a una riduzione complessiva delle emissioni inquinanti.

Diversamente, l'analisi dell'origine geografica dell'inquinamento da NO<sub>2</sub> evidenzia un notevole peso della componente locale che contribuisce per circa il 50% alle concentrazioni in prossimità delle principali sorgenti di emissione, in particolare le strade a traffico intenso. Significative sono anche la componente della concentrazione attribuibile al fondo urbano e la componente prevalentemente originata all'interno della regione. In pianura risulta invece del tutto trascurabile il contributo della componente a larga scala attribuibile all'esterno della regione, mentre nella zona appenninica le componenti di fondo sono in proporzione predominanti a causa delle ridotte emissioni locali. Complessivamente le condizioni di inquinamento diffuso sono causate dall'elevata densità abitativa, dalla forte industrializzazione, dalle pratiche agricole e zootecniche intensive, dal sistema dei

trasporti e di produzione dell'energia e sono favorite dalla particolare conformazione geografica che determina condizioni di stagnazione dell'aria inquinata in conseguenza della scarsa ventilazione e del basso rimescolamento degli strati bassi dell'atmosfera.

La Commissione europea ha del resto riconosciuto che le situazioni di superamento dei limiti per PM<sub>10</sub> sono dovute soprattutto a condizioni climatiche avverse. Tuttavia la Corte di giustizia dell'Unione europea ha condannato l'Italia per l'inadempimento degli obblighi derivanti dalla direttiva 2008/50/CE relativamente al superamento dei valori limite di PM<sub>10</sub> negli anni 2008-2016. Le zone oggetto di superamento, per il valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub> sono la pianura Ovest e la pianura Est, mentre è escluso l'agglomerato di Bologna.

### PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>

I valori limite (VI) annuale e giornaliero per il PM<sub>10</sub> fissati dalla direttiva 2008/50/CE sono stati superati nelle zone di pianura e nell'agglomerato di Bologna fin dalla loro entrata in vigore nel 2005.

Nel corso del tempo l'andamento delle concentrazioni medie annuali è migliorato,

tanto che dal 2013 non viene registrato più alcun superamento del VI annuale. Analizzando statisticamente il *trend* nel periodo 2013-2022 non risultano variazioni significative per gli insiemi delle stazioni di fondo e rurale dell'Emilia-Romagna, mentre appare una lieve diminuzione per le stazioni di traffico. Tale analisi trova riscontro anche nel fatto che le intensità dei picchi giornalieri nell'ultimo quinquennio sono inferiori a quelle del quinquennio precedente.

Criticità permangono invece relativamente al superamento del VI giornaliero (50 µg/m<sup>3</sup> da non superare per oltre 35 giorni): il VI giornaliero risulta infatti sistematicamente superato in gran parte delle stazioni di traffico e di fondo urbano e suburbano, e in buona parte delle stazioni di fondo rurale. Il numero maggiore di superamenti si registra nelle stazioni da traffico, ma anche le stazioni di fondo urbano e, in alcuni anni, anche alcune stazioni di fondo rurale (collocate in diverse condizioni geografiche, che variano dalla pianura alle zone appenniniche) risultano superare il limite. La variabilità intra-annuale risulta diversa da un anno all'altro ed è maggiore nelle stazioni di fondo rurale. In tutte le tipologie di stazioni si osserva una variazione inter-annuale nella distribuzione dei valori medi annuali e, in misura maggiore, del numero di

FIG. 2  
PM<sub>10</sub> LIMITE  
GIORNALIERO

Andamento del numero di superamenti del valore limite giornaliero per PM<sub>10</sub> dal 2018 al 2022. Il valore limite annuale è fissato a 35 giorni di superamento.

