

Rapporto annuale sulla qualità dell'aria di Reggio Emilia 2021



Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria di Reggio Emilia Anno 2021

Arpae – Servizio Sistemi Ambientali

Responsabile Maurizio Poli

Unità spec. Aria Fiorella Achilli

Realizzazione a cura di:

Luca Torreggiani - Responsabile Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

Riccardo Gazzini – Unità specialistica Aria

Mariaelena Manzini – Unità specialistica Aria

Enzo Motta – Unità Accesso e Comunicazione

INDICE

Il monitoraggio della qualità dell'aria	2
I riferimenti normativi	2
La rete di monitoraggio in provincia di Reggio Emilia	5
Il sistema di gestione per la qualità della rete di monitoraggio	4
Gestione dei dati provenienti dalla rete automatica	5
Rendimenti annuali della strumentazione	6
Elaborazione dei parametri meteorologici	8
Il Bacino Padano	8
Analisi dei principali parametri	11
Analisi dei dati di qualità dell'aria	14
Particolato sospeso PM10	14
3.1.1 Analisi di trasporto di dust in atmosfera a febbraio 2021	17
Particolato sospeso PM2.5	27
Biossido di azoto	30
Benzene e monossido di carbonio	34
Ozono	37
Microinquinanti	42
Attività laboratorio mobile	44
Considerazioni di sintesi	50
Analisi dell'inventario emissioni	50
Analisi complessiva regionale	55
Conclusioni	57
Diffusione dei dati di qualità dell'aria e previsioni	59

1. Il monitoraggio della qualità dell'aria

1.1. I riferimenti normativi

Il riferimento normativo in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente è rappresentato unicamente dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante recepimento della Direttiva 2008/50/CE.

La Regione Emilia-Romagna nel corso dell'anno 2011 ha proposto una nuova zonizzazione regionale sulla base del nuovo D.Lgs.155/2010 che è stata approvata dal Ministero dell'Ambiente il 13/09/2011. Dal 1 gennaio 2013, in conformità con la decisione del tavolo regionale sulla rete di monitoraggio, è stata data piena attuazione alla nuova configurazione della rete di rilevamento della qualità dell'aria. L'attuale rete è composta da 47 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio come indicato nella mappa sotto riportata (*figura 1*).

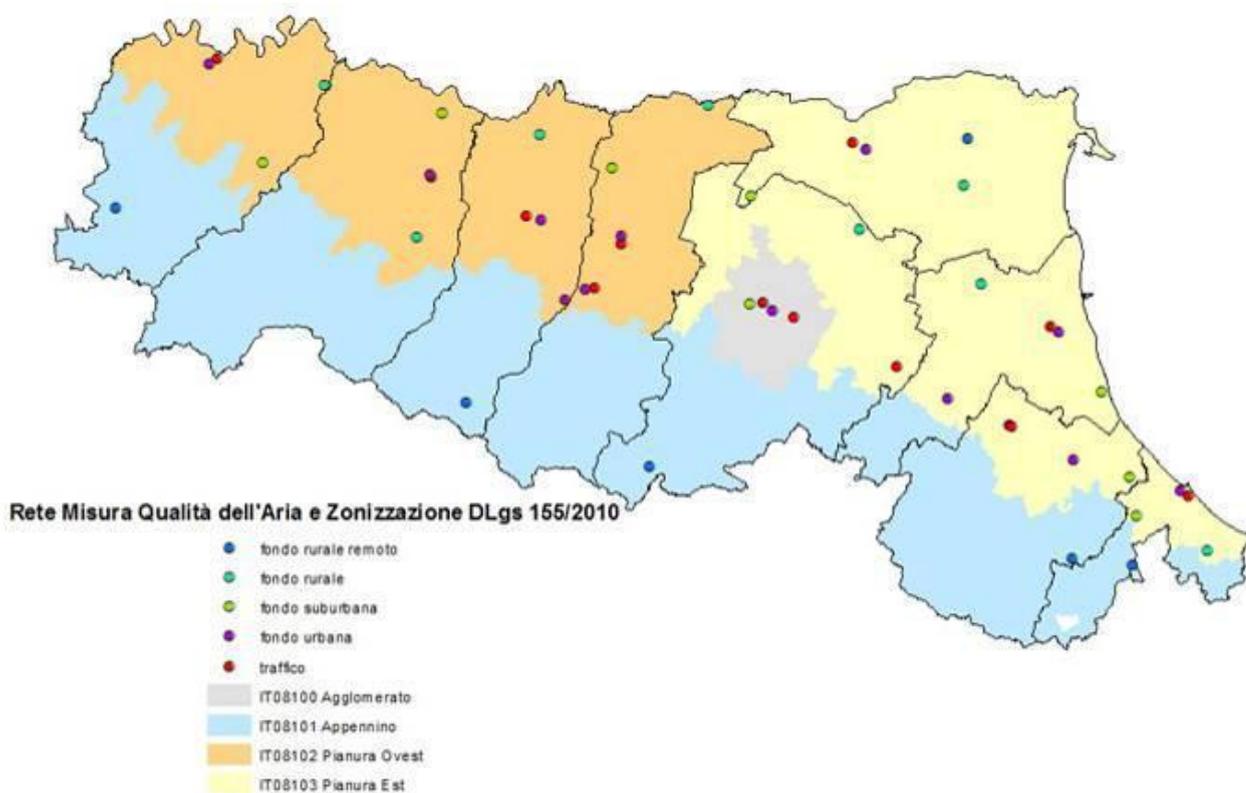


Figura 1 - Rete di misura Qualità dell'aria e zonizzazione regionale.

La configurazione della rete è stata individuata in modo ottimale secondo i criteri di rappresentatività del territorio e di economicità del sistema di monitoraggio e considerando l'integrazione dei dati rilevati in siti fissi con i modelli numerici della diffusione, trasporto e trasformazione chimica degli inquinanti, come stabilito dalla normativa di riferimento.

I valori limite del D.Lgs.155/2010 sono riassunti nella tabella sottostante.

Parametro	Valore limite	Modalità di calcolo	Unità di misura	Valore limite	Superamenti annuali consentiti
NO2	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media oraria	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200	18
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40	-
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	Media annua	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ NOx	30	-
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Massima media mobile 8 ore	mg/m^3	10	0
SO2	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media oraria	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	350	24
	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media giornaliera	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	125	3
PM10	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media giornaliera	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50	35
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40	-
PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annua	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	25	-

Parametro	Valore limite	Modalità di calcolo	Unità di misura	Valore limite	Superamenti annuali consentiti
Benzene (C6H6)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	µg/m ³	5	-
Piombo nelle PM10	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	µg/m ³	0.5	-
Arsenico nelle PM10	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	ng/m ³	6	-
Cadmio nelle PM10	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	ng/m ³	5	-
Nichel nelle PM10	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	ng/m ³	20	-
Benzo-(a)pirene nelle PM10	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	ng/m ³	1	-
O3	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Media mobile su 8 ore	µg/m ³	120	25 come media su 3 anni
	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40 Media 5 anni	µg/m ³ ·h	18000	-
	Soglia di informazione	Media oraria	µg/m ³	180	-
	Soglia di allarme	Media oraria	µg/m ³	240	-

Legenda e definizioni

VALORE LIMITE: livello fissato dalla normativa in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

SUPERAMENTI CONSENTITI: numero di superamenti del valore limite consentiti dalla normativa per anno civile.

SOGLIA DI INFORMAZIONE: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale si deve intervenire alle condizioni stabilite dalla normativa.

SOGLIA DI ALLARME: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire alle condizioni stabilite dalla normativa.

1.2. La rete di monitoraggio in provincia di Reggio Emilia

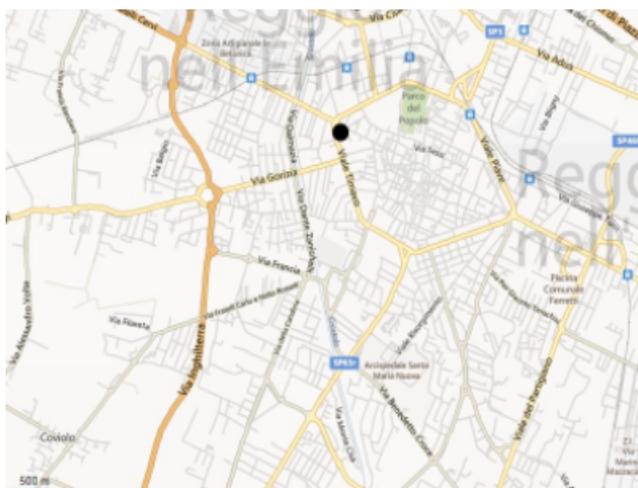
La rete di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico presente sul territorio provinciale di Reggio Emilia è attiva dal 1977 e, ad oggi, è costituita da 5 stazioni di rilevamento, distribuite su 4 comuni. Il territorio provinciale è suddiviso in 2 ambiti territoriali:

La **Zona Pianura Ovest**, ovvero quella porzione di territorio dove c'è il rischio di superamento del valore limite e/o delle soglie di allarme e dove occorre predisporre piani e programmi a lungo termine, è costituita dai comuni di: Albinea, Bagnolo in Piano, Bibbiano, Boretto, Brescello, Cadelbosco di Sopra, Campagnola Emilia, Campegine, Casalgrande, Castellarano, Castelnovo di Sotto, Cavriago, Correggio, Fabbrico, Gattatico, Gualtieri, Guastalla, Luzzara, Montecchio Emilia, Novellara, Poviglio, Quattro Castella, Reggiolo, Reggio nell'Emilia, Rio Saliceto, Rolo, Rubiera, San Martino in Rio, San Polo d'Enza, Sant'Ilario d'Enza, Scandiano.

La **Zona Appennino** (collina e montagna), ovvero quella porzione di territorio dove i valori della qualità dell'aria sono inferiori al valore limite e dove occorre adottare piani di mantenimento, è costituita dai comuni di: Baiso, Carpineti, Casina, Canossa, Castelnovo né Monti, Toano, Ventasso, Vetto, Vezzano sul Crostolo, Viano, Villa Minozzo.

Al 31/12/2021, la strumentazione in uso presso le stazioni della RRQA reggiana ha un'età media di 11 anni; la rete di monitoraggio di Reggio Emilia è costituita come di seguito descritto (fra parentesi è indicato l'anno di acquisto dello strumento):

Viale Timavo (Reggio Emilia) - dal 1989



Coordinate Geografiche - longitudine: 10.37.21,9324 - latitudine: 44.41.58,38 Altitudine 59

La stazione di V.le Timavo è la stazione urbana da traffico del comune capoluogo. Posizionata a ridosso della circonvallazione, misura in continuo tutti i parametri degli inquinanti tipici da traffico. La dotazione strumentale presente è la seguente:

- API300E (2010) per monossido di carbonio
- API200E (2010) per ossidi di azoto
- CHROMATOTEC AIR TOXIC (2009) per benzene, toluene, etilbenzene e xileni.
- FAI SWAM 5a (2005) per PM10

San Lazzaro (Reggio Emilia) - dal 1994

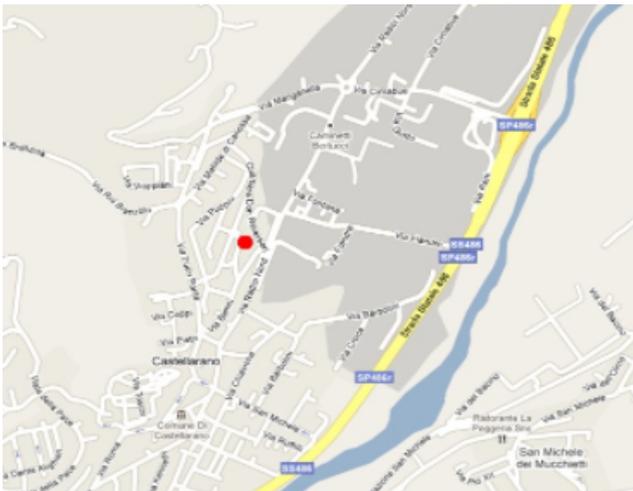


Coordinate Geografiche - longitudine: 10.39.48,9276 - latitudine: 44.41.20,5512 Altitudine 55

La stazione di San Lazzaro è la stazione di fondo urbano ed è situata all'interno del parco omonimo. La dotazione strumentale presente è la seguente:

- API200E (2010) per ossidi di azoto
- TE49i (2010) per ozono
- FAI SWAM 5a dual channel (2007) per PM10 e PM2.5
- Sensori meteo per pressione, umidità, temperatura, radiazione solare, direzione e velocità del vento.

Castellarano - dal 1977

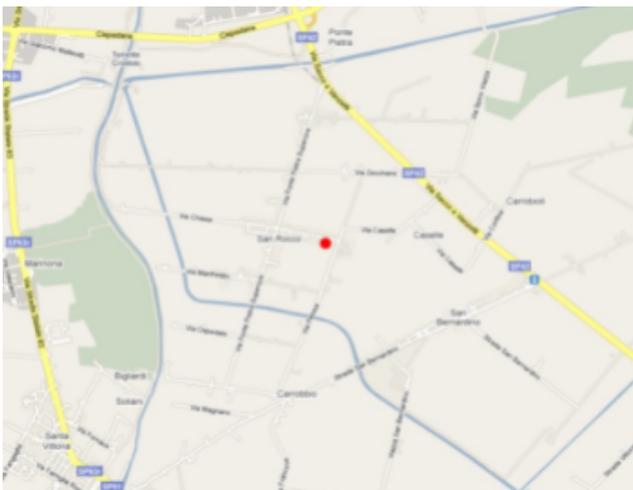


Coordinate Geografiche - longitudine: 10.44.2,058 - latitudine: 44.30.58,4712 - Altitudine 150

La stazione di Castellarano è la stazione di fondo suburbano, situata nel quartiere Reverberi.
La dotazione strumentale presente è la seguente:

- API400E (2010) per ozono
- API200E (2010) per ossidi di azoto
- FAI SWAM 5a (2011) per PM10
- FAI SWAM 5a (2009) per PM2.5

San Rocco (Guastalla) dal 2008



Coordinate Geografiche - longitudine: 10.39.53,1972 - latitudine: 44.52.25,4172 - Altitudine 22

La stazione di San Rocco è ubicata nella frazione San Rocco di Guastalla, in via Madonnina ed è una stazione di fondo rurale. La dotazione strumentale presente è la seguente:

- API200E (2010) per ossidi di azoto
- API400E (2010) per ozono
- FAI SWAM 5a (2011) per PM10
- FAI SWAM 5a (2007) per PM2.5

Febbio dal 2004



Coordinate Geografiche - longitudine: 10.25.51,7512 - latitudine: 44.18.2,5488 - Altitudine 1121

La stazione di Febbio è una stazione di fondo rurale ed è situata all'interno del Parco Nazionale Appennino Tosco-Emiliano, in loc. Rescadore di Villa Minozzo. La dotazione strumentale presente è la seguente:

- API200E (2010) per ossidi di azoto
- API400E (2004) per ozono
- FAI SWAM 5a (2011) per PM10

1.3. Il sistema di gestione per la qualità della rete di monitoraggio

L'adozione di un Sistema di Gestione per la Qualità (SGQ) permette di razionalizzare e ottimizzare i processi gestionali e produttivi; la certificazione consente di dimostrare, mediante la dichiarazione di un ente indipendente ufficialmente riconosciuto, che Arpae Emilia-Romagna rispetta quanto previsto dalla norma di riferimento ed è in grado di assicurare costantemente per i propri prodotti/servizi il livello di qualità dichiarato.

Arpae Emilia-Romagna ha scelto di "certificare" la rete di monitoraggio della qualità dell'aria, attraverso il Sistema di Gestione della Qualità, secondo la norma ISO 9001, perché ritiene che questa attività richieda il massimo impegno da parte di tutti gli operatori, affinché il processo di monitoraggio della qualità dell'aria garantisca dati affidabili, costantemente in linea con quelle che sono le richieste dei clienti istituzionali e la normativa italiana in vigore.

Il percorso che ha portato alla certificazione ha preso il via nel gennaio del 2003, con la presentazione alla Regione Emilia-Romagna del progetto per la "Definizione del sistema qualità delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria". Il progetto aveva appunto l'obiettivo di definire un Sistema di gestione per la Qualità e la sua certificazione ISO 9001, con la predisposizione di un Manuale della Qualità e delle procedure e istruzioni operative attuate mediante un Sistema di Qualità verificato e implementato. Sono state poi messe in atto attività specifiche per la formazione dei tecnici delle reti sul Sistema Qualità, sono state predisposte le Procedure, i Metodi di Prova, le Istruzioni Operative, ed è stato adottato il Sistema Qualità con conseguente formazione dei verificatori, l'esecuzione delle Verifiche Ispettive e le eventuali revisioni e adeguamento del Sistema Qualità.

Tuttora il sistema è certificato conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2015 da Certy Quality, Organismo accreditato da ACCREDIA (L'Ente Italiano di Accreditamento).

Ulteriori informazioni sono pubblicate sul web Arpae al seguente indirizzo:

<https://www.arpae.it/it/arpae/qualita>

1.4. Gestione dei dati provenienti dalla rete automatica

I dati rilevati in automatico dalla rete di misura vengono trasferiti presso il centro elaborazione Arpae e, quotidianamente vengono analizzati e validati dagli operatori al fine di emettere on-line, sul sito www.arpae.it, il bollettino della qualità dell'aria entro le ore 10 di ciascun giorno lavorativo. Analogamente vengono sottoposti ad ulteriori processi di controllo e verifica su base mensile e semestrale, al termine dei quali vengono redatti un bollettino mensile e una relazione annuale. L'intero flusso dei dati di qualità dell'aria è gestito attraverso la trasmissione telematica dalle stazioni di monitoraggio ad un server regionale, dopo validazione da parte dei tecnici Arpae, i dati vengono resi disponibili e fruibili. Nei giorni festivi il flusso dati è garantito da un sistema di controllo automatico che ne garantisce la pubblicazione web anche senza validazione. I dati di qualità dell'aria dell'Emilia-Romagna sono allineati con il Modulo di interscambio dati e metadati di qualità dell'aria (WINAIR) dell'ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Le informazioni sono trasmesse dall'ISPRA all'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) ed in seguito archiviate nel database europeo AirBase - Eionet.

Dalle stazioni di monitoraggio vengono acquisiti, oltre ai valori di concentrazione degli inquinanti rilevati, anche dati relativi alla diagnostica e alle verifiche quotidiane di taratura effettuate mediante l'utilizzo di standard certificati, nonché eventuali allarmi di cabina, warnings, controllo della temperatura interna, ecc. Tutte queste informazioni, unite ad una analisi accurata dei dati, nonché a periodici e frequenti sopralluoghi in cabina, permettono di tenere sotto controllo tutta la strumentazione e consentono di intervenire prontamente con opportuna manutenzione e/o taratura, qualora necessario. Tutta l'attività di manutenzione e taratura è affidata ad una ditta esterna secondo un calendario definito in accordo con Arpae, oppure su specifica richiesta quotidiana in caso di intervento correttivo. Arpae verifica la correttezza dell'espletamento di tali attività nonché di tutti i certificati di taratura e manutenzione che la ditta produce in seguito ai propri interventi. Il controllo dell'intero processo di gestione della rete di monitoraggio e l'archiviazione di tutta la documentazione prodotta vengono effettuati attraverso l'utilizzo di un software apposito che assicura elevati livelli di efficienza.

1.5. Rendimenti annuali della strumentazione

Nel 2021 si è registrato un buon funzionamento della rete di monitoraggio con un mantenimento dell'efficienza a livelli molto elevati. I buoni risultati raggiunti sono dovuti all'utilizzo di strumentazione relativamente recente (età media degli strumenti: 12 anni) e al buon livello delle prestazioni di manutenzione preventiva e correttiva.

Gli interventi di manutenzione da parte della ditta incaricata sono risultati efficaci ed adeguati alle aspettative.

In questo paragrafo si riportano il numero dei dati raccolti, l'efficienza strumentale dei vari analizzatori e una breve descrizione delle principali problematiche tecniche sorte nel corso del 2021. Per una corretta lettura dei dati si rammenta che le informazioni raccolte relativamente alle polveri sono riferite all'intera giornata, in quanto la modalità di monitoraggio e misura prevede un campionamento della durata di 24h, mentre per tutti gli altri inquinanti la frequenza temporale è oraria. Nel corso di un anno solare la rete di monitoraggio di Reggio Emilia raccoglie circa 300.000 dati, che vengono controllati e validati dai tecnici Arpae con frequenza quotidiana; successivamente, con frequenza mensile, semestrale e annuale, vengono nuovamente sottoposti ad ulteriori processi di verifica ed elaborazione. Ai fini delle valutazioni statistiche, la normativa richiede un rendimento, inteso come rapporto percentuale tra dati validi acquisiti e quelli complessivamente rilevabili, superiore al 90% per ogni parametro: nella Tabella 1 sono riportati i rendimenti calcolati escludendo, come previsto, le attività di manutenzione preventiva.

L'efficienza della rete di monitoraggio è stata complessivamente pari al **98,9 %**.

SEZ	STAZIONE	NO2	O3	PM10	PM2.5	BTX	CO
RE	CASTELLARANO	99	100	100	100		
RE	S. LAZZARO	99	99	99	99		
RE	FEBBIO	99	100	99			
RE	S. ROCCO	99	99	100	99		
RE	LM-RE	98	98	94	98	98	98
RE	TIMAVO	99		100		99	99

Rendimenti contrattuali annuali 2021 delle singole stazioni/strumenti.

I rendimenti ottenuti, sia per tipologia di inquinante, che complessivi di cabina, si mantengono su valori molto alti e in linea con quelli già elevati conseguiti negli anni passati.

L'intera rete di monitoraggio è sottoposta ad un programma di manutenzione ordinaria e preventiva. La manutenzione ordinaria viene effettuata ogni 15 giorni e prevede una serie di operazioni atte a garantire un corretto funzionamento della strumentazione, la sostituzione dei materiali di consumo, nonché la verifica e pulizia del sistema di campionamento. La manutenzione preventiva consiste in operazioni tecniche sugli analizzatori e si effettua con cadenza trimestrale; ad essa poi si aggiungono le operazioni di taratura multipunto annuale attraverso l'utilizzo di standard di riferimento. Nella manutenzione preventiva sono inclusi i controlli dei sistemi di condizionamento della temperatura, dei sistemi di sicurezza, degli estintori, dei software e hardware, dei sistemi di acquisizione. In ogni stazione è inoltre attivo un sistema automatico giornaliero di verifica della calibrazione di ogni analizzatore: nel caso l'operazione dia esito negativo si procede alla invalidazione dei dati acquisiti.

Oltre alle attività ordinarie e preventive suddette, vengono attivati degli interventi di manutenzione correttiva in caso di necessità. Nel 2021 sono stati attivati 80 interventi, con un aumento del 10% rispetto all'anno precedente. A tutto ciò va aggiunta l'attività di controllo della rete effettuata da personale Arpa: nel 2021 sono stati effettuati 152 sopralluoghi, 76 interventi di controllo dei settaggi strumentali e della trasmissione dei dati, 250 verifiche giornaliere delle tarature. Inoltre è stata calcolata l'incertezza strumentale di tutti gli analizzatori di gas. Tutti i controlli e le verifiche di incertezza hanno avuto esito positivo, confermando la conformità delle rilevazioni alla normativa italiana ed europea.

2. Elaborazione dei parametri meteoclimatici

2.1. Il Bacino Padano

Le condizioni meteorologiche e il clima dell'Emilia Romagna sono fortemente influenzate dalla conformazione topografica della Pianura Padana: la presenza di montagne su tre lati rende questa regione una sorta di “catino” naturale, in cui l'aria tende a ristagnare. Le condizioni meteorologiche influenzano i gas e gli aerosol presenti in atmosfera in molti modi: ne controllano il trasporto, la dispersione e la deposizione al suolo, favoriscono le trasformazioni chimiche che li coinvolgono, hanno effetti diretti e indiretti sulla loro formazione. Alcune sostanze possono rimanere in aria per periodi anche molto lunghi, attraversando i confini amministrativi e rendendo difficile distinguere i contributi delle singole sorgenti emissive alle concentrazioni totali.

