



# Specie chimiche nel particolato (PM2.5) in atmosfera

# Specie chimiche nel particolato (PM2.5) in atmosfera

Anno 2025

(1 gennaio 2025 - 31 dicembre 2025)

Bologna, Parma, Rimini, Molinella (BO)

## I risultati del monitoraggio e delle analisi di laboratorio

### Gruppo di lavoro in Arpae:

**Direzione tecnica – Centro tematico regionale Qualità dell'aria:** Dimitri Bacco, Silvia Ferrari, Claudio Maccone, Vanes Poluzzi, Fabiana Scotto, Arianna Trentini

**Area prevenzione ambientale Ovest – Parma:** Fiorella Achilli, Teresa Concari, Giancarlo Pinto, Claudia Pironi, Maurizio Poli, Beatrice Zani

**Area prevenzione ambientale Metropolitana – Bologna:** Marco Abeti, Andrea Aldrovandi, Stefania Ganz, Luca Malaguti, Marco Trepiccione, Pamela Ugolini

**Area prevenzione ambientale Est – Rimini:** Federica Bernardi, Daniele Foscoli, Massimo Foscoli, Francesca Liguori, Leonardo Ronchini, Deborah Valbonetti, Roberto Vecchione

**Laboratorio multisito – Sede di Ravenna:** Giorgia Babbi, Leonardo Babini, Patrizia Casali, Teresa D'Alessandro, Elisa Montanari, Chiara Mantovani, Davide Panniello, Alberto Santolini

**Direzione generale – Staff Comunicazione e informazione:** Stefano Folli, Maurizio Malossi

### Indice

Premessa	<u>3</u>
1. Le specie chimiche in studio	<u>5</u>
2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna	<u>8</u>
3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma	<u>18</u>
4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini	<u>28</u>
5. Le specie chimiche nel PM2.5 a Molinella (BO)	<u>38</u>
6. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in valore assoluto	<u>48</u>
7. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in percentuale	<u>55</u>
8. Le specie chimiche nel PM2.5 - Variazione percentuale della concentrazione (2023 vs 2013-2022)	<u>61</u>
9. Le specie chimiche nel PM2.5 - Variazione delle percentuali di ogni specie sul PM2.5	<u>62</u>
10. Discussione	<u>63</u>

## Premessa

---

Approfondire la conoscenza delle proprietà degli inquinanti atmosferici e dei loro impatti sull'ambiente e sulla salute è uno dei compiti fondamentali dell'Agenzia regionale prevenzione, ambiente ed energia (Arpae), soprattutto considerando che i valori misurati nelle diverse stazioni di monitoraggio possono risultare al di fuori dei limiti normativi, specialmente per ciò che riguarda il particolato atmosferico.

Di conseguenza in regione Emilia-Romagna è emerso l'interesse a indagare nel dettaglio la frazione delle polveri con diametro inferiore a  $2,5 \mu\text{m}$  (PM<sub>2.5</sub>) quello che viene definito genericamente "particolato fine" e di cui normalmente viene espresso solo il valore di massa, con l'obiettivo di studiare la sua composizione e come varia nel tempo. Ciò può permettere di capirne meglio gli effetti sulla salute e sull'ambiente e la provenienza dalle diverse sorgenti, a supporto delle politiche per la salute e tutela dell'ambiente.

In questo report vengono brevemente riassunte misure giornaliere che proseguono da più di 13 anni e che possono indicare da cosa è composto il particolato che conosciamo comunemente come PM<sub>2.5</sub>.

Vengono riportate le concentrazioni dei principali costituenti del PM<sub>2.5</sub>: carbonio organico ed elementare, ammonio, nitrato, solfato e levoglucosano. Quest'ultimo, pur non avendo una grande importanza in termini di massa, risulta estremamente interessante in quanto è un tracciante della combustione della legna. È infatti molto raro poter studiare specie chimiche che siano traccianti specifici di una precisa sorgente perché di solito vengono prodotte da più fonti. La nuova direttiva europea sulla qualità dell'aria, approvata dal Consiglio Europeo in data 14/10/2024, richiede proprio la misura delle specie precedentemente elencate nel PM<sub>2.5</sub>, in quelli che la direttiva chiama "supersiti".

