

---

# Rete Regionale di Monitoraggio e Valutazione della Qualità dell'Aria

## Città Metropolitana di Bologna

### Report dei dati 2025

APAM - Servizio Sistemi Ambientali

Unità Coordinamento monitoraggio e valutazione qualità dell'aria APA Metropolitana

Marco Abeti, Andrea Aldrovandi, Luca Malaguti, Marco Trepiccione, Pamela Ugolini

Responsabile: Stefania Ganz

Giugno 2026



## **Indice generale**

<b>INQUADRAMENTO NORMATIVO</b>	<b>3</b>
<b>LA ZONIZZAZIONE DELLA PROVINCIA DI BOLOGNA</b>	<b>4</b>
<b>LA RETE DI MONITORAGGIO E VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA</b>	<b>5</b>
<b>CONDIZIONE METEOROLOGICA DEL TERRITORIO METROPOLITANO</b>	<b>5</b>
Temperatura	6
Precipitazioni	7
Direzione e velocità del vento	8
Altri parametri meteorologici di interesse	11
Eventi meteorologici eccezionali nel 2025	12
<b>LA QUALITÀ DELL'ARIA NEL 2025</b>	<b>13</b>
<b>BIOSSIDO DI AZOTO E OSSIDI DI AZOTO</b>	<b>15</b>
<b>OZONO</b>	<b>20</b>
<b>MONOSSIDO DI CARBONIO</b>	<b>26</b>
<b>BENZENE</b>	<b>29</b>
<b>PARTICOLATO PM10</b>	<b>32</b>
<b>PARTICOLATO PM2.5</b>	<b>37</b>
<b>ANALISI SUL PARTICOLATO</b>	<b>41</b>
Idrocarburi Policiclici Aromatici	41
Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo	44
<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>47</b>

## INQUADRAMENTO NORMATIVO

La norma quadro in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria è rappresentata dal D.Lgs n. 155/2010, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" e ss.mm.ii., che ha abrogato il Decreto Legislativo n. 351/99 e i rispettivi decreti attuativi (il DM 60/02, il Decreto Legislativo n.183/2004 e il DM 261/2002).

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 indica gli obiettivi di qualità dell'aria ambiente e definisce i metodi e i criteri comuni per la caratterizzazione delle zone.

Il Decreto contiene inoltre le definizioni di:

- **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; tale livello deve essere raggiunto entro un dato termine e successivamente non superato (articolo 2, comma 1, lettera h);
- **valore obiettivo**, livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita (articolo 2, comma 1, lettera m);
- **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 nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive (articolo 2, comma 1, lettera o);
- **soglia di allarme**, livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati (articolo 2, comma 1, lettera n);
- **livello critico**, livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su recettori quali gli alberi, le altre piante o gli ecosistemi naturali, esclusi gli esseri umani (articolo 2, comma 1, lettera i);
- **obiettivi a lungo termine**, livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente (articolo 2, comma 1, lettera p),

ed individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio:

- ossidi e biossido di azoto, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>
- biossido di zolfo, SO<sub>2</sub>
- monossido di carbonio, CO
- ozono, O<sub>3</sub>
- particolato con diametro aerodinamico ≤ 10 µm, PM<sub>10</sub>
- particolato con diametro aerodinamico ≤ 2,5 µm, PM<sub>2,5</sub>
- benzene
- benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene e dibenzo(a,h)antracene
- piombo, arsenico, cadmio, nichel, mercurio
- precursori dell'ozono.

stabilendo le modalità di trasmissione e i contenuti delle informazioni sullo stato della qualità dell'aria da inviare al Ministero dell'Ambiente.

## LA ZONIZZAZIONE DELLA PROVINCIA DI BOLOGNA

L'articolo 3 del D.Lgs n° 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm.ii, impone la suddivisione dell'intero territorio nazionale in zone e agglomerati da classificare ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente.

La zonizzazione e il suo riesame in caso di variazioni sono affidati alle regioni.

La Regione Emilia Romagna con la DGR del 27/12/2011 n. 2001 e successiva DGR del 23/12/2013 n.1998 ripartisce e codifica il territorio regionale nella seguente maniera: un Agglomerato comprendente Bologna e comuni limitrofi, la zona Appennino, la zona Pianura Ovest e la zona Pianura Est, come rappresentato nella Figura 1.

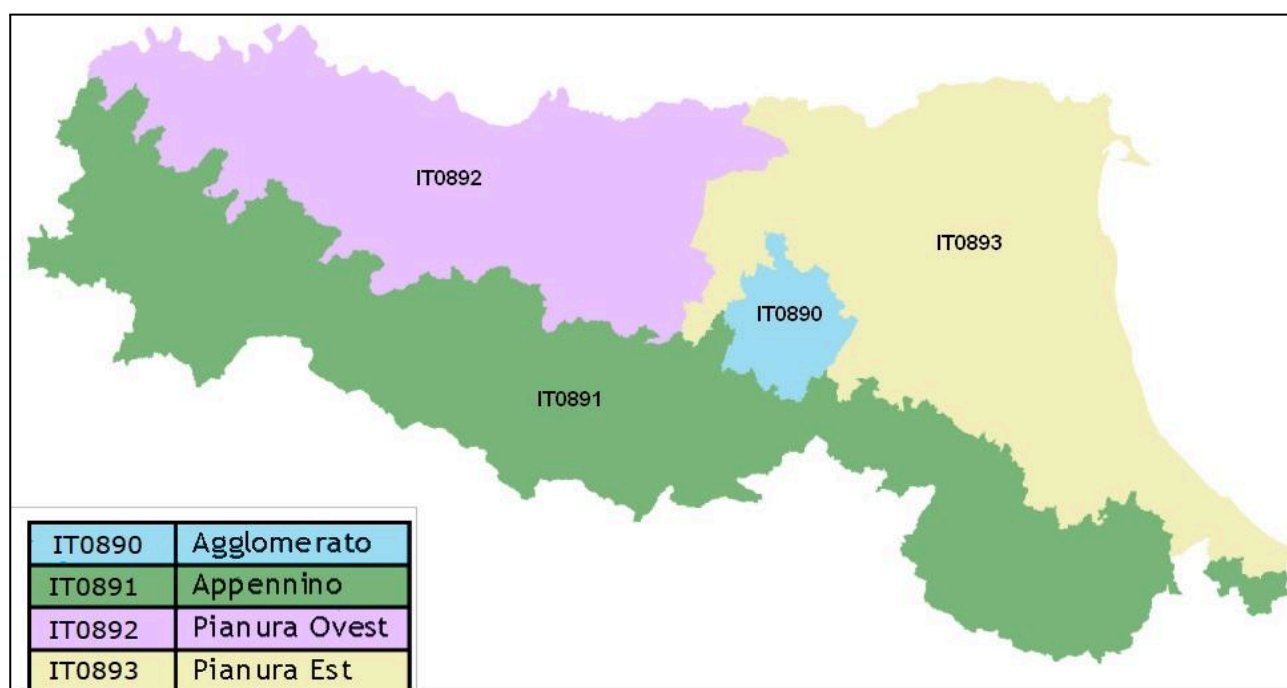


Figura 1 - Zonizzazione regionale DGR 27/12/2011

Il territorio della Città Metropolitana di Bologna comprende interamente l'Agglomerato, parte della zona Appennino e parte della zona Pianura Est. In Tabella 1 sono indicati i comuni che ricadono nelle zone individuate.

Agglomerato	Argelato, Bologna, Calderara di Reno, Casalecchio di Reno, Castel Maggiore, Castenaso, Granarolo dell'Emilia, Ozzano dell'Emilia, Pianoro, San Lazzaro di Savena, Sasso Marconi, Zola Predosa
Pianura Est	Anzola dell'Emilia, Baricella, Bentivoglio, Budrio, Castel Guelfo di Bologna, Castel San Pietro Terme, Castello d'Argile, Crevalcore, Dozza, Galliera, Imola, Malalbergo, Medicina, Minerbio, Molinella, Mordano, Pieve di Cento, Sala Bolognese, San Giorgio di Piano, San Giovanni in Persiceto, San Pietro in Casale, Sant'Agata Bolognese, Valsamoggia (ex-Bazzano, ex-Crespellano, ex-Monteveglio)
Appennino	Alto Reno Terme (ex-Granaglione, ex-Porretta Terme), Borgo Tossignano, Camugnano, Casalfiumanese, Castel del Rio, Castel di Casio, Castiglione dei Pepoli, Fontanelice, Gaggio Montano, Grizzana, Lizzano in Belvedere, Loiano, Marzabotto, Monghidoro, Monte San Pietro, Monterenzio, Monzuno, San Benedetto Val di Sambro, Pian del Voglio, Valsamoggia (ex-Castello di Serravalle, ex-Savigno), Vergato

Tabella 1 - Zonizzazione per la Città Metropolitana di Bologna DGR 27/12/2011

## LA RETE DI MONITORAGGIO E VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La rete di monitoraggio della Città Metropolitana di Bologna è attualmente costituita da 7 stazioni di misura, distribuite su 5 comuni, così come riportato in Tabella 2 e Figura 2, dove è anche indicata la zonizzazione territoriale ai fini della qualità dell'aria.

ZONA	STAZIONE	TIPO	NO <sub>2</sub>	CO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	O <sub>3</sub>	BTX
<i>Agglomerato</i>	Bologna - Porta San Felice	Traffico urbano	✓	✓	✓	✓		✓
	San Lazzaro di Savena	Traffico urbano	✓		✓			
	Bologna - Giardini Margherita	Fondo urbano	✓		✓	✓	✓	
	Bologna - Chiarini	Fondo suburbano	✓		✓		✓	
<i>Pianura Est</i>	Imola - De Amicis	Traffico urbano	✓		✓			
	Molinella - San Pietro Capofiume	Fondo rurale	✓		✓	✓	✓	
<i>Appennino</i>	Alto Reno Terme - Castelluccio	Fondo remoto	✓		✓	✓	✓	

Tabella 2 - Stazioni e parametri della rete di monitoraggio

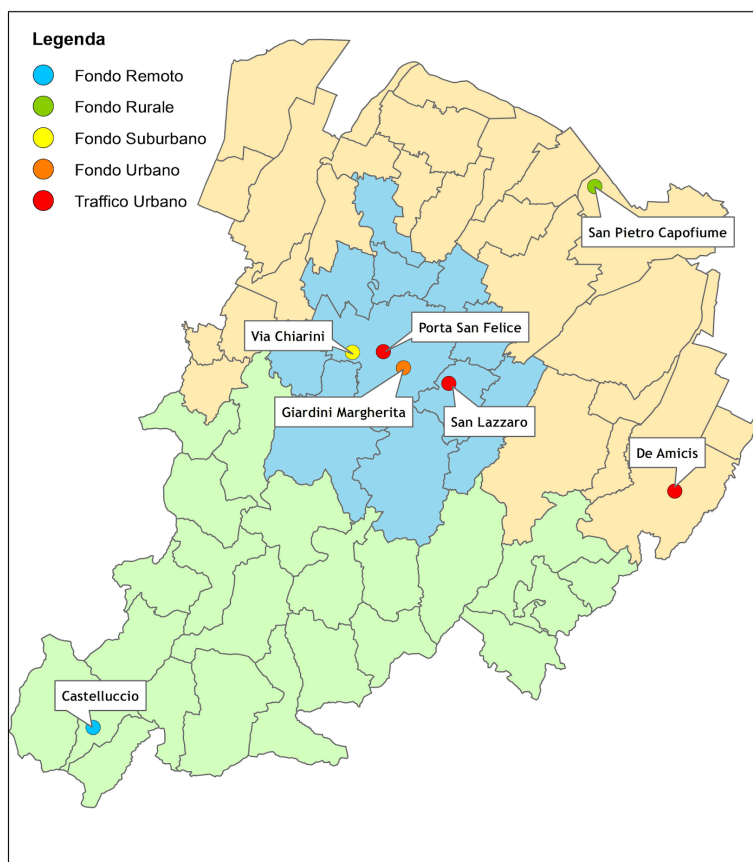


Figura 2 - Disposizione delle stazioni di misura di qualità dell'aria

## CONDIZIONE METEOROLOGICA DEL TERRITORIO METROPOLITANO

La qualità dell'aria è il risultato di una complessa compartecipazione di vari fattori: le emissioni dirette di inquinanti primari da sorgenti antropiche o naturali, i processi dinamici che hanno luogo nei bassi strati dell'atmosfera (e che sono alla base dei meccanismi di accumulo, dispersione, rimozione ecc.) e le trasformazioni chimico-fisiche che possono portare alla formazione di nuove specie (inquinanti secondari).

Le condizioni meteorologiche influiscono sulle concentrazioni misurate localmente, essendo determinanti dal punto di vista dell'efficacia dei meccanismi di trasporto orizzontale, rimescolamento verticale, rimozione per deposizione e trasformazione degli inquinanti in atmosfera.

Ad integrazione della presentazione dei dati rilevati dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria, si riportano pertanto le statistiche mensili o stagionali dei principali indicatori meteorologici, rilevati nel periodo di osservazione (anno 2025) presso alcune stazioni meteo gestite da Arpa-SIMC, in particolare la stazione Bologna-Idrografico, per temperatura e precipitazioni cumulate, e Bologna-Torre Asinelli per il vento. I dati della stazione Bologna Urbana, presi a riferimento fino al 2021, non possiedono, per il 2025, la sufficiente copertura temporale e le necessarie caratteristiche di frequenza di campionamento previste per le elaborazioni.

In particolare vengono esaminate le seguenti variabili:

- temperatura;
- precipitazioni;
- direzione e velocità del vento;

Per alcuni parametri è stato effettuato il confronto con i dati registrati nel 2024, sempre presso la medesima stazione, e con il clima di riferimento relativo ai due periodi trentennali del 1961-1990 e 1991-2020 per la stazione di Bologna - Borgo Panigale.

Altri parametri coinvolti nella definizione delle condizioni meteorologiche che influenzano la diffusione degli inquinanti in aria (altezza di rimescolamento e classi di stabilità atmosferica) verranno trattati solo in linea generale dal momento che mancano dati elaborabili ai fini del presente report.

Nelle sezioni dedicate ai parametri di qualità dell'aria vengono fornite indicazioni circa l'influenza della meteorologia sulla possibile occorrenza di eventi critici, con particolare riguardo ai giorni favorevoli all'accumulo di particolato ed alla formazione di ozono.

### Temperatura

La temperatura dell'aria può avere un ruolo indiretto nella produzione e nell'accumulo dell'ozono troposferico dal momento che i meccanismi che ne regolano la formazione sono processi in parte fotochimici e influenzati dalla radiazione solare.

In Figura 3 sono analizzati gli andamenti delle temperature minima, media e massima mensili (in °C) per l'anno in esame; sono riportati inoltre i valori normali climatici (riferiti ai due periodi 1961-1990 e 1991-2020) delle temperature medie e gli scostamenti rispetto al 2024.

Il 2025 ha visto le temperature variare tra un minimo di circa  $-1,7^{\circ}\text{C}$ , registrato a dicembre, ed un massimo di  $38,3^{\circ}\text{C}$  misurati in agosto.

In generale il 2025 è risultato sostanzialmente in linea con l'anno precedente, con una media complessiva annuale di  $16,5^{\circ}\text{C}$  (contro i  $16,6^{\circ}\text{C}$  dell'anno precedente), un'estate un po' più mite

ed una primavera un po' più calda rispetto all'anno precedente. Il mese di giugno è risultato di 3,5°C in media più caldo del 2024, mentre il mese che ha avuto il ribasso di temperatura più evidente rispetto all'anno precedente è stato febbraio, con oltre 3°C in meno sulla media.

Complessivamente il 2025 è risultato un anno mediamente meno caldo del 2024, ma con temperature medie comunque sempre al di sopra del clima di riferimento, sia nei mesi estivi che in quelli invernali.

Il confronto con gli andamenti delle temperature medie mensili dei periodi climatici trentennali del 1961-1990 e 1991-2020 mostra il continuo superamento di quei valori, sia su base mensile che su base annuale. Giugno è il mese che mostra i maggiori incrementi di temperatura rispetto alle due serie climatiche, mentre a livello annuale complessivo le differenze si assestano oltre i 3°C rispetto alla serie 1961-1990 e oltre i 2°C rispetto a quella 1991-2020.

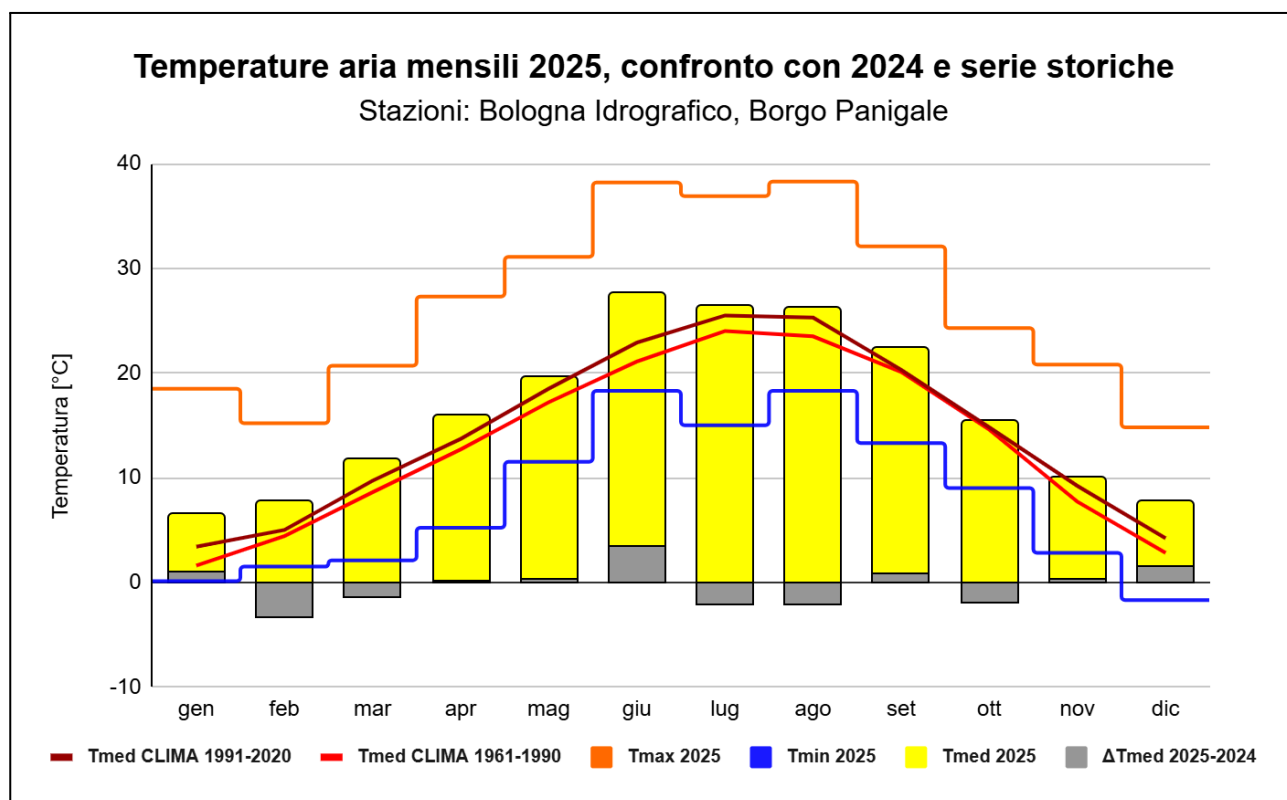


Figura 3 - Temperature mensili (°C) della stazione meteo Bologna-Idrografico per l'anno 2025

### Precipitazioni

La precipitazione può risultare un fattore influente nell'efficacia dei meccanismi di rimozione degli inquinanti, in base alla quantità di pioggia ma anche grazie al significativo rimescolamento delle masse d'aria associato al passaggio delle perturbazioni.

Per quanto riguarda la quantità di precipitazioni, in Figura 4 sono rappresentate le cumulate mensili (mm) dell'anno in esame, gli scostamenti rispetto al 2024 e i valori di riferimento delle serie climatiche trentennali del 1961-1990 e 1991-2020.

Nell'anno in esame, il regime delle precipitazioni si è distribuito in maniera abbastanza uniforme, con un unico dato mensile di cumulata risultato oltre i 100 mm a dicembre 2025 e un valore minimo di poco superiore ai 18 mm nel mese di giugno.

Rispetto al 2024, anno con piovosità eccezionale, si osserva una netta riduzione dei livelli di precipitazione cumulata, con un decremento di circa il 35% complessivo, concentrato soprattutto nel trimestre agosto-ottobre.

Il confronto con i riferimenti climatici dei periodi 1961-1990 e 1991-2020 mostra che il 2025, con un valore complessivo di oltre 673 mm di pioggia caduta, si pone al di sotto dei rispettivi livelli di precipitazione cumulata complessiva, pur risultando non troppo distante da quello della serie 1991-2020. Per il 2025, il confronto evidenzia anche una maggior siccità nel trimestre aprile-giugno e una maggior piovosità nei mesi di febbraio, marzo e dicembre rispetto alle serie climatiche.

Dal punto di vista della rimozione degli inquinanti tramite meccanismi di deposizione umida, viene fissata come soglia di significatività una precipitazione cumulata giornaliera di 0,3 mm (sopra ai valori della sensibilità strumentale e di fenomeni di condensa di rugiade e umidità atmosferica).

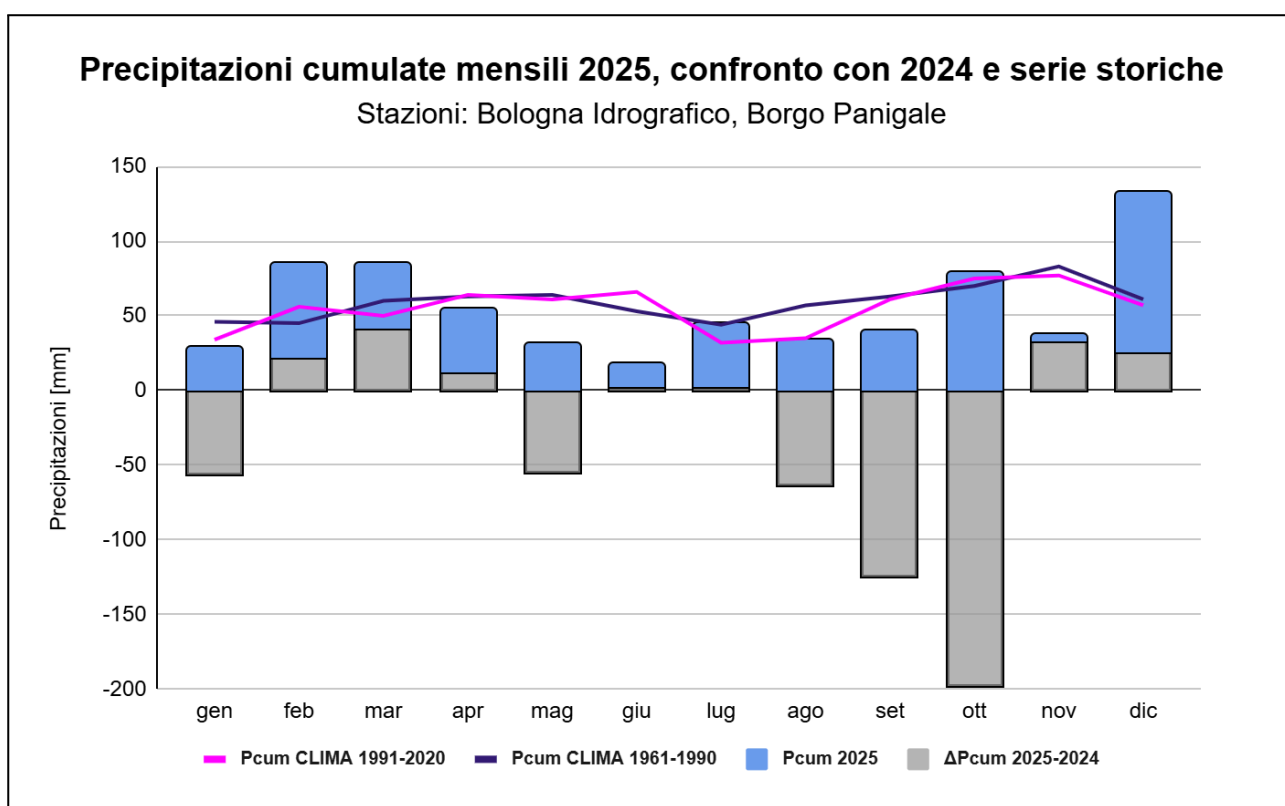


Figura 4 - Precipitazione cumulata mensile (mm) anno 2025 nella stazione meteo Bologna-Idrografico

### Direzione e velocità del vento

Il vento costituisce un fattore determinante nella dinamica del trasporto degli inquinanti: la direzione prevalente può fornire indicazioni sulle zone da e verso cui questi tendono ad essere trasportati, mentre la velocità del vento influenza la rapidità di allontanamento dalle sorgenti di emissione e i meccanismi di accumulo.