CARATTERISTICHE OROGRAFICHE

Nel Bacino Padano la pianura declina dai piedi delle Alpi e dell'Appennino verso la linea d'impluvio del fiume Po, per poi degradare lentamente fino ad arrivare al mare. Alpi e Appennino chiudono il bacino su tre lati (nord, ovest e sud) e lo proteggono dai venti provenienti dal continente e dal Mediterraneo

L'aria si distribuisce e si disperde come in una stanza con un'unica finestra, rappresentata dal mare Adriatico



CONFINI

- 1 NORD Alpi | h media 3.000 m
- 2 OVEST Alpi | h media 3.000 m
- 3 SUD Appennino | h media 1.000 m



DIMENSIONI

- ←→ 400 km
- ↑↓ 200 km
(nel punto più ampio)



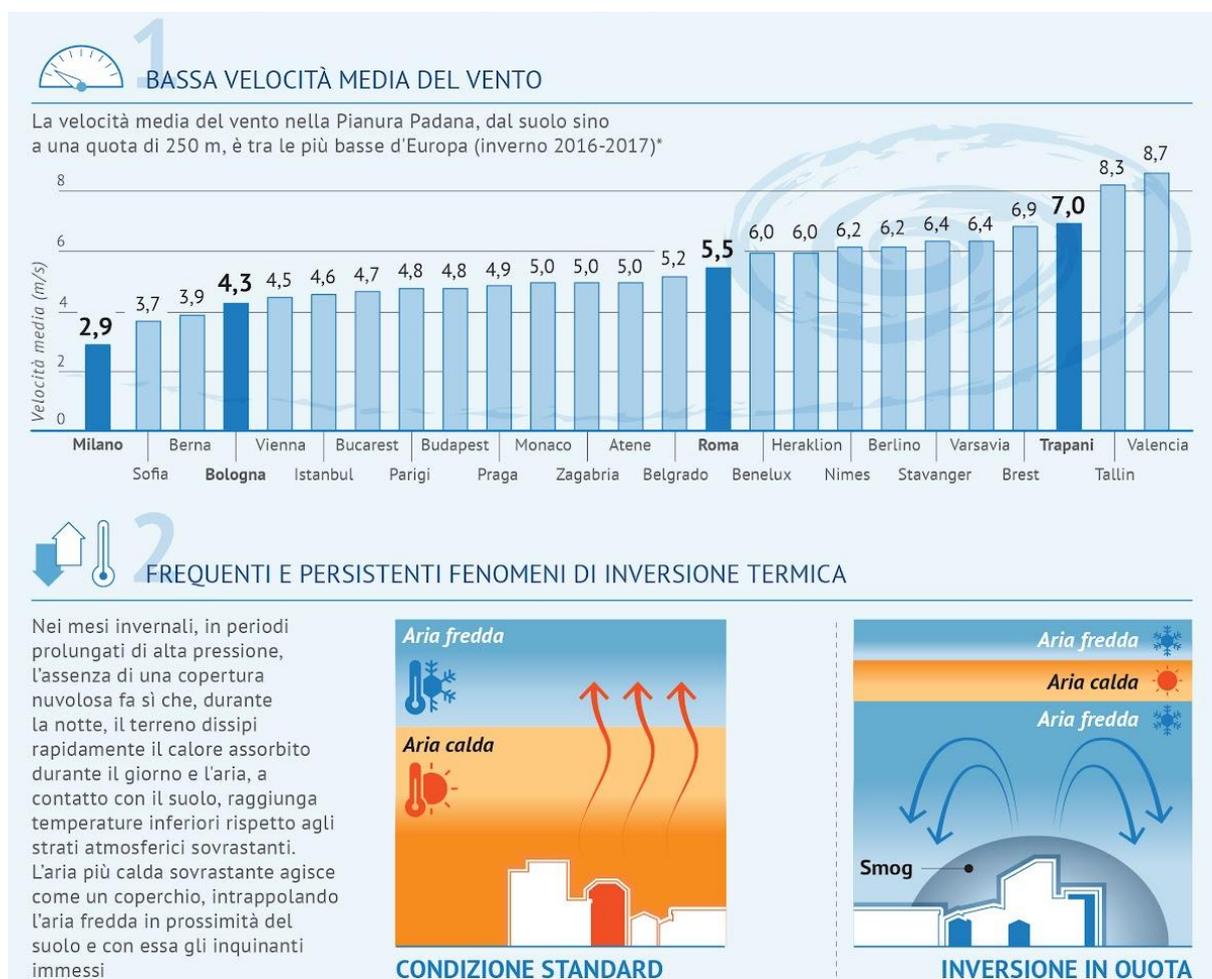
ALTITUDINE (s.l.m.)

- 240 m | Torino
- 120 m | Milano
- 50 m | Bologna
- 0 m | Ravenna

La caratteristica meteorologica che maggiormente influenza la qualità dell'aria è la **scarsa ventosità**: la velocità media del vento alla superficie nella pianura interna è generalmente

compresa tra 2 e 2.5 m/s, un valore sensibilmente più basso rispetto alla maggior parte del continente europeo. I venti sono particolarmente deboli nei mesi invernali: in alcune zone della pianura interna (corrispondente alle province di Parma-Reggio-Modena), la velocità media nel semestre invernale è dell'ordine di 1.5 m/s.

Il **rimescolamento** e la diluizione degli inquinanti sono dovuti in massima parte alla turbolenza atmosferica: questa è generata in parte dal riscaldamento diurno della superficie terrestre (componente termica), in parte dall'attrito esercitato, a grande scala, dalla superficie terrestre sul vento (componente meccanica). Nella pianura padana, a causa della debolezza dei venti, il contributo più importante è dato dalla componente termica: poiché questa dipende dall'irraggiamento solare, le concentrazioni della maggior parte degli inquinanti mostrano uno spiccato ciclo stagionale.



In particolare, i valori invernali di PM e NO₂ sono circa doppi rispetto a quelli estivi, e pressoché tutti i superamenti dei limiti di legge si verificano in inverno.

La situazione è diversa per l'ozono e gli altri inquinanti secondari di origine fotochimica: la loro formazione è favorita dall'irraggiamento solare e dalle temperature elevate, per cui le concentrazioni risultano alte in estate e basse in inverno. Tuttavia, il buon rimescolamento dell'atmosfera nei mesi caldi fa sì che le loro concentrazioni siano pressoché omogenee sull'intero territorio, indipendentemente dalla distanza rispetto alle sorgenti emmissive.

Nella fascia costiera, la maggiore velocità del vento fa sì che le concentrazioni di inquinanti siano, in media, più basse. In giornate specifiche può però essere vero il contrario: venti al suolo provenienti da ovest possono trasportare verso la costa aria inquinata proveniente dalle zone interne della pianura e, in particolari condizioni, la massa d'aria sopra al mare può diventare un serbatoio di precursori di ozono e di altri inquinanti secondari.

Nel periodo invernale sono frequenti condizioni di inversione termica al suolo, in particolare nelle ore notturne. In queste condizioni, che talvolta persistono per l'intera giornata, la dispersione degli inquinanti emessi a bassa quota è fortemente limitata: questo può determinare un marcato aumento delle concentrazioni in prossimità delle sorgenti emmissive, che spesso interessa tutti i principali centri urbani.

Nei mesi freddi, in condizioni di alta pressione, di pressione livellata o comunque in assenza di forzanti sinottiche marcate, il ricambio dell'aria in prossimità del suolo è limitato, e può richiedere diversi giorni. Queste situazioni meteorologiche spesso permangono per diversi giorni consecutivi: gli inquinanti emessi tendono allora ad accumularsi progressivamente in prossimità del suolo, raggiungendo concentrazioni elevate e favorendo la formazione di ulteriore inquinamento secondario. Durante questi episodi, l'inquinamento non è più limitato alle aree urbane e industriali, ma si registrano concentrazioni elevate abbastanza omogenee in tutto il bacino, incluse le zone di campagna lontane dalle sorgenti emmissive.

Un altro fenomeno meteorologico tipico della Pianura Padana è la presenza di inversioni termiche in quota. Queste si formano più frequentemente nel semestre invernale, quando c'è un afflusso di aria calda in quota, che supera le montagne e scorre sopra la massa d'aria più fredda che ristagna sulla pianura: la Val Padana diventa allora una sorta di recipiente chiuso, in cui gli inquinanti vengono schiacciati al suolo, creando un unico strato di inquinamento diffuso e uniforme. In queste situazioni, le concentrazioni possono raggiungere valori molto elevati, anche in presenza di un buon irraggiamento solare.

2.2. Analisi dei principali parametri

Le grandezze meteorologiche elaborate in questo paragrafo provengono sia dalle misure rilevate nelle stazioni che costituiscono la rete meteorologica regionale gestita dal Servizio Idro-Meteorologico-Clima di Arpae (SIMC), che dalle elaborazioni del preprocessore meteorologico CALMET, che stima le grandezze caratteristiche dello strato limite sulla base delle variabili puntuali misurate nelle stazioni meteo e delle caratteristiche della superficie terrestre (orografia, uso del suolo, rugosità).

Le **precipitazioni** misurate nel 2021 a Reggio Emilia ammontano a 444 mm/anno, valore quasi dimezzato rispetto all'anno precedente (*figura 2*).

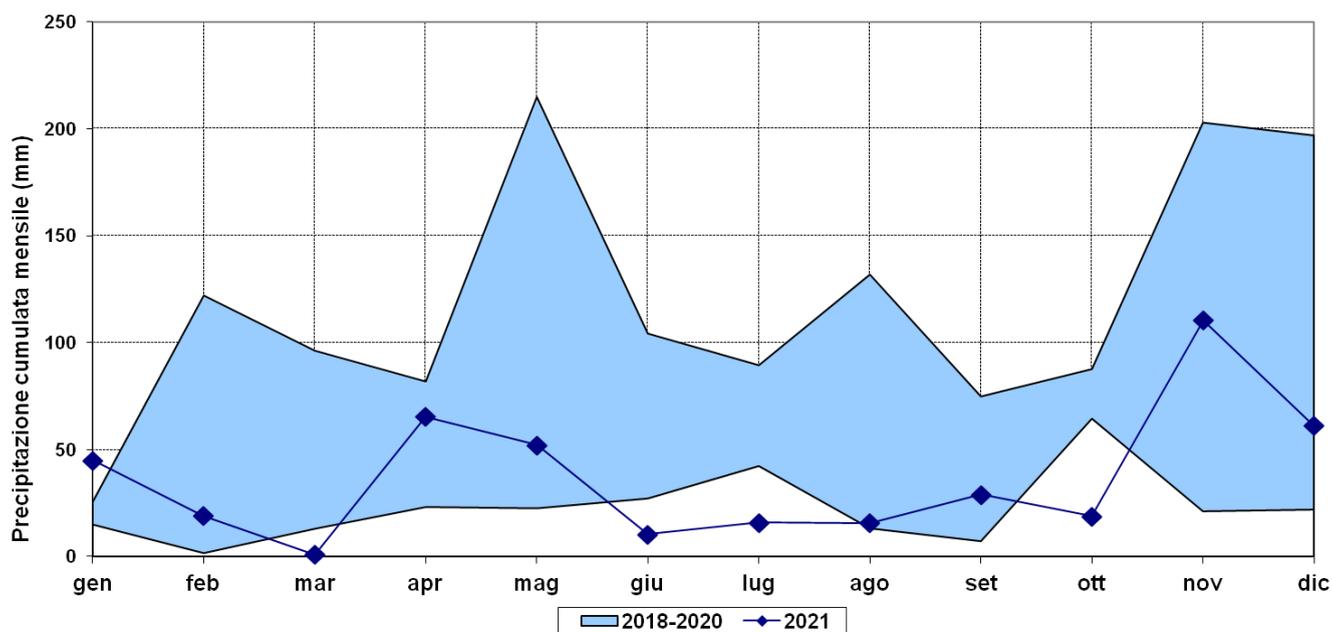


Figura 2 - Precipitazione cumulata mensile registrata a Reggio Emilia (mm).

La precipitazione può essere analizzata anche in termini di numero di giorni piovosi, ovvero di giorni con una precipitazione cumulata giornaliera superiore a 5 mm: in tal caso nel 2021 si contano 31 giorni di pioggia, contro i 38 del 2020 (*figura 3*).

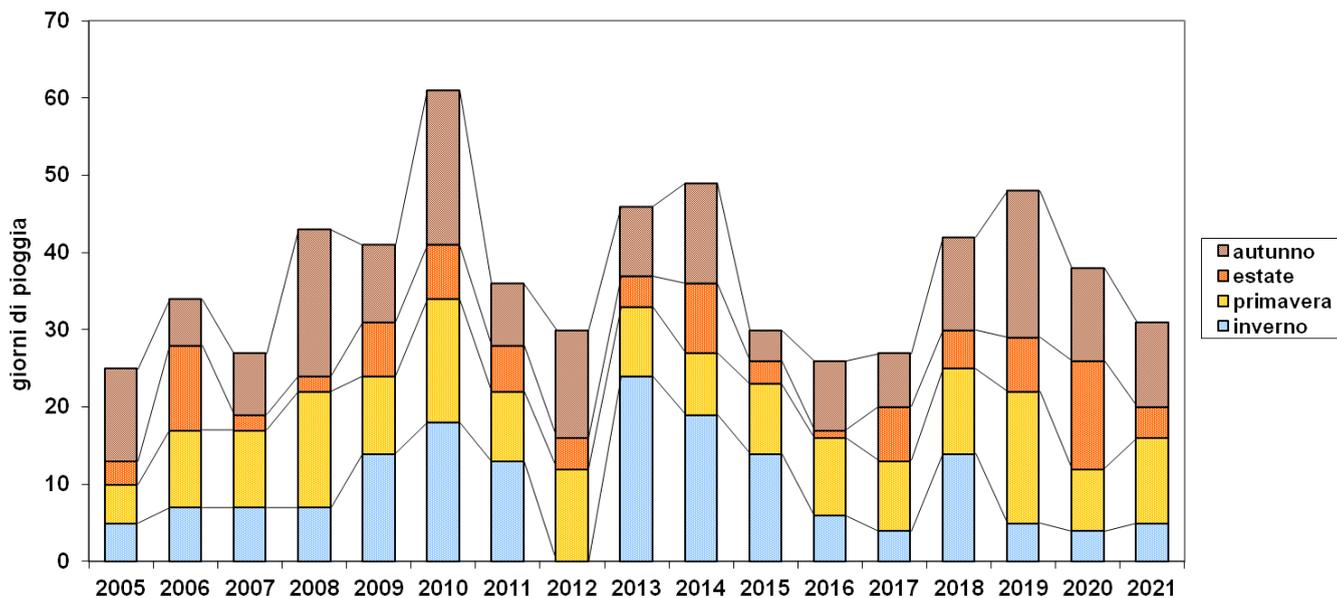


Figura 3 - Numero di giorni con precipitazione > 5 mm/giorno registrata a Reggio Emilia.

Per quel che concerne il **vento**, la Pianura Padana è caratterizzata, da sempre, da venti molto deboli e con direzione prevalente est-ovest/ovest-est. Le velocità del vento registrate risultano essere molto basse: per il 77 % delle ore del 2021 sono inferiori ai 2 m/s (figura 4).

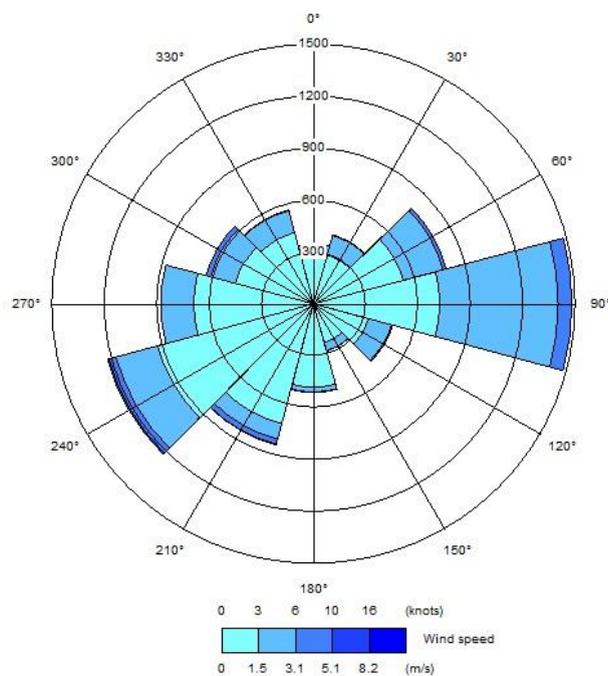


Figura 4 - Rosa dei venti della stazione meteo urbana di Reggio Emilia – anno 2021.

Le **temperature** medie mensili registrate nel 2021 evidenziano un inverno sostanzialmente più freddo rispetto al 2020, e un'estate più calda. Nel complesso però la temperatura media annuale risulta pressoché invariata rispetto agli anni precedenti, ovvero sui 13 °C (figura 5).

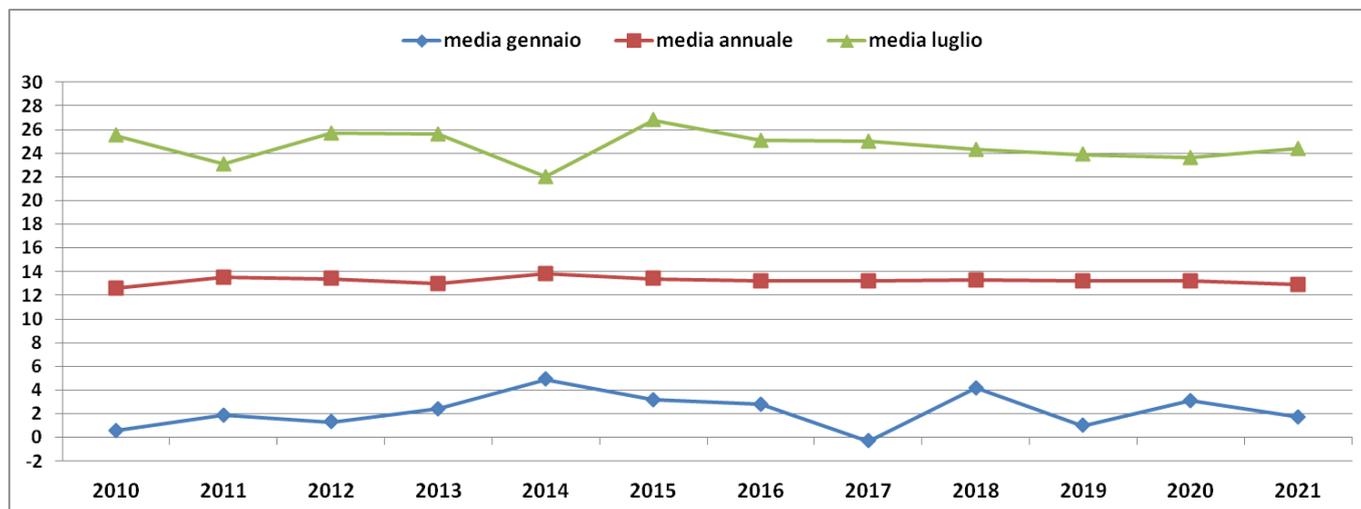


Figura 5 - Temperature medie mensili di gennaio e luglio e media annuale registrate a Reggio Emilia.

Si ricorda che all'interno dell'isola di calore della città si possono registrare temperature di almeno 2°C superiori rispetto a quelle rilevate nella prima periferia; nelle ore serali questa differenza può essere anche maggiore in conseguenza del calore rilasciato dagli edifici.

Poiché la formazione di ozono è maggiore con temperature elevate, in estate si verifica che la città risulta essere contemporaneamente il luogo di maggior produzione di inquinanti precursori dell'ozono (NOx) e il luogo in cui le temperature più elevate favoriscono una maggiore produzione di ozono nelle ore centrali della giornata.

3. Analisi dei dati di qualità dell'aria

Nel presente capitolo vengono analizzati i dati di qualità dell'aria rilevati dalle 5 stazioni automatiche fisse presenti sul territorio provinciale. Per ogni inquinante verranno proposti, oltre ai calcoli statistici previsti per legge, anche elaborazioni grafiche che permettono di valutare il comportamento e il trend degli inquinanti.

3.1. Particolato sospeso PM10

Il materiale particolato aerodisperso è composto da una miscela complessa di particelle eterogenee in fase solida/liquida costituite da sostanze organiche ed inorganiche, la cui dimensione varia da qualche nanometro a decine di micrometri. Il particolato può essere suddiviso in frazione “grossolana”, particelle con diametro aerodinamico superiore a 10 µm (in genere trattenute dalle prime vie respiratorie) e in frazione “fine”, particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (detta anche frazione inalabile). Tra le polveri “fini” si possono distinguere il PM10 e il PM2,5: il primo, con dimensioni inferiori a 10 µm, in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore, il secondo con dimensioni inferiori a 2,5 µm in grado di raggiungere i polmoni.

L'origine del particolato fine può essere sia primaria (principalmente da reazioni di combustione e da disgregazione meccanica di particelle più grandi) che secondaria (reazioni chimiche atmosferiche che portano alla formazione di ioni nitrato, solfato, ammonio, carbonio organico ed elementare).

La misurazione del PM10 avviene in tutte le stazioni di monitoraggio, mentre la misurazione del PM2.5 è limitata alle stazioni di fondo di San Rocco di Guastalla, San Lazzaro di Reggio Emilia e Castellarano. I valori elevati rilevati in settembre a Febbio sono dovuti ad una gara di motocross che si è svolta a fianco della stazione di monitoraggio e ha provocato un notevole risollevarimento di polveri (*figura 6*).

La criticità di questo inquinante emerge in particolare in occasione degli eventi acuti legati ai superamenti della media giornaliera (50 µg/m³), per i quali il limite stabilito dalla normativa è pari a 35 superamenti in un anno; i giorni più critici si verificano principalmente nel periodo invernale a causa delle condizioni meteorologiche che caratterizzano la Pianura Padana descritte al capitolo 2 (*figura 7*).

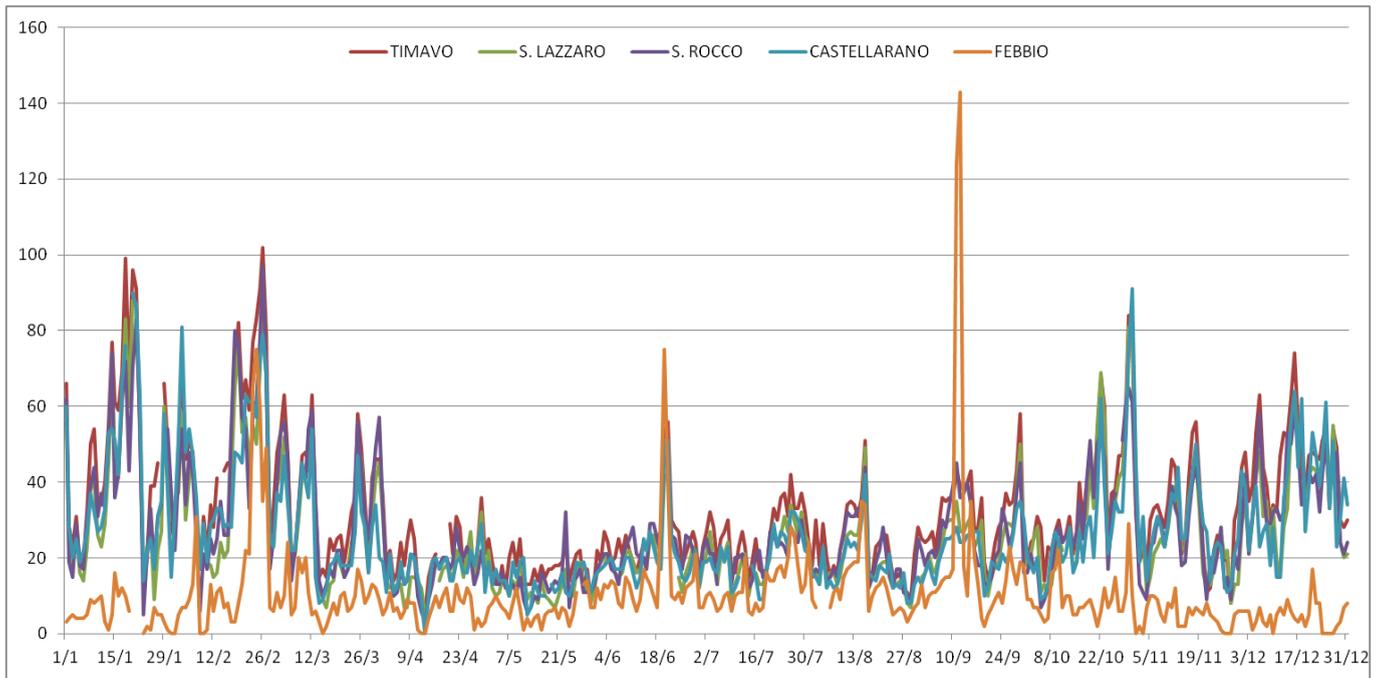


Figura 6 - Concentrazioni medie giornaliere di PM10 nel 2021 (µg/m3).