## Premessa

---

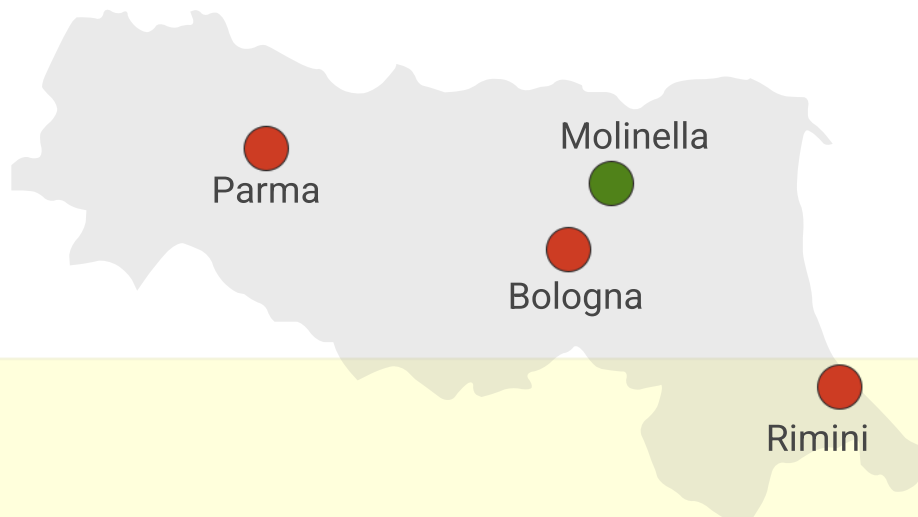
L'agenzia dell'Emilia-Romagna è stata la prima in Italia a strutturare un "supersito", rendendolo operativo già nel 2011 con il progetto omonimo. Attivandosi 13 anni prima che le venisse richiesto dalla UE, Arpae ha dimostrato di essere all'avanguardia nello studio dei fenomeni ambientali per fornire informazioni più complete possibili sia ai cittadini che alla governance.

Per ricavare un'informazione più completa del territorio regionale, le misure riportate in questo report provengono da quattro diverse stazioni di monitoraggio gestite da Arpae e rappresentative delle diverse tipologie di area della regione: tre siti di fondo urbano: **Bologna** (via Gobetti) - area centrale e metropolitana,

**Parma** (Cittadella) - area occidentale e più interna della pianura,

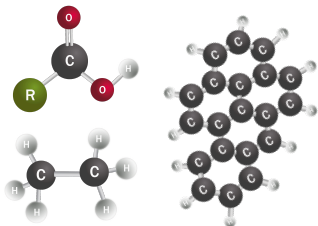
**Rimini** (Marecchia) - area orientale/costiera.

A questi tre si aggiunge **Molinella** (BO), rappresentativo del fondo rurale.



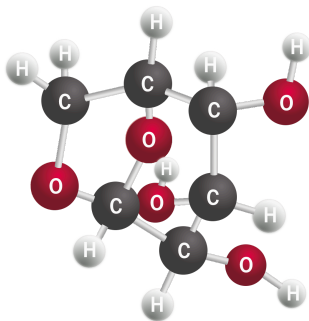
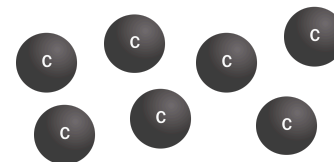
# 1. Le specie chimiche in studio

## 1.1. Le specie chimiche



**Carbonio organico (OC):** con questo termine si intende la quantità di carbonio presente nel PM che concorre a formare le specie organiche legandosi chimicamente con altri atomi di carbonio o di idrogeno, ossigeno, zolfo, azoto, fosforo, cloro. È l'insieme di sostanze primarie, emesse direttamente sia da sorgenti antropiche che naturali, e di sostanze secondarie, cioè formatesi in atmosfera per ossidazione, condensazione o, più in generale, trasformazione di composti pre-esistenti o precursori gassosi.