La rosa dei venti annuale riportata in Figura 5 fa riferimento ai dati raccolti presso la stazione meteo di Bologna posta sulla Torre Asinelli. Questa stazione presenta, rispetto alle altre centraline presenti nell'area urbana di Bologna, valori di velocità del vento tendenzialmente più elevati e valori della direzione che possono talvolta risentire della configurazione architettonica del centro di Bologna. Tuttavia, mancando la necessaria copertura sul periodo annuale dei dati forniti dalle altre stazioni urbane e considerando decentrata, ai fini della nostra trattazione, la

stazione di San Pietro Capofiume (pur utilizzata lo scorso anno), si è deciso di presentare i dati della centralina della Torre Asinelli per dare un riferimento indicativo del regime anemometrico del 2025 nell'area di Bologna.

Il grafico in Figura 5 rappresenta la distribuzione in frequenza delle classi di velocità media oraria del vento (in m/s) per direzione di provenienza (in °) per il 2025. In generale si osserva una netta prevalenza nella provenienza dei venti dai quadranti occidentali con predominanza delle classi di intensità di una certa rilevanza (con valori tra i circa 3 e i circa 5 m/s). E' presente, seppur meno rilevante, anche una componente di venti provenienti dai quadranti orientale e sudorientale dai quali si sono registrati ma la maggior parte delle intensità maggiori si rilevano dalle direzioni ovest e sud-ovest.

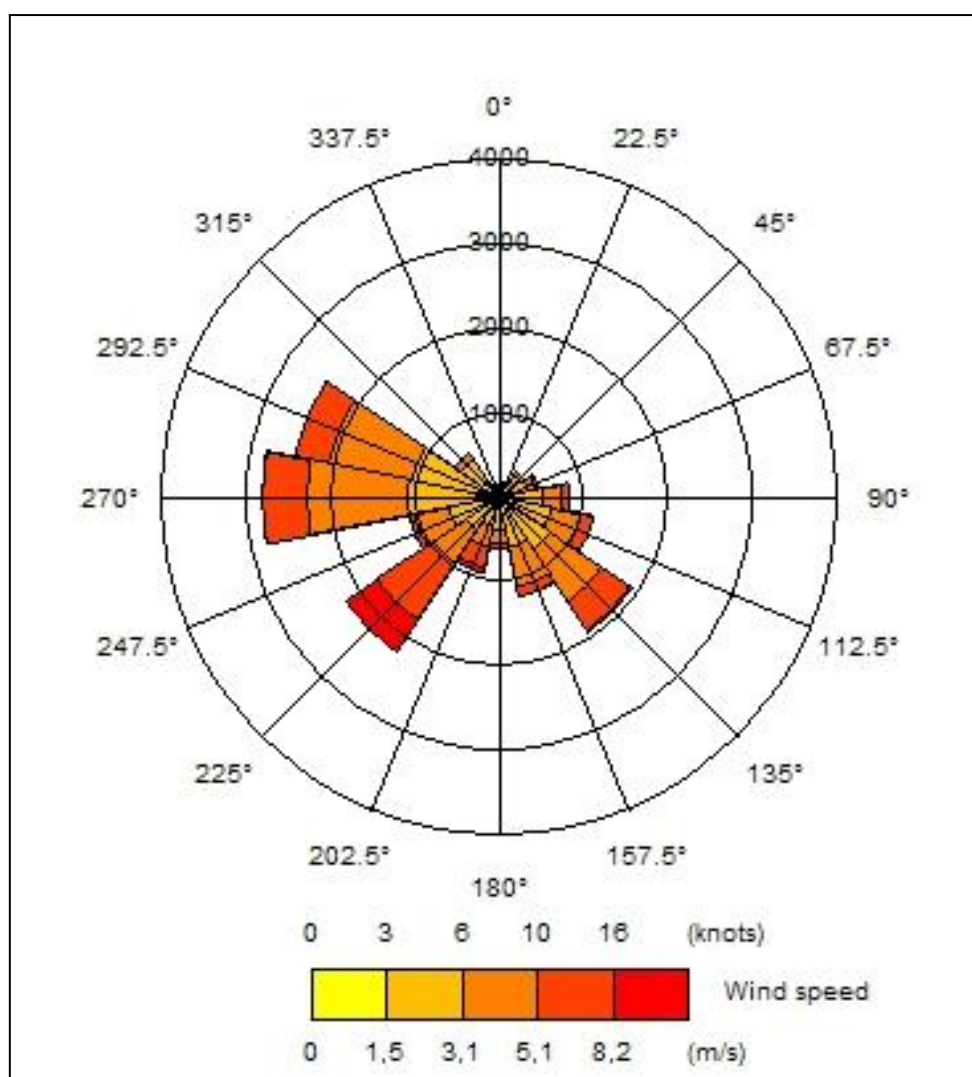


Figura 5 - Rosa dei venti per l'anno 2025 rilevata dalla stazione di Torre Asinelli a Bologna

In Figura 6 vengono riportati gli andamenti dei profili anemometrici elaborati su base stagionale relativi all'anno 2025. Tale rappresentazione permette di evidenziare le diverse caratteristiche stagionali del periodo in esame.

Nei mesi invernali (gen-feb-dic) è netta la prevalenza di venti provenienti dai quadranti Ovest e Nord Ovest con velocità più frequentemente comprese entro gli 8 m/s.

In primavera (mar-apr-mag) si osserva una distribuzione più varia della provenienza dei venti di cui le componenti principali risultano dalle direzioni Ovest, Sud Ovest (in maggior numero quelle più intense) e Sud Est, con una maggior presenza di classi di velocità più elevate, anche oltre gli 8 m/s.

Nei mesi estivi (giu-lug-ago) il quadro somiglia abbastanza a quello primaverile ma con una minore frequenza di venti da Sud Est e da Ovest; le velocità si mantengono elevate, anche se mediamente meno intense rispetto alla stagione precedente.

Infine, in autunno la distribuzione anemometrica dei venti torna ad assomigliare a quella dell'inverno, con una drastica contrazione dei venti dai quadranti meridionali, una netta preponderanza da Ovest Nord Ovest e Sud Ovest e una generale riduzione delle intensità medie.

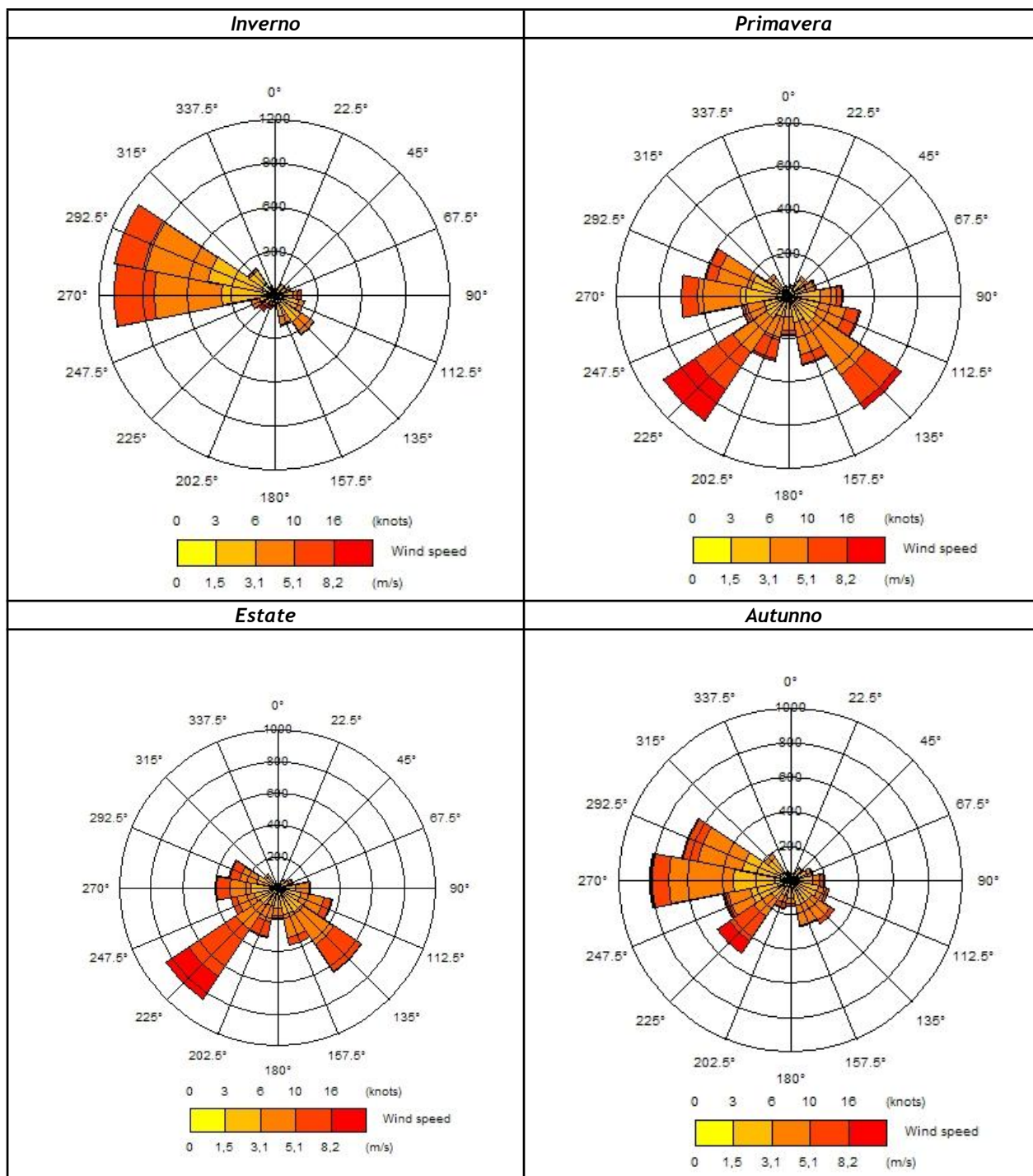


Figura 6 - Rose dei venti stagionali dell'anno 2025 rilevati dalla stazione di Torre Asinelli

La suddivisione dei dati di velocità del vento secondo la scala Beaufort (Tabella 3) evidenzia come valori compresi tra 1,5 e 5,5 m/s rimangano i più frequenti, rappresentando oltre il 65% delle occorrenze su base annuale.

Tra le varie classi, è prevalso nel 2025 il grado 2 “brezza leggera” (1,6-3,3 m/s); la seconda classe più frequente è stata la 3, quella della “brezza tesa”; il grado 1 “bava di vento” (0.3-1.5m/s) è risultato il terzo più frequente, con un numero di occorrenze confrontabile con quello del grado 4 “vento moderato”. Minori frequenze si sono osservate per le classi da 5 a 7. La velocità maggiore rilevata è stata di 17 m/s. Le calme di vento (velocità <0,2 m/s) sono state inferiori all'1%.

Termini descrittivi Grado Beaufort m/s	Calma 0 0.0 - 0.2	Bava di vento 1 0.3 - 1.5	Brezza leggera 2 1.6 - 3.3	Brezza tesa 3 3.4 - 5.4	Vento moderato 4 5.5 - 7.9	Vento teso 5 8.0 - 10.7	Vento fresco 6 10.8 - 13.8	Vento forte 7 13.9 - 17.1
GEN	1,1%	18,3%	34,1%	27,3%	14,8%	3,6%	0,3%	0,1%
FEB	1,1%	25,6%	47,8%	23,0%	2,1%	0,1%	0,3%	0,0%
MAR	0,6%	14,2%	39,7%	31,1%	11,4%	3,0%	0,1%	0,0%
APR	0,3%	11,0%	36,8%	31,9%	13,1%	4,9%	1,9%	0,0%
MAG	0,3%	13,0%	32,1%	30,8%	14,9%	7,4%	1,5%	0,0%
GIU	0,8%	11,2%	30,5%	28,9%	21,1%	7,2%	0,3%	0,1%
LUG	0,7%	12,6%	32,4%	26,2%	20,7%	6,8%	0,7%	0,0%
AGO	0,8%	17,7%	37,5%	30,0%	12,3%	1,8%	0,0%	0,0%
SET	1,4%	19,7%	38,8%	24,5%	9,8%	5,6%	0,1%	0,0%
OTT	0,7%	20,3%	42,6%	25,1%	8,4%	2,8%	0,0%	0,0%
NOV	1,5%	19,9%	36,7%	32,1%	8,6%	1,1%	0,1%	0,0%
DIC	0,7%	21,4%	35,3%	29,4%	12,7%	0,5%	0,0%	0,0%
ANNO 2024	0,83%	17,02%	36,97%	28,40%	12,55%	3,75%	0,45%	0,04%

Tabella 3 - Distribuzione delle velocità del vento secondo la scala Beaufort, anno 2024

### Altri parametri meteorologici di interesse

Nell'ambito degli indicatori meteoclimatici che hanno un'influenza più o meno diretta sulla determinazione dei livelli di concentrazione degli inquinanti e sulla loro eventuale diffusione, ricordiamo l'altezza di rimescolamento e la stabilità atmosferica.

L'altezza di rimescolamento misura lo spessore verticale dello strato che si trova tra il suolo e la zona di inversione termica, all'interno del quale hanno sede i principali moti turbolenti di origine sia termica (legati al riscaldamento della superficie terrestre) che meccanica (legati all'azione del vento) che alimentano la dispersione degli inquinanti in atmosfera.

In generale, un maggior spessore dello strato di rimescolamento indica un più efficace rimescolamento verticale dell'aria e di conseguenza una più alta probabilità di misurare minori concentrazioni degli inquinanti nello strato più vicino al suolo.

Soprattutto alle medie latitudini, l'altezza dello strato di rimescolamento è soggetta a variazioni giornaliere e stagionali, sia in funzione del ciclo radiativo del suolo sia delle condizioni meteorologiche dello strato d'aria coinvolto.

Tendenzialmente, nelle ore diurne le quote dell'altezza di rimescolamento vanno progressivamente innalzandosi a partire dalle prime ore del mattino (in maniera più tardiva e

graduale in inverno, più rapida e anticipata in estate) fino a raggiungere il valore massimo giornaliero nel pomeriggio, nella fascia oraria tra le 13 e le 15. Segue poi una diminuzione dei valori con l'approssimarsi delle ore serali (molto più tardiva e rapida in estate), fino a raggiungere i valori minimi caratteristici delle ore notturne. Nel periodo diurno la variazione stagionale risulta decisamente più marcata: lo spessore dello strato di rimescolamento può variare come valore massimo tra i 400-450 m dei mesi invernali, fino a valori oltre i 1600 m in estate, in concomitanza con la maggiore occorrenza di condizioni instabili. I valori notturni, corrispondenti ai minimi giornalieri, sono invece sempre abbastanza confrontabili nelle varie stagioni e si assestano tipicamente attorno ai 200 m.

La stabilità atmosferica è un parametro che fornisce indicazioni circa il grado di turbolenza che caratterizza lo strato di rimescolamento e che, di conseguenza, favorisce l'individuazione delle condizioni favorevoli all'accumulo o alla dispersione delle sostanze inquinanti in aria.

Per valutare il livello di stabilità atmosferica viene solitamente utilizzata una classificazione semplificata di tipo qualitativo, detta di Pasquill-Gifford, che prevede 6 condizioni:

- classe A o fortemente instabile
- classe B o moderatamente instabile
- classe C o debolmente instabile
- classe D o neutrale
- classe E o debolmente stabile
- classe F o moderatamente stabile.

In generale, la presenza di condizioni stabili (classe F) si osserva tendenzialmente nelle prime ore del giorno e nelle ore serali, con una distribuzione temporale diversa a seconda della stagione: nel periodo autunno-inverno, a causa di temperature più basse che contribuiscono al mantenimento delle condizioni di inversione termica, la classe F può persistere per un maggior numero di ore; in estate invece, grazie a temperature più elevate che portano al dissolvimento anticipato delle inversioni termiche notturne, le condizioni stabili di solito caratterizzano solo le prime ore del mattino e si re-instaurano la sera.

Dal punto di vista stagionale, tipicamente si osserva una maggior presenza della classe D, riferita a condizioni neutrale, nelle giornate autunnali ed estive, mentre la classe A, indicativa di condizioni fortemente instabili, è presente quasi esclusivamente nel periodo estivo-primaverile e con frequenza significativamente superiore nelle ore centrali della giornata, quando risultano maggiormente attivi i meccanismi di turbolenza termica.

### **Eventi meteorologici eccezionali nel 2025**

Nel corso del 2025 non si sono registrati particolari eventi meteorologici di carattere eccezionale. Col termine "eccezionale" si fa riferimento a quelle situazioni che esulano dalle tipiche dinamiche meteoclimatiche del bacino padano, connaturate anche alla sua orografia, come ad esempio l'instaurarsi di condizioni di blocco della ventilazione tra sistemi di masse d'aria ad alta quota o gli eventi di trasporto di sabbie desertiche e/o polveri provenienti da eruzioni vulcaniche o vasti incendi di foreste.

## LA QUALITÀ DELL'ARIA NEL 2025

L'esame dei dati rilevati nell'anno 2025 dalle stazioni della rete di monitoraggio sul territorio provinciale di Bologna è stato affrontato considerando uno a uno i diversi inquinanti.

Per ognuno di questi, si sono presi in considerazione i valori limite e i valori obiettivo definiti dalla normativa nazionale vigente, utilizzando tabelle ed elaborati grafici relativi sia al periodo di osservazione sia agli andamenti temporali almeno degli ultimi dieci anni.

Per ogni inquinante monitorato sono riportati:

- una tabella introduttiva relativa agli indicatori statistici dell'anno per ciascuna stazione di misura (elaborati sui valori orari per i gas e su valori medi giornalieri per il particolato);
- il relativo box-plot (non per CO e benzene che sono rilevati in un'unica stazione);
- gli andamenti delle medie mensili mediante tabelle e specifici grafici;
- gli andamenti delle medie annuali degli ultimi 10 anni attraverso tabelle e relativi grafici.

Nella tabella riassuntiva iniziale sono indicati in arancione i superamenti del valore limite annuale e in grigio i casi con una percentuale di dati validi su base annua inferiore al 90% (valore minimo richiesto dalla normativa per la rappresentatività dei dati); infine, in azzurro possono essere eventualmente indicati quei mesi per i quali non è stato possibile raggiungere il 75% di dati validi. In quei casi viene anche omesso il valore statistico normalmente indicato nella tabella (ad esempio la media mensile).

La percentuale di dati validi, definita efficienza o rendimento, è riferita al numero di dati attesi sul periodo considerato. Per ciascun parametro analizzato è data inoltre indicazione dei valori che ricadono al di sotto del *limite di quantificazione* (L.Q.) dello strumento (limite che rappresenta la più bassa concentrazione dell'inquinante statisticamente distinguibile da zero che può essere misurata).

Nelle elaborazioni che seguono, il L.Q. verrà indicato nelle tabelle e nei grafici con la tipologia a "box plot" (Figura 7, a lato); mentre nei restanti grafici (istogrammi delle medie annuali o mensili, ad esempio) verranno comunque riportati i valori elaborati senza tenere conto del L.Q. associato a ciascun inquinante.

Un elenco degli L.Q. previsti per i diversi inquinanti viene presentato nella successiva Tabella 4.

Inquinante	L.Q.	Inquinante	L.Q.
NO <sub>2</sub> ; O <sub>3</sub>	8 [µg/m <sup>3</sup> ]	CO	0,4 [mg/m <sup>3</sup> ]
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,1 [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>x</sub>	3 [µg/m <sup>3</sup> ]

Tabella 4 - Limiti di quantificazione (L.Q.) dei vari inquinanti

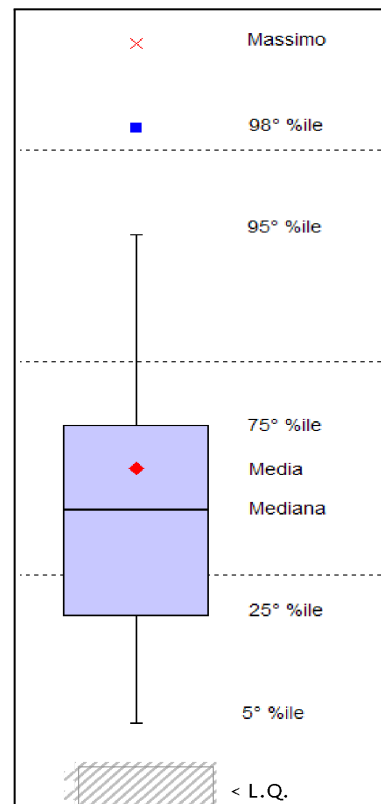


Figura 7 - Box-plot

Il box-plot (Figura 7) costituisce una descrizione sintetica della distribuzione dei dati secondo un carattere quantitativo tramite semplici indici di dispersione e di posizione. Esso fornisce indicazioni sulle caratteristiche salienti della distribuzione dei dati, in particolare per quanto riguarda la simmetria della sua forma.

La linea interna al box rappresenta la mediana della distribuzione mentre i bordi estremi rappresentano il 25° ed il 75° percentile. Le linee che si allungano dai bordi della scatola (baffi) individuano gli intervalli fino ai valori del 5° e 95° percentile. Inoltre vengono evidenziati i punti relativi al valor medio, al 98° percentile e al valore massimo registrati (Figura 7).

Per gli inquinanti gassosi, quali NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, sono mostrati i grafici inerenti agli andamenti dei giorni tipo, con particolare attenzione alle differenze stagionali e/o tra giorni feriali/festivi. Il giorno tipo rappresenta il profilo giornaliero della concentrazione di un inquinante in un determinato periodo annuale o stagionale, e ha lo scopo di evidenziare i comportamenti ricorrenti; si ottiene mediando i valori di concentrazione rilevati alla medesima ora nel periodo considerato (tutti gli orari sono indicati in ora solare). Nella distinzione tra giorni tipo estivo e invernale, se non diversamente specificato, la stagione estiva è stata rappresentata mediante i dati dei mesi di giugno, luglio e agosto, mentre la stagione invernale è stata rappresentata dai dati dei mesi di gennaio, febbraio e dicembre dello stesso anno.

La normativa vigente richiede una copertura minima annuale di dati pari al 90% per ogni parametro misurato (Allegato I del D.Lgs. 155/2010); tuttavia nell'elaborazione mensile e annuale sono stati presentati, in quanto ritenuti sufficientemente rappresentativi, i valori calcolati su una percentuale di dati validi almeno del 75%. Ai fini dell'elaborazione giornaliera sono richiesti almeno 18 dati orari (75% di dati validi nel giorno).

Nella Tabella 5 viene riportata per ciascuna stazione e ciascun analizzatore l'efficienza percentuale annuale raggiunta nel 2025. Tutti gli analizzatori hanno raggiunto la copertura di almeno il 90% dei dati annuali previsti dalla normativa. Inoltre, sempre nella stessa tabella, vengono indicati la sigla in codice di 3 lettere e i colori di riferimento con cui, nel seguito della relazione, potranno essere identificate le diverse stazioni nelle elaborazioni dei dati.