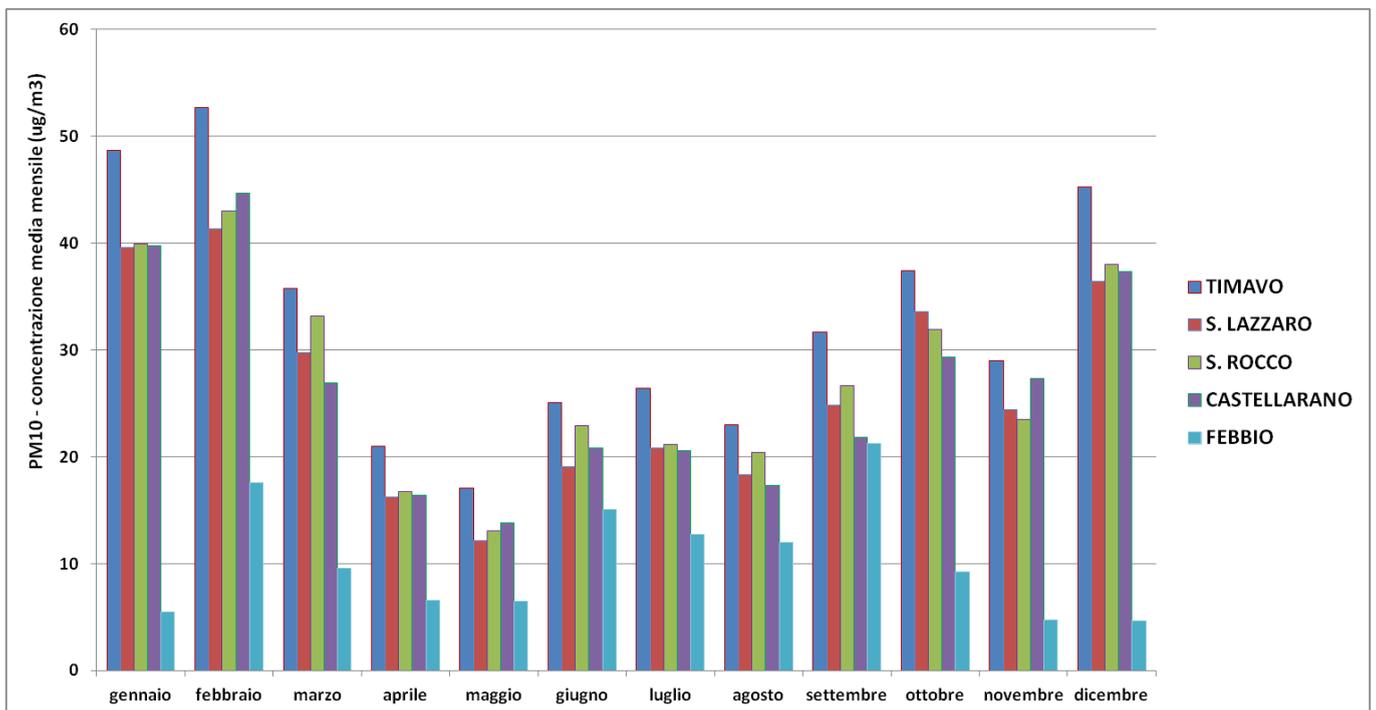


Figura 7 - Concentrazioni medie mensili di PM10 nel 2021 (µg/m3).

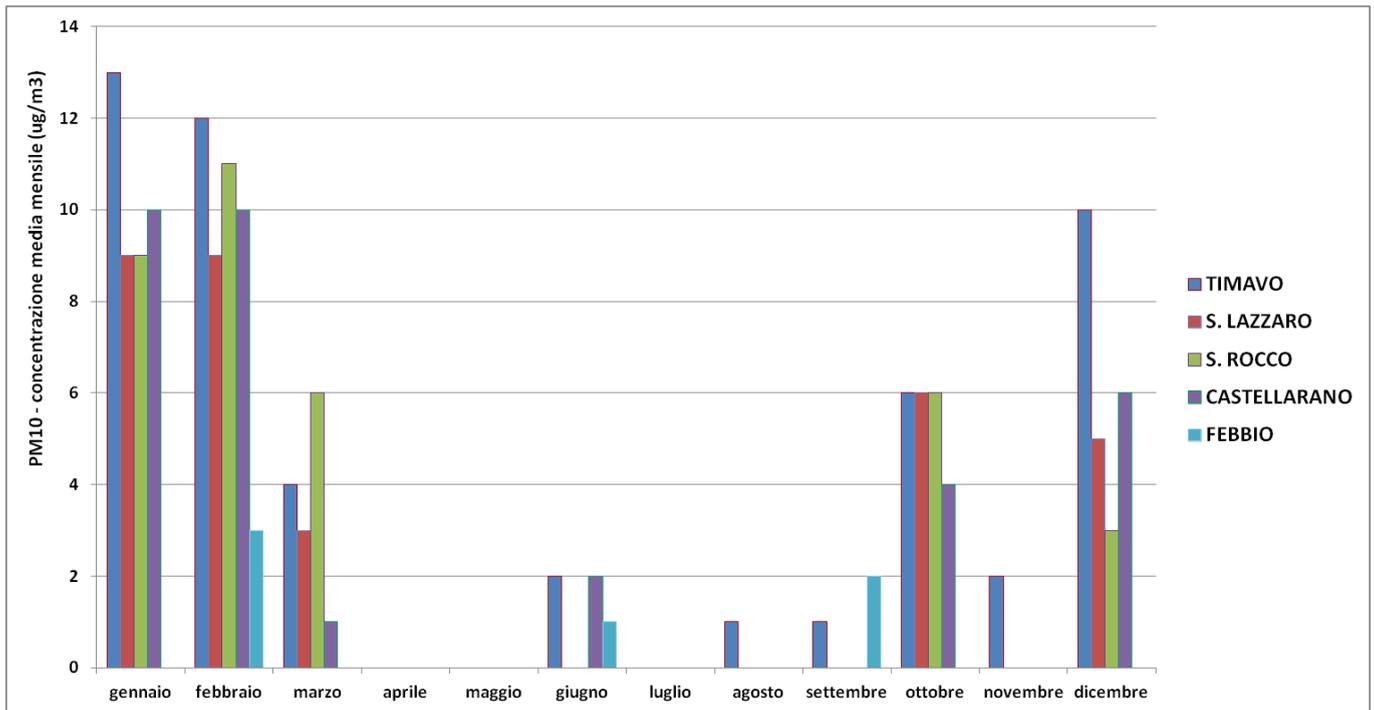


Figura 8 - Superamenti del $VL_{giornaliero}$ di PM_{10} nel 2021 ($\mu g/m^3$).

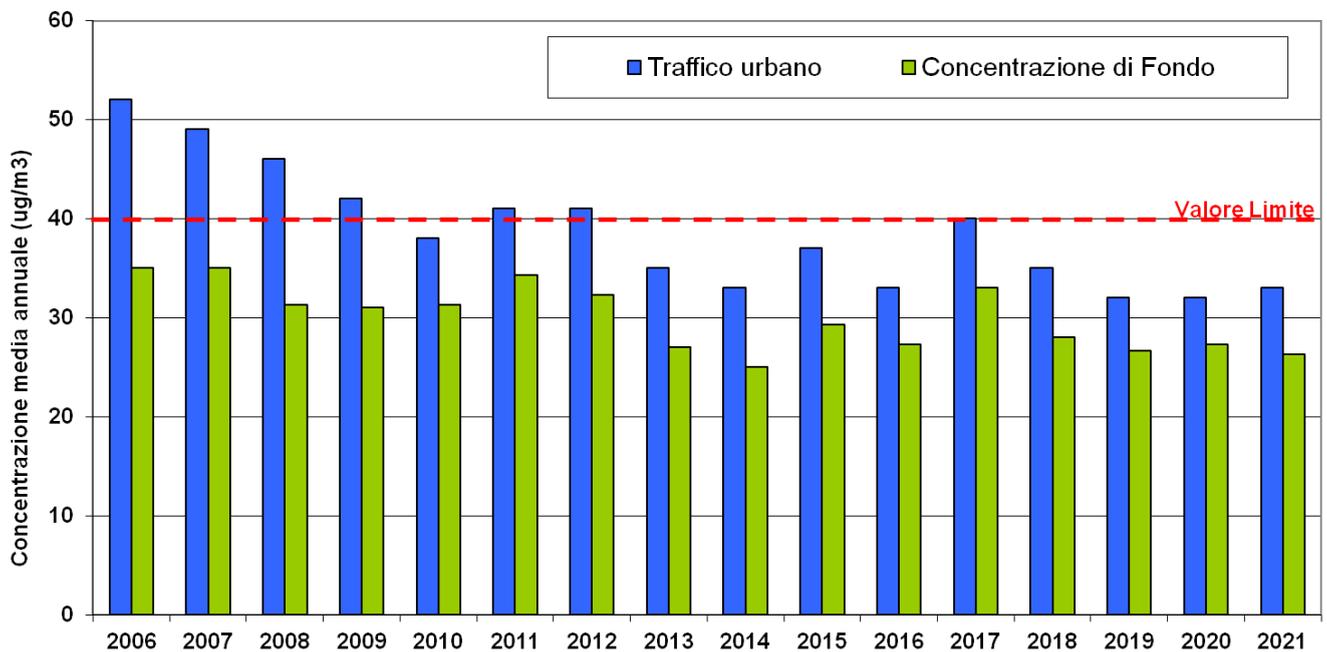


Figura 9 - Trend delle concentrazioni medie annuali di PM_{10} ($\mu g/m^3$).

Il superamento del valore limite giornaliero è limitato quasi unicamente ai mesi invernali e autunnali con frequenti episodi di accumulo (figure 8-9). In due sole circostanze sono stati superati i $100 \mu g/m^3$; una di queste ha riguardato la stazione di Febbio di Villa Minozzo a causa

di un **episodio di trasporto di sabbia proveniente dal Sahara**, che ha portato ad un incremento elevato delle concentrazioni di PM10. Riguardo al numero dei superamenti del V.L. giornaliero di 50µg/m³, si osserva che, fatta eccezione per la stazione da traffico cittadina che ha fatto registrare 51 superamenti, tutte le altre stazioni della rete hanno rispettato il limite dei 35 superamenti annui consentiti.

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	sup.
Castellarano	99	<3	91	26	22	47	60	72	33
Febbio	98	<3	143	10	8	18	24	39	6
S. Lazzaro	97	5	88	26	22	48	57	71	32
S. Rocco	99	3	97	27	23	50	58	70	35
Timavo	98	5	102	33	28	55	67	82	51

Dati statistici 2021 relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il PM10.

Si osserva come anche nel 2021, prosegue il trend positivo che da 9 anni a questa parte fa sì che nessuna delle stazioni della rete provinciale abbia superato il valore limite annuale di 40 µg/m³. Persiste il trend di diminuzione dei valori medi di concentrazione rilevati nella stazione di fondo urbana, che sono stati anche nel 2021 inferiori alla stazione di fondo rurale; per quanto riguarda, invece, la stazione da traffico cittadina si osserva una lieve inversione, da mettere in relazione all'uscita dalla stagione di restrizioni che il Covid aveva generato ed a una ripresa delle attività.

3.1.1 Analisi di trasporto di dust in atmosfera a febbraio 2021

Nel periodo 23-27 febbraio 2021 le stazioni appenniniche della qualità dell'aria dell'Emilia-Romagna hanno registrato valori elevati di particolato. L'analisi ha permesso di ipotizzare che si siano incrociati diversi fattori: l'apporto di sabbie sahariane, il contributo padano e l'eruzione vulcanica dell'Etna.

I valori di concentrazione di PM10 che vengono rilevati nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria presenti in quota sull'Appennino si mantengono solitamente su livelli molto contenuti, proprio perché risentono scarsamente – a causa delle condizioni

meteorologiche del periodo freddo – dell’influenza delle condizioni di accumulo che impattano sul bacino padano. Negli ultimi anni tuttavia si osservano sempre più frequenti episodi di trasporto di particolato da siti anche relativamente remoti, come ad esempio il trasporto di sabbia dal mar Caspio avvenuto a marzo 2020. Dal punto di vista meteorologico, le giornate del 22-23 febbraio 2021 sono state caratterizzate dall’instaurarsi di una circolazione anticiclonica sull’Italia che ha determinato la stagnazione della massa d’aria presente nella Pianura Padana.

La presenza nelle ore mattutine di un’inversione nello strato più prossimo al suolo e una scarsa ventilazione hanno favorito l’instaurarsi di condizioni favorevoli all’accumulo degli inquinanti con peggioramento nelle giornate successive del 24 e 25. Contemporaneamente, in quota, alla superficie isobarica di 850 hPa, erano presenti venti meridionali sul Tirreno. Successivamente l’area anticiclonica si è indebolita permettendo un migliore rimescolamento verticale dell’atmosfera e il 27 un afflusso di veloci correnti fredde di bora da est nord-est ha determinato un significativo ricambio delle masse d’aria.

L’analisi della situazione, effettuata mediante simulazioni a scala europea con il sistema modellistico attualmente installato presso Arpae, mostra un trasporto di polveri sahariane lungo il Tirreno occidentale che ha interessato, sebbene in modo diverso, la quasi totalità della penisola italiana; l’episodio è iniziato nella giornata del 22 e si è concluso il 27 (*figura 10*).

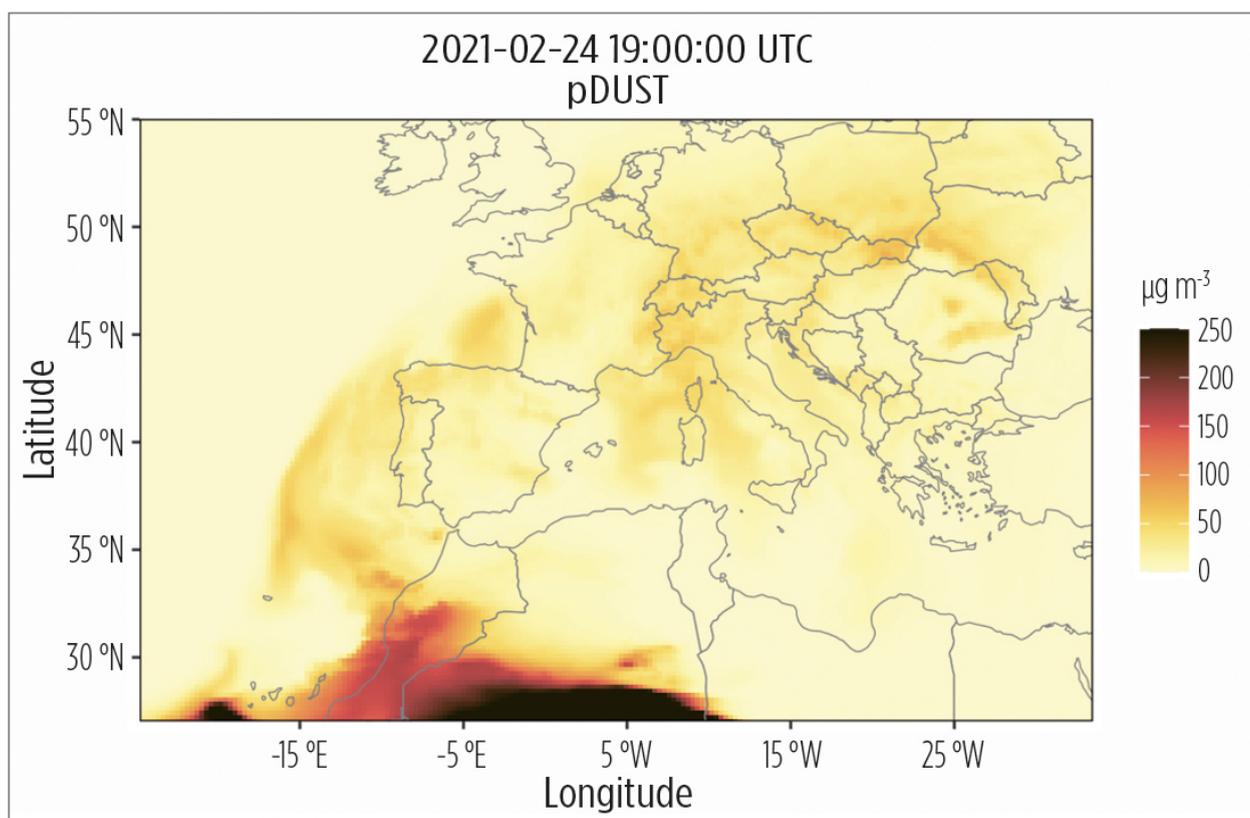


Figura 10 - Concentrazioni di dust previste dal sistema modellistico per il 24 febbraio.

I dati misurati dalle stazioni di monitoraggio (*figura 11*) hanno evidenziato quanto segue:

- nella giornata di martedì 23 febbraio 2021, un incremento improvviso dei valori di PM10 ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato osservato presso la stazione di Febbio (1.100 m slm), seguita nei giorni successivi in altri siti dell'Appennino. Tale episodio si è inserito in un contesto caratterizzato da condizioni di accumulo al suolo che portava, già da svariati giorni, a concentrazioni elevate in tutte le stazioni della pianura
- presso la stazione di Corte Brugnatella (PC) si sono osservati valori più elevati del consueto anche nelle due giornate precedenti del 21 e 22 febbraio
- nella giornata del 24 febbraio anche la stazione di Castelluccio, a 700 m sul livello del mare nell'appennino bolognese, ha registrato valori elevati ($56 \mu\text{g}/\text{m}^3$) insieme a Febbio ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- nella giornata del 25 febbraio tutte e tre le stazioni in quota, Corte Brugnatella (PC), Febbio (RE) e Castelluccio (BO) hanno superato il valore limite giornaliero, mentre i siti di misura di pianura dell'Emilia-Romagna mostravano valori altissimi, prossimi ai $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- nelle giornate del 26 e 27 le concentrazioni in quota si sono ridotte rispetto ai giorni precedenti, pur rimanendo elevate: la situazione è poi ritornata a valori normali il 28 febbraio.

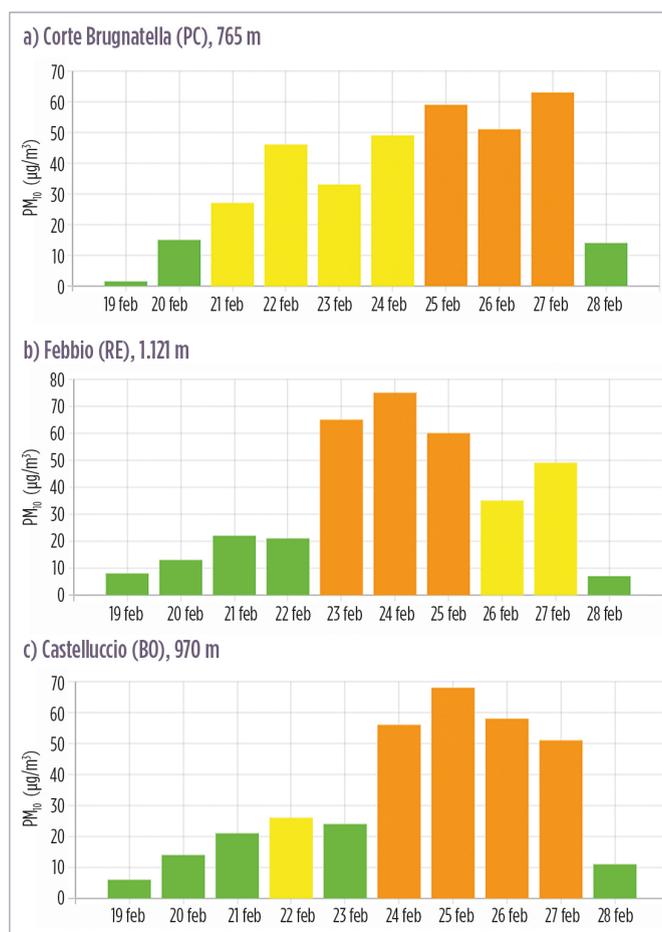


Figura 11 - Concentrazioni di PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) misurate dal 19 al 28 febbraio nelle stazioni di Corte Brugnatella (a), Febbio (b) e Castelluccio (c)

I valori di concentrazione rilevati, così come sopra descritto, possono essere raggiunti in Appennino solo in conseguenza di meccanismi di trasporto su lunga distanza. Solitamente, quando avvengono questi trasporti, se ne osservano gli effetti anche nelle stazioni di pianura: in questo caso il dust trasportato si è andato a sommare al PM di origine secondaria proprio della Pianura Padana, che in quei giorni era già molto elevato. Per questo motivo, la caratterizzazione del PM è stata di più facile determinazione sui campioni delle stazioni in quota, perché costituito per la quasi totalità da materiale trasportato, a differenza dei campioni delle stazioni di pianura ricche di PM locale e regionale.

Sebbene presso le stazioni della rete regionale dell'Emilia-Romagna la misura di concentrazione del PM₁₀ sia su base giornaliera – condizione che non permette di descrivere con precisione l'evoluzione oraria del fenomeno di trasporto – nella città di Bologna, presso la stazione di via Gobetti, la presenza di un contatore ottico di particelle con risoluzione temporale sub-oraria ha reso possibile un'analisi più approfondita. Dall'analisi dei dati rilevati da tale

strumento, e in particolare l'evoluzione oraria delle particelle con diametro superiore a $1\ \mu\text{m}$, si è potuto dimostrare come in pianura il fenomeno sia iniziato verso le 8 del mattino del 24 febbraio e si sia esaurito verso le 22 del 27 febbraio (*figura 12*). Dai dati rilevati dalle stazioni di Febbio (RE) e Corte Brugnatella (PC) si può dedurre che in Appennino l'arrivo di dust trasportato sia iniziato almeno un giorno prima.

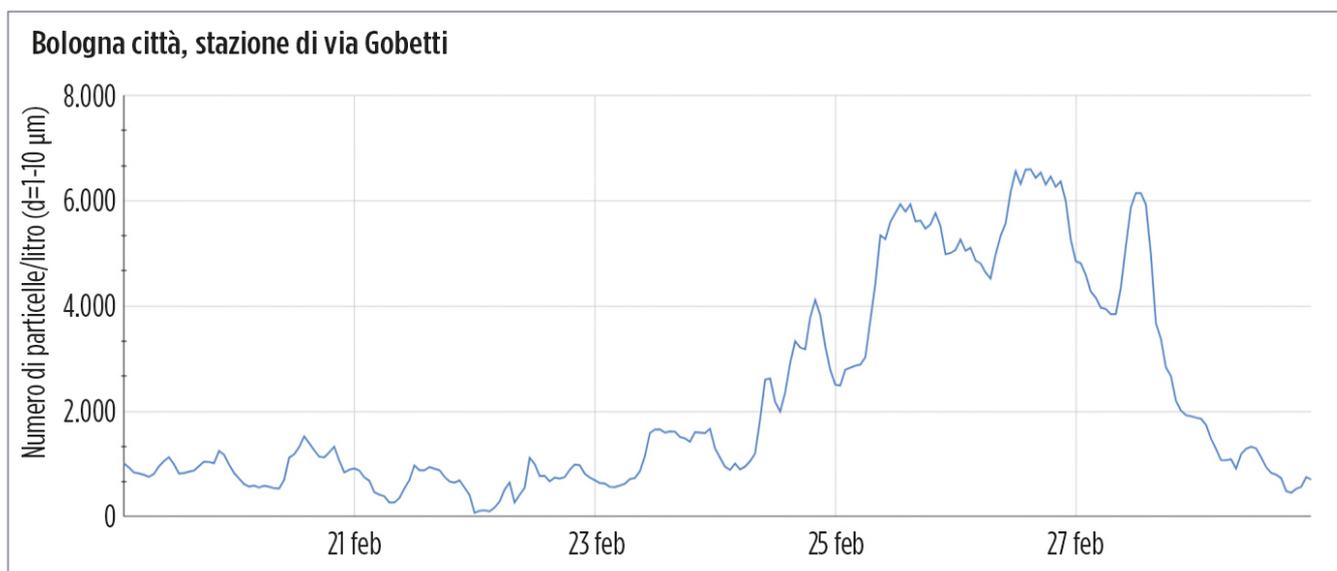


Figura 12 - Scansione oraria della concentrazione di PM10 nella stazione di Bologna, via Gobetti.