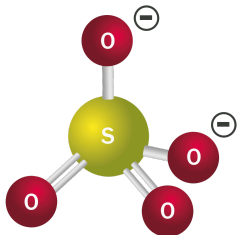
**Carbonio elementare (EC):** può essere definito come una sostanza contenente solo atomi di carbonio, non legati ad altri elementi (soot, fuliggine): è essenzialmente un inquinante primario, emesso cioè direttamente dalla sorgente tal quale, come conseguenza di una combustione incompleta (indipendentemente dal combustibile che può essere biomassa o fossile o altro).



**Levoglucosano:** è un anidro-zucchero, cioè uno zucchero che ha perso una molecola d'acqua e deriva dalla combustione incompleta della cellulosa che costituisce la legna/fogliame. Il suo interesse deriva dal fatto che viene emesso praticamente solo dalla combustione di legna e pertanto ne costituisce un tracciante esclusivo (detto anche "marker"). La combustione di biomassa produce inquinanti diversi, sia come gas sia come particolato, il levoglucosano è solo un particolare componente minoritario emesso dalla legna: la massa non è dunque di per sé indicativa dell'inquinamento prodotto da questa sorgente emissiva, ma ci permette di riconoscerne l'andamento nel tempo e nello spazio. Per poter quantificare l'apporto complessivo della combustione della legna alla massa del PM servono studi ad hoc.

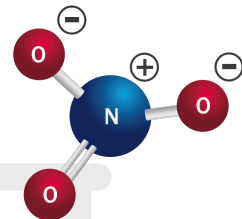
# 1. Le specie chimiche in studio

## 1.1. Le specie chimiche

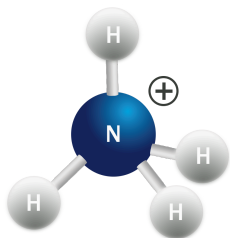


**Solfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ):** è uno ione con carica negativa generalmente diffuso omogeneamente nello spazio e nelle stagioni, infatti è spesso considerato legato a un fondo sovragionale. Questo inquinante può avere origine sia naturale che antropica. Le fonti naturali sono principalmente le eruzioni vulcaniche e il mare, mentre l'origine antropica è la combustione negli impianti domestici oppure nelle centrali termoelettriche.

**Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ):** è uno ione con carica negativa. È un inquinante secondario, prodotto in atmosfera dagli ossidi di azoto ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ , altro) che vengono emessi da sorgenti antropiche soprattutto legate a processi di combustione (ad es. traffico, combustione di legna, riscaldamento domestico, industria). È tra i più importanti componenti secondari che caratterizzano il  $\text{PM}_{2.5}$  in inverno.



**Ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ):** è uno ione di carica positiva. È un inquinante secondario, che si genera quindi in atmosfera a seguito della trasformazione chimica di un inquinante primario gassoso, principalmente l'ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), che deriva in massima parte dalle attività agricole e zootecniche.