STAZIONE	Cod.	Col.	NO <sub>2</sub>	CO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	O <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Bologna - Porta San Felice	PSF	■	99 %	99 %	100 %	99 %	-	94 %
Bologna - Giardini Margherita	GMG	■	97 %	-	95 %	98 %	98%	-
Bologna - Chiarini	CHI	■	99 %	-	97 %	-	99%	-
San Lazzaro di Savena	SLZ	■	98 %	-	97 %	-	-	-
Imola - De Amicis	DEA	■	99 %	-	97 %	-	-	-
Molinella - San Pietro Capofiume	SPC	■	98 %	-	98 %	99 %	99%	-
Porretta Terme - Castelluccio	CAS	■	94 %	-	97 %	97 %	99%	-

Tabella 5 - Rendimenti % annuali degli analizzatori della rete - anno 2025

## BIOSSIDO DI AZOTO E OSSIDI DI AZOTO

### Cosa sono

Con il termine NO<sub>x</sub> viene indicato genericamente l'insieme dei due più importanti ossidi di azoto a livello di inquinamento atmosferico, ossia: l'ossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). Il biossido di azoto, gas di odore acre e pungente, gioca un ruolo principale nella formazione dell'ozono, ed è tra i precursori di alcune frazioni significative del PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>.

### Come si originano

Il monossido di azoto (NO) si forma principalmente per reazione dell'azoto contenuto nell'aria (circa 78% N<sub>2</sub>) con l'ossigeno atmosferico in processi che avvengono ad elevata temperatura. Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) si forma prevalentemente dall'ossidazione del monossido di azoto (NO) e solo in parte viene emesso direttamente.

Le principali sorgenti di NO ed NO<sub>2</sub> sono di natura antropica e riguardano i processi di combustione (gas di scarico dei veicoli a motore, gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali).

NO <sub>2</sub> anno 2025 - Concentrazioni in µg/m <sup>3</sup>								
Stazione	N. dati validi	MIN	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX
PORTA SAN FELICE	8688	<8	29	31	51	58	66	107
GIARDINI MARGHERITA	8516	<8	12	14	29	33	38	63
CHIARINI	8633	<8	14	16	31	36	43	82
SAN LAZZARO DI SAVENA	8643	<8	15	18	35	41	47	71
DE AMICIS	8669	<8	13	17	32	38	46	74
SAN PIETRO CAPOFIUME	8560	<8	6	8	17	21	25	42
CASTELLUCCIO	8273	<8	<8	<8	<8	<8	<8	13
VALORE LIMITE		media annuale		40	µg/m <sup>3</sup>			

Tabella 6 - Biossido di azoto: Parametri statistici relativi all'anno 2025

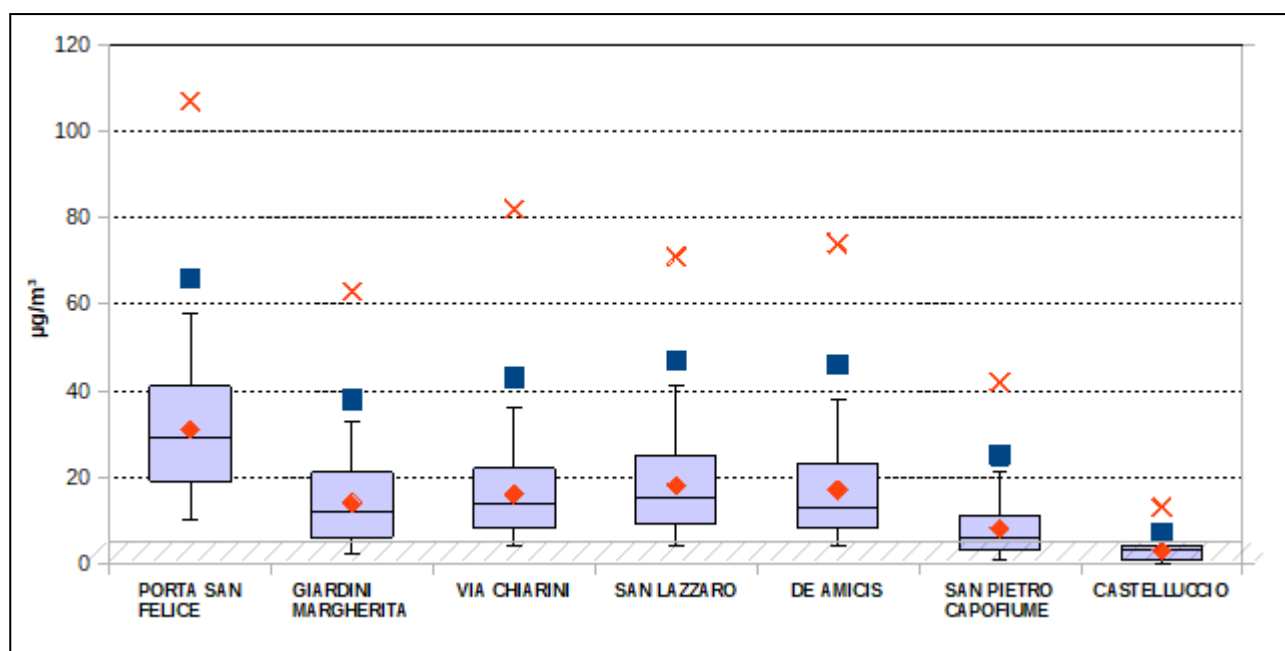


Figura 8 - NO<sub>2</sub> : Box Plot delle statistiche annuali 2025

Nel 2025 i livelli di concentrazione del biossido di azoto registrati dalle diverse centraline di monitoraggio presenti sul territorio bolognese (Tabella 6 e Figura 8) si sono mantenuti tutti al di sotto del valore limite previsto per la media annuale (pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), anche nella stazione da traffico di Porta San Felice che, in anni passati, ha spesso presentato superamenti di tale soglia. Le restanti stazioni presentano distribuzioni statistiche dei dati non troppo dissimili tra loro, se non per il caso delle stazioni di fondo remote di San Pietro Capofiume nella pianura a nord-est di Bologna e Castelluccio, stazione situata sull'Appennino bolognese, che presenta spesso concentrazioni orarie di biossido di azoto al di sotto del corrispondente limite di quantificazione e per la quale la dispersione dei valori risulta molto più contenuta.

Il valore limite sulla media oraria di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare per più di 18 ore nel corso di un anno, risulta rispettato in tutte le stazioni, così come, conseguentemente, la soglia di allarme di  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ciò conferma che, ormai, eventuali episodi di inquinamento acuto legati a concentrazioni orarie elevate di  $\text{NO}_2$  non rappresentano più un elemento di criticità.

NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Medie mensili anno 2025												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
PORTA SAN FELICE	33	40	34	27	29	24	25	20	28	43	38	33
GIARDINI MARGHERITA	24	25	18	13	8	< 8	< 8	< 8	9	16	20	20
CHIARINI	23	23	19	22	19	9	8	< 8	9	15	18	22
SAN LAZZARO DI SAVENA	28	28	20	15	10	10	10	10	13	21	24	27
IMOLA - DE AMICIS	27	27	17	11	10	8	9	9	12	18	24	26
SAN PIETRO CAPOFIUME	14	8	< 8	< 8	< 8	10	< 8	8	< 8	8	13	14
CASTELLUCCIO	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8

■ mesi con percentuale di dati validi < 90%

■ mesi con percentuale di dati validi < 75%

Tabella 7 - NO<sub>2</sub> Concentrazioni medie mensili 2025

L'analisi delle concentrazioni medie mensili calcolate per l'anno 2025 (Tabella 7 e Figure 9 e 10) permette di evidenziare, sia per le stazioni dell'Agglomerato che per quelle della Pianura, la presenza di un andamento legato alla stagionalità: si osserva infatti un incremento dei valori nei mesi più freddi dell'anno, quando tipicamente l' $\text{NO}_2$  raggiunge le concentrazioni più elevate anche a causa del funzionamento degli impianti di riscaldamento che ne incrementano la sintesi; mentre nei mesi più caldi, il biossido di azoto viene sia disperso più efficacemente dalle correnti ascensionali, sia rimosso dall'atmosfera per l'instaurarsi di reazioni fotochimiche concorrenti, favorite dalla maggiore intensità delle radiazioni ultraviolette, che portano alla formazione di composti che entrano in gioco nei processi di sintesi dell'ozono nella troposfera.

L'andamento dei dati della stazione di Porta San Felice presenta alcuni elementi di un certo interesse e non sempre in linea con lo storico della stazione. In particolare, si evidenziano alcuni periodi con andamenti non sempre concordi con quanto avviene nelle altre postazioni, come ad esempio nel trimestre ottobre-dicembre, in cui le medie mensili si riducono progressivamente anziché aumentare come avviene presso le altre stazioni. Anche nell'anno precedente si erano riscontrati andamenti anomali. Avendo escluso aspetti legati al corretto funzionamento della strumentazione, si può supporre che vi siano fattori esterni che contribuiscono ad alterare la distribuzione dei livelli di  $\text{NO}_2$  misurati. Il prosieguo del monitoraggio presso questa stazione darà indicazioni sulla stabilità di questo trend ed eventualmente sulle possibili motivazioni.

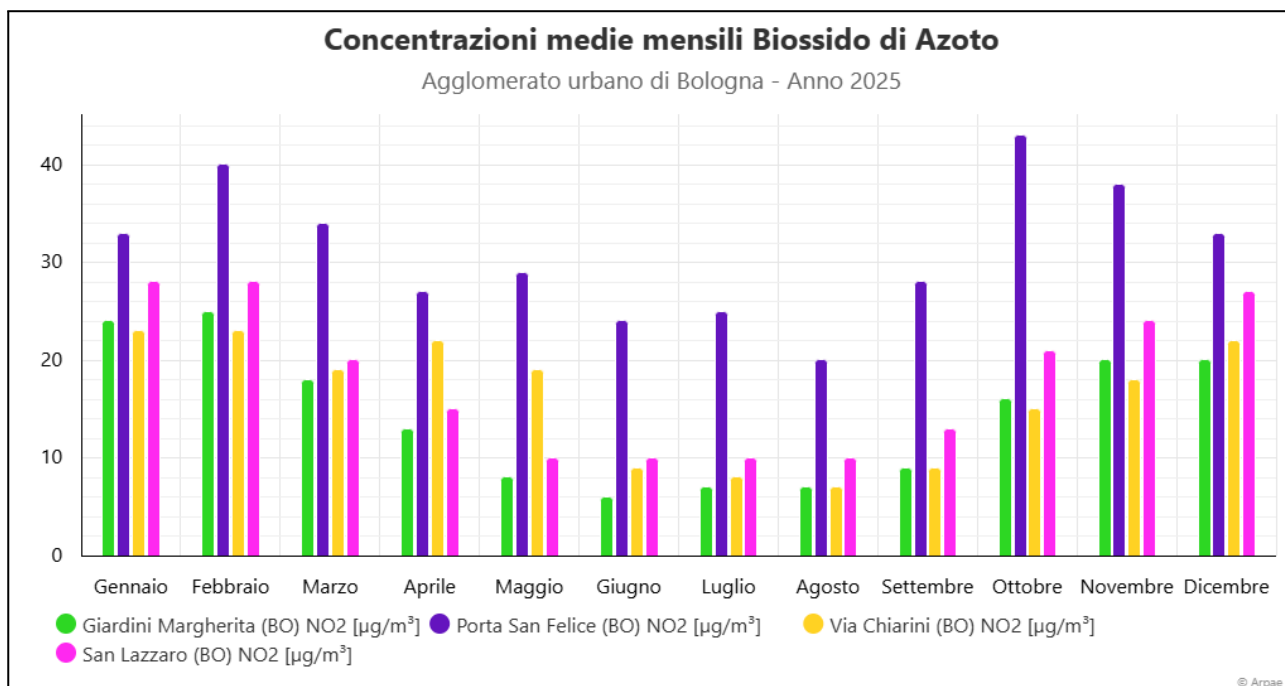


Figura 9 - Agglomerato - NO<sub>2</sub> Concentrazioni medie mensili 2025

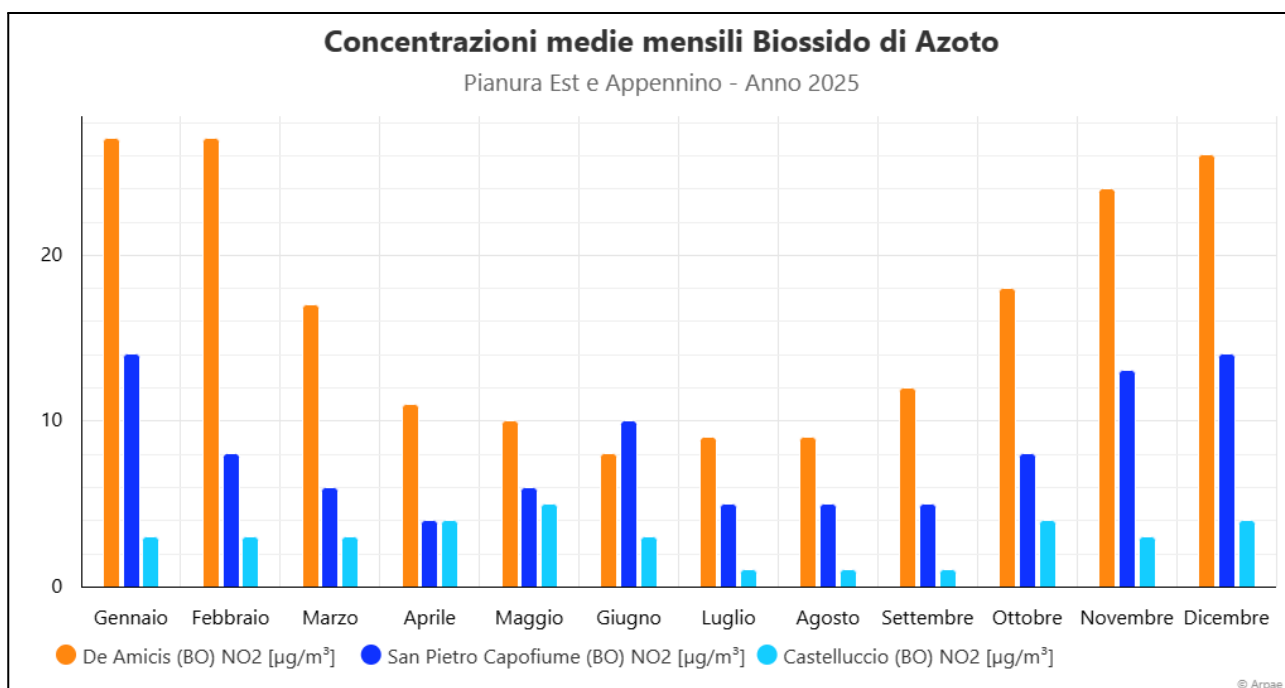


Figura 10 - Pianura e Appennino - NO<sub>2</sub> Concentrazioni medie mensili 2025

Per il biossido di azoto si elaborano anche gli andamenti delle concentrazioni orarie delle giornate tipo, sulle due stazioni di riferimento dell'area urbana: quella di traffico di Porta San Felice (Figura 11) e quella di fondo di Giardini Margherita (Figura 12). Per ciascun punto di misura si elaborano le giornate tipo estive e invernali distinguendo poi ulteriormente la tipologia di giornata, all'interno della settimana, tra feriali (lunedì-venerdì), sabato e domenica.

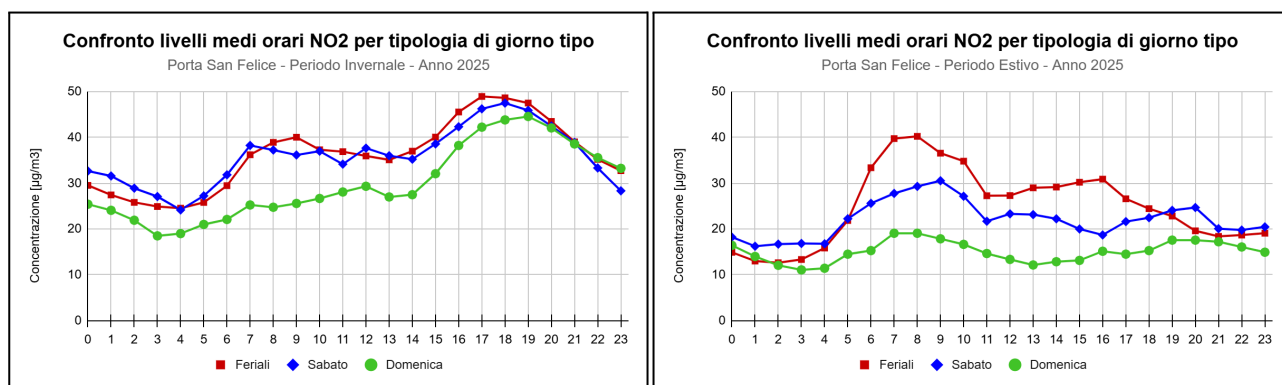


Figura 11 - Porta San Felice, NO<sub>2</sub>: Giorno tipo invernale (a sinistra) ed estivo (a destra)

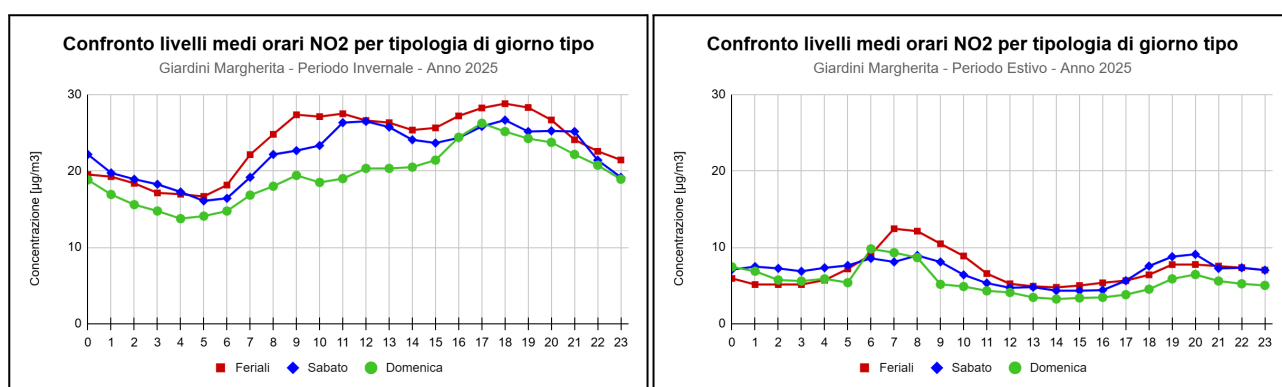


Figura 12 - Giardini Margherita, NO<sub>2</sub>: Giorno tipo invernale (a sinistra) ed estivo (a destra)

I grafici che ne risultano mostrano che l'andamento giornaliero delle concentrazioni ha una certa dipendenza dai flussi veicolari su entrambe le postazioni (più accentuata a Porta San Felice dove il traffico è più vicino alla stazione). In generale, le concentrazioni più elevate si registrano nelle ore di punta del traffico (periodi 7-9 e/o 17-19) per quasi tutte le tipologie di giornata. In estate, le concentrazioni minime risultano spesso quelle delle ore centrali o quelle prima dell'alba, probabilmente sia per effetto delle reazioni fotochimiche che rimuovono NO<sub>2</sub>, sia per effetto delle migliori condizioni di dispersione rispetto al periodo invernale.

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – Medie annuali 2016 – 2025										
Stazione	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PORTA SAN FELICE	52	46	49	46	38	43	39	43	28	31
GIARDINI MARGHERITA	31	25	22	21	17	17	18	16	15	14
CHIARINI	26	20	23	25	20	19	16	16	16	16
SAN LAZZARO DI SAVENA	29	25	25	21	23	24	25	24	19	18
IMOLA - DE AMICIS	24	25	25	24	27	26	20	18	16	17
SAN PIETRO CAPOFUME	14	13	12	15	15	12	13	10	10	8
CASTELLUCCIO	<12	<12	<12	<12	<8	<8	<8	<8	<8	<8

anni con percentuale di dati validi < 90%

Tabella 8 - NO<sub>2</sub>: Andamento temporale delle medie annuali

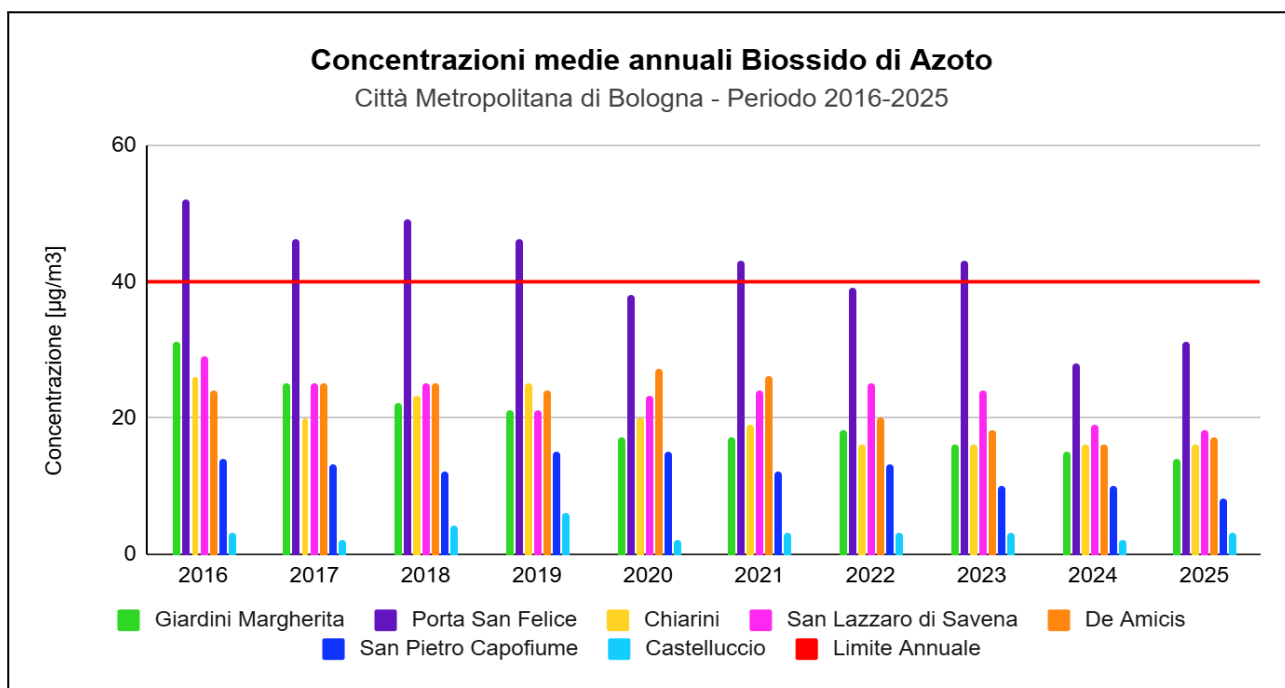


Figura 13 - NO<sub>2</sub> Confronto medie annuali 2016-2025

In Tabella 8 e nella successiva Figura 13 sono riportati i valori delle medie annuali degli ultimi 10 anni (a partire dal 2016) per le quali siano presenti almeno il 90% dei dati orari dell'anno. L'analisi della serie storica degli ultimi dieci anni di dati evidenzia, per tutte le stazioni, una generale tendenza alla riduzione delle concentrazioni medie di biossido di azoto in atmosfera, più marcata per alcuni siti piuttosto che per altri. Tuttavia, rispetto all'anno precedente, nel 2025 non si evidenziano sostanziali variazioni nelle medie annuali, se non per la stazione da traffico di Bologna Porta San Felice dove si osserva un lieve incremento del valore.

Il Decreto Legislativo del 13 agosto 2010 n.155 definisce inoltre il livello critico per la protezione della vegetazione per la concentrazione nell'aria ambiente di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), fissato in 30 µg/m<sup>3</sup> come valore medio annuo. La normativa pone questo limite unicamente per le stazioni ubicate a oltre 20 km dalle aree urbane e a oltre 5 km da altre zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade di grande comunicazione. Nel territorio della Città Metropolitana di Bologna, questo criterio è soddisfatto solo per le stazioni di San Pietro Capofiume (Molinella) e Castelluccio (Alto Reno Terme). In Tabella 9 sono riportati i valori calcolati della grandezza in oggetto per queste due stazioni. Come si può osservare, in entrambi i casi il livello critico annuale fissato dalla normativa viene rispettato.