Anche la colorazione del materiale particellare raccolto presso la stazione di Febbio è stata d'aiuto per comprendere le conclusioni di cui sopra. Il colore risultava infatti essere costituito da una componente gialla – indice di presenza di sabbia – nelle giornate del 23-24-25, mentre assumeva un tono decisamente più grigiastro nei giorni 26 e 27 (*figura 13*).



Figura 13 - Colorazione del materiale particellare raccolto presso la stazione di Febbio

I filtri raccolti presso le stazioni di pianura non mostravano invece la colorazione giallastra proprio perché, come detto sopra, in quelle giornate, in pianura, si evidenziavano elevati valori di PM10 locale e/o regionale, condizione che tende a conferire la consueta colorazione grigio scuro al materiale raccolto.

Ai fini di confermare le ipotesi formulate, si è proceduto ad analizzare i metalli (Al, Fe, Pb, Cr, Ni, Zn, As, Cd, Sn, Sb, Ba, La, K, Ca, V, Mn, Mg) sui campioni raccolti nelle diverse stazioni su tutte e 5 le giornate. Nei giorni in cui si sono ipotizzati i fenomeni di trasporto dalla meso-scala, l'alluminio – che è uno dei principali componenti del materiale crostale – risulta una frazione importante della massa del PM10. Inoltre, come per la concentrazione di PM10, anche l'arricchimento dell'Al sul particolato mostra i suoi massimi in giorni successivi spostandosi da ovest verso est e da monte a valle (*figura 14*).

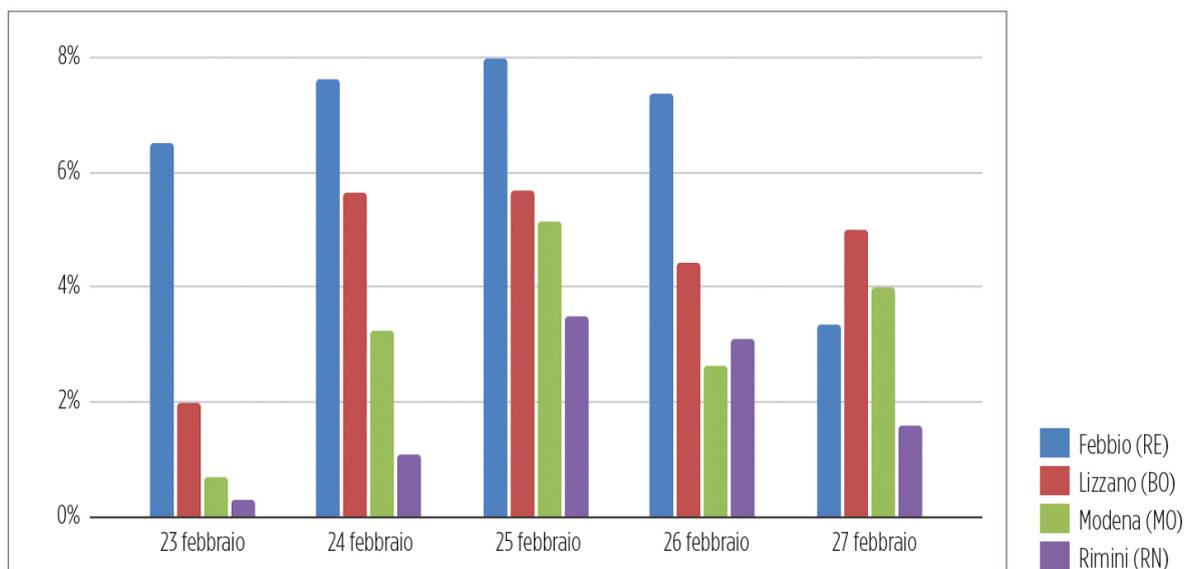


Figura 14 - Concentrazione (%) di alluminio in 4 stazioni.

Come ulteriore informazione per l'analisi di quanto accaduto è importante sottolineare che in condizioni normali (ossia non in presenza di eventi di tale tipologia di trasporti a meso-scala) le concentrazioni di Fe e Al sono decisamente inferiori. Per formulare confronti, nello scorso episodio di *Caspian dust*, le concentrazioni rilevate a Febbio nel giorno di evento erano di 3.000 ng/m³ di alluminio e 2.000 ng/m³ di ferro, mentre in questo episodio i valori dei due elementi sono risultati doppi di concentrazione, a fronte di valori di PM10 inferiori. Infine, l'ipotesi che nelle giornate del 26-27 si sia verificato un trasporto in direzione opposta, ovvero dalla pianura all'Appennino di particolato di origine padana, è avvalorata dalle concentrazioni riscontrate di piombo: in particolar modo si osserva come il rapporto Pb/Al incrementi notevolmente, presumibilmente dal pomeriggio del 26 (*figura 15*).

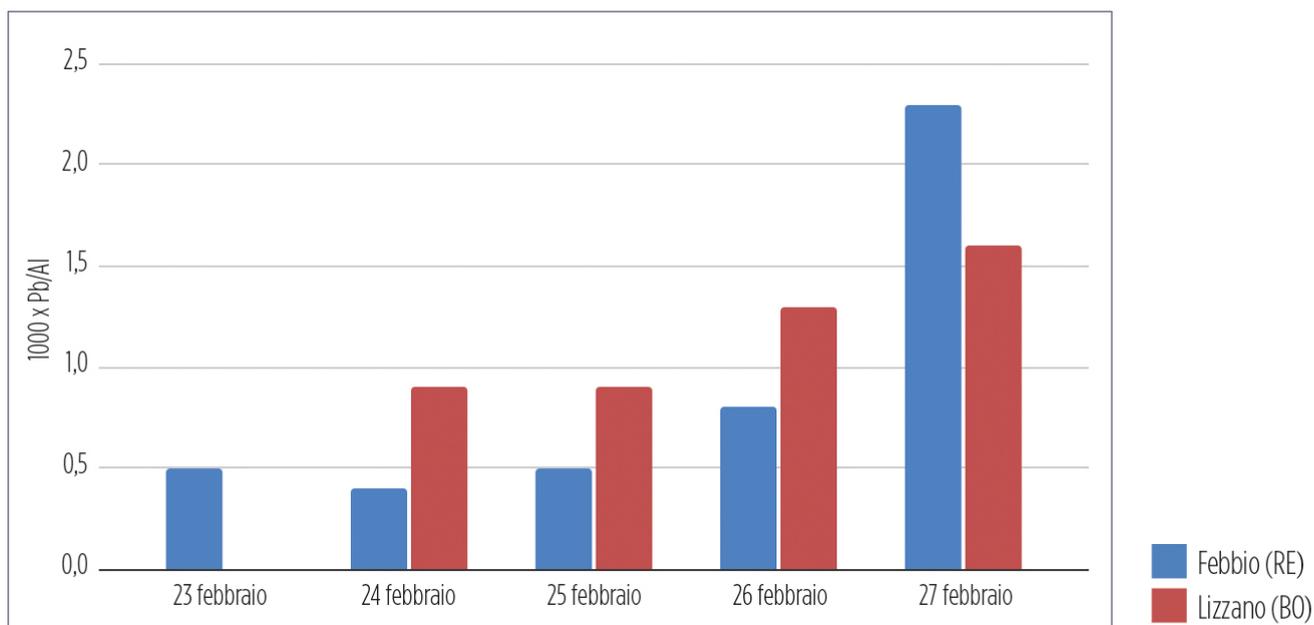


Figura 15 - Rapporto piombo/ alluminio in 2 stazioni.

A tal proposito può risultare di particolare interesse confrontare la composizione del particolato rilevata in questo evento con quella riscontrata nelle giornate precedenti al fenomeno di trasporto utilizzando i dati rilevati presso il sito di Via Gobetti (BO)⁴. Negli ultimi 10 giorni di febbraio 2021 si sono registrati 3 picchi di PM₁₀: 81 µg/m³ il 18, 65 µg/m³ il 23 e 80 µg/m³ il 26. Il primo episodio ha evidenziato un picco di nitrato (NO₃⁻) che è la specie inorganica di origine secondaria che cresce maggiormente durante gli eventi di accumulo di particolato (figura 16).

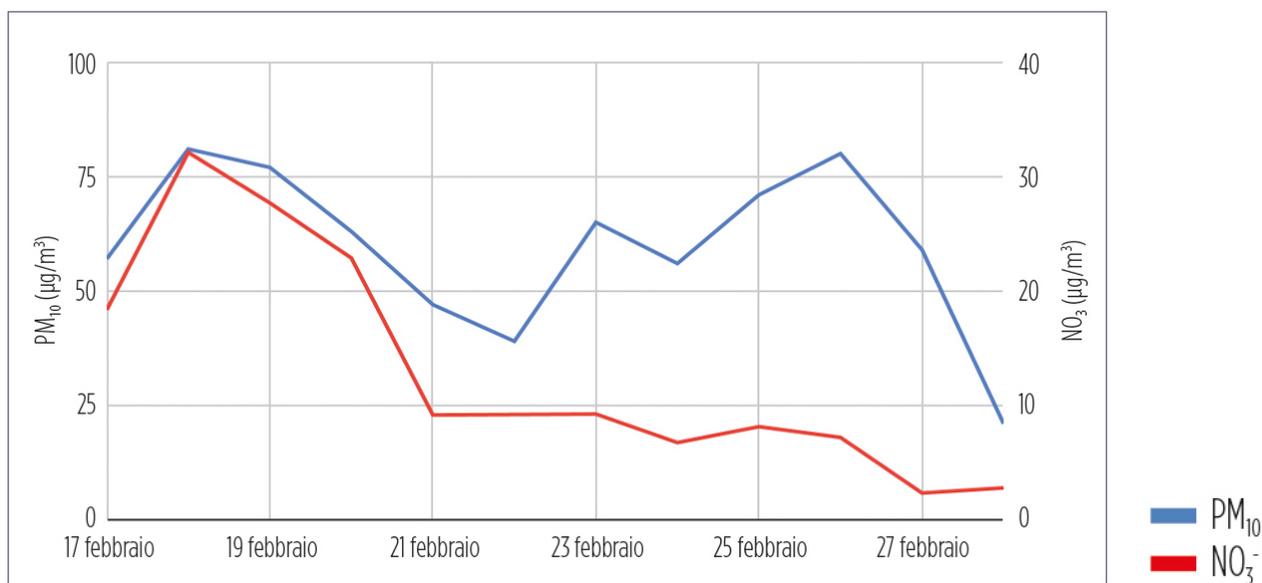


Figura 16 - Concentrazioni di PM₁₀ e nitrato dal 17 al 28 febbraio nella stazione di Bologna, via Gobetti.

In questi processi, frequenti in pianura Padana durante il periodo invernale, si registra infatti l'aumento soprattutto delle specie secondarie del PM e a essi si possono attribuire la maggior parte dei picchi di particolato. Durante il terzo evento, il 26/2, si ha una crescita molto importante delle concentrazioni di tutti gli elementi attribuibili a un'origine crostale (Al, Si, Ti, Ca). Tale andamento suggerisce che gli alti valori di PM siano stati raggiunti in seguito a un meccanismo completamente diverso, ovvero un evento di trasporto di sabbie desertiche dal nord Africa (*figura 17*).

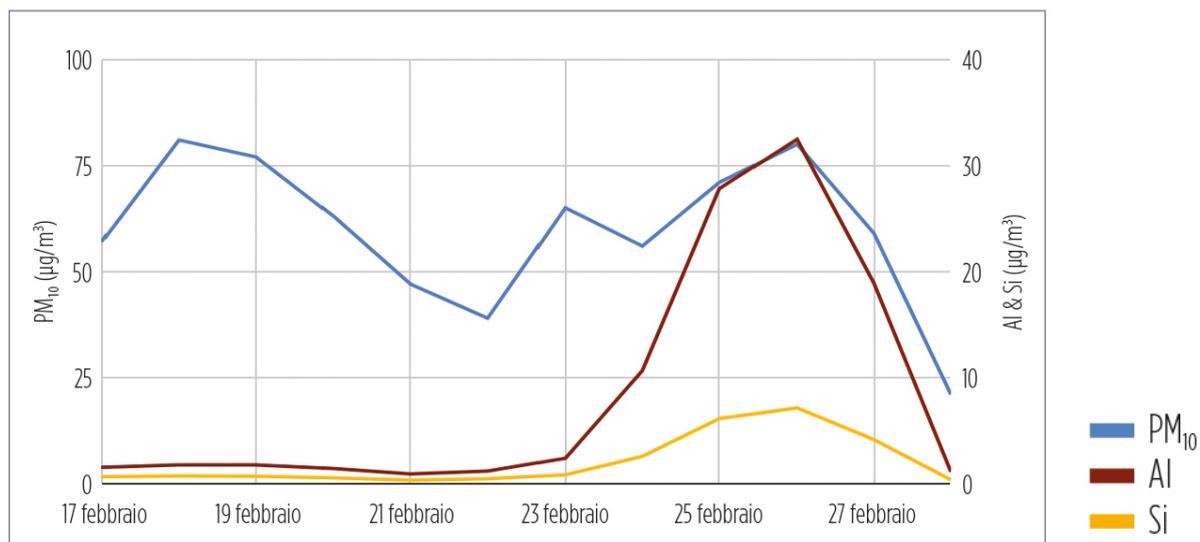


Figura 17 - Concentrazioni di PM10, alluminio e silicio dal 17 al 28 febbraio nella stazione di Bologna, via Gobetti

Il 23/2 non si osserva un incremento né della principale componente secondaria invernale (il nitrato), né delle specie di origine crostale (Al, Si, Ti, Ca). Si potrebbe pertanto ipotizzare l'esistenza di una terza sorgente esogena che va a sommarsi alle due precedentemente descritte. Tale ipotesi potrebbe essere riconducibile al fatto che, dalla mezzanotte del 23 febbraio, l'attività eruttiva dell'Etna si è incrementata: da diverse bocche del cratere si sono infatti elevate imponenti fontane di lava, la colonna eruttiva di gas e cenere si è sollevata fino a circa 10.000 metri di quota e la parte superiore della nube si è dispersa verso nord-ovest (*figure 18 a-b*).



FOTO: HTTPS://WWW.VULCANI.COM



Figura 18 a - Emissione di cenere dal cratere di sudest dell'Etna all'alba del 23 febbraio 2021. Vista da Tremestieri Etneo.

Figura 18 b - Trasporto di biossido di zolfo in seguito all'eruzione dell'Etna di febbraio 2021. Immagine satellitare prodotta da Copernicus Sentinel.

Come è noto, i vulcani sono una delle sorgenti naturali di particolato atmosferico, in quanto la loro attività può liberare in atmosfera una notevole quantità di inquinanti. Uno degli elementi maggiormente liberati è lo zolfo, che è stato identificato principalmente come solfato nelle particelle anche a notevole distanza dal punto di emissione, il quale può avere origine sia primaria, essere cioè emesso direttamente dalla sorgente, sia secondaria, cioè formatosi in atmosfera per ossidazione di SO_2 , un gas fortemente prodotto dalle attività vulcaniche. Dall'analisi dei solfati nel particolato raccolto si è osservato un picco di concentrazione di solfato (SO_4^{--}), di zolfo in generale (S) e di alcuni elementi (Zn e Br) che rendono plausibile la possibile origine vulcanica di una parte del particolato raccolto nel sito di Bologna (figura 19).

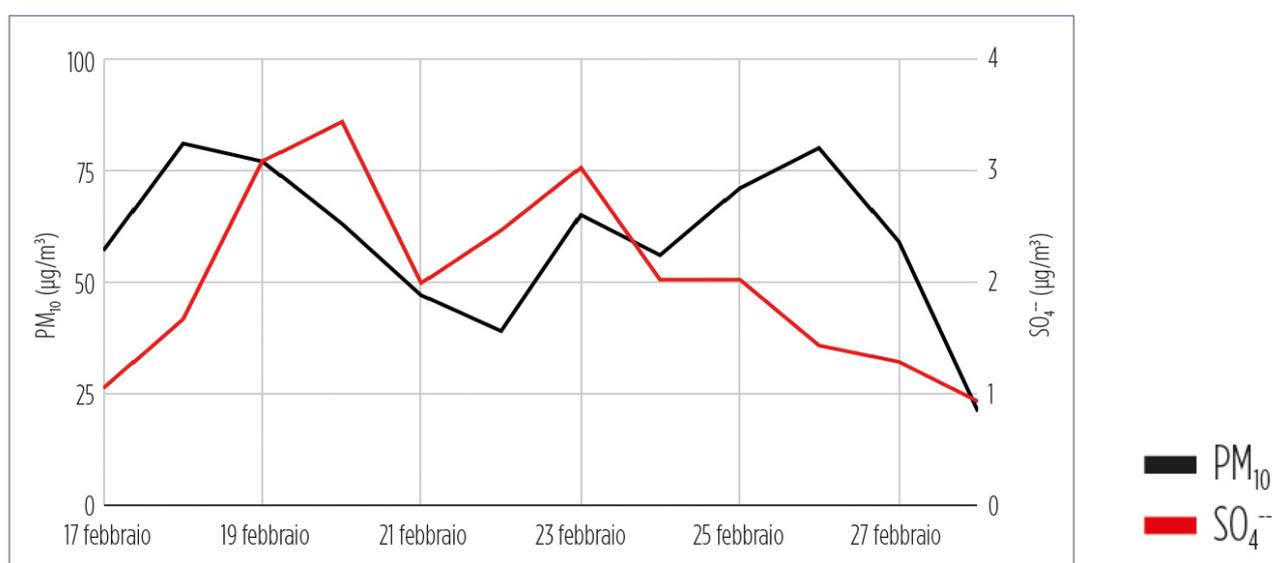


Figura 19 - Concentrazioni di PM₁₀ e solfato dal 17 al 28 febbraio nella stazione di Bologna, via Gobetti.

Non è possibile avere certezza di questa ipotesi, ma la composizione chimica del PM₁₀ di Bologna (via Gobetti) è coerente con quanto ci si potrebbe aspettare in seguito al trasporto di materiale prodotto da attività vulcaniche. Identificare il contributo dell'attività vulcanica nel particolato atmosferico non è semplice, sia per la non specificità delle specie emesse sia per la mancanza di rapporti specifici caratteristici tra esse. Molti elementi in tracce sono prodotti anche da attività antropiche come l'industria o il traffico oppure si trovano nella componente crostale costantemente presente nell'aerosol. Il solfato, invece, è uno dei componenti principali del particolato presente in pianura Padana, con concentrazioni abbastanza costanti durante l'anno perché è una specie di origine secondaria caratteristica del fondo continentale.

In sintesi quindi l'episodio analizzato potrebbe essere stato causato da un insieme di fattori: un primo apporto dovuto a un trasporto sahariano a meso-scala, un secondo legato a un contributo di tipo padano e un terzo dovuto a un'eruzione vulcanica. Sebbene la complessità di tali condizioni e l'insieme delle variabili confondenti non permetta di quantificare le percentuali dei singoli contributi, dal punto di vista degli aspetti qualitativi, le diverse indagini svolte sembrano verificare le ipotesi sopra esposte.

3.2. Particolato sospeso PM2.5

Nelle figure seguenti viene rappresentato l'andamento giornaliero del PM2.5 nelle tre postazioni che lo rilevano: si osserva un andamento sostanzialmente analogo; sono pochissime le giornate in cui i valori delle tre postazioni differiscono fra loro (*figura 20*).

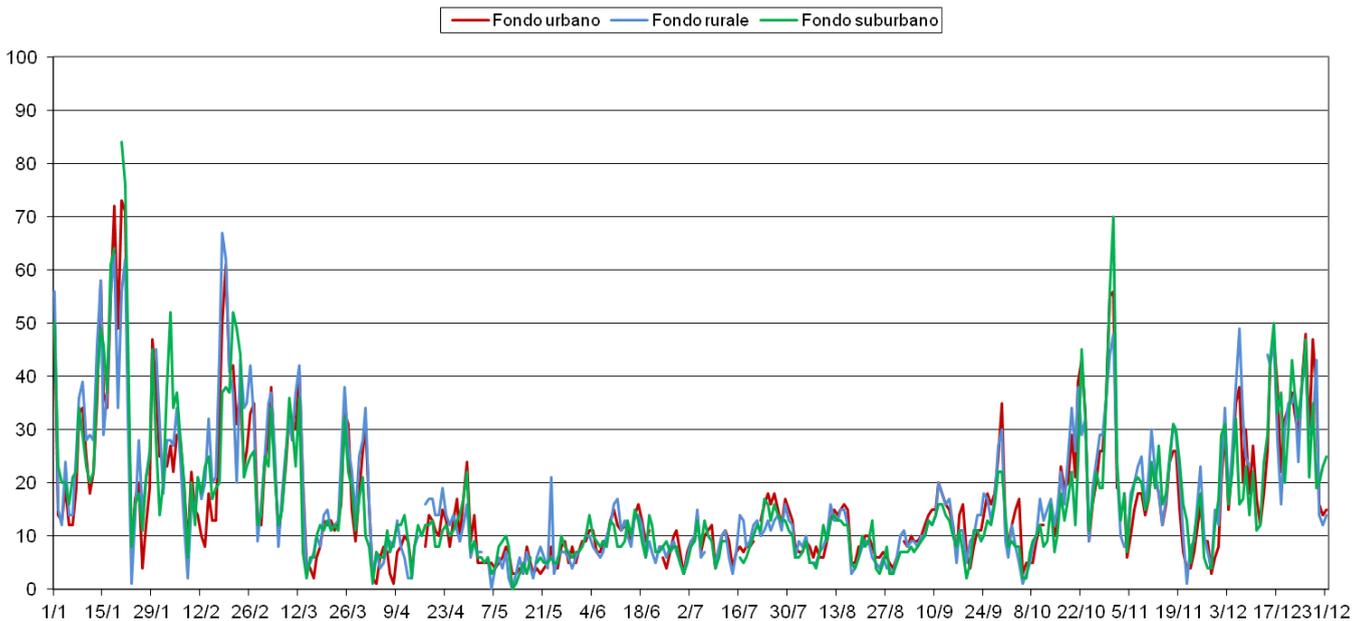


Figura 20 - Andamento delle medie giornaliere del PM2.5 nel 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La frazione *coarse*, ovvero quella compresa fra i 10 e i 2.5 μm , subisce variazioni minime durante l'anno ed è priva di differenze stagionali: con il passare degli anni osserviamo sempre con maggior frequenza, episodi di trasporto di dust per lo più di origine sahariana, ben identificabili dai picchi che coinvolgono in primo luogo la stazione di fondo suburbana e, di riflesso, anche le stazioni di pianura(*figura 21*).