# 1. Le specie chimiche in studio

---

## 1.2. Note metodologiche nei calcoli

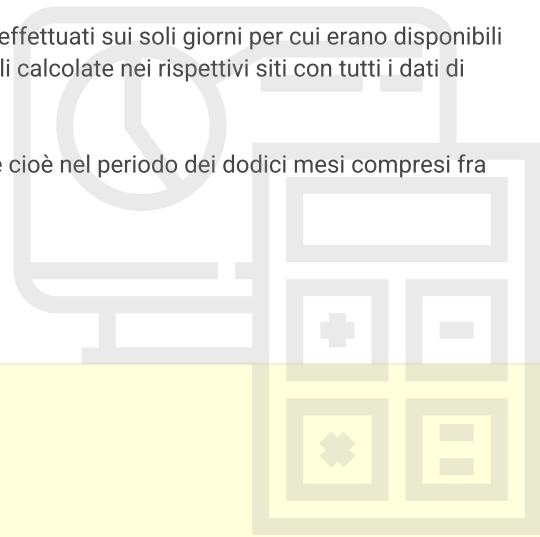
Per gli inquinanti sopra descritti, è importante sottolineare che nella trattazione di questo report i campioni che descrivono la stazione Arpae situata a Bologna (via Gobetti) sono analizzati quotidianamente (a meno di problematiche strumentali). I campioni che descrivono invece le altre tre stazioni (Molinella, Parma, Rimini) vengono analizzati a giorni alterni.

La ricostruzione della massa del PM2.5 in base alla concentrazione delle specie riportate nel capitolo precedente non porta a un valore del 100%: rimane una frazione non determinata la cui importanza può variare mediamente dal 20% al 40%. Nel report sono riportati solo i macrocomponenti della massa, cioè specie che spiegano una percentuale sostanziale della massa. Ad esse andrebbero aggiunte molte specie presenti in concentrazione di uno o più ordini di grandezza inferiore, in tracce (ad es. Fe, As, K, ...), oltre alla componente crostale, terrosa, che con le tecniche utilizzate non è direttamente quantificabile, e l'acqua. Infine, la frazione organica non è espressa nella sua totalità dal carbonio organico in quanto esso tiene conto solo della massa del carbonio presente nelle specie organiche, non l'interezza della loro massa.

Al fine del calcolo delle medie, quando le specie analizzate avevano concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità sono state approssimate a metà di suddetto limite.

I calcoli delle concentrazioni medie del particolato riportate in questo report sono stati effettuati sui soli giorni per cui erano disponibili le analisi chimiche: pertanto potrebbero differire - anche se di poco - dalle medie annuali calcolate nei rispettivi siti con tutti i dati di massa disponibili.

I valori degli inquinanti riportati in questo report sono medie mensili e annuali, calcolate cioè nel periodo dei dodici mesi compresi fra gennaio e dicembre 2025.