NO <sub>x</sub> anno 2025 – Concentrazioni in µg/m <sup>3</sup>		
Stazione	N. dati validi	MEDIA
SAN PIETRO CAPOFIUME	8560	12
CASTELLUCCIO	8273	< 8
<b>LIVELLO CRITICO</b>	<i>Media annuale</i>	<b>30 µg/m<sup>3</sup></b>

Tabella 9 - Protezione della Vegetazione: NO<sub>x</sub> Media annuale 2025

## OZONO

### Che cos'è

L'ozono è un componente gassoso dell'atmosfera, molto reattivo e aggressivo. Negli strati alti dell'atmosfera terrestre (stratosfera) è di origine naturale e aiuta a proteggere la vita sulla Terra, creando uno scudo che filtra i raggi ultravioletti del Sole. Invece negli strati bassi dell'atmosfera terrestre (troposfera) è presente in concentrazioni elevate a seguito di situazioni d'inquinamento e provoca disturbi irritativi all'apparato respiratorio e danni alla vegetazione.

### Come si origina

Oltre che in modo naturale, per interazione tra i composti organici emessi in natura e l'ossigeno dell'aria per azione dell'irraggiamento solare, l'ozono si produce anche per effetto dell'immissione di composti organici volatili e ossidi di azoto provenienti dalle attività umane. L'immissione di inquinanti primari (prodotti dal traffico, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione di carburanti etc.) favorisce quindi la produzione di un eccesso di ozono rispetto alle quantità altrimenti presenti in natura durante i mesi estivi.

**NOTA:** Nel 2025 è stata recepita una disposizione del BIPM (acronimo francese che identifica l'ufficio internazionale dei pesi e delle misure) che modifica il valore della sezione d'urto di assorbimento dell'ozono. La revisione di tale parametro fisico comporta anche l'adeguamento della strumentazione di misura. Al fine di armonizzare i dati e la loro confrontabilità alle nuove disposizioni, si è proceduto ad un ricalcolo dei livelli misurati durante l'anno, introducendo un fattore moltiplicativo pari a +1,29%; ciò ha comportato un leggero incremento nei valori del periodo antecedente l'applicazione della modifica. I dati che seguono e le relative elaborazioni per il 2025 sono già allineati con questa disposizione.

O <sub>3</sub> anno 2025 - Concentrazioni in µg/m <sup>3</sup>								
Stazione	N. dati validi	MIN	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX
GIARDINI MARGHERITA	8624	< 8	38	46	94	110	127	188
VIA CHIARINI	8661	< 8	37	47	102	124	147	213
SAN PIETRO CAPOFIUME	8693	< 8	46	53	106	122	139	196
CASTELLUCCIO	8644	< 8	48	49	70	76	82	124

Tabella 10 - Ozono: Parametri statistici - anno 2025

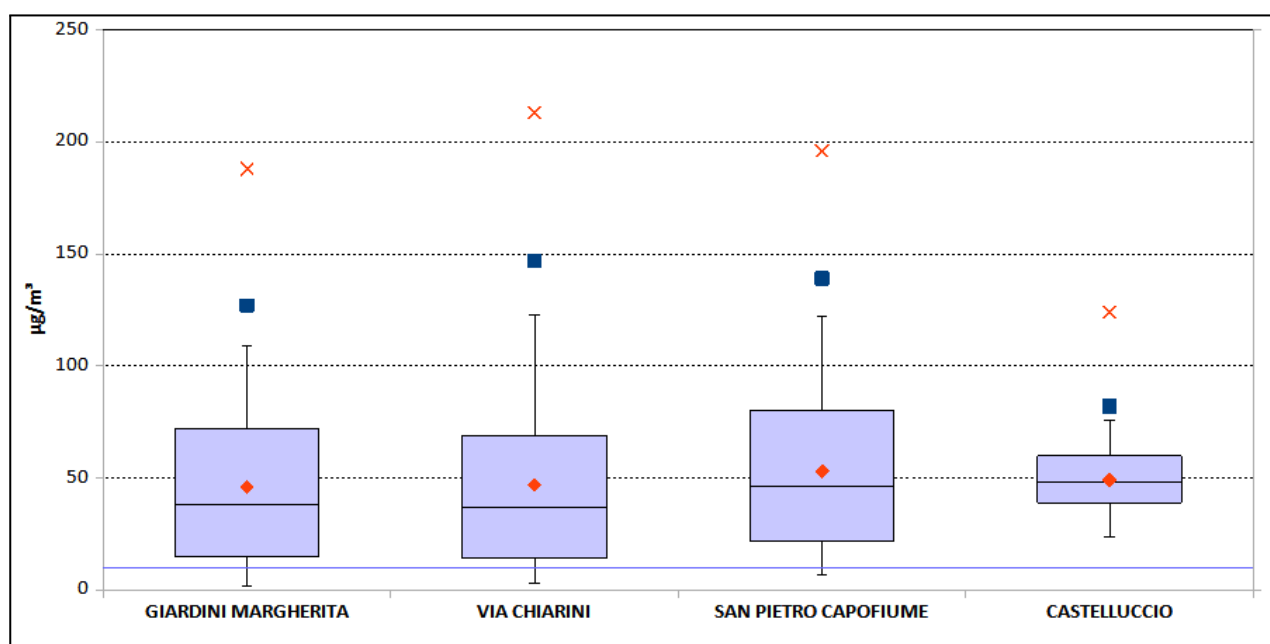


Figura 14 - O<sub>3</sub> : Box Plot delle statistiche annuali 2025

L'analisi statistica (Tabella 10) e il box plot (Figura 14) dei dati di ozono rilevati sul territorio bolognese mostrano andamenti e valori molto simili per tutte le centraline, con l'eccezione di Castelluccio, la cui distribuzione dei dati risulta più compatta attorno al valore mediano rispetto alle altre stazioni. Tale distribuzione indica un andamento delle concentrazioni mediamente più costante durante l'anno rispetto al resto della rete, probabilmente a causa dell'ubicazione del sito.

Dall'analisi delle concentrazioni medie mensili calcolate per l'anno 2025 (Figura 15 e Tabella 11) è possibile mettere in evidenza l'andamento stagionale dell'ozono, simile in quasi tutte le stazioni in cui questo parametro è stato rilevato (stazioni di fondo). I valori medi mensili più elevati sono stati registrati tra giugno e agosto per le stazioni poste in pianura, con una crescita più graduale nella transizione inverno-estate e un rapido calo nel passaggio estate-inverno. A Castelluccio, stazione dell'Appennino, i valori di O<sub>3</sub> presentano, come già visto, una minore variabilità, con concentrazioni relativamente alte (nel confronto con le altre stazioni) anche nei mesi invernali e primaverili.

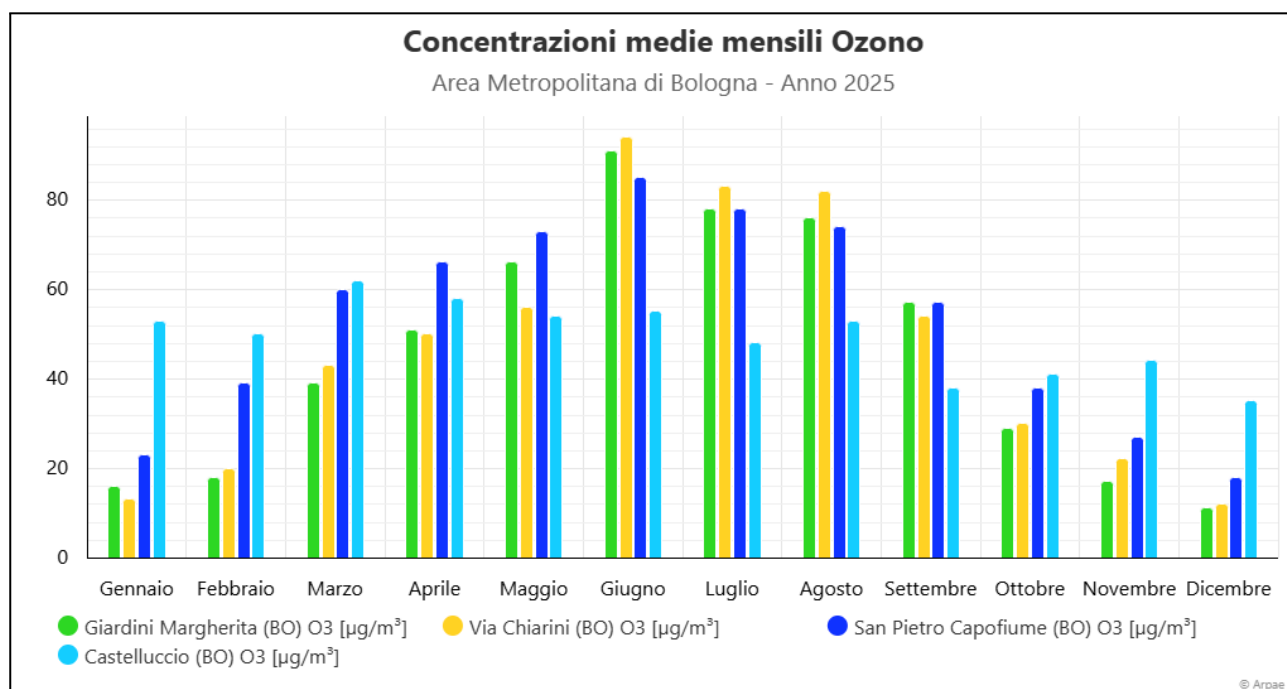


Figura 15 - O<sub>3</sub> Concentrazioni medie mensili 2025

O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) - Medie mensili anno 2025												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
GIARDINI MARGHERITA	16	18	39	51	66	91	78	76	57	29	17	11
VIA CHIARINI	13	20	43	50	56	94	83	82	54	30	22	12
SAN PIETRO CAPOFIUME	23	39	60	66	73	85	78	74	57	38	27	18
CASTELLUCCIO	53	50	62	58	54	55	48	53	38	41	44	35

Tabella 11 - O<sub>3</sub> Concentrazioni medie mensili

Rispetto all'anno precedente, non si osservano sostanziali modifiche negli andamenti stagionali delle concentrazioni medie mensili, ad esclusione del mese di giugno.

Per quanto attiene all'ozono troposferico, il D.Lgs. 155/2010, stabilisce limiti da rispettare per la protezione della salute umana riferiti sia al breve periodo sia al medio-lungo periodo.

In particolare, per il breve periodo sono definite 2 soglie di concentrazione limite:

- la "soglia di informazione", pari a 180 µg/m<sup>3</sup> di ozono misurato in aria come media oraria;
- la "soglia di allarme" pari a 240 µg/m<sup>3</sup> di ozono misurato in aria come media oraria.

Secondo la normativa, il calcolo del numero di superamenti nell'anno richiede una percentuale del 90% di dati validi per cinque mesi su sei nel periodo da aprile a settembre, condizione verificatasi per tutte le stazioni della Rete nell'anno in esame. In Tabella 12 sono riportate le ore di superamento per la soglia di informazione con un dettaglio mensile.

O <sub>3</sub> anno 2025 - Numero ore di superamento soglia di informazione (180 µg/m <sup>3</sup> )													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2025
GIARDINI MARGHERITA	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
VIA CHIARINI	0	0	0	0	0	20	2	0	0	0	0	0	22
SAN PIETRO CAPOFIUME	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9
CASTELLUCCIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 12 - Ozono: Superamenti soglia di informazione

Relativamente alla soglia di allarme (240 µg/m<sup>3</sup>) non sono stati registrati superamenti in nessuna delle stazioni dell'area metropolitana.

Per quanto riguarda la protezione della salute umana sul medio e lungo periodo, il decreto prevede il valore obiettivo a lungo termine, calcolato come massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore, pari a 120 µg/m<sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni. In Tabella 13 è riportato il numero di superamenti del valore obiettivo registrati per l'anno 2025, considerato come media degli ultimi 3 anni. Come si può osservare, per le stazioni di fondo, con l'esclusione di Castelluccio, si registra ancora il superamento del limite normativo previsto.

O <sub>3</sub> anno 2025 - Numero giorni di superamento valore obiettivo (120 µg/m <sup>3</sup> )		
Stazione	<i>media su 3 anni</i>	
GIARDINI MARGHERITA	39	
VIA CHIARINI	46	
SAN PIETRO CAPOFIUME	44	
CASTELLUCCIO	0	
<b>LIMITE NORMATIVO</b>	<b>N° max sup.</b>	<b>25</b>

 > del valore limite

Tabella 13 - Ozono: Superamenti valore obiettivo per la salute umana

Il numero di superamenti riferiti all'ultimo anno è invece riportato in Tabella 14.

O <sub>3</sub> anno 2025 - Numero giorni di superamento obiettivo a lungo termine (120 µg/m <sup>3</sup> )													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2025
GIARDINI MARGHERITA	0	0	0	0	0	13	4	9	1	0	0	0	27
VIA CHIARINI	0	0	0	0	1	19	15	16	3	0	0	0	54
SAN PIETRO CAPOFIUME	0	0	0	0	6	20	14	11	1	0	0	0	52
CASTELLUCCIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 14 - Ozono: Superamenti obiettivo a lungo termine per la salute umana

Le rappresentazioni del giorno tipo stagionale (Figura 16) evidenziano per l'estate un andamento che segue il processo di formazione dell'inquinante, con livelli più elevati nelle ore centrali della giornata, caratterizzate da maggiore intensità della radiazione solare. In tale periodo, per le stazioni della pianura (con l'eccezione quindi di quella di Castelluccio), i valori più elevati di concentrazione non si discostano molto tra loro, indipendentemente dalle differenti tipologie di contesto (fondo urbano, suburbano o rurale). Nel periodo invernale invece, l'andamento orario dei livelli di ozono nella giornata tipo, pur presente, è nettamente meno marcato rispetto all'estate, con la stazione di Castelluccio (fondo remoto) che, in questo caso, presenta livelli di concentrazione orari quasi sempre superiori a quelli delle altre stazioni.

La generale maggiore costanza degli andamenti orari della stazione di Castelluccio è probabilmente da mettere in relazione con la sua ubicazione in un'area boschiva dell'Appennino a circa 900 metri s.l.m. e con le diverse condizioni ambientali che ne derivano rispetto al contesto della pianura in cui sono posizionate le altre centraline.

In generale, le concentrazioni di ozono, composto molto reattivo, possono essere influenzate dalle dinamiche di trasporto e degradazione di inquinanti precursori verso le aree rurali che, come si può osservare nel diagramma relativo al periodo invernale, possono così trovarsi ad essere interessate da livelli più elevati rispetto alle aree urbane vicine. Inoltre, soprattutto in presenza di basse intensità di radiazione solare, una parte dell'ozono viene eliminata per reazione con gli ossidi di azoto, solitamente maggiormente presenti nelle aree cittadine; tutto ciò fa sì che in generale, nel periodo invernale, nelle aree rurali e suburbane, l'accumulo di ozono sia favorito rispetto a quanto avviene per le aree urbane e cittadine.

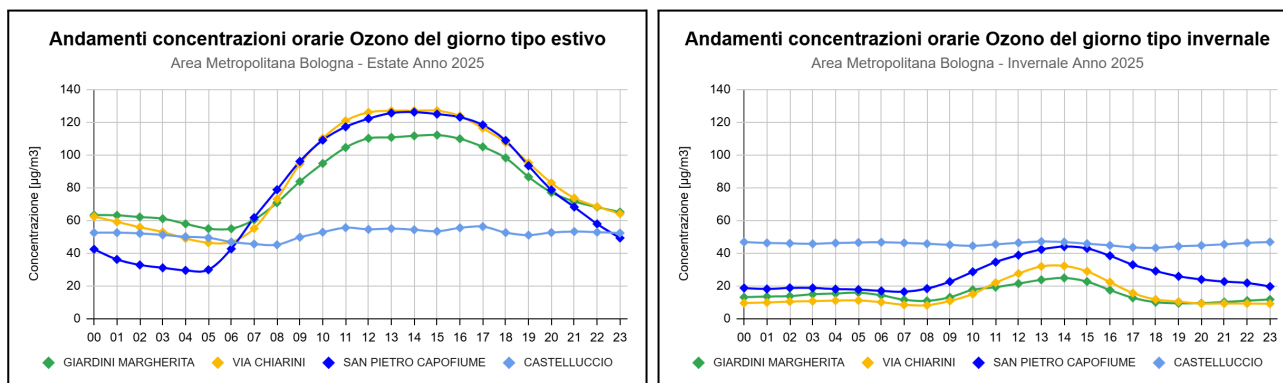


Figura 16 - Ozono: Giorno tipo estivo (a sinistra) e invernale (a destra)

Il D.Lgs. 155/2010 introduce inoltre un valore obiettivo e un obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione, entrambi riferiti all'AOT40 (Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb). Questo parametro è definito come la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  corrispondenti a 40 ppb e il valore di  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sull'intera stagione vegetativa (fissata nel trimestre maggio-luglio), utilizzando i valori orari rilevati ogni giorno tra le h 8:00 e le h 20:00, ora dell'Europa Centrale.

I limiti normativi di tale indicatore (misurato in  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ) sono fissati a 18000 come media su 5 anni per il valore obiettivo e a 6000 in riferimento all'anno in esame per l'obiettivo a lungo termine. Se non è possibile determinare le medie su cinque anni in base a una serie intera e consecutiva di dati annui, la valutazione della conformità ai valori obiettivo si può riferire, come minimo, ai dati relativi a tre anni.

La normativa definisce anche i criteri per l'individuazione delle stazioni soggette alle finalità di questa misurazione; per le loro caratteristiche, le stazioni rappresentative della rete di Bologna sono quelle di fondo suburbano Via Chiarini, di fondo rurale San Pietro Capofiume e di fondo remoto Castelluccio.

Per il 2025 si evidenziano medie superiori sia per il valore obiettivo (media degli ultimi 5 anni), sia per il valore obiettivo a lungo termine, per le postazioni di Chiarini e San Pietro Capofiume, mentre per la stazione di Castelluccio i valori di AOT40 risultano entro il limite (Tabella 15).

<b>O<sub>3</sub> anno 2025 - Valori AOT40 (concentrazioni in <math>\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}</math>)</b>		
<b>Stazione</b>	<b>AOT stimato</b>	<b>media ultimi 5 anni</b>
<b>VIA CHIARINI</b>	29744	24575
<b>SAN PIETRO CAPOFIUME</b>	34281	29597
<b>CASTELLUCCIO</b>	315	1760
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>Obiettivo a lungo termine</b> 6000	<b>Valore obiettivo</b> 18000

 > del valore limite

Tabella 15 - Protezione della Vegetazione: AOT40

In Tabella 16 e Tabella 17 sono riportate le serie storiche dal 2016 al 2025 dei superamenti rispettivamente della soglia di informazione e dell'obiettivo a lungo termine. Dai valori disponibili non si evince un trend specifico sul lungo periodo per i due indicatori.

<b>O<sub>3</sub> soglia di informazione - Numero ore di superamento media oraria (<math>180 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>) 2016-2025</b>										
<b>Stazione</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
<b>GIARDINI MARGHERITA</b>	9	15	0	18	0	0	7	2	1	2
<b>VIA CHIARINI</b>	9	29	0	25	6	0	5	0	2	22
<b>SAN PIETRO CAPOFIUME</b>	4	0	0	2	0	3	0	0	0	9
<b>CASTELLUCCIO</b>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0


 numero di mesi estivi validi < 5

Tabella 16 - O<sub>3</sub>: Andamento temporale dei superamenti della soglia di informazione

O <sub>3</sub> obiettivo a lungo termine - Numero giorni di superamento max media oraria 8h (120 µg/m <sup>3</sup> ) 2016-2025										
Stazione	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
GIARDINI MARGHERITA	45	52	39	59	33	34	56	49	40	27
VIA CHIARINI	46	51	39	60	34	42	54	44	41	54
SAN PIETRO CAPOFUME	45	15	45	51	26	52	71	40	38	52
CASTELLUCCIO	1	11	0	5	0	8	0	0	0	0

■ numero di mesi estivi validi < 5

Tabella 17 - O<sub>3</sub>: Andamento temporale dei superamenti dell'obiettivo a lungo termine

In Figura 17 invece sono riportate le serie annuali dei superamenti dell'obiettivo a lungo termine confrontati con la stima del numero di giorni meteorologicamente favorevoli alla formazione di ozono, definiti come le giornate in cui la temperatura massima supera i 29°C. Dal punto di vista qualitativo si osserva un andamento spesso concorde fra le due grandezze ma non per tutte le stazioni, a conferma di come la formazione dell'ozono sia anche governata dalle condizioni meteorologiche e dalla morfologia territoriale. Come nei tre anni precedenti, anche nel 2025 alla variazione del numero di giorni potenzialmente critici è corrisposta una variazione dello stesso segno delle medie annuali e del numero di superamenti della soglia obiettivo a lungo termine, almeno per le stazioni urbane e della pianura bolognese.

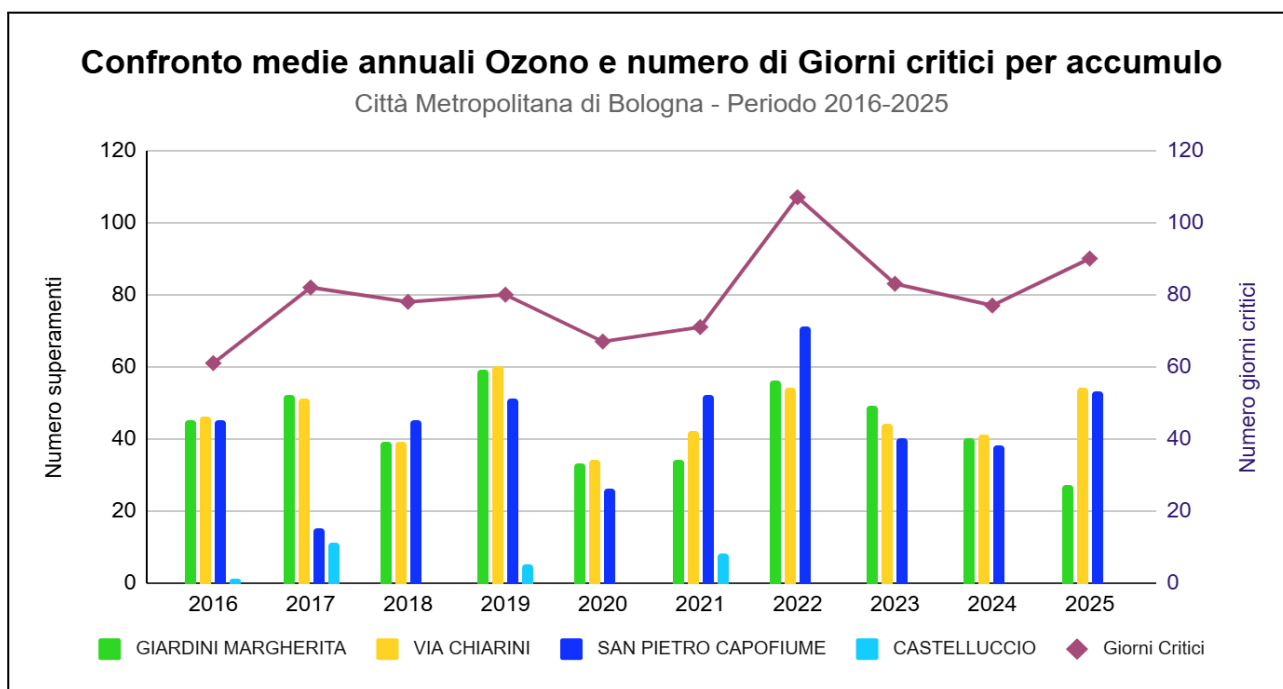


Figura 17 - O<sub>3</sub> Confronto superamenti obiettivo a lungo termine e numero stimato di giorni critici

## MONOSSIDO DI CARBONIO

### Che cos'è

Il monossido di carbonio (CO) è un inquinante gassoso primario derivante dalla combustione; è incolore e inodore. Si forma durante la combustione in condizioni di difetto d'aria, ovvero quando il quantitativo di ossigeno non è sufficiente per ossidare completamente le sostanze organiche. Poiché il CO ha una affinità per l'emoglobina superiore a quella dell'ossigeno, già a concentrazioni nel sangue pari al 10% si possono manifestare ipossia, emicrania, stanchezza e difficoltà respiratorie.