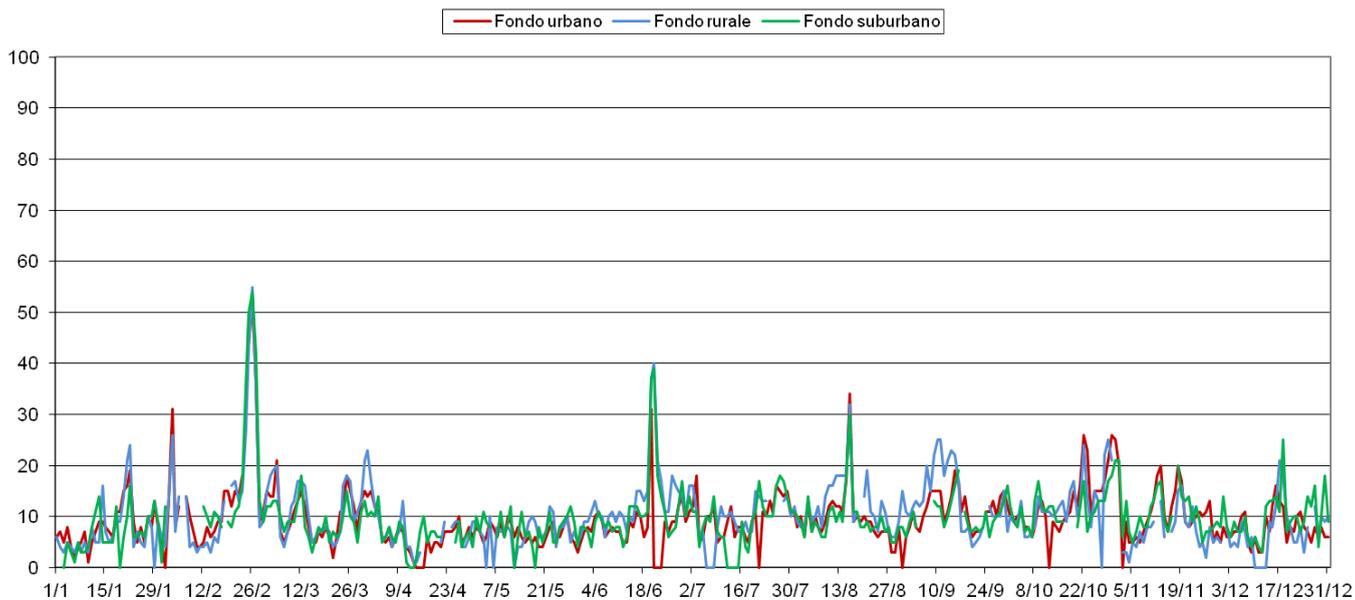


Figura 21 - Andamento della frazione coarse (PM_{2.5}>10) nel 2021 (ug/m³).

Si osserva come nel periodo invernale e autunnale il PM_{2.5} rappresenti la parte preponderante del peso di PM₁₀, e ne costituisce mediamente più del 75%. Nel periodo primaverile-estivo invece il PM_{2.5} si attesta mediamente sul 60% del PM₁₀, con valori giornalieri che possono scendere fino al 35% (figure 22-23).

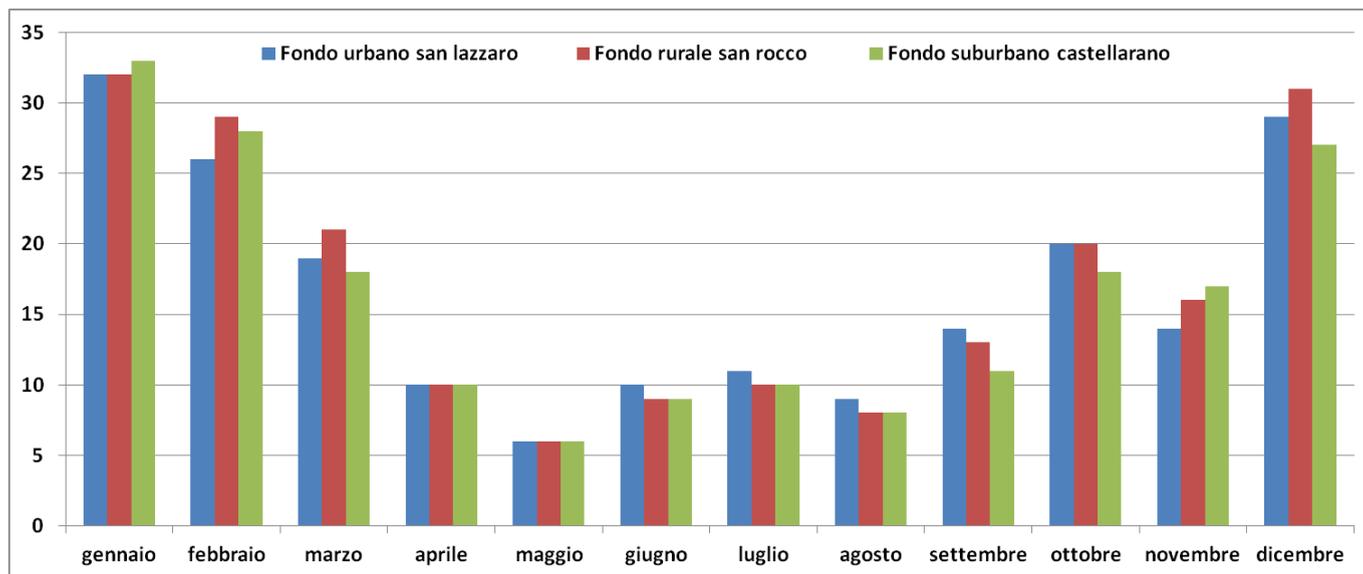


Figura 22 - Concentrazioni medie mensili di PM_{2.5} nel 2021 (ug/m³).

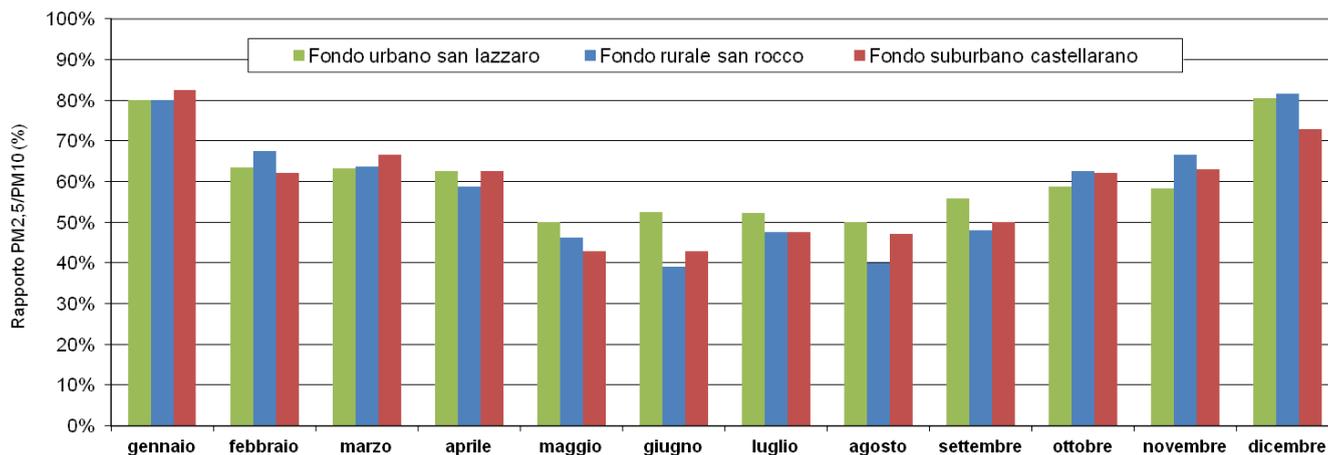


Figura 23 - Percentuale di PM2.5 su PM10 nei vari mesi del 2021.

E' fondamentale ricordare che il particolato fine (PM10 e PM2.5) rilevato è in parte di natura primaria, cioè direttamente emesso come tale e, in parte, per una frazione significativa, di natura secondaria. Il particolato di origine secondaria supera complessivamente in massa quello di origine primaria e quindi deve essere attentamente valutata non solo l'emissione diretta, ma anche quella dei precursori che, attraverso processi di reazione, ne favoriscono la formazione.

Il particolato primario è riconducibile principalmente alle emissioni dirette del traffico veicolare, al risolleivamento indotto sia dal traffico che dagli eventi meteorologici, alle emissioni derivanti dalla combustione per il riscaldamento civile e dai processi industriali. Per quanto riguarda il PM secondario, è necessario distinguere innanzitutto tra secondario di natura organica, che costituisce circa il 15% del PM10 e il 20% del PM2.5, e secondario di natura inorganica, che rappresenta il 30-40% della massa totale di entrambe le frazioni. La formazione del PM secondario è riconducibile essenzialmente alla presenza di ossidi di azoto, ossidi di zolfo ed ammoniaca, provenienti principalmente da traffico, industria e allevamenti/agricoltura, rispettivamente per le due tipologie. I valori medi annuali di PM2.5 elaborati per le tre postazioni di misura sono risultati ampiamente inferiori al limite di 25 µg/m³ (figura 24).

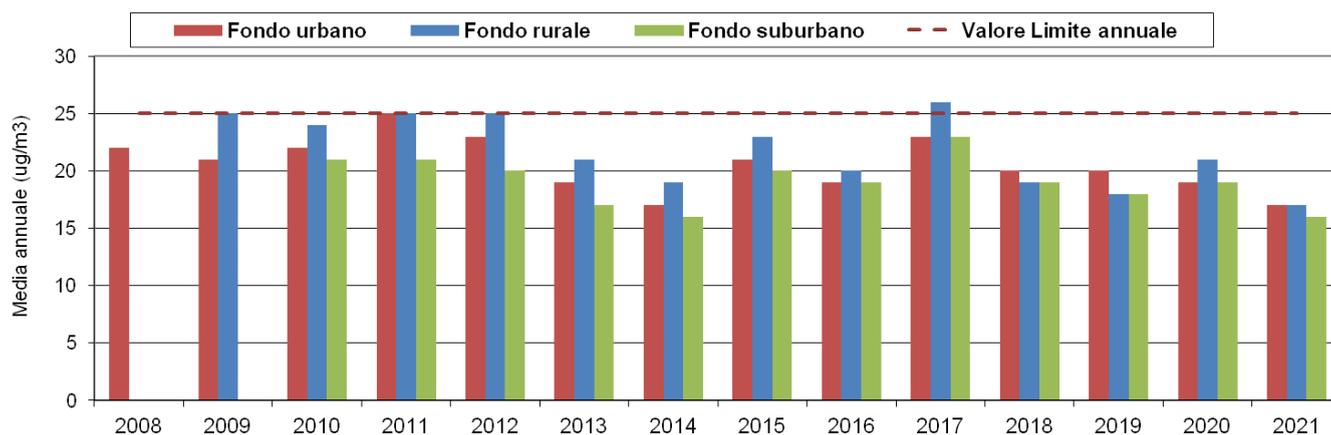


Figura 24 - Concentrazione media annuale e rispetto del VL del PM2.5.

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %
Castellarano	99	<3	84	16	12	34	43	52
S. Lazzaro	97	<3	73	17	13	35	41	55
S. Rocco	98	<3	67	17	13	35	42	55

Dati statistici 2021 relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano il PM2.5.

3.3. Biossido di azoto

Tra tutti gli ossidi di azoto solo il monossido d'azoto (NO), il biossido d'azoto (NO₂) e l'ossido nitroso (N₂O) sono presenti nell'atmosfera in quantità apprezzabili. Spesso NO e NO₂ sono analizzati assieme e sono indicati col simbolo di NO_x. L'ossido di azoto (NO) è un gas incolore e inodore; è prodotto in particolare dalle combustioni. Essendo l'azoto un gas poco reattivo, affinché vi sia una apprezzabile formazione di NO è necessario che la combustione avvenga a temperature elevate, superiori a 1200°C, ($N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$). Il monossido d'azoto ha una modesta tossicità e per questo la normativa non prevede dei limiti per questa sostanza; molto più tossico è il biossido d'azoto: si tratta di un inquinante di tipo secondario, di colore bruno rossastro, di odore pungente e soffocante, la cui formazione avviene sia per ossidazione spontanea dell'ossido di azoto ad opera dell'ossigeno ($2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$), sia per azione di altri agenti ossidanti, come l'ozono. La rilevazione degli ossidi di azoto avviene in tutte le stazioni di monitoraggio. Per questo inquinante, il verificarsi di eventi acuti che portano al superamento del valore limite (200 µg/m³) espresso come media oraria, è quasi del tutto scomparso; la concentrazione massima oraria presso la stazione da traffico cittadina, è stata di 170 µg/m³.

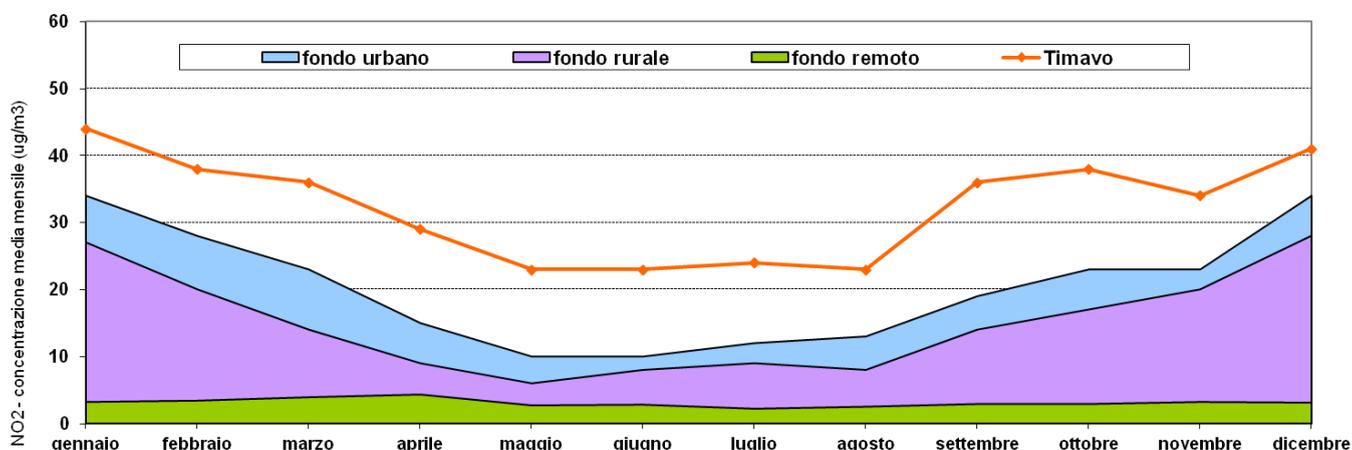


Figura 25 - Concentrazioni medie mensili di NO₂ – anno 2021

Nel 2021, si assiste ad un aumento delle concentrazioni di biossido d'azoto rispetto al 2020 (figura 27) in tutte le stazioni fatta eccezione per Febbio: questo dato è da mettere in relazione all'allentamento delle misure coercitive intraprese per la pandemia e ad una ripresa delle attività economiche in generale. Relativamente al periodo invernale, si sono riscontrate concentrazioni elevate, per lo più riscontrate nella stazione da traffico cittadina, nei mesi di

gennaio e dicembre, mentre negli altri mesi dell'anno, i valori medi sono stati più contenuti, soprattutto nelle stazioni di fondo.

Di seguito si riporta il giorno tipo calcolato nella stagione invernale. Questa elaborazione è utile per mostrare l'andamento dell'inquinante nel corso delle 24 ore di una giornata media. Il delta di NO₂ rilevato nella postazione da traffico rispetto al fondo urbano è variabile e oscilla fra i 4-5 µg/m³ nelle ore notturne e dai 10 ai 18 µg/m³ nelle ore restanti della giornata (figura 26).

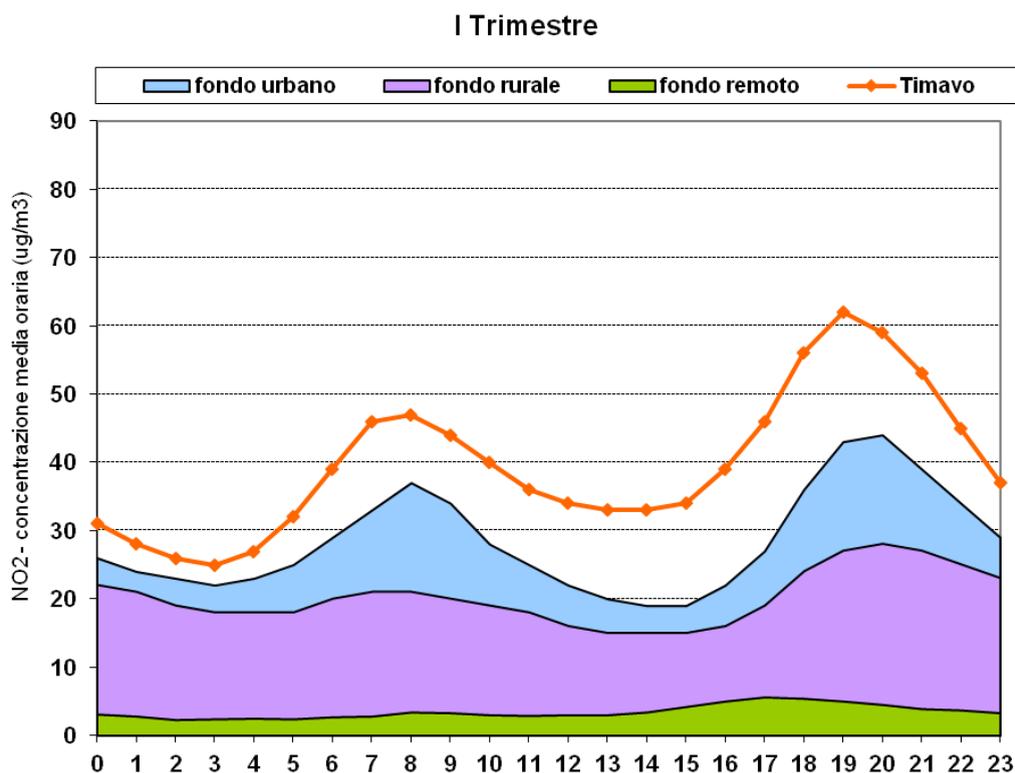


Figura 26 - Elaborazioni giorno tipo per l'NO₂ calcolato nel periodo gennaio-febbraio 2021.

Dal loro confronto emerge innanzitutto l'andamento analogo, seppur con concentrazioni differenti, rilevato nelle due stazioni urbane, in cui si osservano due picchi marcati in corrispondenza degli orari relativi allo spostamento casa-lavoro e viceversa, mentre risultano meno evidenti nelle stazioni di fondo suburbana e rurale. Queste ultime presentano concentrazioni confrontabili anche con la stazione di fondo urbano. Per quanto riguarda la postazione appenninica, Febbio, come prevedibile, presenta un andamento del giorno tipo molto diverso dalle altre: le concentrazioni medie sono molto basse e stabili nel corso della giornata.

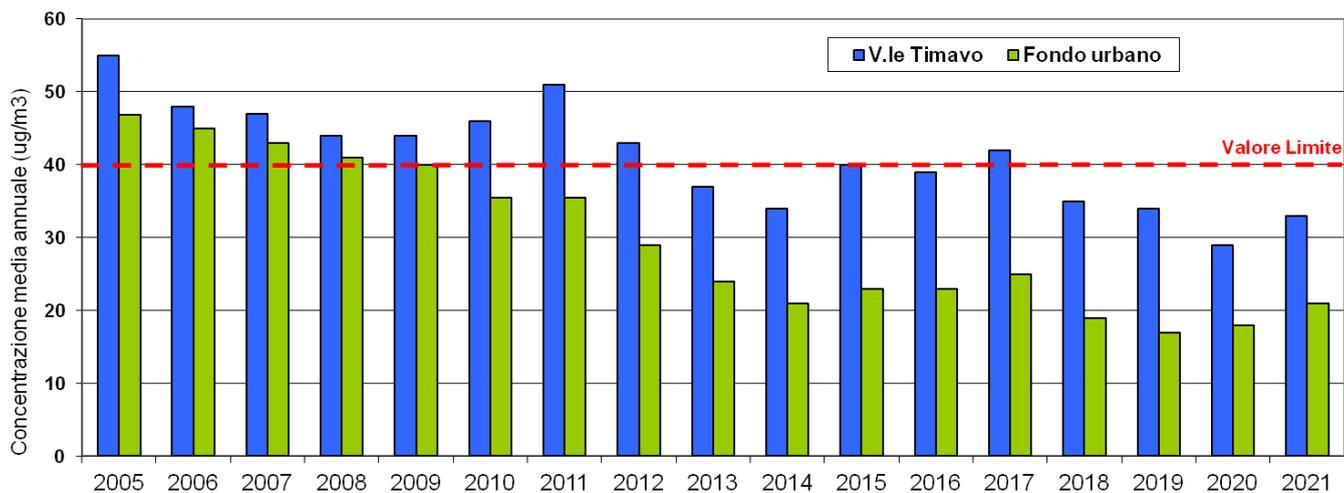


Figura 27 - Trend delle concentrazioni medie annuali di biossido di azoto.

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Castellarano	96	<8	82	18	15	35	43	52	0
Febbio	99	<8	31	<8	<8	<8	<8	9	0
S. Lazzaro	99	<8	89	21	17	40	46	54	0
S. Rocco	98	<8	58	15	12	31	36	41	0
Timavo	99	<8	170	33	30	54	62	75	0

Dati statistici 2021 relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano l'NO₂.

3.4. Benzene e monossido di carbonio

Il benzene è un composto organico aromatico formato da sei atomi di carbonio e sei di idrogeno, disposti ad esagono. In condizioni normali di pressione e temperatura esso si presenta come un liquido ad elevata tensione di vapore e quindi molto volatile. Le emissioni naturali di benzene sono pressoché nulle e la sua presenza in atmosfera è esclusivamente di origine antropica. La sorgente più importante in ambito urbano è senza dubbio il traffico cittadino, in quanto la benzina utilizzata dagli autoveicoli contiene benzene come antidetonante, al posto del piombo tetraetile utilizzato nel passato. Gli analizzatori di composti organici aromatici sono presenti unicamente in due stazioni, V.le Timavo e Laboratorio mobile, poiché la sua rilevazione, in quanto inquinante primario, è associata alle sole stazioni da traffico e le sue concentrazioni in aria ambiente risultano molto basse. Le concentrazioni medie giornaliere risultano inferiori a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo estivo e a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nei mesi più freddi (figura 28).

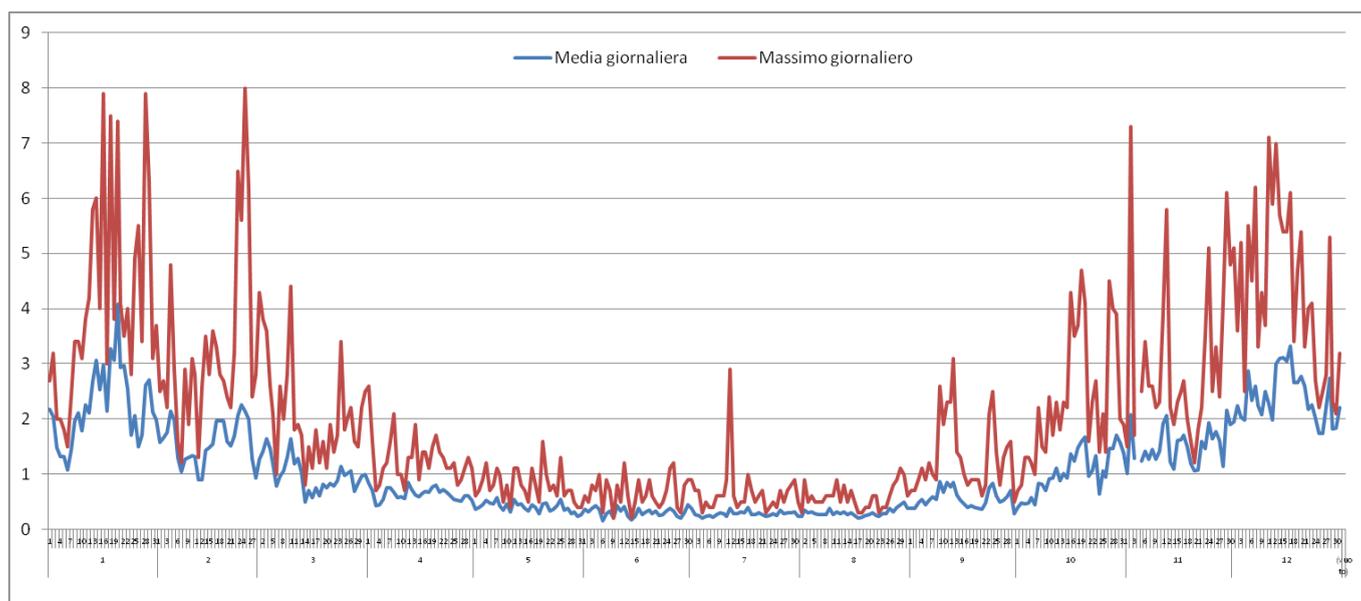


Figura 28 - Concentrazioni di benzene presso la stazione di V.le Timavo nel 2021.