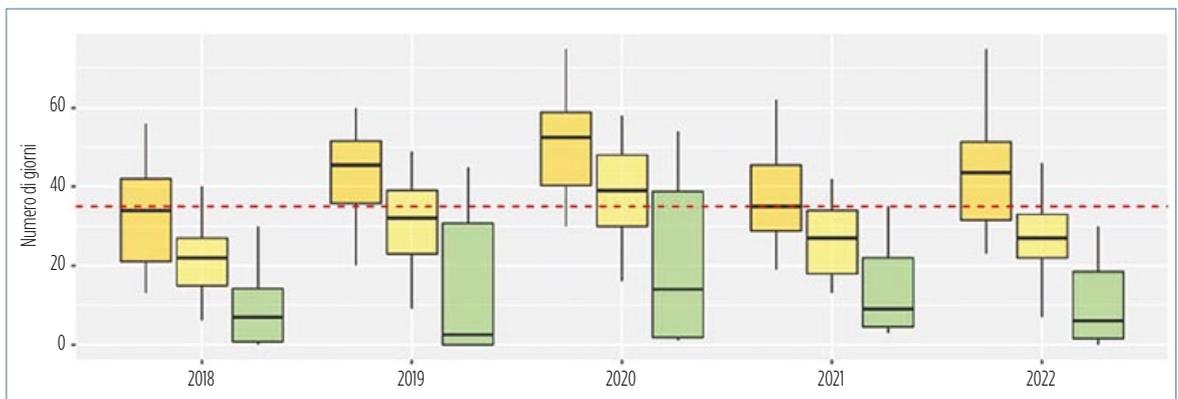
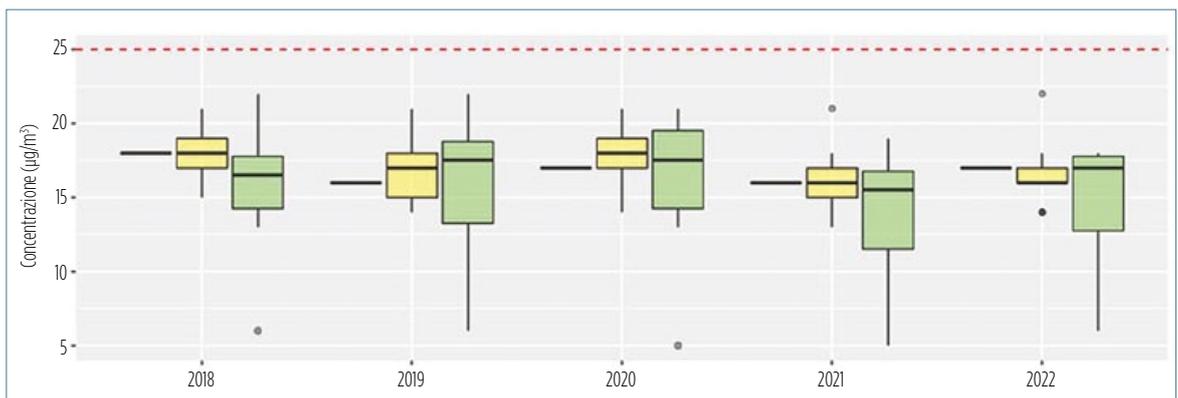


FIG. 3  
PM<sub>2,5</sub> LIMITI  
ANNUALE

Andamento della concentrazione media annuale di PM<sub>2,5</sub> dal 2018 al 2022. Il valore limite annuale di riferimento è 25 µg/m<sup>3</sup>.



superamenti del valore limite giornaliero, legata all'andamento meteorologico. Il 2015 e il 2017 sono gli anni in cui le condizioni meteorologiche sono state particolarmente sfavorevoli alla qualità dell'aria: si sono verificati infatti lunghi periodi con condizioni di alta pressione, assenza di precipitazioni e scarsa ventilazione.

Per quanto riguarda il  $PM_{2,5}$ , misure sistematiche di questo inquinante sono disponibili a partire dal 2008, mentre dal 2005 al 2007 sono disponibili dati da una sola stazione. I dati di monitoraggio e le stime modellistiche mostrano come la concentrazione media annuale di  $PM_{2,5}$  presenti una distribuzione relativamente uniforme sul territorio. Questa relativa omogeneità è conseguenza dell'origine prevalentemente secondaria di questo inquinante; la forte componente secondaria si riflette anche nella marcata componente di fondo.