### Come si origina

La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% delle emissioni a livello mondiale). La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni maggiori nelle condizioni tipiche del traffico urbano intenso e rallentato. La continua evoluzione delle tecnologie utilizzate ha comunque permesso di ridurre al minimo la presenza di questo inquinante in aria.

CO anno 2025 – Concentrazioni in mg/m <sup>3</sup>								
Stazione	N. dati validi	MIN	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX
PORTA SAN FELICE	8713	<0,4	0,4	0,5	0,9	1,0	1,2	2,0

Tabella 18 - Monossido di carbonio: Parametri statistici - anno 2025

Dall'inizio del 2020 nell'area metropolitana di Bologna è presente un solo analizzatore di monossido di carbonio installato presso la stazione di Porta San Felice (stazione da traffico dell'area urbana di Bologna). Il valore limite di 10 mg/m<sup>3</sup> come massima concentrazione media giornaliera su 8 ore, fissato dalla normativa, non è stato superato da diversi anni, così come accaduto anche nel 2025; anche riferendosi al valore massimo assoluto registrato, siamo a un quinto del limite consentito, confermando che il monossido di carbonio non rappresenta una criticità, tanto che la rete di monitoraggio prevede la rilevazione del monossido di carbonio solo nelle stazioni da traffico, ovvero dove più alta si presume sia la sua concentrazione. Tipicamente, i valori più elevati sono quelli delle ore di punta del traffico nel periodo invernale, quando la stabilità atmosferica o le inversioni termiche impediscono la dispersione dei gas.

Le concentrazioni medie mensili, come si può vedere dalle successive Tabella 19 e Figura 19, presentano valori molto bassi lungo tutto l'anno, di circa un ordine di grandezza inferiori al limite, confermando quanto già detto a proposito dei parametri statistici; nei mesi primaverili ed estivi, i livelli di CO scendono rapidamente sotto limite di quantificazione dello strumento (0,4 mg/m<sup>3</sup>), a seguito della maggior instabilità atmosferica e dello spegnimento del riscaldamento residenziale.

CO (mg/m <sup>3</sup> ) – medie mensili anno 2025												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
PORTA SAN FELICE	0,8	0,9	0,5	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	0,7	0,8

Tabella 19 - CO Concentrazioni medie mensili 2025

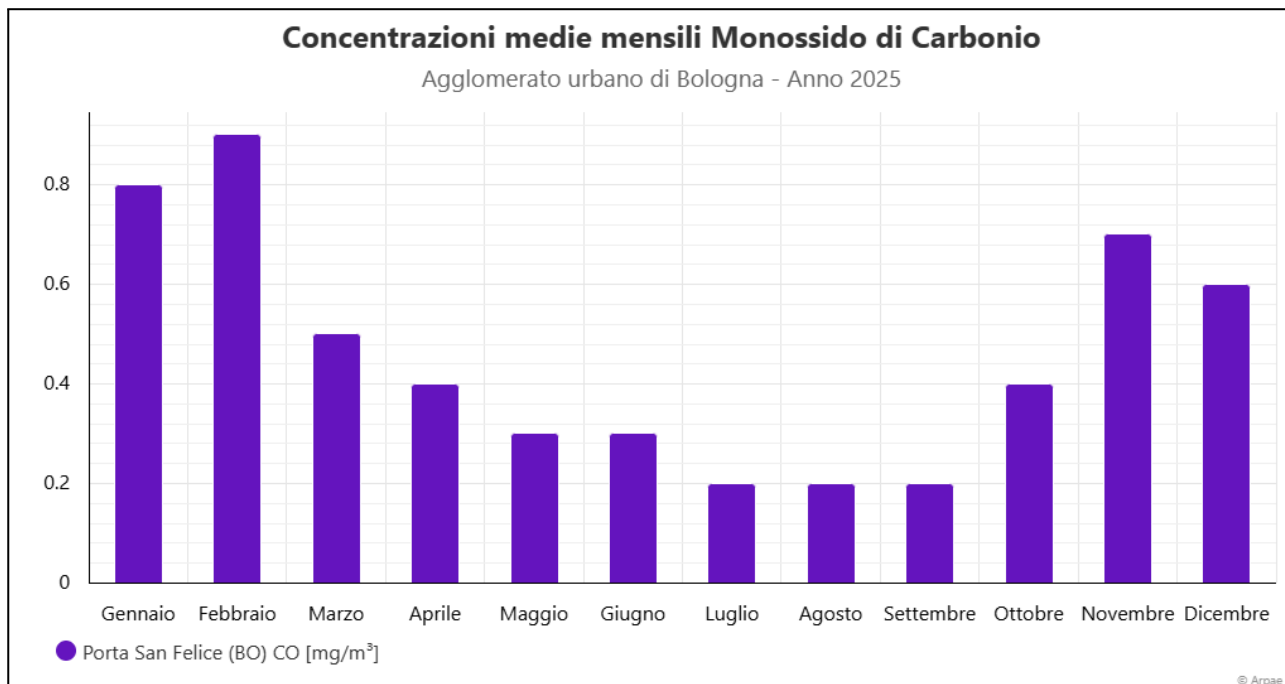


Figura 19 - CO Concentrazioni medie mensili 2025

Il grafico riportato nella successiva Figura 20 illustra gli andamenti dei livelli di concentrazione orari relativi al giorno tipo invernale ed estivo. Gli andamenti evidenziano massimi orari nelle ore di punta del traffico nel periodo diurno e in quello serale, più marcati nei mesi invernali. In estate i valori diminuiscono presentando un andamento più costante durante tutto l'arco della giornata.

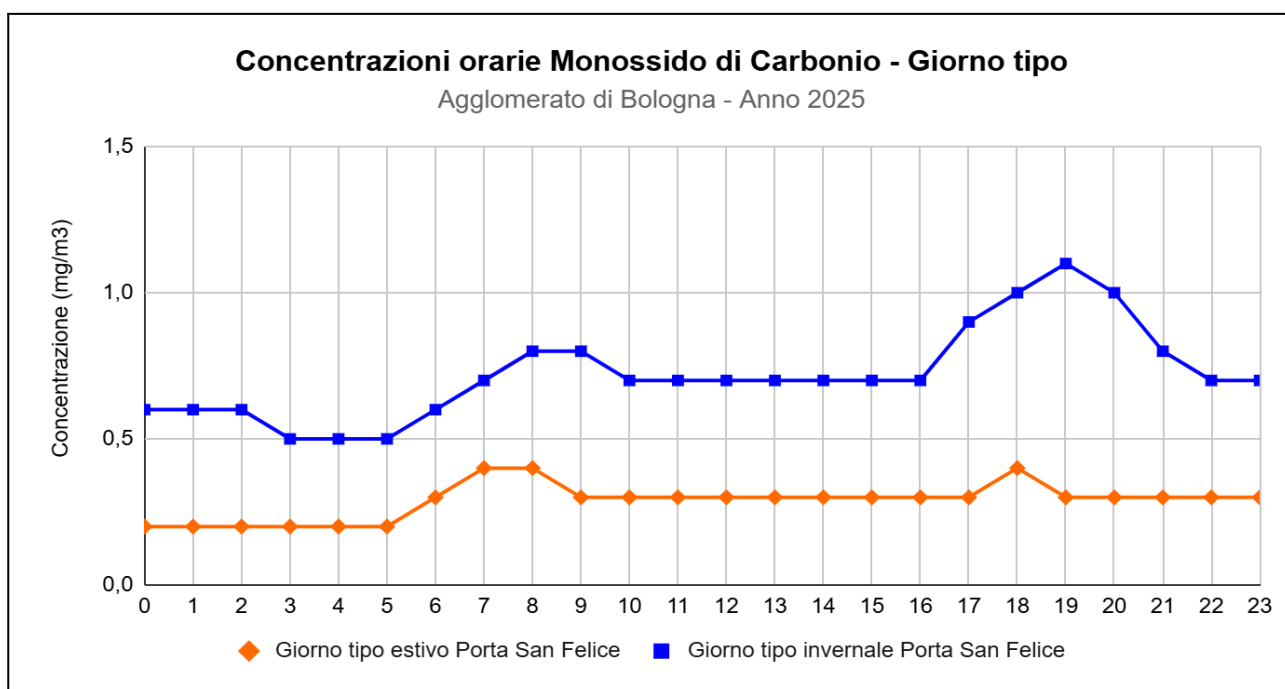


Figura 20 - Stazione da traffico, CO: giorno tipo invernale ed estivo

Come si evince dalla Tabella 20 e dalla Figura 21, i valori medi annuali nel periodo 2016-2025 non presentano eccessive variazioni e si collocano intorno a una media molto lontana dal limite legislativo, analogamente a quanto rilevato su tutto il territorio regionale.

CO (mg/m <sup>3</sup> ) – medie annuali 2016-2025										
Stazione	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PORTA SAN FELICE	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5

Tabella 20 - CO confronto medie annuali 2016-2025

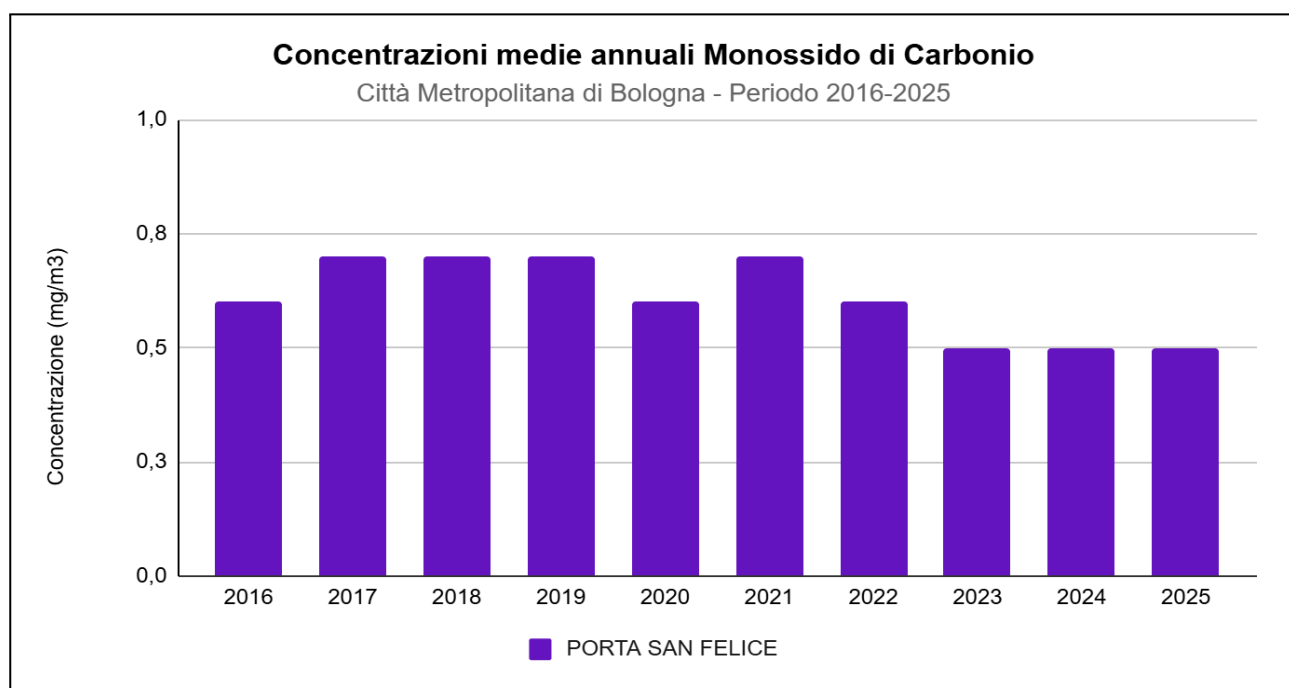


Figura 21 - CO Andamento temporale delle medie annuali

## BENZENE

### Che cos'è

Il benzene è un composto organico volatile, incolore e dal caratteristico odore aromatico pungente. L'effetto più noto dell'esposizione cronica riguarda la potenziale cancerogenicità del benzene sul sistema emopoietico (cioè sul sangue). L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I, in grado di produrre varie forme di leucemia.

### Come si origina

In passato il benzene è stato ampiamente utilizzato come solvente in molteplici attività industriali e artigianali. La maggior parte del benzene oggi prodotto (85%) trova impiego nella chimica come materia prima per numerosi composti secondari. Il benzene è, inoltre, contenuto nelle benzine, nelle quali viene aggiunto, insieme ad altri composti aromatici, per conferire le volute proprietà antidetonanti e per aumentare il "numero di ottani" in sostituzione totale dei composti del piombo.

C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> anno 2025 – Concentrazioni in µg/m <sup>3</sup>								
Stazione	N. dati validi	MIN	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX
PORTA SAN FELICE	8238	0,1	0,8	1,0	1,9	2,3	2,8	5,8
VALORE LIMITE		Media annuale		5,0	µg/m <sup>3</sup>			

Tabella 21 - Benzene: Parametri statistici e confronto coi limiti di legge - anno 2025

Come presentato in Tabella 21, il valore medio annuale misurato presso la stazione da traffico di Porta San Felice risulta significativamente inferiore al valore limite di 5 µg/m<sup>3</sup>. La distribuzione statistica (Figura 22) presenta valori entro il 98° percentile inferiori al limite annuale.

In Figura 23 e Tabella 22 è riportato l'andamento della concentrazione media mensile. Le concentrazioni più elevate si osservano nei mesi invernali, con il valore massimo di 1,6 µg/m<sup>3</sup> raggiunto in tutti e tre i mesi invernali (gennaio, febbraio e dicembre).

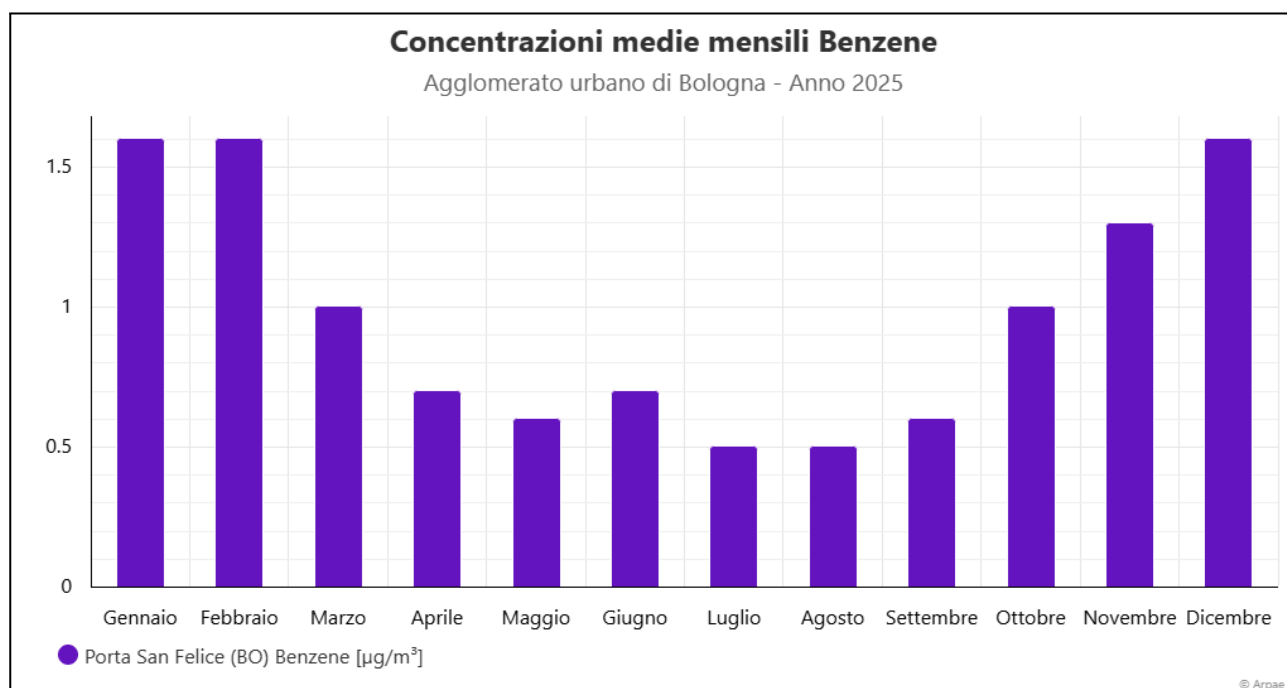


Figura 23 - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> Concentrazioni medie mensili 2025

C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – medie mensili anno 2025												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
PORTA SAN FELICE	1,6	1,6	1,0	0,7	0,6	0,7	0,5	0,5	0,6	1,0	1,3	1,6

■ mesi con percentuale di dati validi < 90%      ■ mesi con percentuale di dati validi < 75%

Tabella 22 - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> Concentrazioni medie mensili 2025

Il grafico in Figura 24 illustra il giorno tipo invernale e quello estivo per il benzene. Gli andamenti evidenziano, nel periodo invernale, massimi orari che risultano più marcati nelle ore di punta del traffico, sia in periodo diurno che serale. In estate i valori diminuiscono, presentando un andamento più costante durante l'arco della giornata.

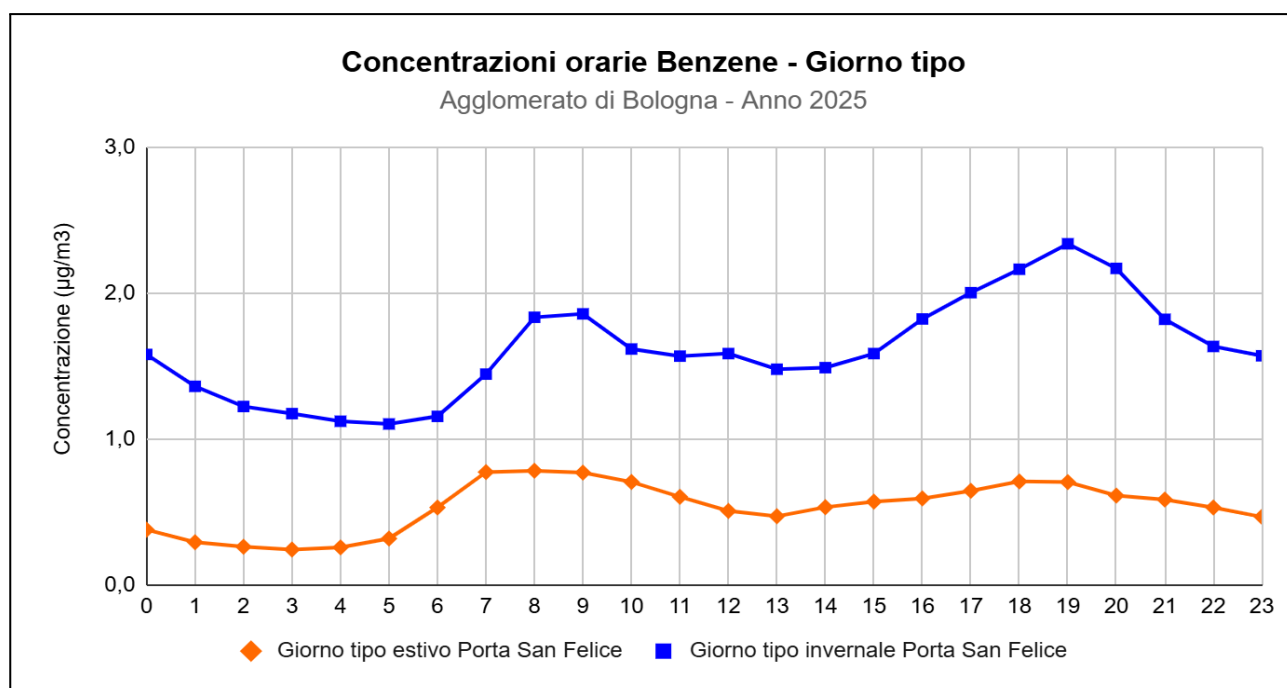


Figura 24 - Stazione da traffico, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>: giorno tipo invernale ed estivo

I dati riportati in Tabella 23 e il relativo grafico di Figura 25 mostrano l'andamento temporale delle concentrazioni medie annuali nel decennio 2016-2025.

A tal riguardo, si evidenzia che negli ultimi tre anni la concentrazione media annuale di benzene si è mantenuta costante sul valore di 1 µg/m<sup>3</sup>, ben al di sotto del limite normativo.

C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) - Medie Annuali 2016 - 2025										
Stazione	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PORTA SAN FELICE	1,4	1,4	1,4	1,1	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0

■ mesi con percentuale di dati validi < 90%

Tabella 23 - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>: Andamento temporale delle medie annuali

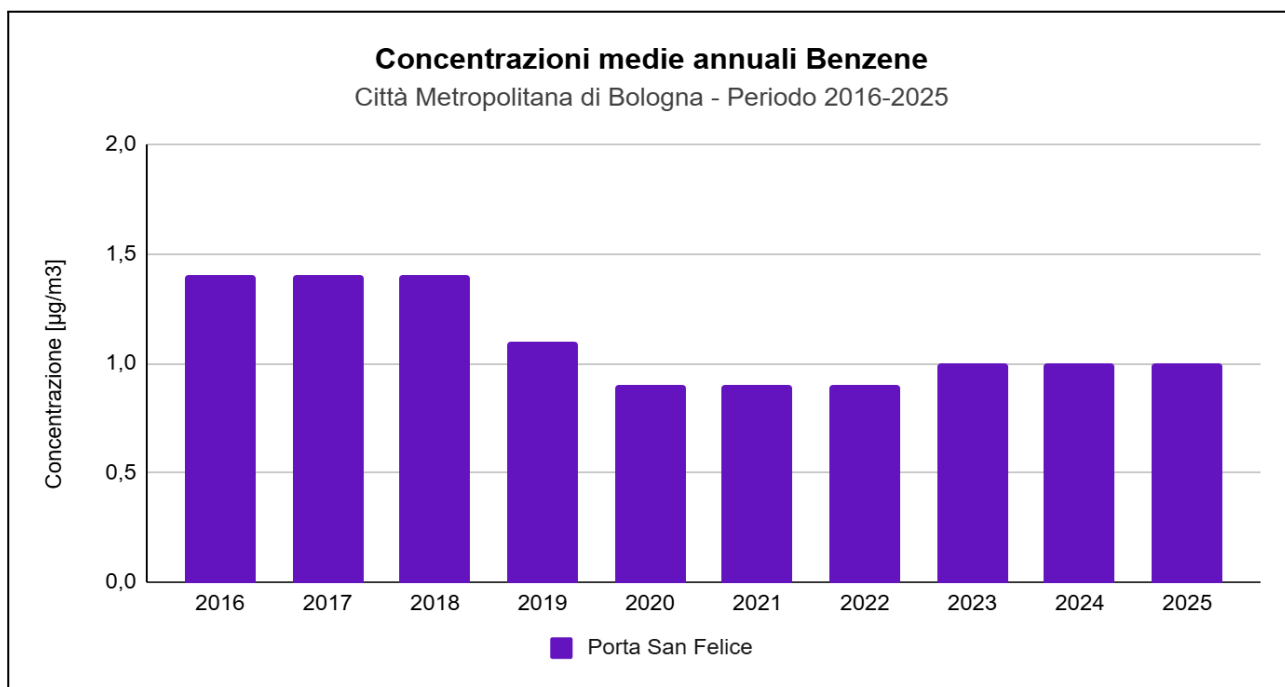


Figura 25 - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> Confronto medie annuali 2016-2025

## PARTICOLATO PM10

### Che cos'è

Per materiale particolato aerodisperso si intende l'insieme delle particelle atmosferiche solide e liquide aventi diametro aerodinamico variabile tra 0.1 e circa 100 µm (1 µm = 1 millesimo di millimetro).

Il termine PM<sub>10</sub> identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale a 10 µm. In generale il particolato di queste dimensioni si caratterizza per i lunghi tempi di permanenza in atmosfera che lo rendono trasportabile anche a grandi distanze dal punto di emissione. La sua natura chimica è complessa e variabile; esso è in grado di penetrare nell'apparato respiratorio e, quindi, avere effetti negativi sulla salute.