Nei mesi più freddi aumenta maggiormente anche la variabilità nella concentrazione oraria di questo inquinante, che non raggiunge comunque mai valori che possano destare preoccupazione: i valori massimi orari raggiunti sono di $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il monossido di carbonio è un gas inodore e incolore, che si sviluppa nelle reazioni di combustione dei composti contenenti carbonio e in condizioni di carenza di ossigeno. Quando invece è presente ossigeno in eccesso, la combustione procede con la formazione di anidride

carbonica, composto non velenoso. La principale sorgente antropogenica di questo inquinante in ambito urbano è la combustione della benzina nel motore a scoppio, nel quale non si riesce ad ottenere la condizione ottimale per la completa ossidazione del carbonio. A differenza degli ossidi di azoto, per il CO le massime emissioni dal motore si verificano in condizioni di motore al minimo, in decelerazione e in fase di avviamento a freddo.

Anche il monossido di carbonio è rilevato unicamente nella stazione di V.le Timavo e sul Laboratorio mobile, e le sue concentrazioni sono spesso prossime al limite di rilevabilità strumentale (*figura 29*).

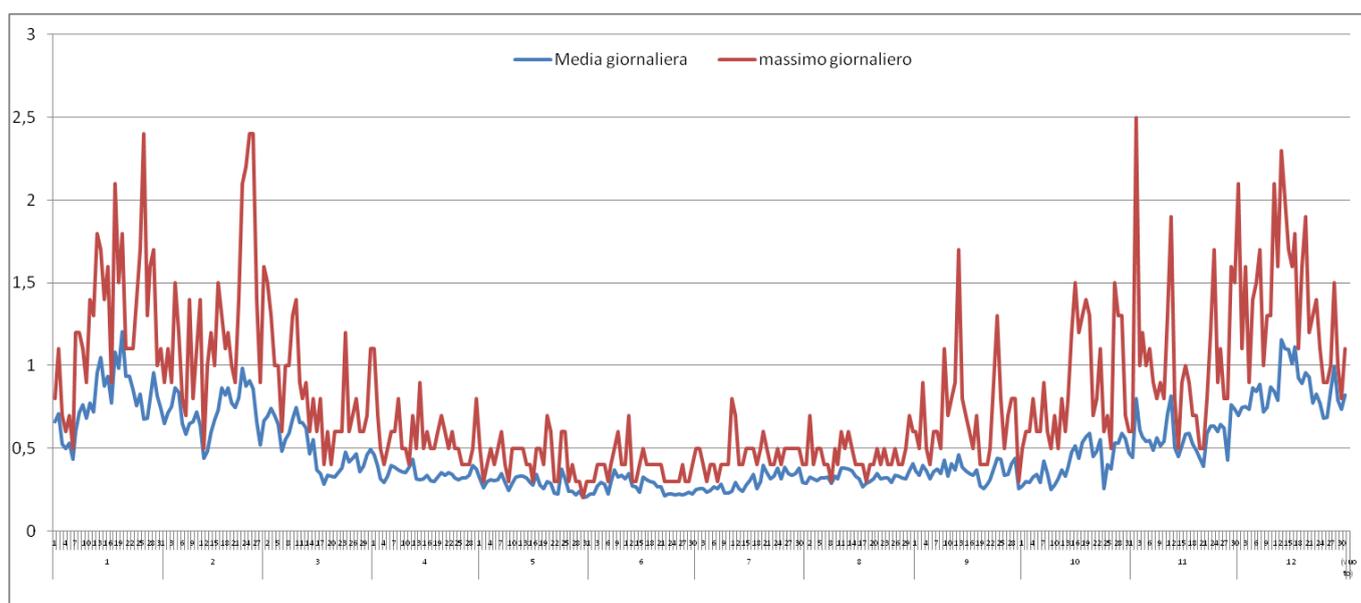


Figura 29 - Concentrazione media giornaliera e massima media mobile 8h di CO registrata nel 2021.

La normativa prevede il non superamento del valore di 10 mg/m³, calcolato come media mobile su 8 ore: ma tale limite non viene più superato nemmeno come media oraria e le medie mobili su 8h sono sempre inferiori a 2.5 mg/m³.

Essendo il benzene e il monossido di carbonio inquinanti primari, essi mostrano un andamento orario con picchi massimi nelle ore del traffico di punta della giornata, nei momenti di spostamento casa-lavoro (*figura 30*).

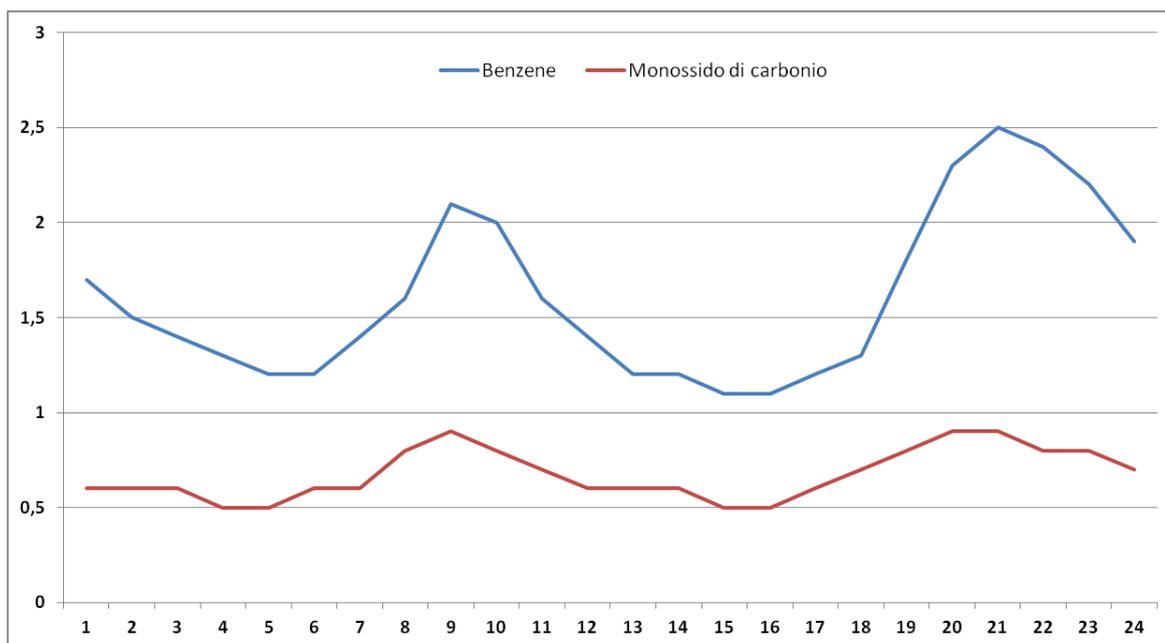


Figura 30 - Andamento orario del benzene e del CO in periodo invernale (gen-mar) nel 2021.

Nel complesso emerge che il benzene e il monossido di carbonio presentano, da diversi anni, concentrazioni medie annuali che si mantengono ben al di sotto del valore limite normativo, anche nelle zone più critiche. Tali inquinanti non destano quindi più preoccupazione.

V.le Timavo	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %
CO	100	0.1	2.5	0.5	0.4	0.9	1.0	1.3
Benzene	95	0	8.0	1.0	0.7	2.3	2.9	3.7

Dati statistici 2021 relativi a CO e Benzene.

3.5. Ozono

L'ozono troposferico è un inquinante secondario di tipo fotochimico, ossia non viene emesso direttamente dalle sorgenti, ma si produce in atmosfera a partire da precursori primari, tramite l'azione della radiazione solare. I principali precursori dell'ozono di origine antropica sono gli ossidi di azoto. L'ozono si forma principalmente nel periodo estivo, quando le elevate quantità di ossido di azoto e idrocarburi, prodotte dal traffico delle città, entrano in contatto con l'aria molto calda; le concentrazioni di ozono raggiungono i valori massimi nelle ore del pomeriggio, in presenza di forte irraggiamento solare.

L'ozono è un composto altamente ossidante ed aggressivo. Le concentrazioni di Ozono più elevate si registrano normalmente nelle zone distanti dai centri abitati, ove minore è la presenza di sostanze inquinanti con le quali può reagire, a causa del suo elevato potere ossidante. Infatti i composti primari che contribuiscono alla sua formazione sono anche gli stessi che possono causarne una rapida distruzione, così come avviene nei centri urbani, mentre nelle aree rurali la minor presenza di questi inquinanti comporta un maggior accumulo di ozono.

L'ozono è misurato unicamente in postazioni di fondo, lontano dalle fonti dirette di produzione del monossido di azoto e degli altri precursori, secondo il seguente schema:

- San Lazzaro: urbana
- Castellarano: suburbana
- San Rocco: rurale per rilevare le massime concentrazioni
- Febbio: montana, per rilevare le concentrazioni in quota (1100 m. s.l.m.)

I mesi in cui l'ozono può raggiungere concentrazioni elevate, con maggiore rischio di superamento dei valori limite per la protezione della salute, sono maggio, giugno, luglio, agosto e talvolta settembre (*figura 31*).

La stazione di Febbio è presa come riferimento anche per la valutazione del rispetto dei valori obiettivo per la protezione della vegetazione.

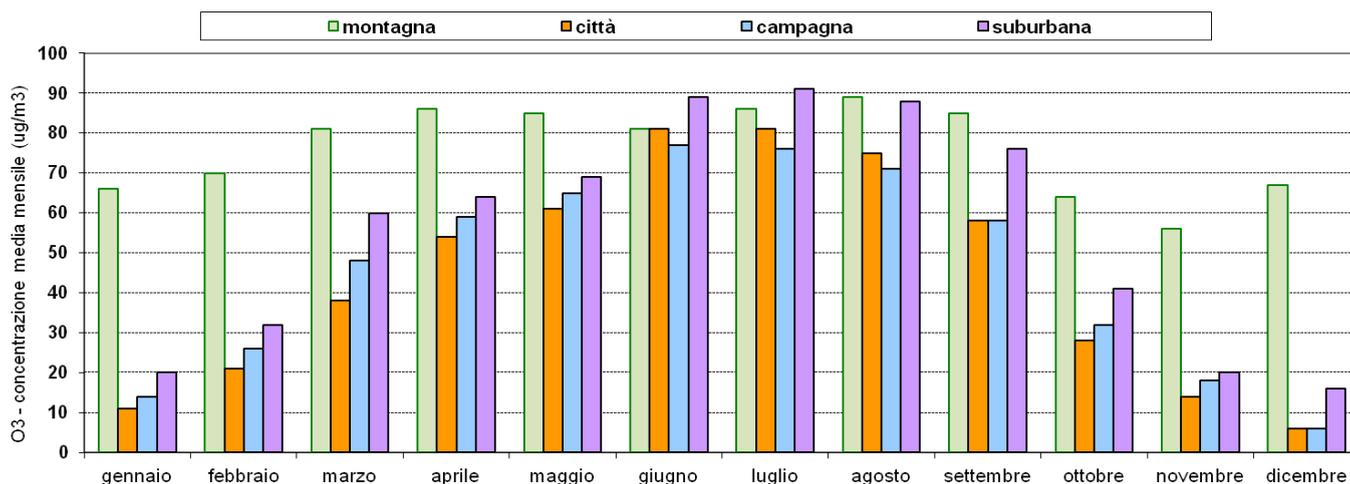


Figura 31 - Medie mensili 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Nei mesi estivi si verificano numerosi superamenti del valore obiettivo di protezione della salute umana, pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calcolato come media massima giornaliera su 8 ore.

Inoltre per l'ozono è definita anche una soglia di informazione, pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolati come concentrazione massima oraria; questo valore soglia, così come la soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nel corso del 2021 non è mai stato superato in alcuna stazione della provincia.

Tale fenomeno già osservato negli anni scorsi, è da mettere in relazione sia ad una tendenziale diminuzione dei precursori dell'ozono, oltre a mutate condizioni climatiche che apportano una lieve maggior ventilazione nel periodo estivo, sufficiente a ridurre l'irraggiamento $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Focalizzando l'attenzione sul periodo più critico (luglio ed agosto) si possono mettere in evidenza le differenze fra una stazione e l'altra, osservando come nelle aree suburbane vi siano valori leggermente superiori a quelli urbani. In montagna invece le concentrazioni di ozono permangono costanti con valori medi più alti, e valori massimi più bassi rispetto alla città. In figura viene mostrato l'andamento tipico giornaliero dell'ozono, evidenziando le diverse concentrazioni nelle diverse ore del giorno (figura 32).

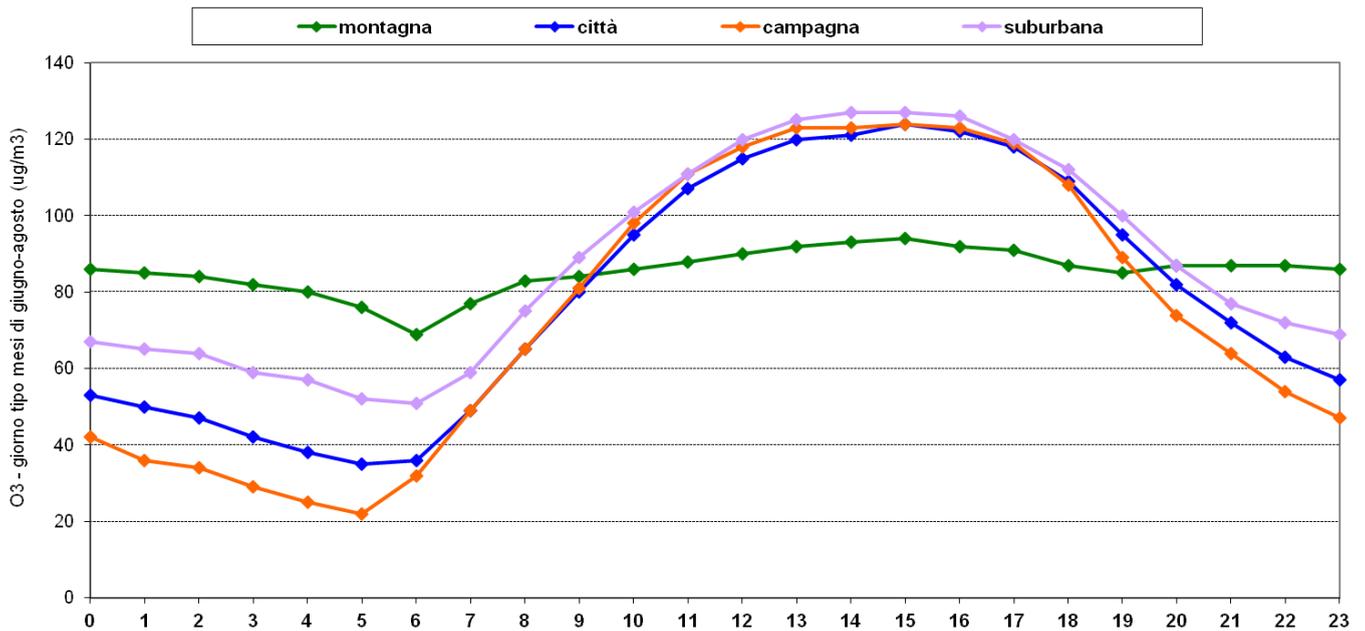


Figura 32 - Giorno tipo calcolato solo nei mesi di luglio/agosto nelle diverse stazioni.

Ai fini della protezione della vegetazione e delle foreste si calcola invece l'AOT40 relativamente ai mesi da maggio a luglio nel primo caso e da aprile a settembre nel secondo. Per AOT40 (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{ora}$) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00. Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione si calcola attraverso l'AOT40 medio degli ultimi 5 anni.

Nel 2021 il valore dell'AOT40 per Febbio è stato pari a $27170 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$

Nei grafici successivi sono riportati i trend degli ultimi anni relativamente al superamento del valore obiettivo per la salute umana, alla soglia di informazione e all'AOT40 (figure 33-34-35).

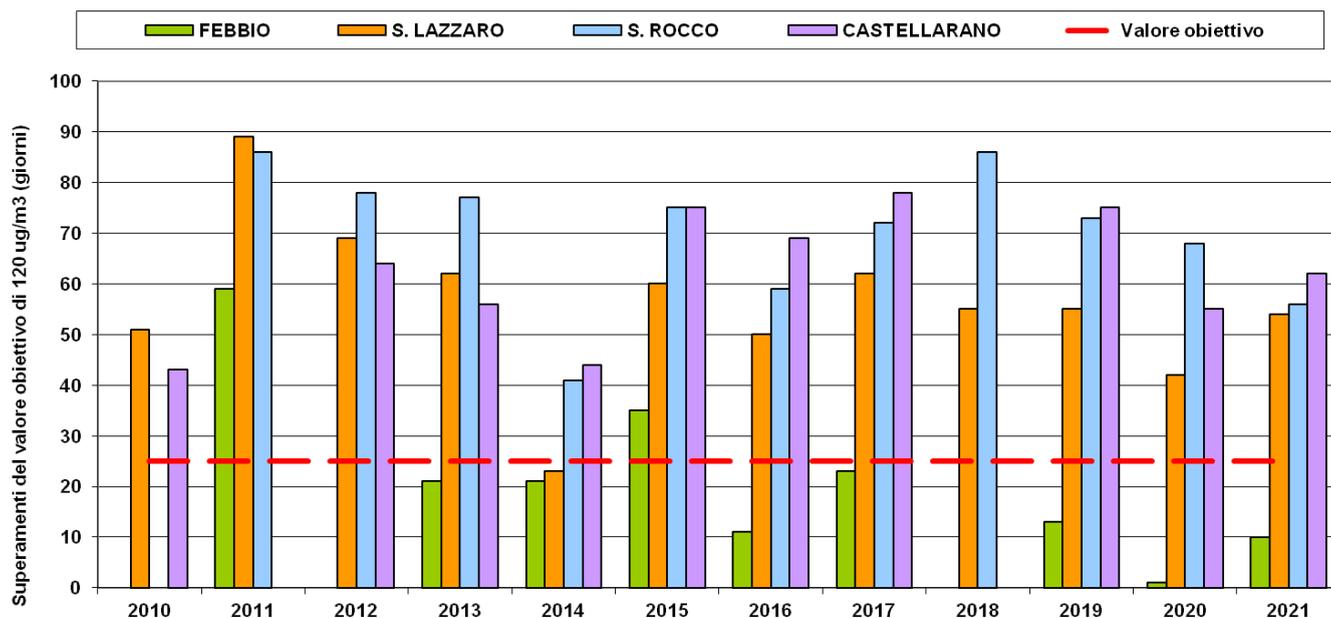


Figura 33 - Numero di giorni di superamento del valore obiettivo per la salute umana.

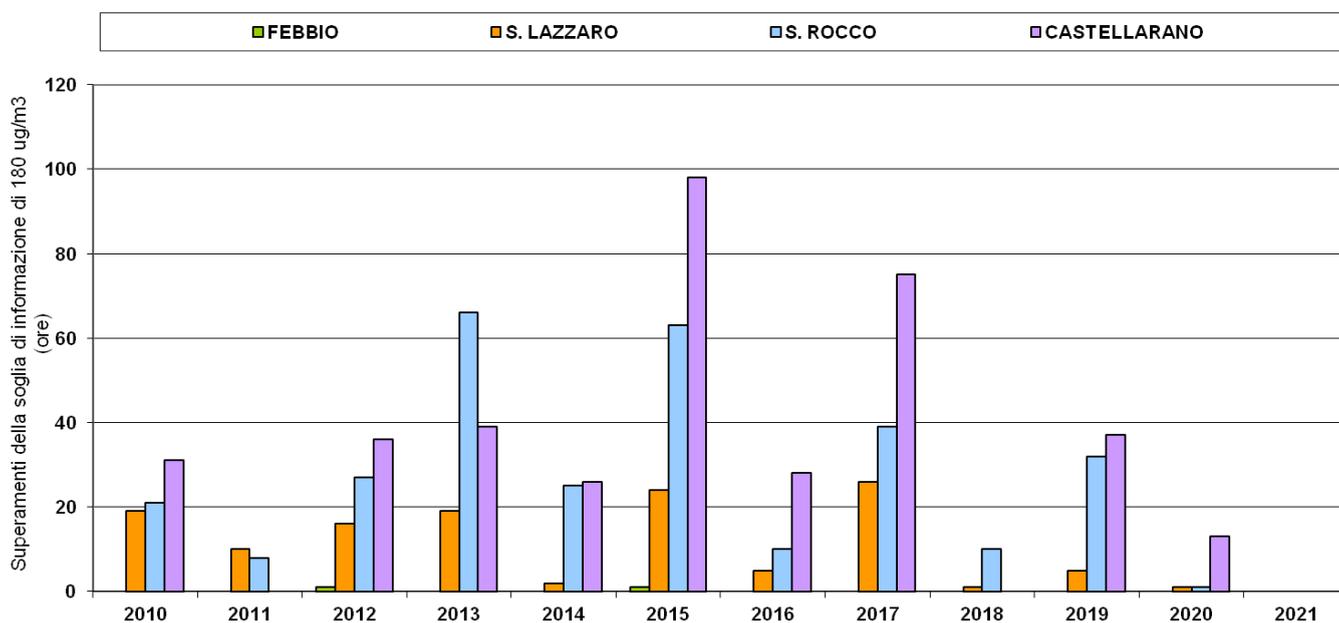


Figura 34 - Numero di ore di superamento della soglia di informazione.

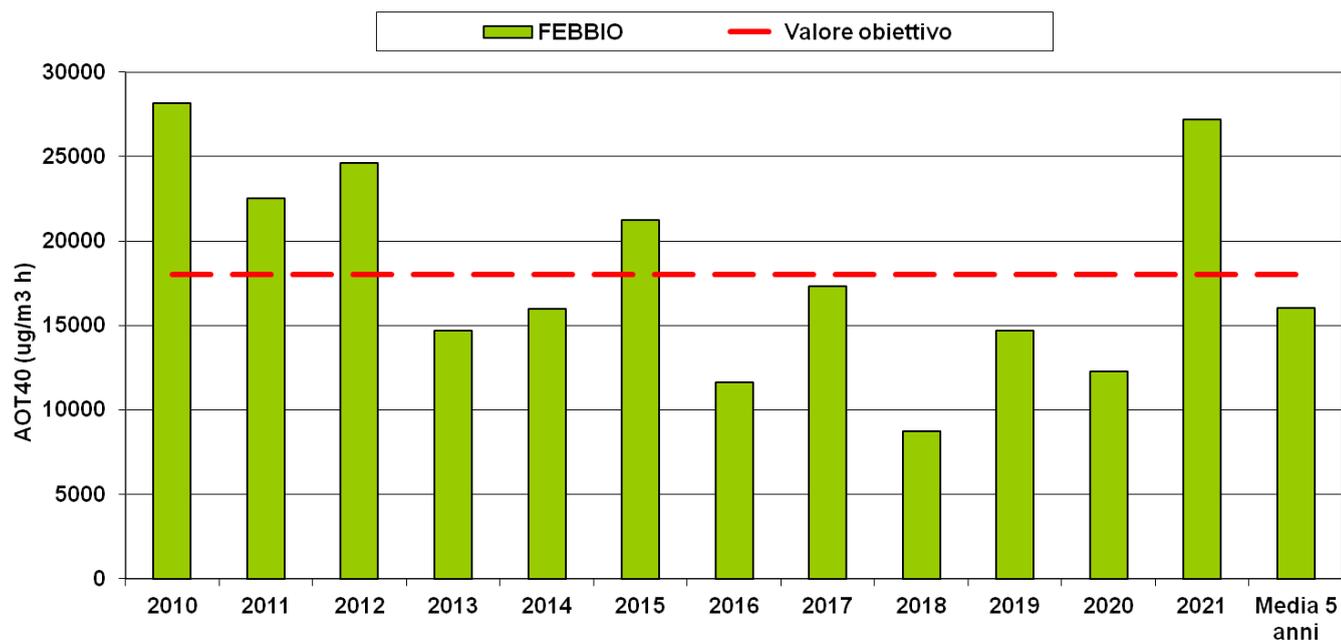


Figura 35 - AOT40 per la protezione della vegetazione.

Si riportano infine i dati statistici riepilogativi relativi al 2021.

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	sup. 180 (h)	sup. 120 (gg)
Castellarano	96	<8	179	56	51	108	127	146	0	62
Febbio	99	<8	163	76	77	100	108	116	0	10
S. Lazzaro	99	<8	180	44	35	102	122	140	0	54
S. Rocco	99	<8	175	46	36	104	123	140	0	56

Dati statistici 2021 relativi alle stazioni di monitoraggio che rilevano l'ozono.