Il valore limite della concentrazione media annuale per il  $PM_{2,5}$  ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è stato superato solo sporadicamente in alcune stazioni di fondo rurale nel 2011, 2012, 2015 e 2017, anni meteorologicamente favorevoli all'accumulo di polveri. L'andamento complessivamente presenta una lieve tendenza alla diminuzione nella concentrazione di questo inquinante confermata dall'analisi statistica del *trend*.

La concentrazione annua di fondo di  $PM_{2,5}$  ha avuto valori superiori o prossimi al limite di legge di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in alcune aree della pianura occidentale nell'anno 2017, mentre non si evidenziano criticità negli anni più recenti.

Dal 1° gennaio 2020, il rispetto del valore di  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media annuale è oggetto di comunicazione all'Unione europea, sebbene continui ad applicarsi come limite indicativo e non normativo.

## Biossido di azoto

Il valore medio annuale per il biossido di azoto ha visto un progressivo miglioramento. Il numero di stazioni con superamenti del limite si è ridotto nel trascorrere degli anni. A partire dal 2011 tutte le stazioni di fondo sono risultate entro il limite, mentre sono rimaste alcune criticità locali, in prossimità di importanti fonti di emissione di ossidi di azoto (traffico).

Nel 2020 la media annuale di biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) ha fortemente risentito dell'effetto del *lockdown*: i valori medi annuali sono risultati inferiori all'anno precedente e per la prima volta in tutte le stazioni è stato rispettato il valore limite annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (nel 2019 è stato superato in 4 stazioni, nel 2021 in 1 sola). Anche nel 2022 non è stato superato in nessuna stazione il valore limite annuale.

Nel 2020, 2021 e 2022 in nessuna stazione si è avuto il superamento del valore limite orario di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , del resto mai superato per più di 18 volte a partire dalla sua entrata in vigore. Le stime dei trend nel periodo 2013-2022 rivelano una tendenza alla diminuzione generale delle concentrazioni nella maggior parte delle stazioni. Le stazioni di traffico e di fondo urbano e suburbano mostrano una maggiore tendenza al calo, comunque presente anche nelle stazioni di fondo rurale.

Pur considerando l'influenza che il *lockdown* del 2020 e le misure di contenimento adottate per l'emergenza sanitaria nel periodo successivo hanno avuto sulle concentrazioni di ossidi di azoto, l'analisi dei dati di  $\text{NO}_2$  fino al 2019 mostrava già una tendenza significativa alla riduzione.

## Ozono

L'andamento dell'ozono si mostra pressoché stazionario nell'ultimo decennio, con fluttuazioni dovute alla variabilità meteorologica della stagione estiva. Questo inquinante viene prodotto in atmosfera per effetto delle reazioni fotochimiche, catalizzate dalla radiazione solare, dei principali precursori,  $\text{Cov}$  e  $\text{NO}_x$ , trasportati e diffusi dai venti e dalla turbolenza atmosferica. Ne consegue che si osservano concentrazioni elevate anche a distanza dalle sorgenti di inquinanti primari.

Le concentrazioni rilevate e il numero di superamenti delle soglie continuano a non rispettare gli obiettivi previsti dalla legge. La situazione risulta abbastanza critica sul territorio regionale con superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) generalizzati pressoché all'intera regione, con l'eccezione dell'alto Appennino. La soglia di allarme per la popolazione (concentrazione media oraria uguale a  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) non è mai stata superata, ma il numero di superamenti della soglia di informazione alla popolazione (concentrazione media oraria uguale a  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) non mostra *trend* evidenti di miglioramento su scala regionale. Nel periodo 2018-2022 si sono avute ampie zone di superamento dell'obiettivo a lungo termine, con particolare riferimento agli anni più caldi, meteorologicamente favorevoli alla formazione di ozono.