### Come si origina

Il particolato PM<sub>10</sub> è in parte emesso direttamente dalle sorgenti (PM<sub>10</sub> primario) e in parte si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (PM<sub>10</sub> secondario). Inoltre il PM<sub>10</sub> può avere sia origine naturale (erosione delle rocce, eruzioni vulcaniche, incendi boschivi), che antropica (combustioni e altro). Tra le sorgenti antropiche un importante ruolo è rappresentato dal traffico veicolare. Di origine antropica sono anche molte delle sostanze gassose che contribuiscono alla formazione di PM<sub>10</sub>, come gli ossidi di zolfo e di azoto, i COV (Composti Organici Volatili) e l'ammoniaca.

PM <sub>10</sub> anno 2025 - Concentrazioni in µg/m <sup>3</sup>								
Stazione	N. dati validi	MIN	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX
PORTA SAN FELICE	362	5	21	24	40	52	57	103
GIARDINI MARGHERITA	346	3	17	21	35	45	52	103
CHIARINI	354	<3	14	17	34	42	49	88
SAN LAZZARO DI SAVENA	353	<3	19	22	37	43	50	91
IMOLA - DE AMICIS	353	<3	18	21	35	43	52	90
SAN PIETRO CAPOFIUME	357	<3	20	24	43	52	63	92
CASTELLUCCIO	352	<3	7	8	15	18	21	34
VALORE LIMITE		media annuale		40	µg/m <sup>3</sup>			

■ media annuale > valore limite      ■ percentuale di dati validi < 90%

Tabella 24 - Particolato PM<sub>10</sub>: Parametri statistici e confronto coi limiti di legge

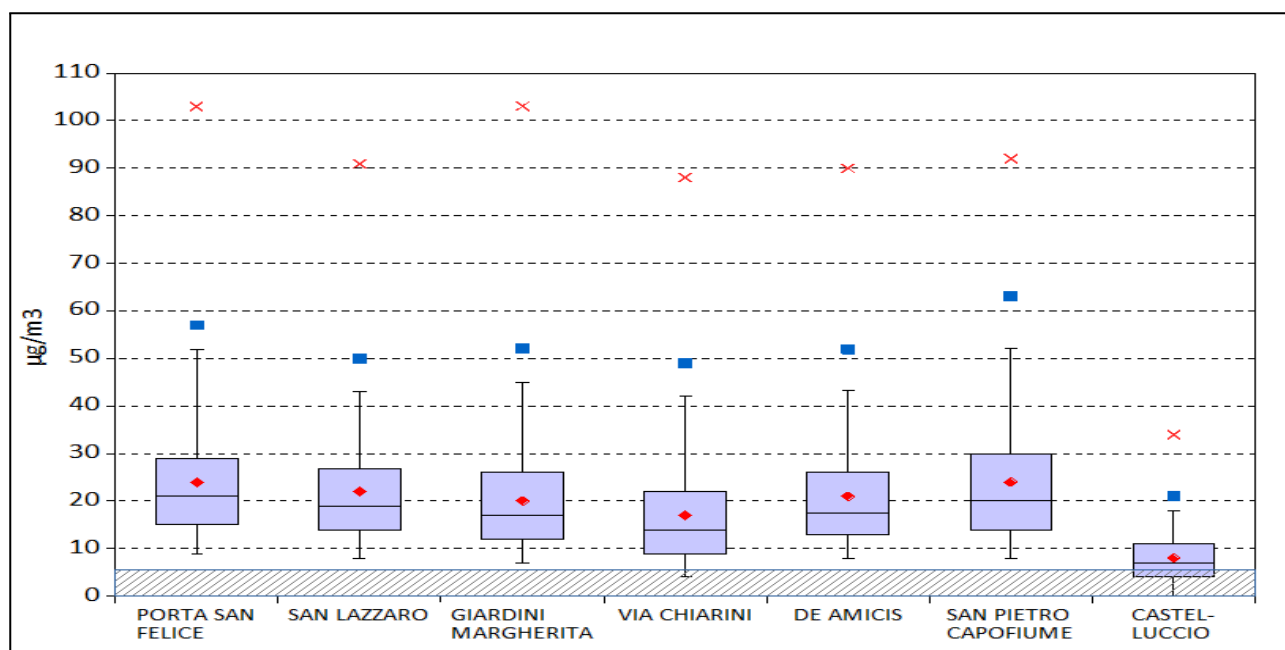


Figura 26 - PM10 : Box Plot delle statistiche annuali 2025

La statistica presente in Tabella 24 mostra che nel 2025 le concentrazioni medie annuali non hanno superato il valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup> in nessuno dei siti di misura. Escludendo la stazione di fondo remoto di Castelluccio sull'Appennino (che registra una media di 8 µg/m<sup>3</sup>), le medie annuali delle altre centraline si attestano su valori prossimi alla metà del limite di legge, variando dai 17 µg/m<sup>3</sup> di via Chiarini ai 24 µg/m<sup>3</sup> di Porta San Felice e San Pietro Capofiume.

Il box plot di Figura 26 evidenzia che, per la maggior parte delle stazioni, le distribuzioni annuali dei dati sono maggiormente disperse verso i valori massimi e risultano piuttosto simili tra loro per i vari siti (tale andamento è in parte interpretabile con la natura parzialmente secondaria del particolato). L'unica eccezione è rappresentata dalla stazione di Castelluccio, situata sull'Appennino, la cui distribuzione risulta maggiormente compatta e centrata attorno a un valore medio nettamente inferiore rispetto a quelli delle altre postazioni della rete.

In Tabella 25 vengono riepilogati i dati relativi alle medie mensili per l'anno 2025. Come si può notare, per tutte le stazioni, con l'eccezione di Castelluccio, si evidenzia un andamento generale in linea con le caratteristiche delle diverse stagioni, con valori più elevati nei mesi invernali e più ridotti in quelli estivi.

Per quanto riguarda la stazione appenninica di Castelluccio (che si trova al di sopra dei 900 metri s.l.m.), gli andamenti sono, come di consueto, quasi rovesciati rispetto a quelli di tutte le altre stazioni che si trovano in pianura: i livelli di concentrazione meno elevata si riscontrano nei mesi invernali, mentre con l'arrivo dei mesi più caldi, le concentrazioni sembrano aumentare con l'incremento della quota dello strato di rimescolamento.

Si possono tuttavia evidenziare alcune peculiarità nell'andamento dei dati dell'anno in oggetto, una delle quali riguarda il mese di giugno in cui, su tutti i siti di misura, le concentrazioni medie mensili risultano più elevate rispetto a quelle dei mesi primaverili (marzo-maggio). Un'altra lieve anomalia è rappresentata dal mese di settembre che, sulle varie stazioni, presenta livelli inferiori a quelli di agosto.

PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) - Medie mensili anno 2025												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
PORTA SAN FELICE	35	42	22	19	15	23	17	19	16	20	28	34
GIARDINI MARGHERITA	29	36	18	19	13	23	14	18	15	19	26	30
CHIARINI	32	38	19	17	13	20	11	17	13	17	24	29
SAN LAZZARO DI SAVENA	25	31	13	11	10	18	10	13	10	14	24	30
IMOLA - DE AMICIS	27	35	18	16	12	23	14	17	14	18	25	28
SAN PIETRO CAPOFIUME	36	34	16	17	14	29	17	22	17	23	32	34
CASTELLUCCIO	5	7	7	9	7	16	8	11	9	7	7	4

■ mesi con percentuale di dati validi < 90%      ■ mesi con percentuale di dati validi < 75%

Tabella 25 - PM10 Concentrazioni medie mensili 2025

Nei grafici seguenti sono riportati gli andamenti delle concentrazioni medie mensili per il 2025 per i siti dell'agglomerato di Bologna (Figura 27) e per quelli della pianura est e dell'Appennino (Figura 28).

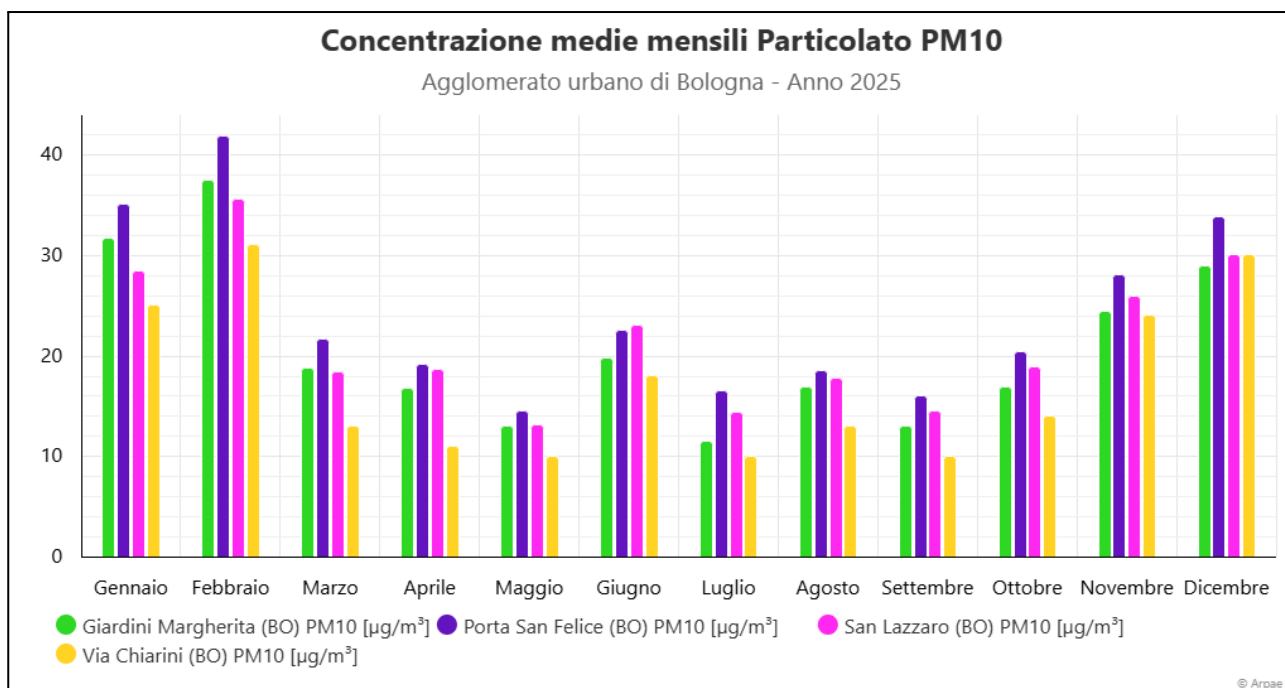


Figura 27 - Agglomerato - PM<sub>10</sub> Concentrazioni medie mensili 2025

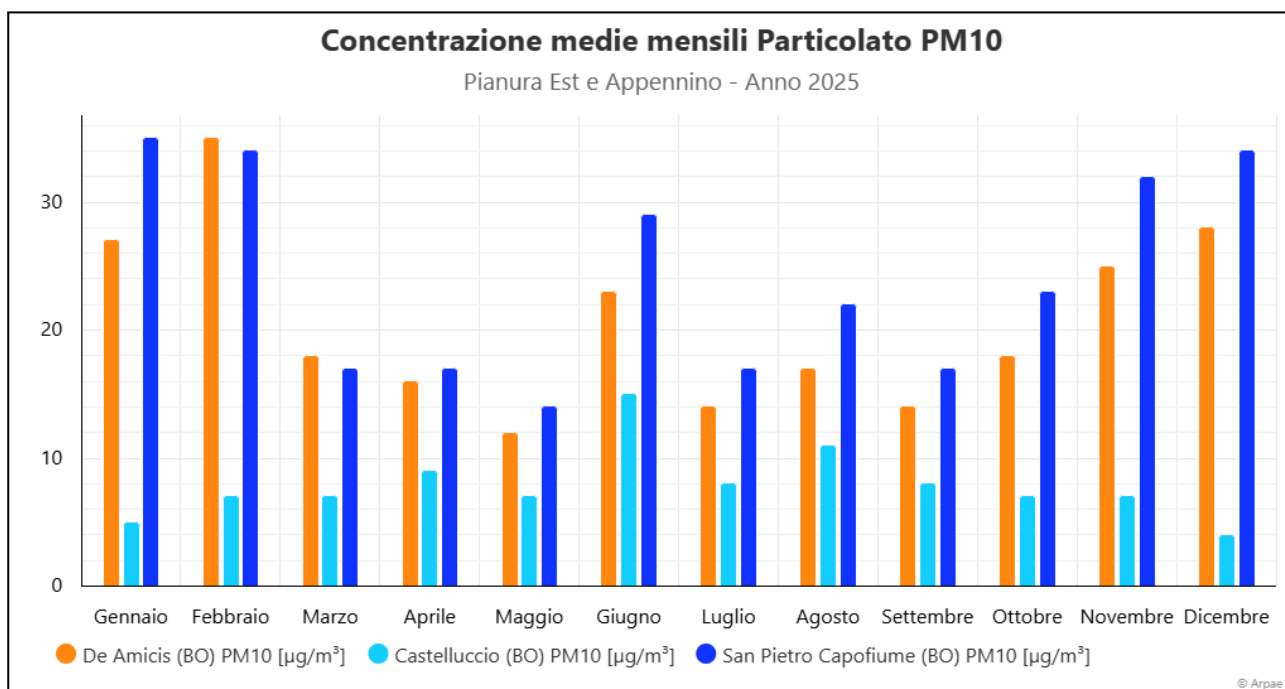


Figura 28 - Pianura e Appennino - PM<sub>10</sub> Concentrazioni medie mensili 2025

Per quanto riguarda il numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nell'anno 2025, in Tabella 26 è riportato il riepilogo degli stessi suddiviso su base mensile. Il numero annuale massimo di 35 giorni di superamento, consentito dalla normativa, non è stato superato in nessuna delle centraline di monitoraggio. Il numero maggiore di superamenti si è registrato a San Pietro Capofiume (21 giorni) e Porta San Felice (20 giorni).

Facendo un confronto con l'anno precedente, si osserva che il 2025 ha visto una lieve riduzione delle medie annuali e una netta riduzione del numero di superamenti su tutti i siti, con l'eccezione di quello di San Pietro Capofiume dove c'è stato un lieve incremento su entrambe le tipologie di dato.

PM <sub>10</sub> anno 2025 - numero giorni di superamento del valore limite giornaliero (50 µg/m <sup>3</sup> )													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2025
PORTA SAN FELICE	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	20
GIARDINI MARGHERITA	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
CHIARINI	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
S.LAZZARO DI SAVENA	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7
IMOLA - DE AMICIS	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	10
S.PIETRO CAPOFIUME	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	21
CASTELLUCCIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

■ mesi con percentuale di dati validi < 90%      ■ mesi con percentuale di dati validi < 75%

Tabella 26 - PM<sub>10</sub> : Superamenti del valore limite giornaliero - anno 2025

Allargando l'osservazione all'ultimo decennio, i valori del 2025 si inseriscono perfettamente nel quadro di stabilizzazione raggiunto nell'area bolognese. Le medie annuali si confermano saldamente e costantemente al di sotto dei 30 µg/m<sup>3</sup> in tutti i siti di indagine (Figura 29 e Tabella 27) e anche la tendenza sul lungo periodo nel numero dei superamenti giornalieri mostra un consolidamento verso il basso (Figura 30 e Tabella 28).

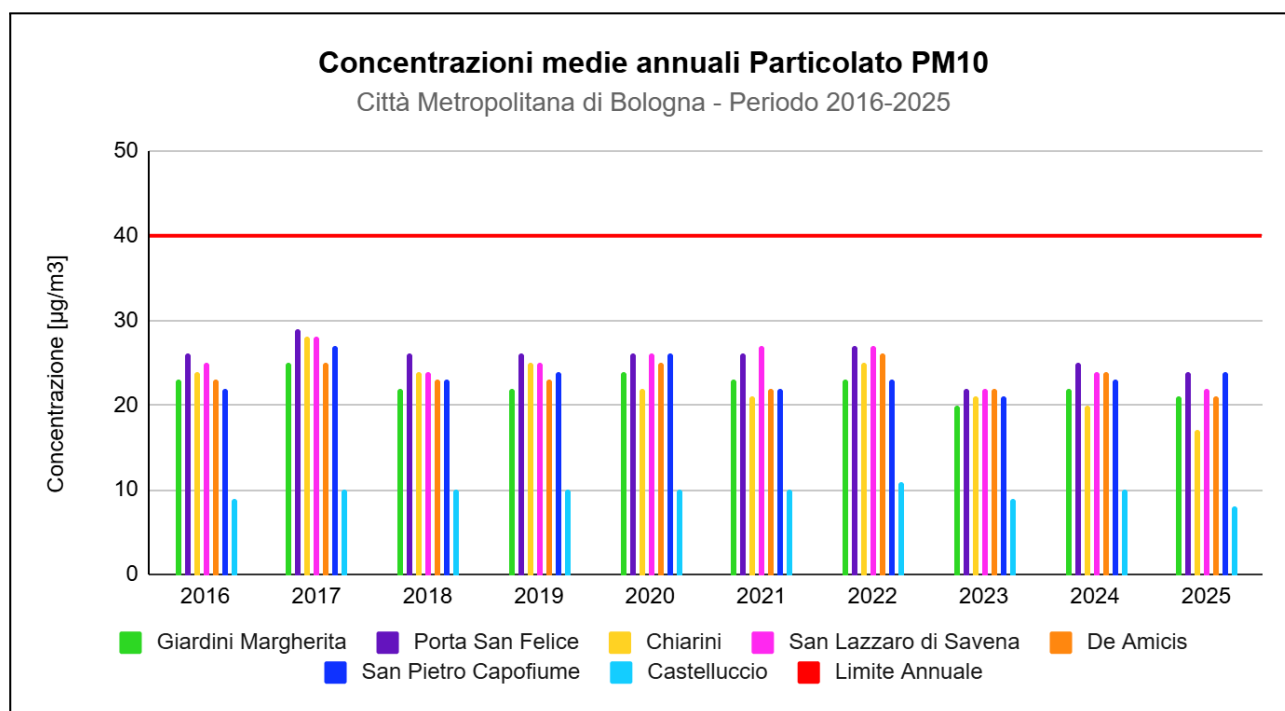


Figura 29 - PM<sub>10</sub> Andamento delle medie annuali 2016-2025

PM <sub>10</sub> ( µg/m <sup>3</sup> ) - Medie annuali 2016 – 2025										
Stazione	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PORTA SAN FELICE	26	29	26	26	26	26	27	22	25	24
GIARDINI MARGHERITA	23	25	22	22	24	23	23	20	22	21
CHIARINI	24	28	24	25	22	21	25	21	20	17
SAN LAZZARO DI SAVENA	25	28	24	25	26	27	27	22	24	22
IMOLA - DE AMICIS	23	25	23	23	25	22	26	22	24	21
SAN PIETRO CAPOFIUME	22	27	23	24	26	22	23	21	23	24
CASTELLUCCIO	9	10	10	10	10	10	11	9	10	8

■ anni con percentuale di dati validi < 90%      ■ anni con percentuale di dati validi < 75%

Tabella 27 - PM<sub>10</sub>: Andamento temporale delle medie annuali

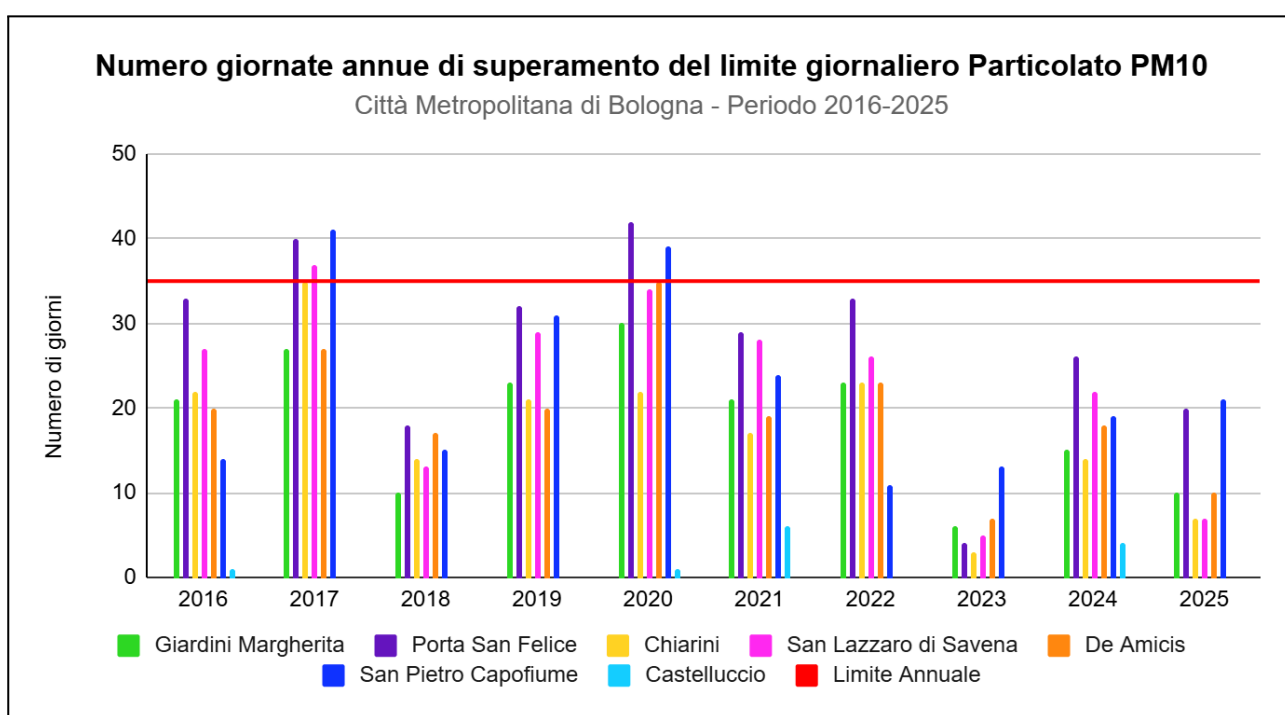


Figura 30 - PM<sub>10</sub> Confronto superamenti annuali del limite giornaliero 50 µg/m<sup>3</sup> periodo 2016-2025

PM <sub>10</sub> - numero giorni di superamento del valore limite giornaliero (50 µg/m <sup>3</sup> ) 2016 – 2025										
Stazione	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PORTA SAN FELICE	33	40	18	32	42	29	33	4	26	20
GIARDINI MARGHERITA	21	27	10	23	30	21	23	6	15	10
CHIARINI	22	35	14	21	22	17	23	3	14	7
SAN LAZZARO DI SAVENA	27	37	13	29	34	28	26	5	22	7
IMOLA - DE AMICIS	20	27	17	20	35	19	23	7	18	10
SAN PIETRO CAPOFIUME	14	41	15	31	39	24	11	13	19	21
CASTELLUCCIO	1	0	0	0	1	6	0	0	4	0

■ anni con percentuale di dati validi < 90%      ■ anni con percentuale di dati validi < 75%

Tabella 28 - PM<sub>10</sub>: Andamento temporale dei superamenti del valore limite giornaliero

## PARTICOLATO PM2.5

### Che cos'è

Per frazione fine del particolato si intendono tutte le particelle solide o liquide sospese nell'aria con dimensioni microscopiche e quindi inalabili. Il  $PM_{2.5}$  è definito come il materiale particolato con un diametro aerodinamico medio inferiore a  $2,5 \mu m$  ( $1 \mu m = 1$  millesimo di millimetro).

### Come si origina

È originato sia per emissione diretta (particelle primarie), che per reazioni nell'atmosfera di composti chimici quali ossidi di azoto e zolfo, ammoniaca e composti organici (particelle secondarie). Le sorgenti del particolato possono essere antropiche e naturali. Le fonti antropiche sono riconducibili principalmente ai processi di combustione quali: emissioni da traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, combustibili liquidi, legno, rifiuti, rifiuti agricoli), emissioni industriali (cementifici, fonderie, miniere). Come per il  $PM_{10}$ , le fonti naturali sono sostanzialmente: aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento etc.