3.6. Microinquinanti

Con il termine microinquinanti si fa riferimento principalmente ai metalli pesanti e agli idrocarburi contenuti nel particolato PM10. Il D.Lgs.155/2010 prevede un limite normativo espresso come media annuale per Nichel, Cadmio, Arsenico, Piombo e Benzo(a)pirene. I metalli pesanti presenti nel particolato atmosferico, provengono principalmente da processi industriali (Cadmio e Zinco), dalla combustione (Rame e Nichel) e da emissioni veicolari (Piombo). Quest'ultimo, presente un tempo nelle benzine come additivo antidetonante (Piombo tetraetile), con l'avvento della benzina verde non viene più impiegato, segnando una riduzione nell'ultimo decennio del 97% nel particolato atmosferico.

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono contenuti nel carbone, negli oli combustibili e nel gasolio, a seguito di processi di combustione vengono emessi in atmosfera come residui incombusti. Tali composti si originano prevalentemente da processi industriali quali cokerie, dall'utilizzo di solidi ed oli in caldaie ed impianti di produzione di calore e/o produzione di energia, incluso il riscaldamento domestico, sono presenti nelle emissioni degli autoveicoli sia diesel che benzina; costituiscono un gruppo numeroso di composti organici formati da più anelli benzenici. Tra questi, il composto più ricercato per la sua comprovata cancerogenicità è il benzo(a)pirene, che viene utilizzato come indicatore dell'intera classe di composti policiclici aromatici. Il valore limite per il benzo(a)pirene è di 1 nanogrammo/m³, espresso come media annuale.

A partire dall'anno 2010 e per effetto della nuova zonizzazione del territorio regionale, questi inquinanti non vengono più rilevati presso tutte le reti provinciali, ma solamente in cinque stazioni di riferimento regionale, che hanno valenza rappresentativa di tutta la regione Emilia-Romagna: Parma, Modena, Bologna, Ferrara, Rimini. Dall'analisi dei dati disponibili rilevati nel 2021 a Modena, si evince che questi ultimi sono in linea con quelli riscontrati nell'anno precedente, con valori in lieve diminuzione. Tutti i microinquinanti rilevati rispettano ampiamente il Valore Obiettivo fissato dalla normativa.

2021	Valore limite (ng/m ³)	Parco Ferrari (MO) (ng/m ³)
Piombo	500	3.8
Arsenico	6,0	0.5
Cadmio	5,0	0.1
Nichel	20,0	1.0
Benzo(a)pirene	1,0	0.2

Monitoraggio in Appennino

Nel corso dell'anno è continuato il monitoraggio di microinquinanti in Appennino, questa campagna si è protratta per l'intero anno, prelevando mensilmente le membrane del campionario di particolato PM₁₀. La finalità del monitoraggio è quella di proseguire la raccolta di dati di microinquinanti nella zona "Appennino" ed indagare il contributo della combustione delle biomasse nella formazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici e soprattutto del Benzo(a)pirene. Precedenti campagne effettuate negli anni scorsi a Castelnovo nè Monti mettevano in evidenza la presenza significativa di questo inquinante nella stagione invernale. Presso la stazione remota di Febbio, situata a 1100 m. di altitudine ed abbastanza lontana da sorgenti antropogeniche, i valori di benzo(a)pirene in inverno sono appena percettibili e prossimi alla rilevabilità strumentale, nonché ampiamente inferiori al valore limite annuale di 1 ng/m³.

Febbio	Valore limite (ng/m3)	Media annuale 2021 (ng/m3)
Piombo	500	0.7
Arsenico	6,0	0.2
Cadmio	5,0	0.04
Nichel	20,0	0.8
Benzo(a)pirene	1,0	0.03

Per quanto riguarda i metalli pesanti si osserva una sostanziale conferma dei dati riscontrati nel 2020.

Tutti i parametri risultano ampiamente inferiori al valore limite annuale di riferimento e con valori anch'essi prossimi alla rilevabilità strumentale.

4. Attività laboratorio mobile

Al fine di integrare i dati rilevati in continuo dalle stazioni fisse presenti in provincia e appartenenti alla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, la sede Arpae di Reggio Emilia ha in dotazione un laboratorio mobile per la misurazione dell'inquinamento atmosferico.

La stazione mobile è in grado di rilevare i principali inquinanti dell'aria, quali il biossido di azoto, monossido di carbonio, biossido di zolfo, particolato PM_{2.5}, PM₁₀, benzene, etilbenzene, xileni, toluene, ozono ed alcuni parametri meteorologici quali temperatura, umidità, pioggia, direzione e velocità del vento. Con questa strumentazione si effettuano campagne di misura per avere indicazioni circa i livelli d'inquinamento atmosferico presenti in aree di interesse, per lo più non dotate di stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria.

Viene fissata una programmazione annuale per l'impiego del laboratorio mobile, che tiene conto delle sollecitazioni e richieste che provengono dalle amministrazioni comunali e/o di altri portatori d'interesse, per indagare particolari situazioni di disagio ambientale e, su richiesta di Arpae, per approfondimenti di varia natura ritenuti utili per una migliore comprensione ed analisi dei dati inerenti l'inquinamento atmosferico locale. L'individuazione di volta in volta del sito di misura è strettamente connessa con gli obiettivi che la campagna di monitoraggio vuole perseguire; generalmente quando si indagano sorgenti diffuse si rispetta il criterio di rappresentatività: il punto di misura scelto deve essere rappresentativo per caratteristiche urbanistiche, volumi di traffico e densità di popolazione, dell'area di interesse.

Le campagne effettuate con l'ausilio del laboratorio mobile sul territorio provinciale, nel corso del 2021 sono state le seguenti:

- BAGNOLO IN PIANO - P.zza Garibaldi
- CASTELNOVO MONTI - Via Bagnoli (campagna invernale)
- MONTECCHIO EMILIA - SP 28 (campagna invernale)
- SCANDIANO - Loc. Arceto, Scuola Primaria SP 66
- S.MARTINO IN RIO - Via Manicardi, Zona sportiva
- CASTELNOVO SOTTO - Piazza IV Novembre
- CASTELNOVO MONTI - Via Bagnoli (campagna estiva)
- MONTECCHIO EMILIA - SP 28 (campagna estiva)

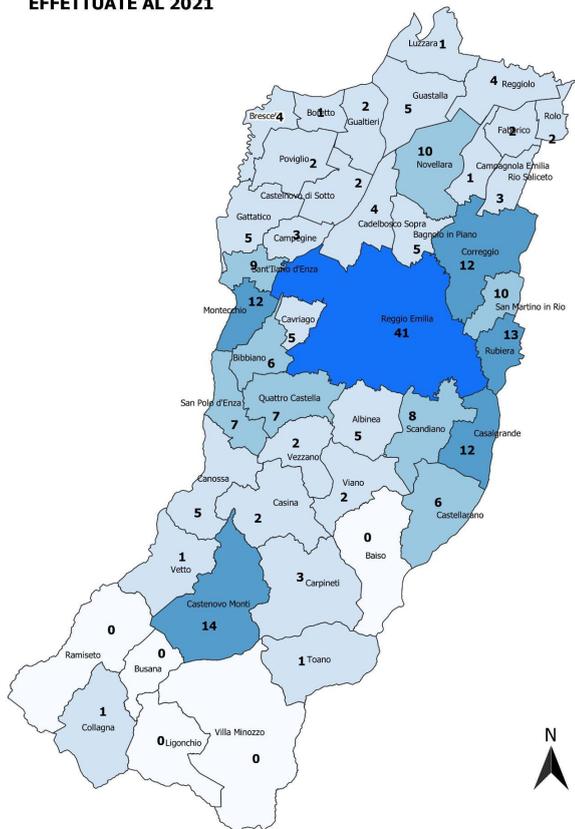
- CORREGGIO - Via dei Mille (campagna estiva)
- BRESCELLO - Via Moro, Casa della Salute
- RUBIERA - Via Emilia, Cinema Emiro
- CORREGGIO - Via dei Mille (campagna invernale)

Causa pandemia Covid 19 e la rinuncia da parte di qualche amministrazione comunale, il numero delle campagne di monitoraggio effettuate è stato inferiore rispetto agli anni precedenti. I dati rilevati nel corso delle suddette campagne, a causa del limitato periodo di indagine, non possono essere considerati adeguati per una valutazione e una verifica del rispetto degli standard di qualità dell'aria su base annuale, ma consentono un confronto con i dati rilevati dalle stazioni fisse presenti sul territorio provinciale, per la comprensione di specifiche problematiche. Per ognuna delle campagne effettuate è stata prodotta una relazione tecnica contenente l'individuazione del punto d'indagine e del periodo temporale, la descrizione del contesto territoriale, l'elaborazione dei dati raccolti, i grafici rappresentativi dell'andamento dei singoli inquinanti, gli eventuali superamenti dei valori limite, il grafico rappresentativo dell'indice di qualità dell'aria ed una sintetica considerazione conclusiva a commento dei dati rilevati.

Le relazioni prodotte sono state pubblicate sul sito Arpae alla pagina:

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/report-aria/dati-laboratori-mobili>

NUMERO TOTALE DI CAMPAGNE CON LABORATORIO MOBILE EFFETTUATE AL 2021



Si riporta la mappa del totale delle campagne svolte con laboratorio mobile al 2021 suddivise per comune. Come si può intuire, il numero più elevato di campagne riguarda aree territoriali maggiormente antropizzate, dove le emissioni sono superiori: queste aree sono per lo più localizzate nella pianura e pedecollina.

Nell'arco degli anni sono state effettuate anche delle campagne di monitoraggio in corrispondenza di infrastrutture viarie significative come autostrada, tangenziale e strade statali importanti.

Riguardo al territorio montano si osserva un elevato numero di campagne a Castelnovo nè Monti, capoluogo dell'Appennino reggiano: le indagini sono volte a monitorare sia l'ozono nel periodo estivo che gli inquinanti da traffico lungo SS63 nel periodo invernale.

Nelle pagine che seguono sono riportate le campagne condotte nell'anno 2021. Si precisa che le coordinate geografiche indicate si riferiscono al sistema di coordinate UTM, fuso 32.

Campagne di monitoraggio	mappa
<p>BAGNOLO IN PIANO</p> <p>Periodo: dal 23/12/2020 al 21/01/2021</p> <p>Indirizzo: P.zza Garibaldi</p> <p>Coordinate: X: 632416 Y: 4957999</p> <p>Contesto territoriale: Area residenziale (Piazza principale del paese)</p> <p>Obiettivi indagine: Monitorare la qualità dell'aria dell'abitato, dopo l'effettuazione dei lavori di rifacimento della piazza e viabilità della stessa.</p>	

CASTELNOVO NE' MONTI

Periodo: dal 26/01/2021 al 17/02/2021
dal 15/06/2021 al 12/07/2021

Indirizzo: Via Bagnoli

Coordinate: X: 611833 Y: 4921033

Contesto territoriale: il laboratorio mobile è stato collocato a Castelnuovo né Monti, in Via Bagnoli. La postazione può essere classificata di Traffico Urbano

Obiettivi indagine: secondo la normativa, la misurazione, per essere significativa dell'andamento annuale, deve prevedere almeno 8 settimane in periodi meteo differenti



MONTECCHIO EMILIA

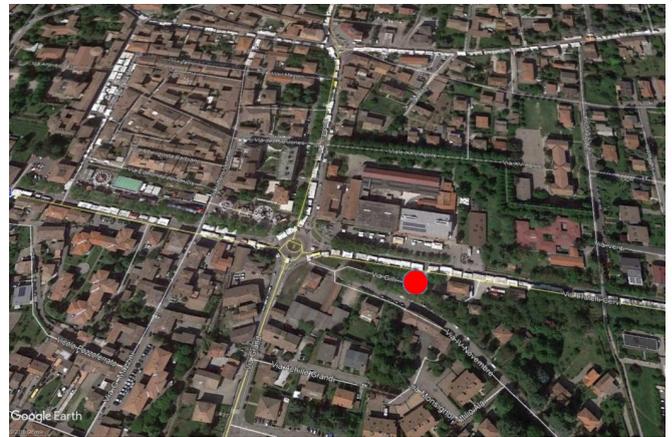
Periodo: dal 19/02/2021 al 17/03/2021
dal 14/07/2021 al 10/08/2021

Indirizzo: Strada provinciale per Barco

Coordinate: X:614845 Y: 4950431

Contesto territoriale: in prossimità della Strada per Barco, in Via Gilli; la postazione può essere classificata di Traffico Urbano

Obiettivi indagine: secondo la normativa, la misurazione, per essere significativa dell'andamento annuale, deve prevedere almeno 8 settimane in periodi meteo differenti



SCANDIANO - Arceto

Periodo: dal 20/03/2021 al 13/04/2021

Indirizzo: Via Pagliani

Coordinate: X: 636840 Y: 4942078

Contesto territoriale: Area residenziale, postazione "bordo strada" SP 66

Obiettivi indagine: Monitorare la qualità dell'aria dell'abitato di Arceto, scegliendo al contempo una postazione in prossimità di un recettore sensibile (scuola primaria Montalcini), a ridosso della SP 66



SAN MARTINO IN RIO

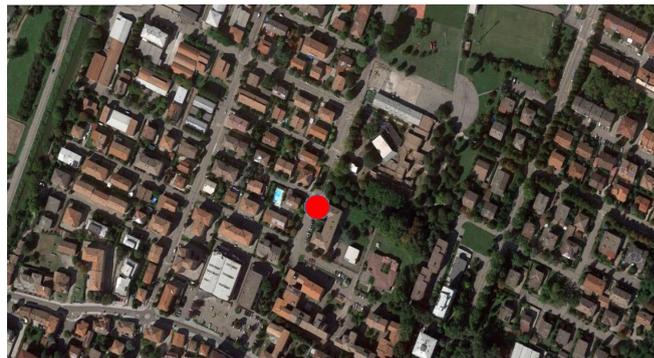
Periodo: dal 15/04/2021 al 11/05/2021

Indirizzo: Via Manicardi

Coordinate: X: 641432 Y: 4955159

Contesto territoriale: Area residenziale; zona fondo

Obiettivi indagine: Monitorare la qualità dell'aria di San Martino in Rio, scegliendo una postazione in prossimità di un recettore sensibile (Scuola Primaria De Amicis).



CASTELNOVO DI SOTTO

Periodo: dal 13/05/2021 al 13/06/2021

Indirizzo: Piazza IV Novembre

Coordinate: X: 623660 Y: 4963159

Contesto territoriale: centro del paese.

Obiettivi indagine: Valutare la qualità dell'aria di Castelnovo di Sotto, in prossimità di recettori sensibili (scuole).



CORREGGIO

Periodo: dal 18/08/2021 al 28/09/2021
dal 24/11/2021 al 21/12/2021

Indirizzo: Via dei Mille

Coordinate: X: 640091 Y: 4959050

Contesto territoriale: presso il parcheggio del Centro "Le Piramidi", a ridosso di Via dei Mille. La postazione può essere classificata di Traffico Urbano.

Obiettivi indagine: secondo la normativa, la misurazione, per essere significativa dell'andamento annuale, deve prevedere almeno 8 settimane in periodi meteo differenti



BRESCELLO

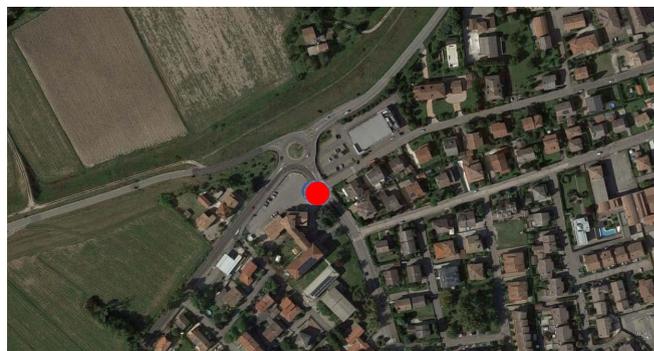
Periodo: dal 30/09/2021 al 26/10/2021

Indirizzo: Via Aldo Moro

Coordinate: X: 619207 Y: 4972750

Contesto territoriale: Area residenziale altamente trafficata.

Obiettivi indagine: Valutare la qualità dell'aria dell'abitato di Brescello, scegliendo una postazione "da traffico" (Via A.Moro é in vicinanza con la SP41) e, al contempo, in prossimità di recettori sensibili (Scuola Secondaria e Casa della Salute).



RUBIERA

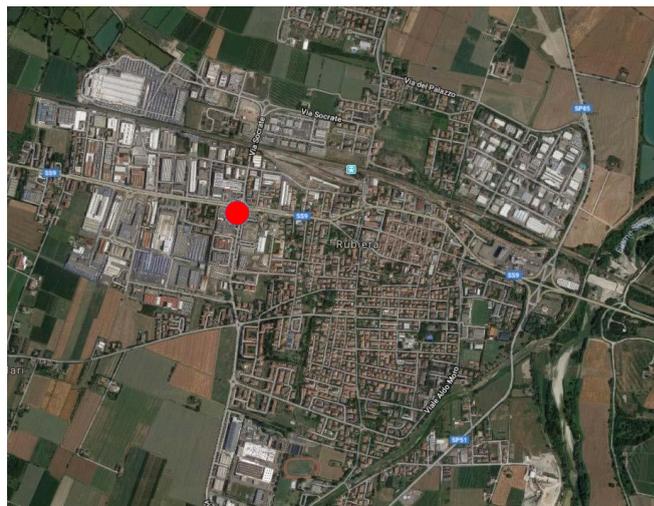
Periodo: dal 28/10/2021 al 22/11/2021

Indirizzo: Via Emilia

Coordinate: X: 640570 Y: 4946097

Contesto territoriale: Area mista industriale, commerciale e parzialmente residenziale, con presenza di arteria stradale (Via Emilia) altamente trafficata.

Obiettivi indagine: Il traffico che insiste sulla via Emilia e che attraversa Rubiera è molto rilevante e costituisce da molti anni una forte pressione che desta la preoccupazione dei residenti e dell'Amministrazione. Per tal motivo il laboratorio mobile è stato posizionato a fianco della via Emilia in prossimità del cinema Emiro.



5. Considerazioni di sintesi

5.1. Analisi dell'inventario emissioni

Per comprendere il fenomeno dell'inquinamento atmosferico risulta fondamentale conoscere il carico emissivo degli inquinanti provenienti dalle diverse attività umane.

La stima quantitativa delle sostanze emesse dalle varie sorgenti, relativa ai soli inquinanti di origine primaria, è realizzata utilizzando fattori di emissione medi e indicatori di attività integrati. Tali informazioni sono raccolte negli inventari delle emissioni, ovvero serie organizzate di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotta in atmosfera da ciascuna fonte di emissione.

La metodologia di riferimento implementata in INEMAR (l'inventario delle emissioni utilizzato in Emilia Romagna) è quella EMEP-CORINAIR contenuta nel documento "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2016, aggiornata al 2018 per alcune parti".

La classificazione delle emissioni secondo tale metodologia prevede l'impiego della codifica delle attività denominata SNAP (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution) e lo svolgimento delle stime in funzione di essa; le attività antropiche e naturali che possono dare origine ad emissioni in atmosfera sono ripartite in 11 macrosettori:

1. *MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili: comprende le emissioni associate alla produzione di energia su ampia scala mediante processi di combustione controllata in caldaie, turbine a gas e motori stazionari.*
2. *MS2 - Combustione non industriale: comprende le emissioni associate ai processi di combustione non di tipo industriale e principalmente finalizzati alla produzione di calore (riscaldamento).*
3. *MS3 - Combustione industriale: comprende le emissioni associate ai processi di combustione per la produzione in loco di energia necessaria all'attività industriale.*
4. *MS4 - Processi Produttivi: comprende le emissioni associate dai processi industriali non legati alla combustione, suddivisi nei seguenti settori: - 0401 processi nell'industria petrolifera - 0402 processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone - 0403 processi nelle industrie di metalli non ferrosi - 0404 processi nelle industrie chimiche inorganiche - 0405 processi nelle industrie chimiche organiche - 0406 processi nell'industria del legno, pasta per la carta, alimenti, bevande e altro*
5. *MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili: comprende le emissioni dovute ai processi di produzione, distribuzione, stoccaggio di combustibile solido, liquido e gassoso e riguarda sia le attività sul territorio che quelle off-shore.*
6. *MS6 - Uso di solventi: comprende le emissioni prodotte dalle attività che prevedono l'utilizzo di prodotti contenenti solventi o la loro produzione.*

7. *MS7 - Trasporto su strada: include tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli commerciali leggeri e pesanti, ai motocicli, ciclomotori e agli altri mezzi di trasporto su gomma, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico sia quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada*

8. *MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari: comprende le emissioni prodotte dal traffico aereo, marittimo, fluviale, ferroviario e dai mezzi a motore non transitanti sulla rete stradale dall'uso di mezzi a motore al di fuori della rete stradale, dai trasporti ferroviari e sulle vie di navigazione interne.*

9. *MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti: comprende le emissioni provenienti dalle attività di trattamento e smaltimento dei rifiuti da inceneritori, discariche, impianti di compostaggio,*

10. *MS10 - Agricoltura e allevamenti: il macrosettore 10 comprende le emissioni prodotte da tutte le pratiche agricole quali coltivazioni e allevamenti.*

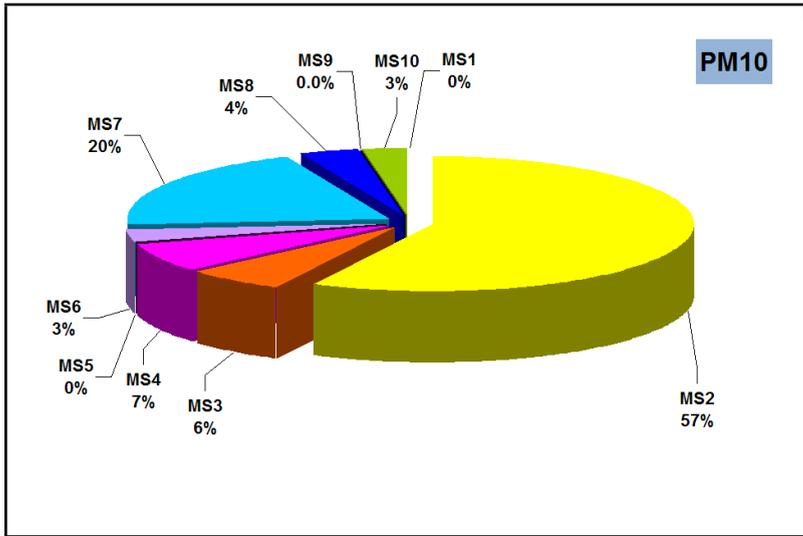
11. *MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti: il macrosettore 11 comprende le emissioni generate dall'attività fitologica di piante, arbusti ed erba, da fulmini, emissioni spontanee di gas, emissioni dal suolo e da vulcani, da combustione naturale e dalle attività antropiche quali foreste gestite e combustione dolosa di boschi.*

L'aggiornamento più recente dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera è relativo all'anno 2017 e l'intera pubblicazione è scaricabile dal sito arpae:

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventario-emissioni>

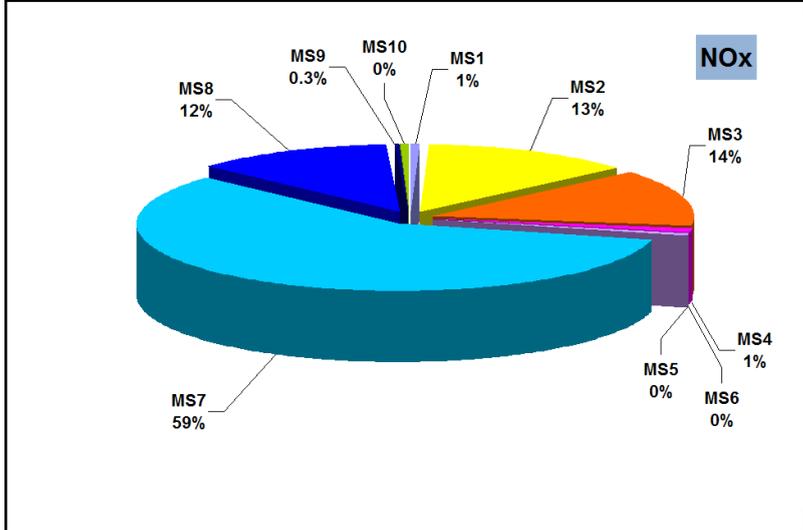
Dall'inventario regionale è possibile estrarre le emissioni relative all'anno 2017 della provincia di Reggio Emilia suddivise per macrosettore che si riportano di seguito:

Macrosettori		PM10 (t/anno)	PM2,5 (t/anno)	NOx (t/anno)	CO (t/anno)
MS1	Produzione Energia e trasformazione di combustibili	1.0	0.6	47.0	6.9
MS2	Combustione non industriale	797.3	789.0	980.5	7514.0
MS3	Combustione industriale	84.9	73.1	1025.2	263.4
MS4	Processi Industriali	99.1	51.1	80.3	261.0
MS5	Estrazione e distribuzione di combustibili	-	-	-	-
MS6	Uso di solventi	41.1	37.8	33.1	0.0
MS7	Trasporto su strada	278.8	197.3	4378.4	6169.8
MS8	Altre sorgenti mobili e macchinari	50.6	50.1	918.8	285.2
MS9	Trattamento e smaltimento rifiuti	0.1	0.1	24.1	27.6
MS10	Agricoltura	36.7	12.0	32.1	0.0
totale		1389.6	1211.1	7519.5	14527.9

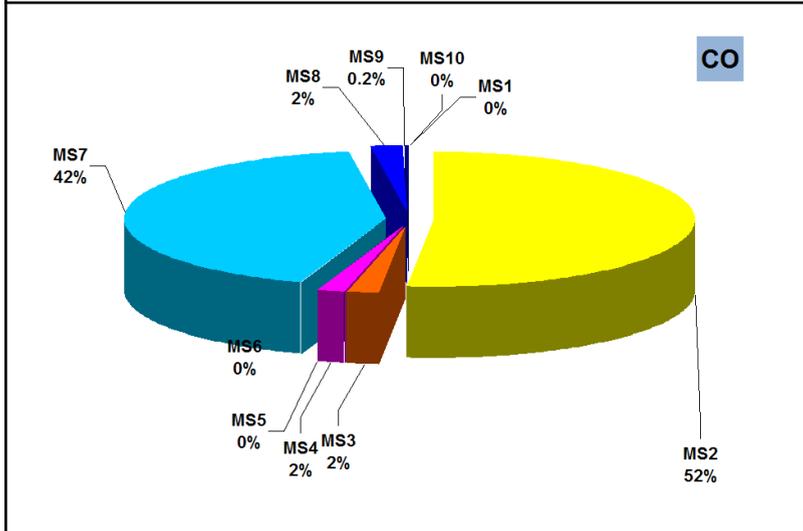


Polveri (solo primario): il maggiore contributo è dovuto al riscaldamento domestico a biomassa (MS2) e al trasporto su strada (MS7).