L'ozono risulta essere potenzialmente dannoso anche per la vegetazione. La modalità di azione dell'ozono sulle piante si esplica mediante una serie di processi biochimici e fisiologici che portano ad alterazioni nel metabolismo delle stesse. Gli effetti indotti dall'ozono sono cumulativi e comportano la riduzione netta

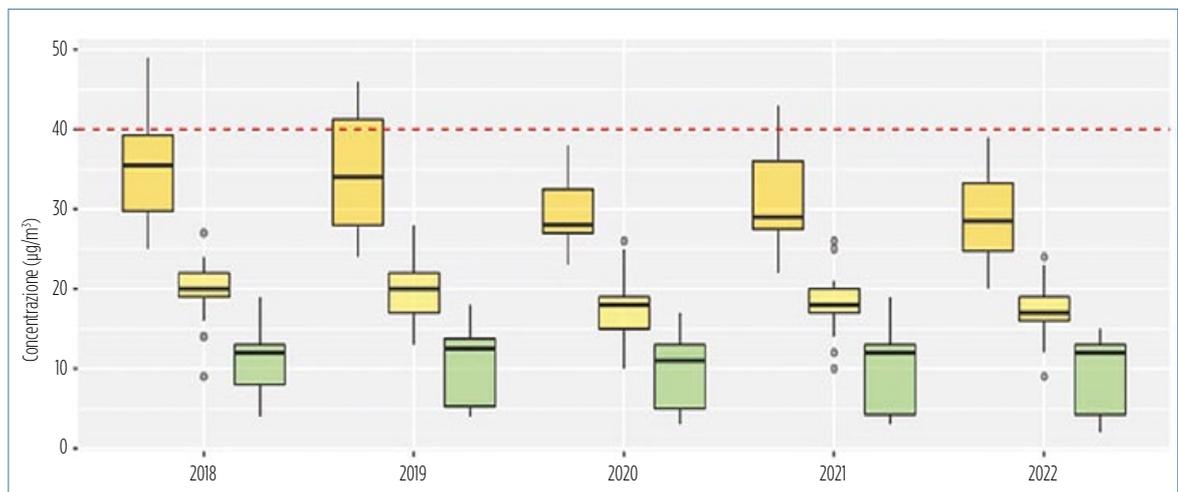


FIG. 4  
 $\text{NO}_2$  MEDIA ANNUALE

Andamento della concentrazione media annuale di  $\text{NO}_2$  dal 2018 al 2022. Il valore limite annuale è di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

del processo di fotosintesi, cambiamenti nell'allocazione dei carboidrati e la senescenza precoce delle foglie, con conseguente riduzione della formazione di biomassa e della resa colturale. Considerati questi meccanismi, per misurarne gli effetti sulla vegetazione, è stato implementato un indice che valuta l'esposizione cumulata al di sopra di una soglia, fissata a 40 parti per miliardo (40 ppb = 80 µg/m<sup>3</sup>), scelta sulla base di studi condotti in Europa. Tale indice, indicato con il termine Aot40, è calcolato come la somma delle eccedenze orarie del valore di 40 ppb, nel periodo in cui gli stomi sono aperti, e cioè durante il periodo della crescita (maggio-luglio per la vegetazione o aprile-settembre per le foreste) nelle ore diurne del giorno (tra le 8 e le 20), quando quindi l'esposizione è maggiore. L'obiettivo a lungo termine Aot40 per la protezione della vegetazione risulta ampiamente al di sopra del valore di riferimento (6.000 µg/m<sup>3</sup> × h) in tutte le stazioni della regione e i valori tendono a rimanere costanti.

**Chiara Agostini, Simona Maccaferri, Vanes Poluzzi**

Ctr Qualità dell'aria, Arpae Emilia-Romagna

*Si ringraziano i responsabili dei Servizi sistemi ambientali, i referenti della rete di qualità dell'aria e tutto il personale di Arpae che contribuisce alla rilevazione, elaborazione e pubblicazione dei dati.*

## LA RETE E I DATI

### LA RETE REGIONALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La sintesi dei dati annuali e la relativa analisi derivano dall'elaborazione dei valori rilevati dalla rete regionale di misura della qualità dell'aria della Regione Emilia-Romagna.