PM <sub>2.5</sub> anno 2025 - Concentrazioni in $\mu g/m^3$								
Stazione	N. dati validi	MIN	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX
PORTA SAN FELICE	362	<3	10	13	27	34	42	82
GIARDINI MARGHERITA	359	<3	9	14	28	37	43	96
SAN PIETRO CAPOFUME	361	<3	12	16	33	43	53	81
CASTELLUCCIO	354	<3	5	4	8	10	14	22
VALORE LIMITE		media annuale		25	$\mu g/m^3$			

Tabella 29 - Particolato  $PM_{2.5}$ : Parametri statistici

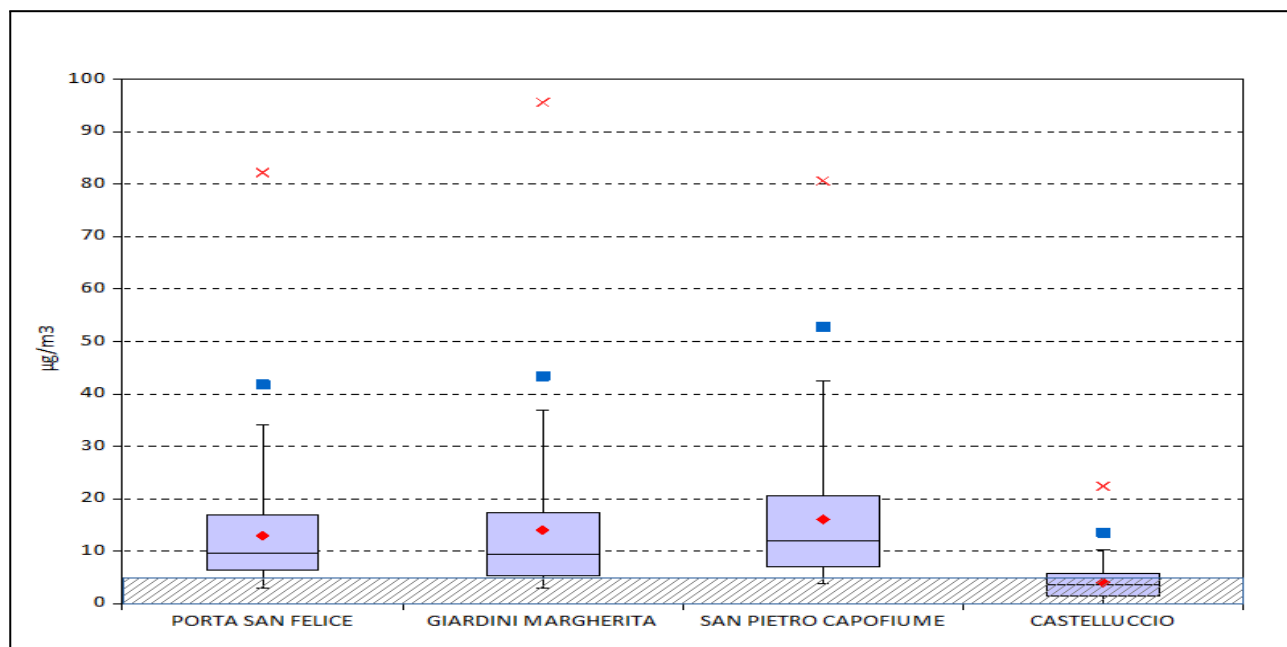


Figura 31 - PM2.5 : Box Plot delle statistiche annuali 2025

Le concentrazioni medie annue per il particolato PM<sub>2,5</sub> risultano, anche nel 2025, nettamente inferiori sia rispetto al valore limite di 25 µg/m<sup>3</sup> che al valore limite indicativo di 20 µg/m<sup>3</sup> (che avrebbe dovuto entrare in vigore dal 1° gennaio 2020) per tutte le postazioni presenti sul territorio metropolitano.

In Figura 31 il box plot illustra per le stazioni di Pianura e Agglomerato una distribuzione dei dati abbastanza omogenea, favorita dalle caratteristiche chimico-fisiche del PM<sub>2,5</sub>. Analogamente a quanto visto per il particolato PM<sub>10</sub>, anche per le PM<sub>2,5</sub> la stazione di Castelluccio ha un comportamento a sé stante.

Una considerazione a parte va comunque fatta relativamente ai dati rilevati nelle stazioni di Giardini Margherita e San Pietro Capofiume. In queste centraline le misure del particolato PM<sub>2,5</sub> vengono fatte da un paio di anni con l'utilizzo di strumenti a lettura ottica, contrariamente a quanto avviene sulle altre due stazioni, dove vengono utilizzati i più tradizionali lettori beta. Ciò potrebbe comportare alcune lievi differenze in sede di confronto tra i dati delle stazioni relativi al 2025, rispetto alle situazioni riscontrate negli anni precedenti.

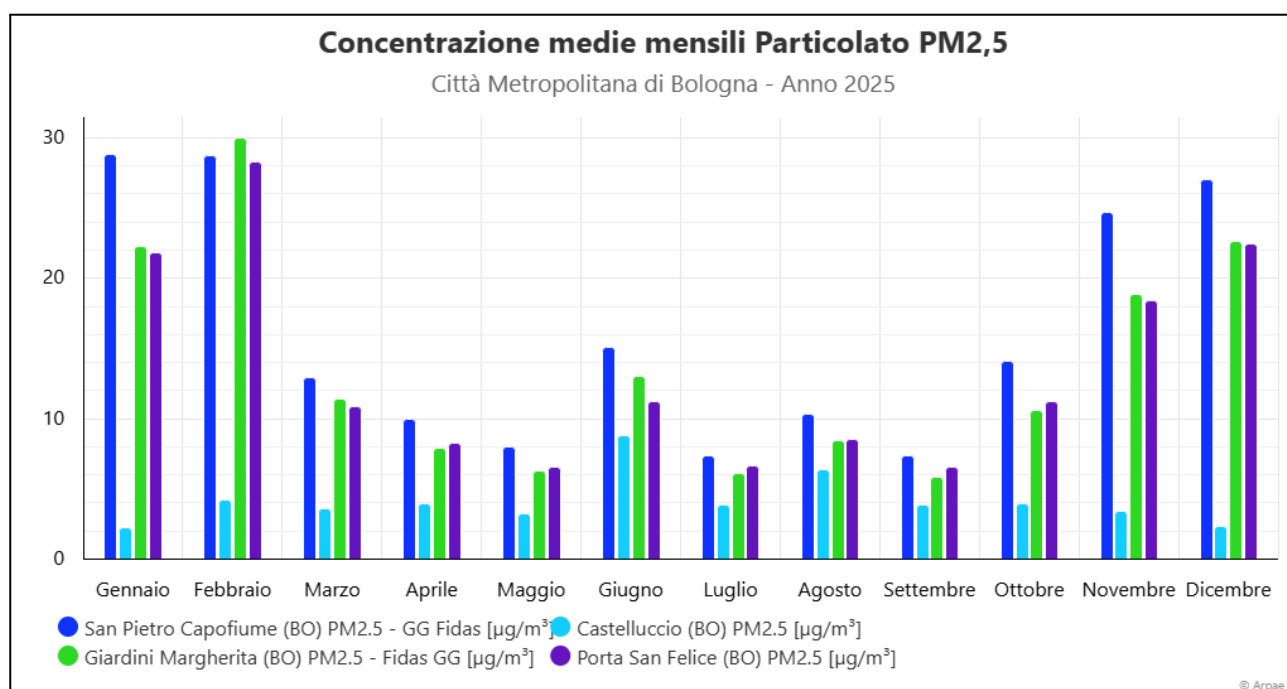


Figura 32 - PM<sub>2,5</sub>: Andamento temporale delle medie mensili - anno 2025

PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) - Medie mensili anno 2025												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
GIARDINI MARGHERITA	22	30	11	8	6	13	6	8	6	11	19	23
PORTA SAN FELICE	22	28	11	8	7	11	7	9	7	11	18	22
SAN PIETRO CAPOFIUME	29	29	13	10	8	15	7	10	7	14	25	27
CASTELLUCCIO	2	4	4	4	3	9	4	6	4	4	3	2

■ mesi con percentuale di dati validi < 90%      ■ mesi con percentuale di dati validi < 75%

Tabella 30 - PM<sub>2,5</sub> Concentrazioni medie mensili 2025

L'andamento delle medie mensili nel 2025 per le varie stazioni, riportato in Figura 32 e Tabella 30, evidenzia il classico andamento stagionale di questo inquinante, con valori più elevati in autunno e in inverno. Tuttavia, anche per il particolato  $PM_{2,5}$ , come già visto per il  $PM_{10}$ , si può osservare, su tutte le stazioni, un picco delle concentrazioni medie nel mese di giugno, abbastanza insolito, dal momento che risulta addirittura superiore alle medie di ottobre.

Un altro aspetto interessante è il confronto tra i valori medi mensili di  $PM_{2,5}$  e  $PM_{10}$ , in particolare l'andamento mensile dei rapporti percentuali tra le due specie può fornire indicazioni sulle relazioni tra le due frazioni di particolato nei vari periodi stagionali nei diversi siti di misura. Il rapporto  $PM_{2,5}/PM_{10}$  presenta infatti una variabilità che dipende, oltre che dalla tipologia delle fonti primarie, anche da fattori stagionali.

Come si può osservare dal grafico riportato in Figura 33, le distribuzioni relative ai diversi siti risultano abbastanza simili, sia come andamenti che come valori, almeno per quanto riguarda il periodo estivo e di inizio autunno, in cui generalmente i rapporti rientrano nel range tra il 40% e il 60% circa. Nei mesi invernali e primaverili, invece, gli andamenti risultano distribuiti su un intervallo di valori più ampio che varia tra il 45% e l'85%.

I valori più elevati che si raggiungono in inverno indicano che, in tale periodo, la quasi totalità del particolato è composta dalla componente fine di origine primaria, derivante cioè da processi di combustione e favorita dalle generali condizioni di ristagno atmosferico. Nei mesi estivi, si rileva un maggior contributo della frazione grossolana, probabilmente legato all'instaurarsi di processi più tipicamente secondari e di risolleamento.

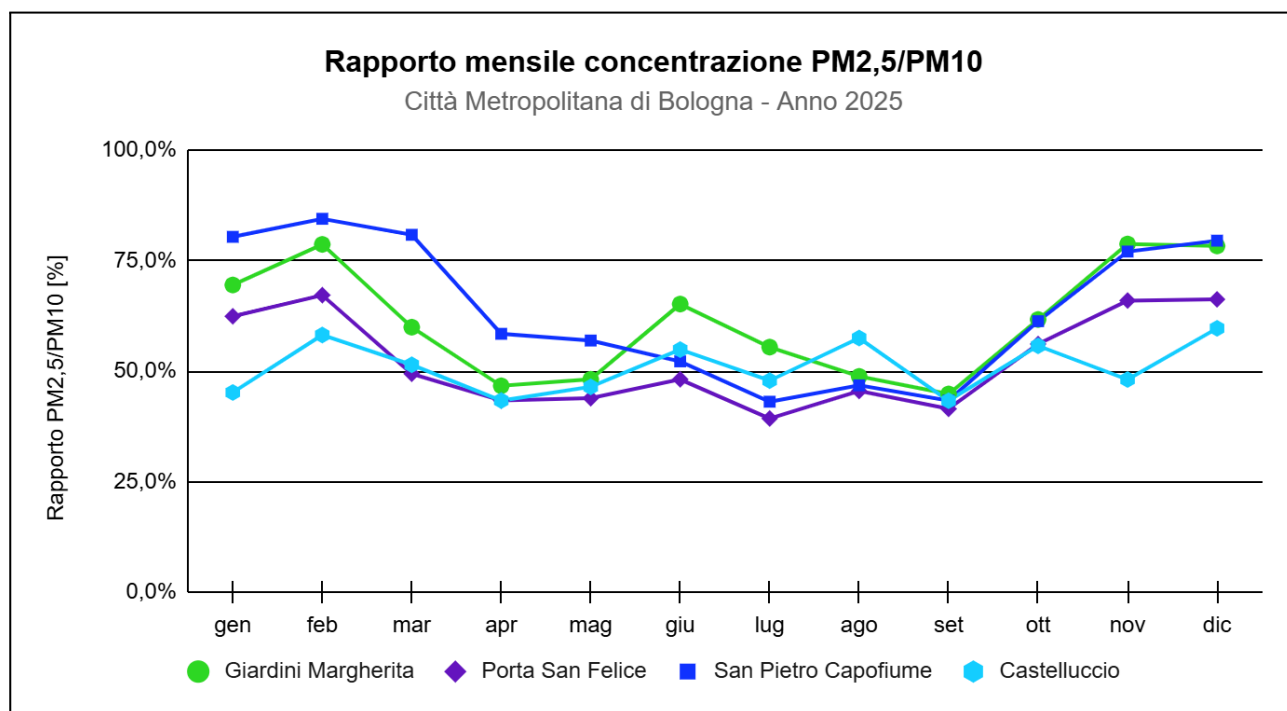


Figura 33 - Rapporto  $PM_{2,5}/PM_{10}$  : medie mensili 20245

L'analisi dell'andamento delle concentrazioni di particolato  $PM_{2,5}$  nell'ultimo decennio (Figura 34 e Tabella 31), evidenzia una sostanziale stabilità dei livelli medi annuali misurati, con una variabilità interannuale contenuta anche rispetto a ciò che avviene per il particolato  $PM_{10}$ .

In generale tutti i valori degli ultimi 10 anni si situano costantemente al di sotto della soglia dei  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

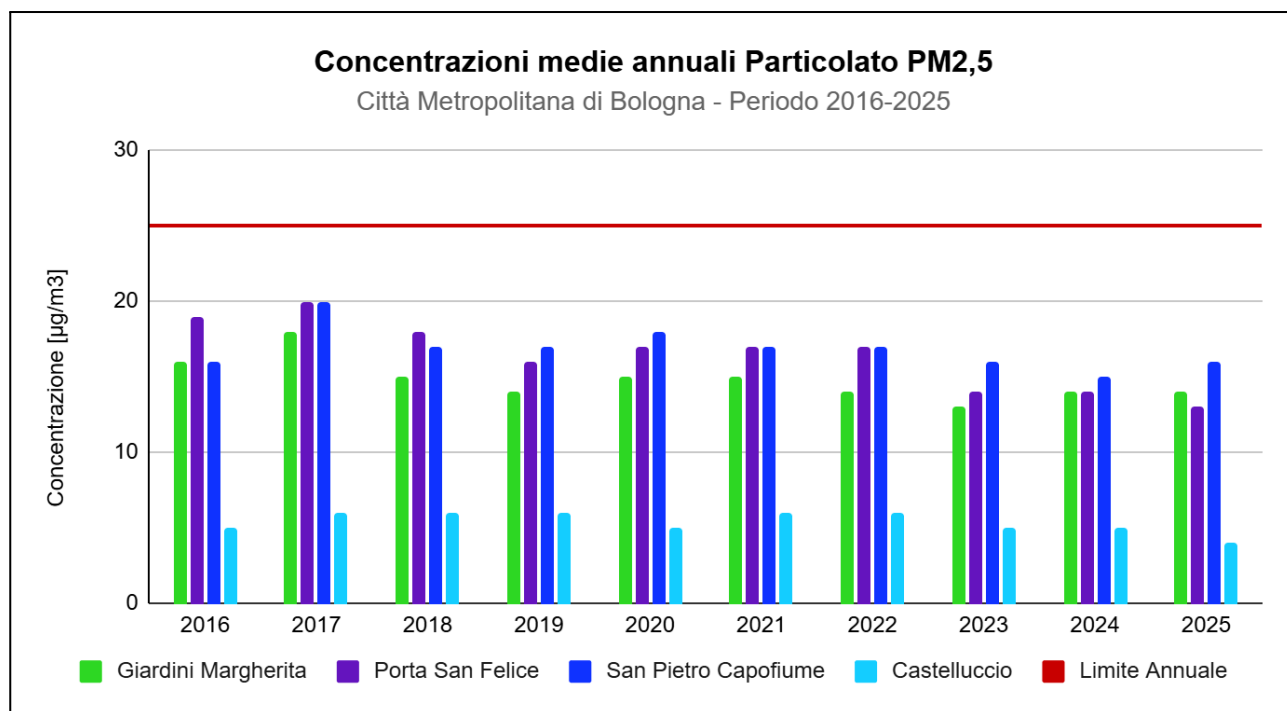


Figura 34 - PM<sub>2,5</sub> Confronto medie annuali 2016-2025

PM <sub>2,5</sub> ( µg/m <sup>3</sup> ) - Medie annuali 2016 - 2025										
Stazione	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PORTA SAN FELICE	19	20	18	16	17	17	17	14	14	14
GIARDINI MARGHERITA	16	18	15	14	15	15	14	13	14	13
SAN PIETRO CAPOFIUME	16	20	17	17	18	17	17	16	15	16
CASTELLUCCIO	5	6	6	6	5	6	6	5	5	4

■ anni con percentuale di dati validi < 90%

Tabella 31 - PM<sub>2,5</sub>: Andamento temporale delle medie annuali

## ANALISI SUL PARTICOLATO

Il particolato PM<sub>10</sub>, campionato attraverso appositi filtri utilizzati dalla strumentazione per la misurazione in automatico delle polveri, viene periodicamente sottoposto ad analisi chimica per la determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e di alcuni metalli.

Per la loro rilevanza tossicologica, il D.Lgs. 155/2010 richiede la misurazione del cosiddetto "profilo IPA", ovvero delle seguenti sette specie chimiche:

- benzo(a)pirene,
- benzo(a)antracene,
- benzo(b)fluorantene,
- benzo(j)fluorantene,
- benzo(k)fluorantene,
- indeno(1,2,3,c-d)pirene,
- dibenzo(a,h)antracene.

Il decreto definisce un valore obiettivo per il solo benzo(a)pirene, la cui concentrazione viene utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali. Tale valore, riferito al tenore totale dell'inquinante presente nella frazione di particolato PM<sub>10</sub>, calcolato come media su un anno civile, è pari ad 1 ng/m<sup>3</sup>.

Il D.Lgs. 155/2010 indica inoltre per arsenico, cadmio e nichel i valori obiettivo rispettivamente di 6 ng/m<sup>3</sup>, di 5 ng/m<sup>3</sup> e di 20 ng/m<sup>3</sup> e per il piombo il valore limite di 0.5 µg/m<sup>3</sup>, come media su un anno civile.

In conformità a quanto richiesto dalla norma, vengono quindi condotte analisi con frequenza mensile sui filtri campionati:

- nella stazione urbana da traffico di Porta San Felice, nella stazione di fondo rurale di San Pietro Capofiume e nella stazione di fondo urbano Giardini Margherita, per la valutazione delle concentrazioni di IPA in aria ambiente;
- nella postazione urbana di fondo di Giardini Margherita a Bologna, per le determinazioni di Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo.

### Idrocarburi Policiclici Aromatici

#### *Che cosa sono*

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) costituiscono un numeroso gruppo di composti organici formati da più anelli benzenici. In generale, si tratta di sostanze solide a temperatura ambiente, scarsamente solubili in acqua, degradabili in presenza di radiazione ultravioletta e altamente affini ai grassi presenti nei tessuti viventi. Il composto più studiato e rilevato è il benzo(a)pirene, che ha una struttura con cinque anelli aromatici condensati. È una delle prime sostanze delle quali si è accertata la cancerogenicità ed è stata utilizzata come indicatore dell'intera classe di composti policiclici aromatici.

#### *Come si originano*

Gli idrocarburi policiclici aromatici sono contenuti nel carbone e nei prodotti petroliferi (particolarmente nel gasolio e negli oli combustibili). Essi vengono emessi in atmosfera come residui di combustioni incomplete in alcune attività industriali (cokerie, produzione e lavorazione grafite, trattamento del carbon fossile) e dagli impianti di riscaldamento (alimentati con combustibili solidi e liquidi pesanti); inoltre sono presenti nelle emissioni degli autoveicoli (sia diesel, che benzina). In generale l'emissione di IPA nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione. La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante, sia alla frazione che per piro sintesi ha origine durante il processo di combustione.

In Tabella 35 sono riportati i valori statistici annuali relativi alle concentrazioni di benzo(a)pirene rilevate nelle tre stazioni della rete di Bologna dove viene misurato.

Dall'analisi dei dati, emerge come i valori medi annuali di benzo(a)pirene per il 2025 risultino di un ordine di grandezza inferiori al limite normativo.

Benzo(a)pirene anno 2025 - Concentrazioni in ng/m <sup>3</sup>								
Stazione	N. dati validi	MIN	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX
GIARDINI MARGHERITA	12	0,010	0,054	<b>0,112</b>	0,328	0,367	0,385	0,397
PORTA SAN FELICE	12	0,015	0,079	<b>0,162</b>	0,471	0,497	0,502	0,506
S. PIETRO CAPOFIUME	12	0,010	0,050	<b>0,203</b>	0,616	0,682	0,719	0,743
LIMITE NORMATIVO		media annuale		1,0	ng/m <sup>3</sup>			

Tabella 35 - Benzo(a)Pirene: Parametri statistici e confronto coi limiti di legge

Benzo(a)Pirene (ng/m <sup>3</sup> ) – medie mensili anno 2025												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
GIARDINI MARGHERITA	0,317	0,181	0,065	0,040	0,011	0,007	0,007	0,007	0,013	0,047	0,188	0,276
PORTA SAN FELICE	0,381	0,285	0,107	0,061	0,022	0,014	0,013	0,012	0,019	0,072	0,336	0,469
S. PIETRO CAPOFIUME	0,680	0,331	0,112	0,043	0,024	0,004	0,003	0,008	0,014	0,091	0,419	0,624

Tabella 36 - Benzo(a)Pirene: Concentrazioni medie mensili 2025 (ng/m<sup>3</sup>)

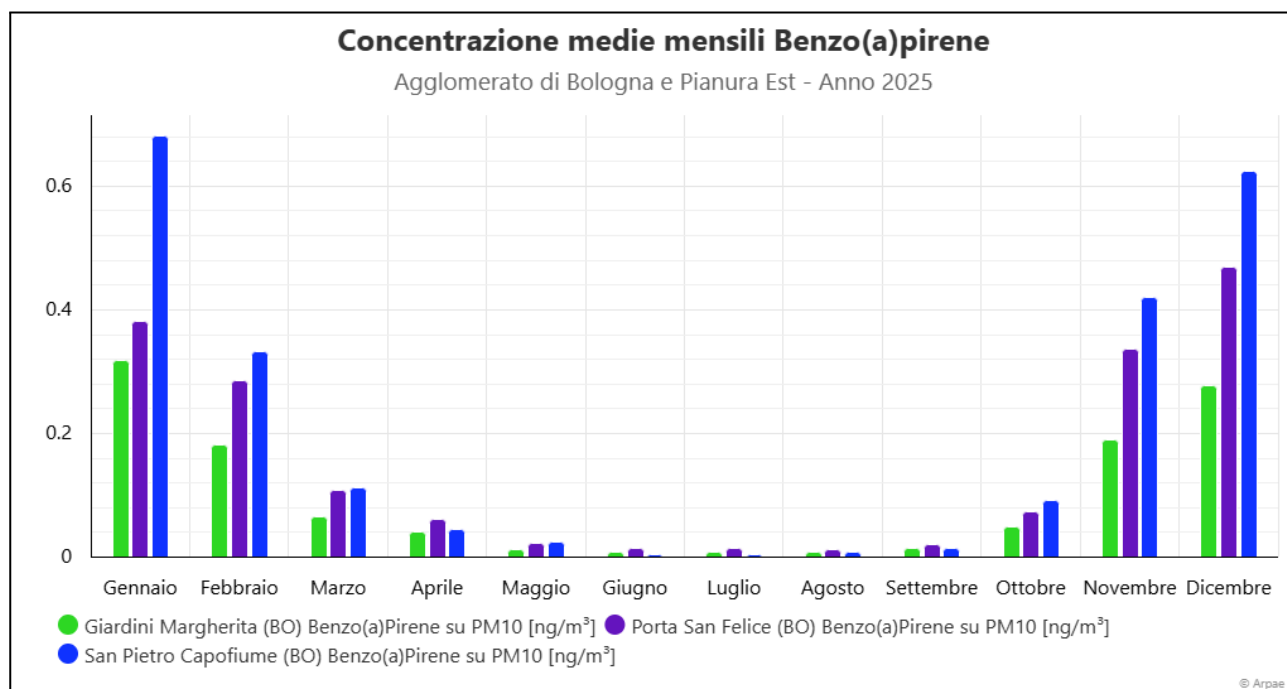


Figura 35 - Benzo(a)Pirene: Concentrazioni medie mensili 2025 (ng/m<sup>3</sup>)

In Tabella 36 e nel successivo grafico di Figura 35 sono riportate le concentrazioni medie del Benzo(a)pirene relative alle stazioni di riferimento per i periodi mensili. Come si può vedere, i dati presentano andamenti tipici col variare della stagione, evidenziando le massime concentrazioni per le diverse stazioni nei mesi invernali (gennaio e dicembre).