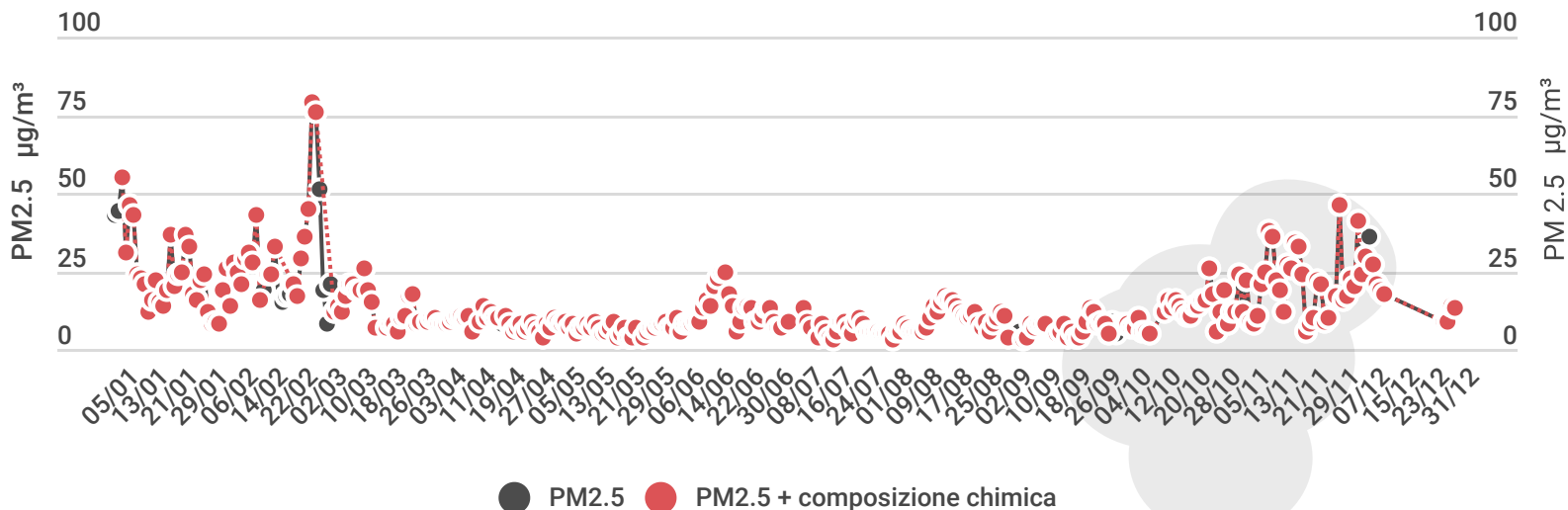


## 2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

### 2.1. PM2.5 e i dati disponibili nel 2025

I dati analizzati provengono dai calcoli relativi ai campioni di PM2.5 disponibili: infatti non per tutti i giorni in cui è disponibile il valore del PM2.5 ne è stata analizzata la composizione chimica. Pertanto, le medie e i vari calcoli matematici sono stati realizzati tenendo conto dei soli giorni in cui erano disponibili i risultati delle analisi chimiche del PM2.5 e ciò può comportare una differenza con le medie ufficiali della massa del particolato pubblicate da Arpae per i siti in oggetto.

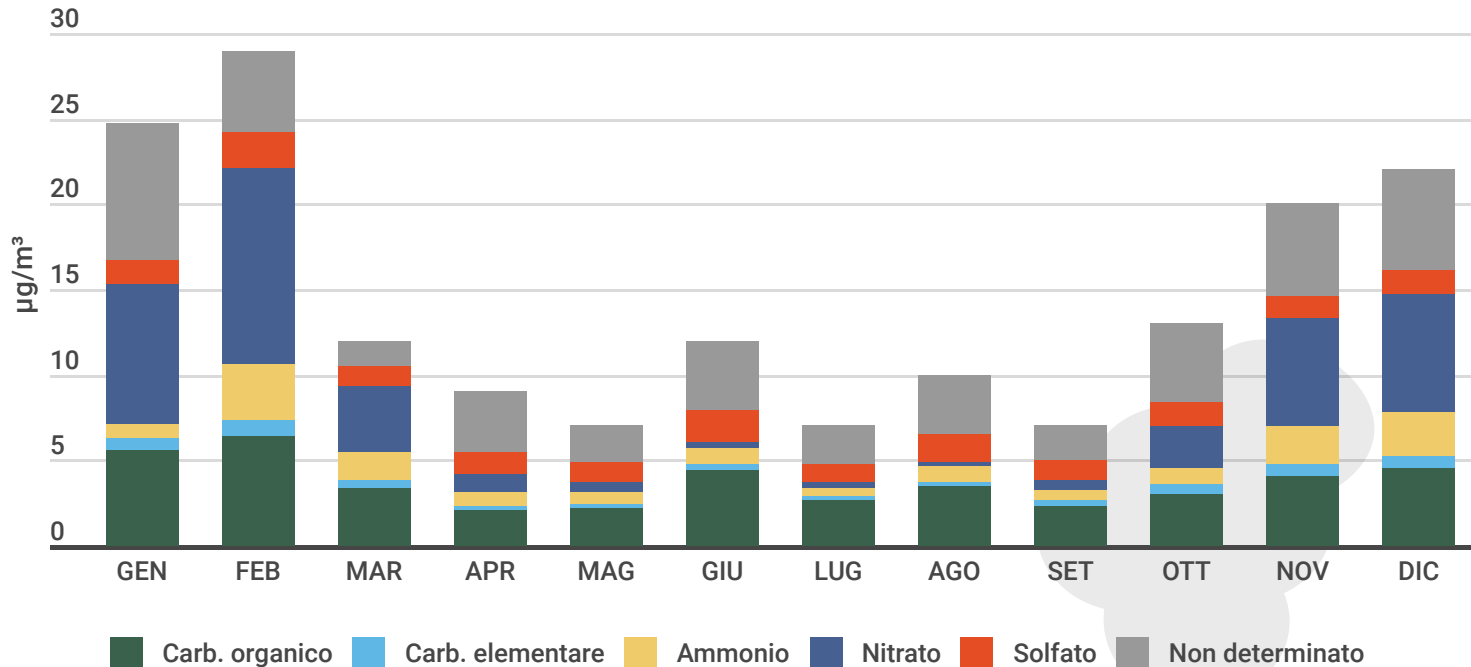
Nel grafico di seguito è rappresentato l'andamento del PM2.5 giornaliero nei 12 mesi nelle stazioni. In rosso sono visualizzati i giorni nei quali è stata effettuata, oltre alla misura del PM2.5, anche l'analisi della composizione chimica del particolato. In nero sono rappresentati i giorni nei quali non è disponibile l'analisi chimica.