La rete, certificata secondo la norma UNI EN ISO 9001:2015, è gestita da Arpae Emilia-Romagna e sottoposta a rigorosi e costanti controlli di qualità.

È composta da 47 stazioni: in ognuna viene rilevato il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), 43 misurano il PM<sub>10</sub>, 24 il PM<sub>2,5</sub>, 34 l'ozono, 5 il monossido di carbonio (CO), 9 il benzene e 1 il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>).

Le stazioni si trovano prevalentemente nelle aree urbane e sono rappresentative pertanto delle aree a maggiore densità abitativa della regione.

### I DATI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN TEMPO REALE

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

La pagina "Aria", nella sezione "Situazione riassuntiva regionale" (<https://apps.arpae.it/qualita-aria/bollettino-qa/>), riporta anche i livelli giornalieri e le statistiche riepilogative relative al superamento dei limiti in ciascuna stazione.

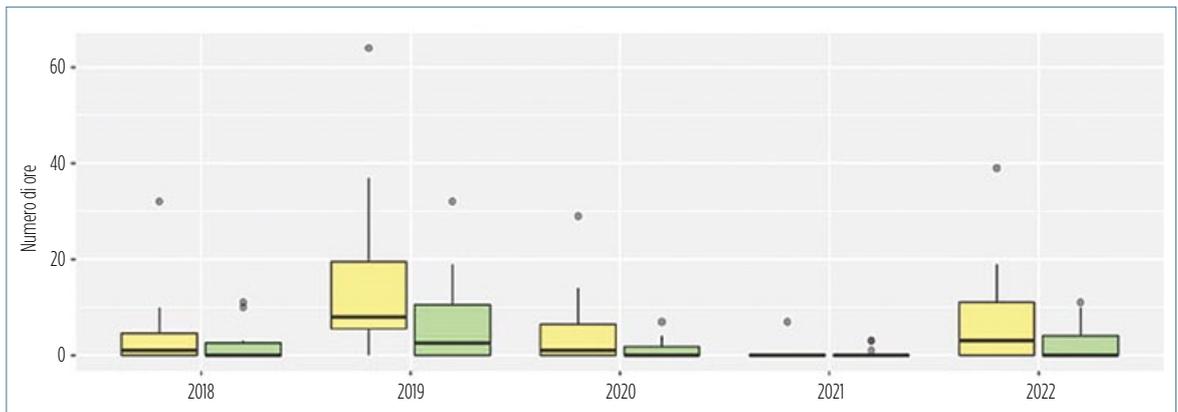
I dati giornalieri vengono pubblicati dopo la validazione da parte degli operatori qualificati (nei fine settimana e nei giorni festivi i dati sono pubblicati previo controllo automatico, ma senza validazione da parte dell'operatore, per cui possono subire variazioni a seguito del processo di controllo effettuato nel primo giorno lavorativo).

Il sito Liberiamo l'aria ([www.liberiamolara.it](http://www.liberiamolara.it)), aggiornato quotidianamente durante il periodo invernale, riporta le informazioni relative ai provvedimenti emergenziali e quelle aggregate a livello provinciale relative al superamento del valore limite giornaliero per PM<sub>10</sub>.

I dati sono disponibili anche in modalità open data (<https://dati.arpae.it/group/aria>).

**FIG. 5**  
OZONO,  
SUPERAMENTI  
DELLA SOGLIA DI  
INFORMAZIONE

Andamento del numero di superamenti (ore) della soglia di informazione dell'ozono (180 µg/m<sup>3</sup>) dal 2018 al 2022.



**FIG. 6**  
OZONO,  
SUPERAMENTI  
DELL'OBIETTIVO A  
LUNGO TERMINE

Andamento del numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute (massimo giornaliero della media mobile su 8 ore superiore a 120 µg/m<sup>3</sup>) dal 2018 al 2022.