Nelle tabelle e nei grafici che seguono sono riportate le concentrazioni medie, per l'anno 2025, dei diversi IPA di interesse sanitario, individuati dalla normativa (Tabella 37 e Figura 36). Anche in questo caso, pur non essendo previsto alcun limite di legge per questi parametri, i valori delle concentrazioni medie annuali risultano nettamente al di sotto di 1 ng/m<sup>3</sup>, valore obiettivo fissato per il benzo (a)pirene.

IPA di interesse sanitario (D.Lgs 155/2010) [ng/m <sup>3</sup> ] – medie anno 2025						
Stazione	Benzo(a) Pirene	Benzo(a) Antracene	Benzo(b)+(j) Fluorantene	Benzo(k) Fluorantene	Indeno(1,2,3,c,d) Pirene	Dibenzo(ac)+(ah) Antracene
GIARDINI MARGHERITA	0,097	0,036	0,233	0,063	0,153	0,022
PORTA SAN FELICE	0,149	0,092	0,324	0,090	0,206	0,029
SAN PIETRO CAPOFIUME	0,196	0,118	0,478	0,136	0,292	0,044

Tabella 37 - IPA: Concentrazioni medie annuali IPA di interesse sanitario (ng/m<sup>3</sup>) 2025

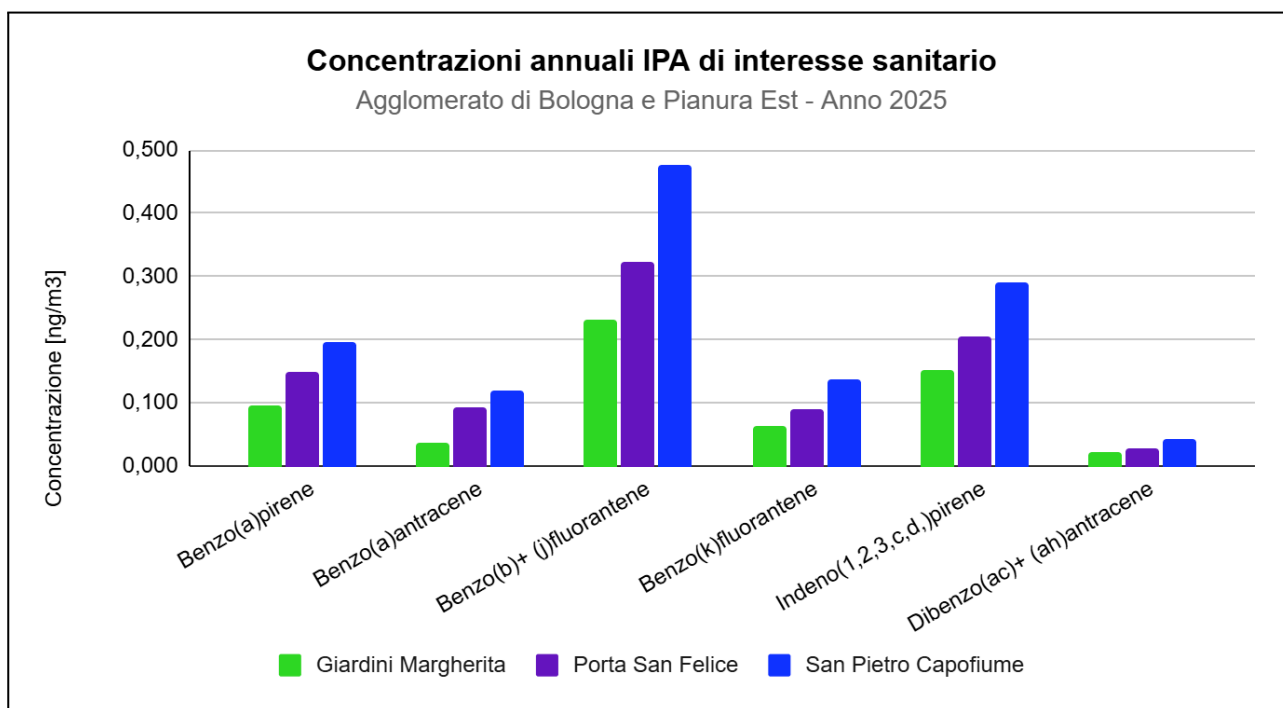


Figura 36 - IPA: Concentrazioni medie annuali IPA di interesse sanitario (ng/m<sup>3</sup>) 2025

Infine, in Tabella 38 e in Figura 37 sono riportate le serie delle medie annuali del Benzo(a)pirene, espresse in ng/m<sup>3</sup>, relative agli ultimi 10 anni (dal 2016 al 2025). Si può notare come tutte le concentrazioni riportate siano largamente inferiori al valore obiettivo.

Dall'analisi dei dati, non sembra emergere un andamento tendenziale nel corso degli anni.

Benzo(a)Pirene - Medie annuali 2016-2025 in ng/m <sup>3</sup>										
Stazione	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
GIARDINI MARGHERITA	0,13	0,15	0,11	0,13	0,12	0,10	0,12	0,09	0,11	0,10
PORTA SAN FELICE	0,22	0,20	0,18	0,17	0,17	0,15	0,20	0,14	0,16	0,15
SAN PIETRO CAPOFIUME	0,20	0,29	0,19	0,21	0,18	0,13	0,20	0,17	0,20	0,20

Tabella 38 - Benzo(a)Pirene: Andamento temporale delle medie annuali

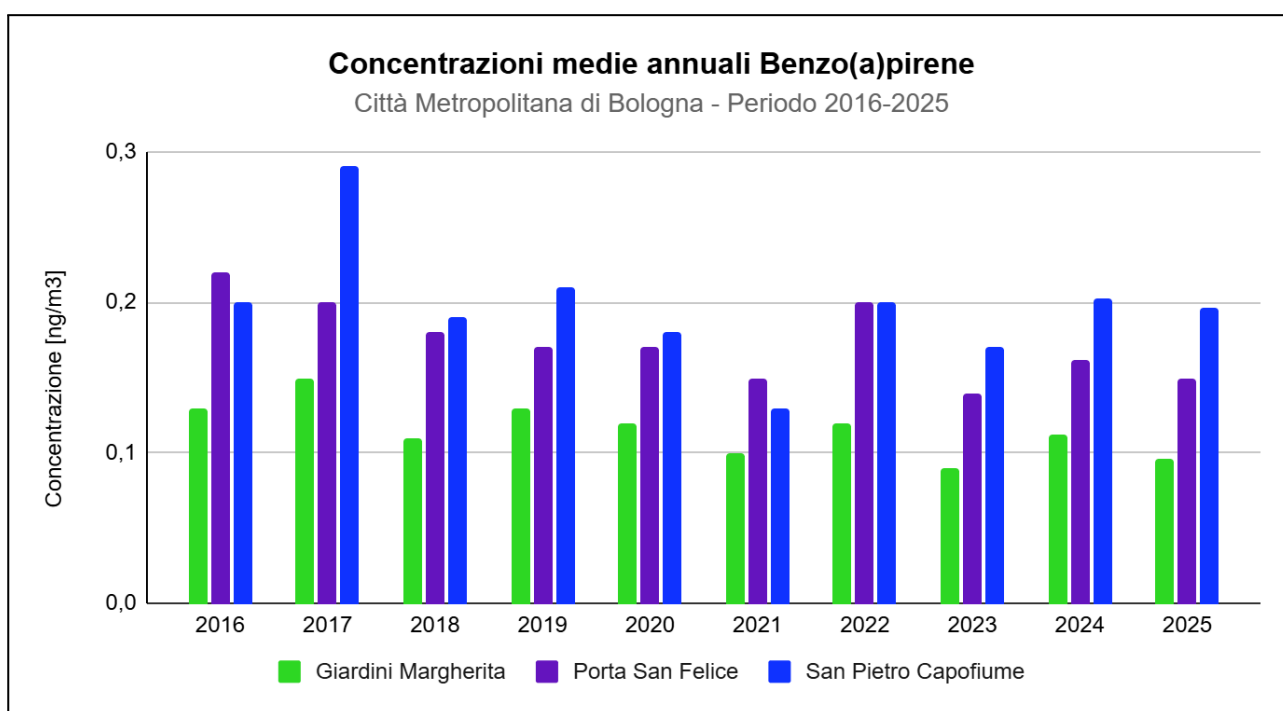


Figura 37 - Benzo(a)Pirene: Concentrazioni medie annuali dal 2016 al 2025 (ng/m<sup>3</sup>)

## Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo

### Che cosa sono

Nel particolato atmosferico sono presenti elementi di varia natura. Oggetto di monitoraggio, in quanto maggiormente rilevanti sotto il profilo tossicologico, sono il nichel (Ni), il cadmio (Cd), il piombo (Pb) e l'arsenico (As). I composti del nichel, del cadmio e dell'arsenico sono classificati, dalla Agenzia internazionale di ricerca sul cancro, come cancerogeni per l'uomo. Per il piombo è stato evidenziato un ampio spettro di effetti tossici, in quanto tale sostanza interferisce con numerosi sistemi enzimatici.

### Come si originano

Gli elementi presenti nel particolato atmosferico provengono da una molteplice varietà di fonti: il cadmio è originato prevalentemente da processi industriali; il nichel proviene da alcuni processi di combustione; il piombo dalle emissioni degli autoveicoli; l'arsenico deriva principalmente dalla combustione di carbone e derivati del petrolio. In particolare, il piombo di provenienza autoveicolare era emesso quasi esclusivamente da motori a benzina, nei quali era contenuto sotto forma di piombo tetraetile e/o tetrametile con funzioni di antidetonante. L'adozione generalizzata della benzina "verde" (0,013 g/l di Pb) dall'1 gennaio 2002 ha portato però a una riduzione delle emissioni di piombo del 97%; di conseguenza

è divenuto praticamente trascurabile il contributo della circolazione autoveicolare alla concentrazione in aria di questo metallo.

Di seguito vengono riportati, in Tabella 39 e in Figura 38, i valori di concentrazione media mensile, per l'anno 2025, rilevati sul particolato PM<sub>10</sub> di Giardini Margherita relativi ad Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo.

Giardini Margherita – Concentrazioni medie mensili anno 2025 (ng/m <sup>3</sup> )												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
<b>Arsenico</b>	0,249	0,214	0,206	0,199	0,193	0,206	0,214	0,221	0,199	0,193	0,199	0,206
<b>Cadmio</b>	0,117	0,135	0,041	0,04	0,038	0,041	0,043	0,044	0,04	0,038	0,098	0,112
<b>Nichel</b>	0,997	0,855	0,825	0,798	0,772	0,825	0,854	0,886	0,798	0,772	0,797	0,825
<b>Piombo</b>	4,149	3,333	1,518	1,354	1,104	1,314	0,427	1,028	1,138	1,968	2,616	3,050

Tabella 39 - As, Cd, Ni, Pb: Andamento medie mensili anno 2025

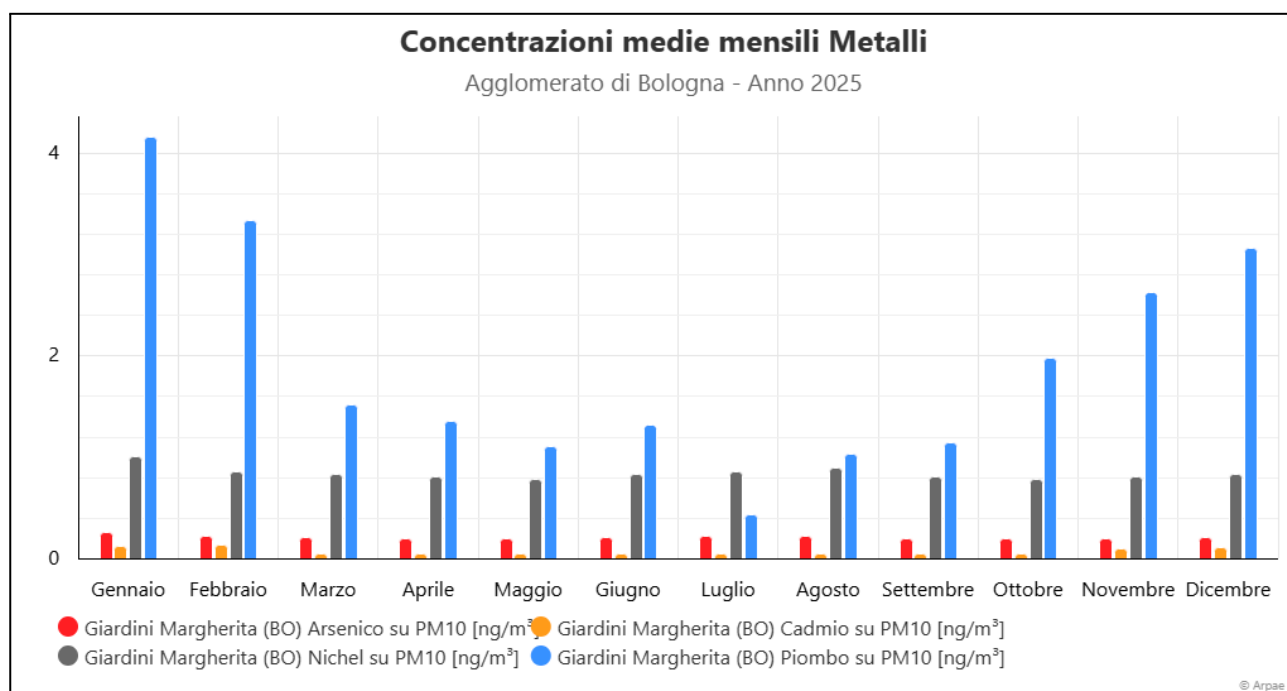


Figura 38 - Metalli: Concentrazioni medie mensili (ng/m<sup>3</sup>) - Giardini Margherita 2025

L'analisi dei grafici permette di osservare un'influenza della stagionalità nei livelli di concentrazione misurati, con una tendenza a una maggior presenza dei vari metalli nel periodo invernale, in particolare per quel che concerne il piombo. Per gli altri metalli occorre considerare che non sempre sono state raggiunte concentrazioni superiori al limite di quantificazione, pertanto il valore graficato è stato posto convenzionalmente pari a LQ/2. Comunque tutti i livelli rilevati si situano abbondantemente al di sotto dei valori obiettivo o limite (nel caso del piombo) previsti dalla normativa.

In Tabella 40 e Figura 39 è infine riportato l'andamento temporale delle medie annuali a partire dal 2016. Tutte le concentrazioni riportate (esprese in nanogrammi per metro cubo) sono largamente inferiori ai rispettivi valori obiettivo e, per il Piombo, al valore limite annuale.

Giardini Margherita - Medie annuali 2016-2025 (ng/m <sup>3</sup> )											
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Valore obiettivo
<b>Arsenico</b>	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,6	0,2	<b>6</b>
<b>Cadmio</b>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<b>5</b>
<b>Nichel</b>	1,5	1,6	1,3	3,0	0,8	0,8	1,1	1,0	0,9	0,8	<b>20</b>
											Valore limite
<b>Piombo</b>	4,4	4,3	2,8	3,1	2,4	2,5	2,5	2,2	2,7	1,9	<b>500</b>

Tabella 40 - As, Cd, Ni, Pb: Andamento temporale delle medie annuali (ng/m<sup>3</sup>)

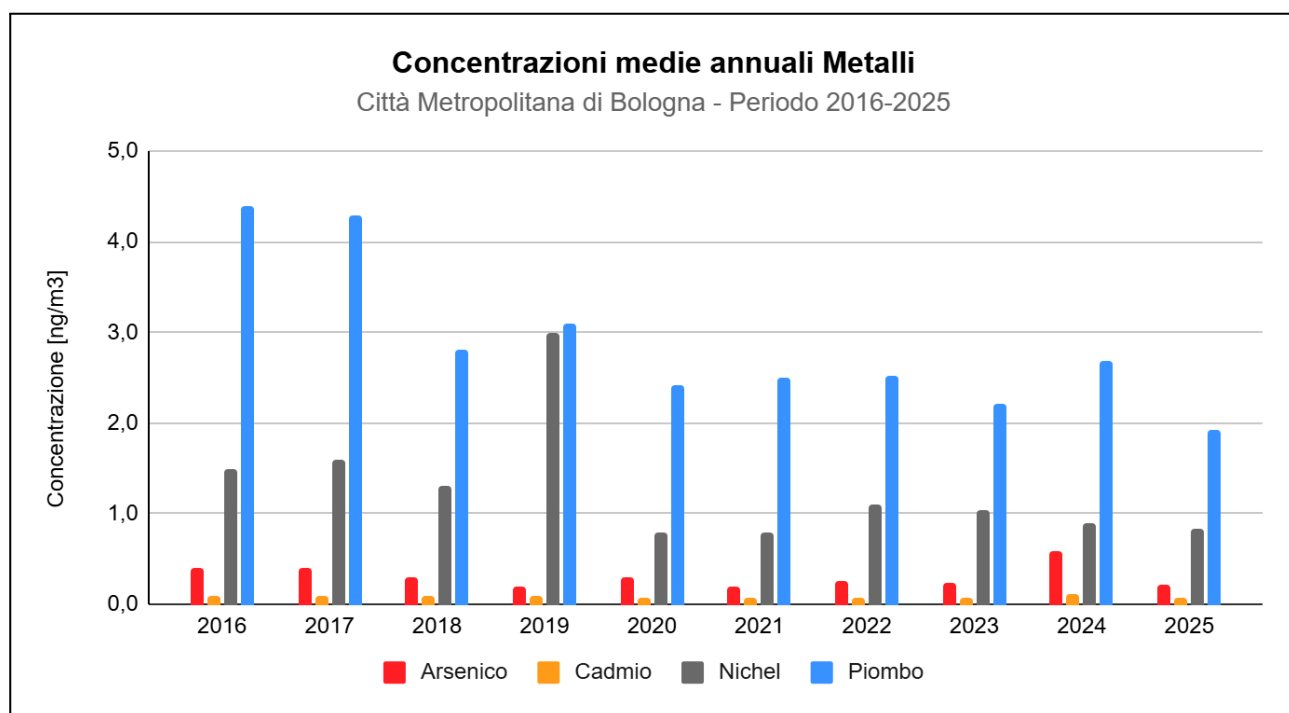


Figura 39 - Metalli: Concentrazioni medie annuali (ng/m<sup>3</sup>) dal 2016 al 2025

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per quanto riguarda gli aspetti meteorologici, l'anno trascorso ha evidenziato una netta riduzione delle precipitazioni rispetto all'anno precedente (-35%), anche in virtù degli eventi alluvionali che avevano invece caratterizzato il 2024. Il mese di dicembre è stato quello più piovoso, con oltre 130 mm di pioggia caduti.

Per quanto riguarda le temperature dell'aria, il 2025 ha visto una sostanziale conferma dei valori dell'anno precedente, con un notevole incremento nei valori relativi al mese di giugno e, una forte riduzione in quelli di febbraio. Anche nel 2025 le temperature complessive sono risultate comunque superiori a quelle delle serie climatologiche a 30 anni, confermando il trend di crescita delle temperature già in corso da decenni.

In generale i dati confermano ancora una volta il consolidarsi, per l'area bolognese, di un clima più secco e caldo, caratterizzato da temperature più alte nei mesi più caldi e un regime delle precipitazioni che tende a favorire la presenza di periodi o addirittura eventi in cui la piovosità si concentra in maniera intensa.

Le condizioni meteorologiche, influenzando fortemente l'accumulo e la dispersione degli inquinanti in atmosfera, nonché la formazione dei cosiddetti inquinanti secondari, hanno un ruolo fondamentale nella definizione delle concentrazioni degli inquinanti stessi.

Relativamente alla qualità dell'aria, nel 2025 sono stati rispettati tutti i principali limiti normativi vigenti per i diversi inquinanti, con le uniche eccezioni del valore di AOT40 e del numero di superamenti annui del limite obiettivo a lungo termine per l'ozono.

Per il biossido di azoto, il limite annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è stato rispettato su tutte le stazioni della rete, con una sostanziale conferma dei valori per le stazioni di fondo presenti nell'agglomerato urbano di Bologna. Lievi flessioni sono state registrate per la stazione appenninica di Castelluccio, mentre le stazioni da traffico di Bologna Porta San Felice e Imola De Amicis hanno visto un lieve incremento dei valori medi annuali, pur rimanendo, come detto, al di sotto del limite.

Come negli anni precedenti, anche nel 2025 non sono mai stati superati il valore limite sulla media oraria di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e la soglia di allarme di  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ciò conferma che gli episodi acuti legati a concentrazioni orarie elevate di  $\text{NO}_2$  non rappresentano più un elemento di criticità.

Anche il valore limite applicabile agli ossidi di azoto  $\text{NO}_x$  per la protezione della vegetazione risulta rispettato presso le centraline dove è possibile calcolarlo (San Pietro Capofiume e Castelluccio).

Con riferimento al particolato  $\text{PM}_{10}$ , rispetto all'anno precedente, nel 2025 si è registrata una lieve riduzione delle concentrazioni medie annuali su quasi tutte le stazioni della rete regionale di monitoraggio presenti nel territorio bolognese, con valori che risultano però sostanzialmente in linea con quelli dei tre anni precedenti. In tutti i casi comunque, le medie annuali di  $\text{PM}_{10}$  risultano ben al di sotto del limite normativo previsto ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

A propria volta, il numero complessivo di giorni di superamento del valore limite giornaliero ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ha visto una sensibile diminuzione in tutte le stazioni, con l'eccezione di San Pietro Capofiume. In tutti i casi è stato comunque rispettato il limite normativo consentito di 35 giornate di superamento.

Le concentrazioni medie annuali di  $\text{PM}_{2,5}$  sono rimaste sostanzialmente in linea con quelle osservate negli anni precedenti su tutte le stazioni della rete, con valori rimasti al di sotto sia del valore limite annuale ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), sia dell'obiettivo a lungo termine ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

L'ozono è un inquinante secondario, a connotazione fortemente stagionale, che si presenta a concentrazioni più elevate nel periodo più caldo dell'anno (tra aprile e settembre).

Nell'anno in esame non si sono verificati superamenti della soglia di allarme di  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per quanto riguarda la soglia di informazione, fissata a  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nel corso del 2025 il numero di superamenti è stato molto più marcato dell'anno precedente quando si erano avute soltanto tre ore complessive di esuberi. La stazione di fondo suburbana di via Chiarini è quella che ha avuto il maggior numero di superamenti (22) tra quelle della rete di Bologna.

Il numero di superamenti del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è risultato a propria volta in aumento rispetto a quelli dell'anno precedente per le stazioni di via Chiarini e S. Pietro Capofiume; fanno eccezione la stazione di Giardini Margherita, dove il numero di superamenti del valore obiettivo è risultato in calo e quella di Castelluccio, dove si è confermata l'assenza di superamenti del valore obiettivo.

La media sui tre anni prevista dalla normativa per questo tipo di parametro vede ancora le stazioni dell'agglomerato e della pianura superare il numero massimo consentito (non più di 25 volte/anno), con un valore massimo di 46 volte/anno presso la stazione di via Chiarini e 44 volte/anno presso quella di San Pietro Capofiume a Molinella.

Per quanto riguarda il parametro AOT40 relativo alla protezione della vegetazione, anche nel 2025, come negli anni precedenti, risulta superato il valore obiettivo su 5 anni nelle stazioni di Chiarini e San Pietro Capofiume.

Per quanto concerne gli altri inquinanti monitorati, si osserva una sostanziale conferma dei livelli dell'anno precedente, in particolare per monossido di carbonio, benzene, benzo(a)pirene, cadmio e nichel, mentre per arsenico e piombo le medie annuali del 2025 risultano più basse rispetto a quelle dell'anno precedente.

In ogni caso comunque, tutti i limiti normativi previsti sono abbondantemente rispettati.