L'inventario emissioni fornisce informazioni relative solo alla componente primaria del particolato, fornendo dunque un quadro parziale. (si veda il testo sottostante i grafici a torta)



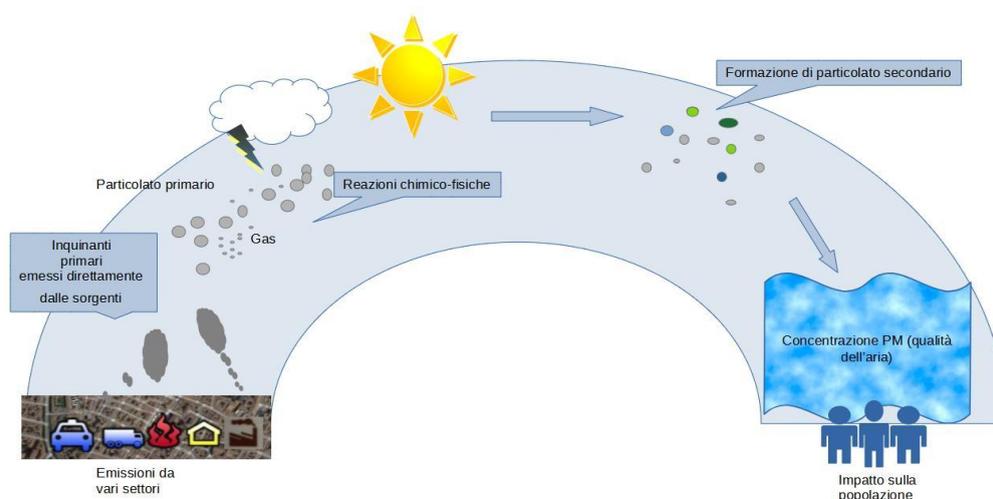
ossidi di azoto (NOx), precursori della formazione di particolato e di ozono: la fonte principale è il trasporto su strada (MS7), seguito dalla combustione nell'industria (MS3), dal trasporto non su strada (MS8) e dalla combustione non industriale (MS2).



monossido di carbonio (CO): le fonti principali sono la combustione non industriale (MS2) e i trasporti su strada (MS7)

I dati dell'inventario consentono di :

- stimare le emissioni generate dalle principali attività antropiche e naturali e individuare i settori maggiormente sensibili su cui indirizzare le misure e gli interventi per la riduzione delle emissioni inquinanti
- alimentare i modelli diffusionali e previsionali che, partendo dalle quantità e dalle caratteristiche delle emissioni, stimano i valori di concentrazione attesi al suolo
- costruire gli scenari emissivi corrispondenti ad azioni e politiche di risanamento.



L'inventario delle emissioni stima quantitativamente le sostanze direttamente emesse dalle varie sorgenti (inquinanti di origine primaria), ma non tiene conto degli inquinanti di origine secondaria che si formano secondariamente in atmosfera attraverso reazioni chimico-fisiche a partire dai precursori primari stessi e reagendo con l'atmosfera o l'energia solare. Per certi inquinanti (soprattutto per il particolato atmosferico) è importante tenere conto di questo aspetto quando si tenta di individuare i settori principalmente responsabili dell'inquinamento per non incorrere in valutazioni parziali e distorte dei settori emissivi più inquinanti basandosi soltanto sul dato degli inventari. Ad esempio nel caso del materiale particolato (PM) le concentrazioni presenti in atmosfera dipendono sia dalle emissioni dirette di PM in quanto tale (PM primario), sia dalla formazione di particolato a partire da gas precursori, in seguito a trasformazioni fisico-chimiche in atmosfera (PM secondario). In questo caso, un'analisi basata esclusivamente sulle emissioni stimate negli inventari darebbe la massima importanza a quelle attività che emettono PM primario (per esempio, la combustione di legna), trascurando settori cruciali per le elevate emissioni di precursori chimici (come l'ammoniaca degli allevamenti o gli ossidi di azoto dei trasporti). Per colmare tale lacuna informativa occorre conoscere le

complesse dinamiche dell'atmosfera. Utilizzando i modelli fotochimici è possibile valutare sia la diffusione e la dispersione, sia la formazione degli inquinanti secondari, a partire dalle trasformazioni dei precursori. È così possibile stimare le concentrazioni su tutto il territorio, tenendo conto sia del PM primario, sia di quello secondario, e quantificare gli effetti sull'inquinamento delle variazioni nel contributo emissivo dei vari settori.

Il grafico sottostante (*figura 36*) mostra l'origine delle emissioni di PM10 equivalenti (primario + secondario) in Emilia-Romagna (fonte Arpae, "La qualità dell'aria in Emilia-Romagna. Edizione 2018").

Considerando dunque il PM10 equivalente si può affermare che a livello regionale il 70% del PM10 è di origine secondaria e che il contributo principale all'inquinamento da PM10 proviene dal traffico (34%). Il riscaldamento domestico è stimabile nel 20% e gli allevamenti - settore agricolo nel 19%.

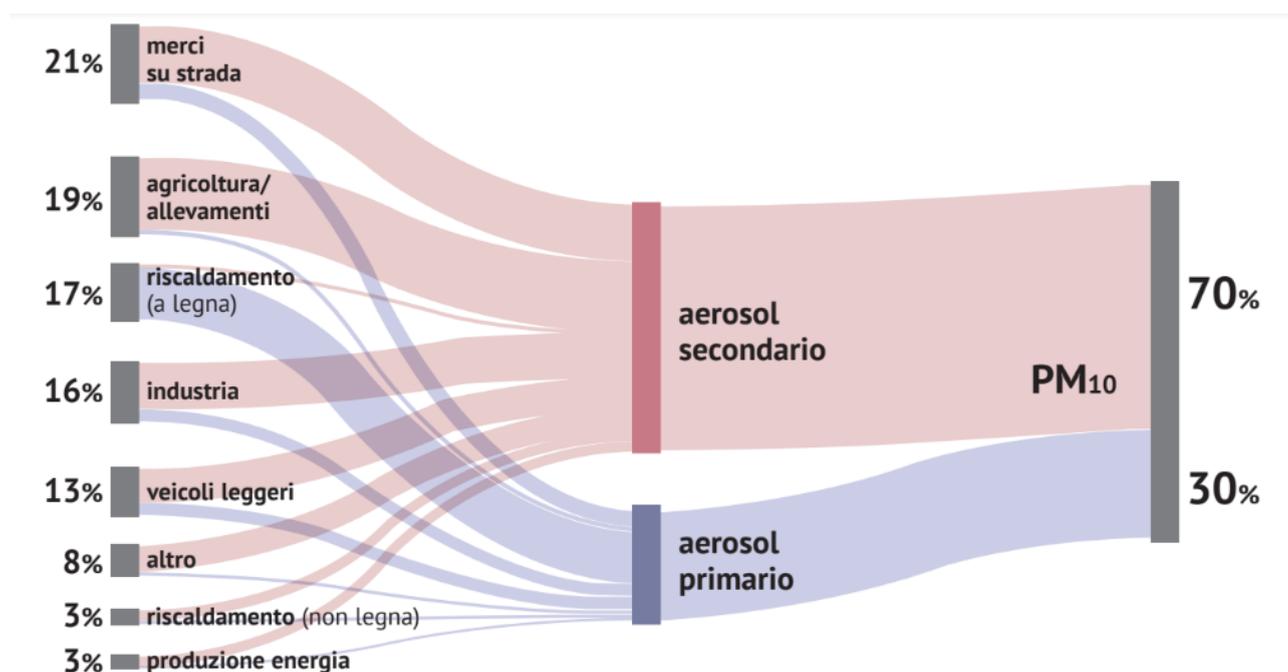


Figura 36 - Stima delle emissioni di "PM10 equivalente" in Emilia-Romagna. (Fonte Arpae: "La qualità dell'aria in Emilia-Romagna. Edizione 2018".)

5.2. Analisi complessiva regionale

Ampliando lo sguardo all'intera regione Emilia-Romagna, è possibile rappresentare la concentrazione media annuale degli inquinanti principali su tutto il territorio attraverso l'applicazione modellistica (Elaborazioni Servizio Idro Meteo Clima di Arpae - modello Pesco - figure 37-38).

PM10 di fondo
media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
anno: 2021

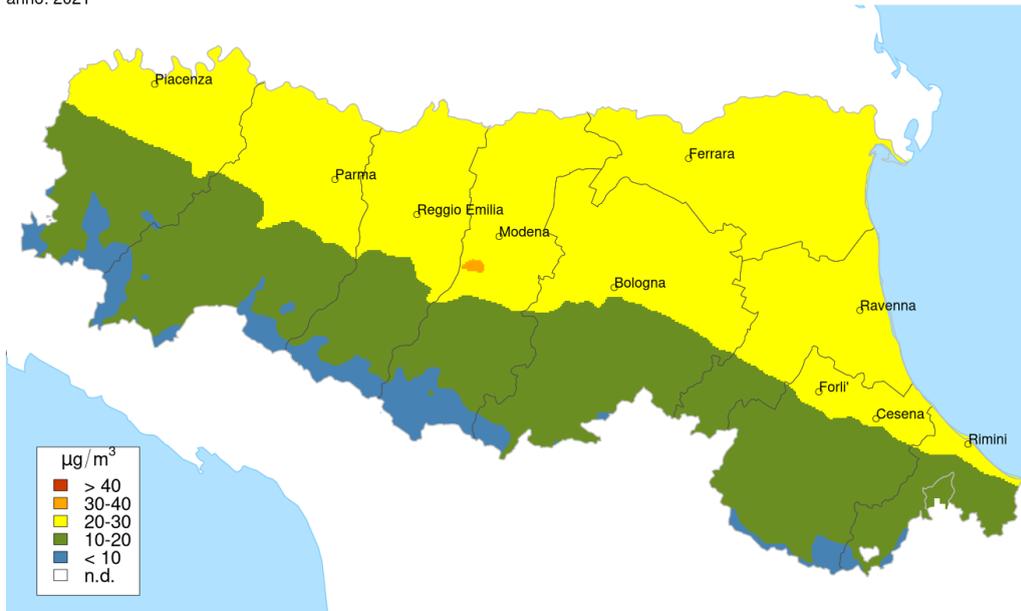


Figura 37 - Media annua del PM10 di fondo sul territorio regionale.

PM2.5 di fondo
media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
anno: 2021

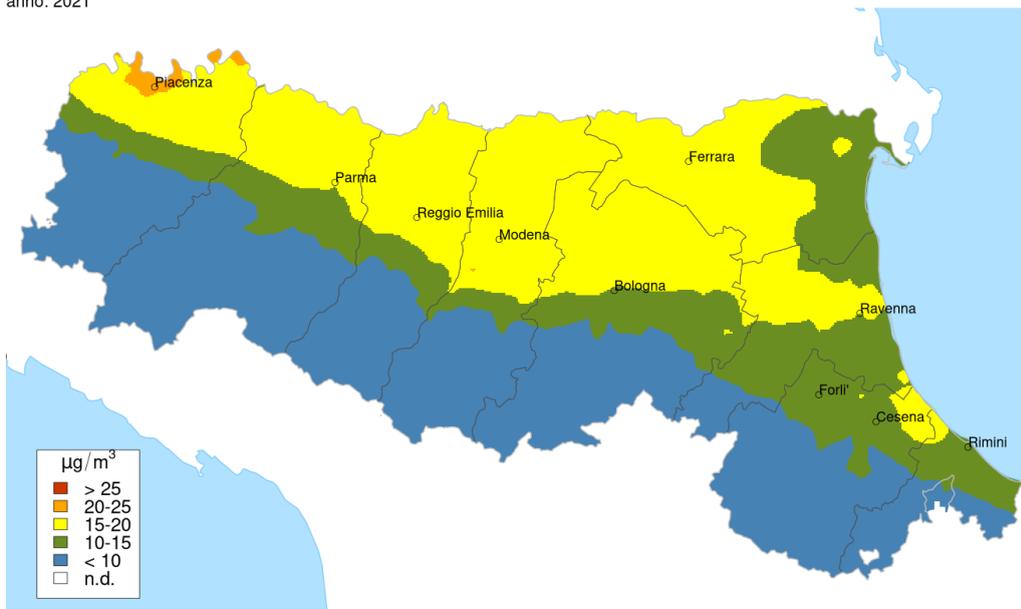


Figura 38 - Media annua del PM2.5 di fondo sul territorio regionale.

Il biossido d'azoto, a differenza delle polveri, invece è più legato al traffico e dunque le sue concentrazioni maggiori si rilevano lungo l'asse della A1/Via Emilia e della A22 (figura 39).

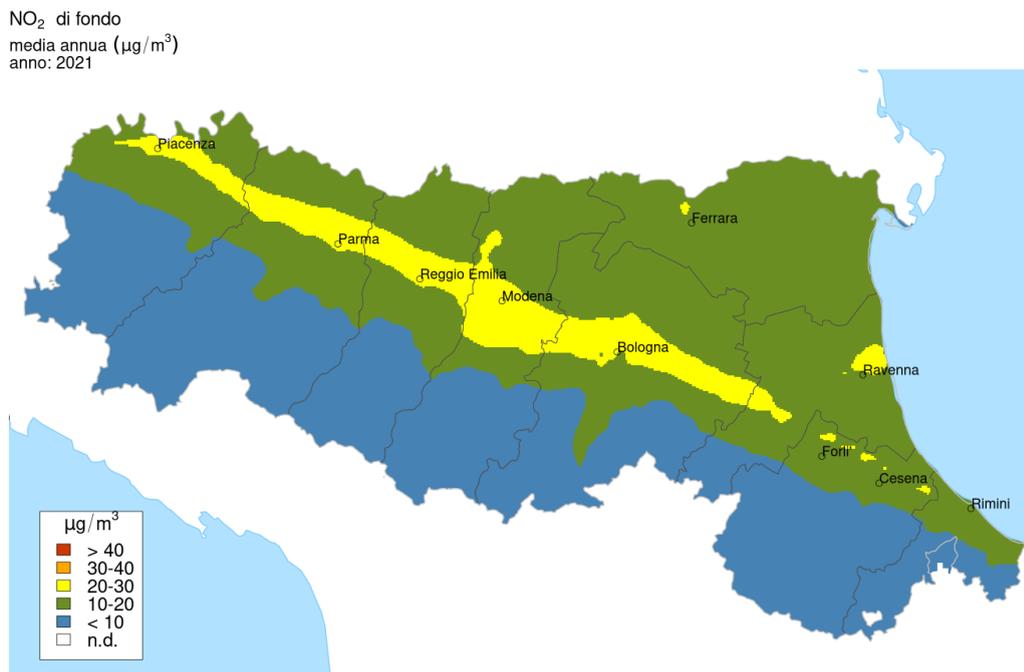


Figura 39 - Media annua del NO₂ di fondo sul territorio regionale.

La criticità per l'Ozono invece è diffusa sull'intero territorio regionale, inclusa la collina (fig. 40).

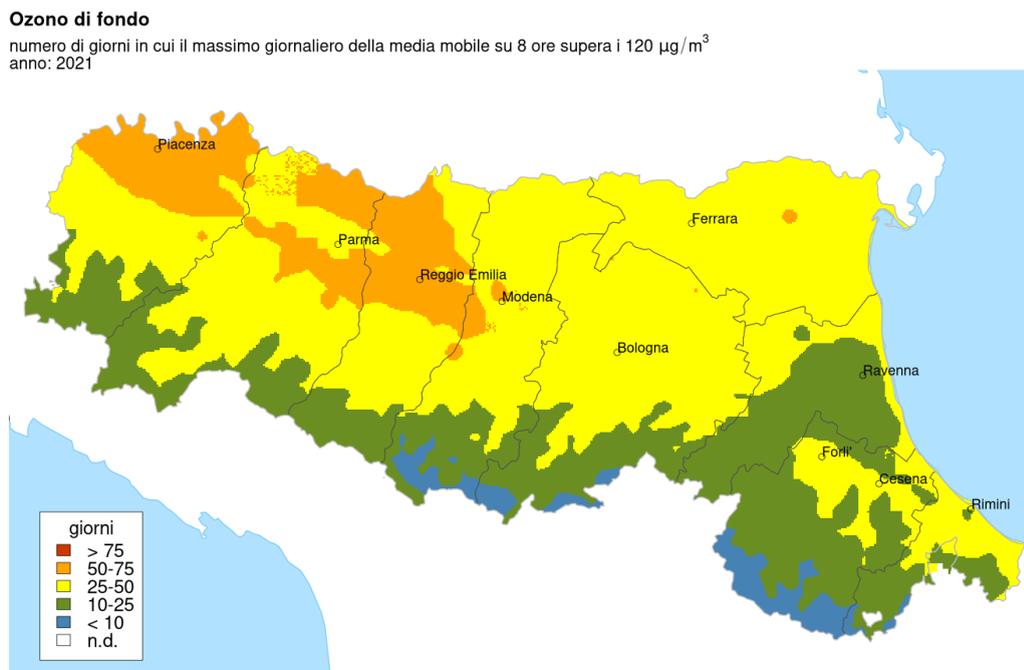


Figura 40 - Giorni di sup.to del VL giornaliero del O₃ sul territorio regionale.

5.3. Conclusioni

Per la qualità dell'aria in Emilia-Romagna il 2021 è da considerarsi il primo anno post Covid-19: l'anno precedente era stato contrassegnato da misure di contenimento della pandemia che avevano generato una drastica riduzione di alcune tra le principali sorgenti di inquinamento atmosferico. Questo periodo temporale di stop di buona parte delle attività produttive è stato anche un'occasione unica di studio per cercare di comprendere il rapporto tra l'emergenza coronavirus e l'inquinamento atmosferico in pianura padana; lo studio della correlazione tra misure adottate nelle settimane di emergenza coronavirus e qualità dell'aria è approfondito nell'ambito del progetto Prepair a cui si rimanda.

In Emilia-Romagna i livelli misurati dalla rete regionale della qualità dell'aria mostrano per il 2021 concentrazioni medie per quasi tutti gli inquinanti analoghe a quelle osservate nel 2020, ad eccezione del biossido di azoto che mostra un lieve aumento ritornando ai livelli pre Covid.

PM10

Media annua (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Nel 2021 i valori medi annui sono stati in linea (quasi ovunque lievemente inferiori) con quelli registrati nel 2020 e non si registrano superamenti del limite annuale di PM10 in nessuna stazione.

Valore limite giornaliero (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Il numero di giorni di superamento del limite giornaliero nel 2021 è stato superato per oltre 35 giorni nella sola stazione da traffico cittadina. A fronte di valori medi annuali sostanzialmente uguali a quelli dell'anno precedente, il numero di giorni di superamento è diminuito sensibilmente ovunque, con la sola eccezione della stazione di Castellarano.

PM2.5

Media annua (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). La media annua di PM2.5 nel 2021 è stata inferiore al valore limite della normativa in tutte le stazioni, con valori in diminuzione rispetto a quelli del 2020.

Biossido di azoto (NO₂)

Media annua (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Nel 2021, il valore limite media annua di biossido di azoto non è stato superato in nessuna delle stazioni e non sono stati registrati superamenti del valore limite

orario ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 18 ore); fatta eccezione per le sole stazioni di fondo rurale, il valore della media annuale di NO_2 è lievemente aumentato rispetto all'anno precedente.

Ozono (O_3)

Per quanto riguarda l'ozono, l'estate 2021 è risultata abbastanza omogenea sul territorio regionale, con superamenti dei **valori obiettivo per la protezione della salute umana** ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) generalizzati pressoché ovunque, con l'eccezione dell'alto Appennino.

La **soglia di informazione** ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e la **soglia di allarme** ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), non è mai stata superata in alcuna stazione della rete provinciale.

Altri inquinanti

I valori degli altri inquinanti (benzene e monossido di carbonio) sono rimasti entro i limiti di legge in tutte le stazioni di rilevamento, con valori in linea a quelli riscontrati nel 2020, con una lieve diminuzione nei valori massimi orari per il benzene e come medie mobili su 8h riguardo al monossido di carbonio.

5.4. Diffusione dei dati di qualità dell'aria e previsioni

L'art.18 del D.Lgs. 155/2010 definisce le informazioni al pubblico che Arpae e gli enti preposti devono assicurare. Per l'accesso alle informazioni si applica il D.Lgs. 195/2005. Per la diffusione al pubblico Arpae Emilia-Romagna utilizza principalmente le reti informatiche e secondariamente pubblicazioni, stampa e organi di informazione.

I dati raccolti dalle rete di rilevamento di qualità dell'aria vengono pubblicati giornalmente on-line sul sito di Arpae:

<https://apps.arpae.it/qualita-aria/bollettino-qa>

unitamente alle previsioni per la qualità dell'aria:

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/previsioni/previsioni-di-qualita-dellaria>

Si tratta di mappe che offrono previsioni fino a tre giorni, nonché l'analisi di quanto accaduto, relativamente ai principali inquinanti e all'Indice di qualità dell'aria. Attraverso la mappa è possibile visualizzare i dati misurati dei vari inquinanti su mappa e le previsioni di qualità dell'aria. Vi è inoltre la possibilità di accedere alla rete di misura provinciale, che consente di ottenere le informazioni sulle stazioni di rilevamento e di estrarre in automatico i dati rilevati presso ogni singola stazione.

Dal sito è possibile accedere anche

ai report annuali di reggio emilia:

<https://www.arpae.it/it/il-territorio/reggio-emilia/report-a-reggio-emilia/aria/report-annuali-reggio-emilia>

ai report mensili di reggio emilia:

<https://www.arpae.it/it/il-territorio/reggio-emilia/report-a-reggio-emilia/aria/report-mensili-reggio-emilia>

alle relazioni delle campagne di monitoraggio effettuate con il laboratorio mobile:

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/report-aria/dati-laboratori-mobili>

al report annuale regionale:

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/report-aria/report-regionali>