## 2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

### 2.2. Gli andamenti nell'anno 2025

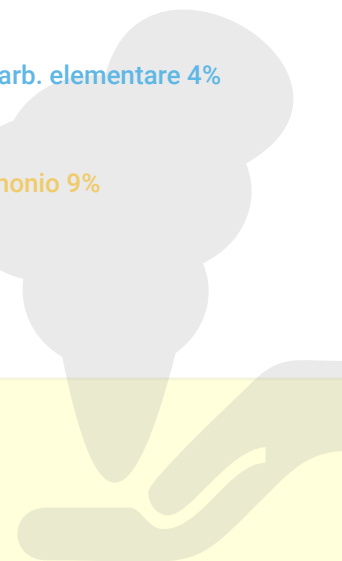
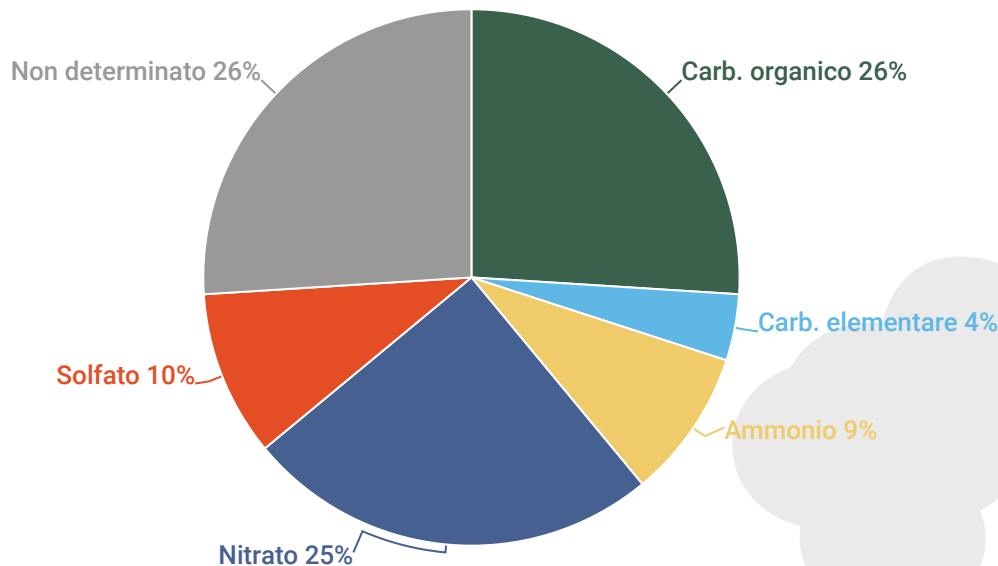
Andamento mensile delle specie in esame nella stazione di Bologna Gobetti



## 2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

### 2.3. Composizione percentuale del PM2.5 nel 2025

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM2.5 nella stazione di Bologna Gobetti  
I numeri riportati sono approssimati all'unità

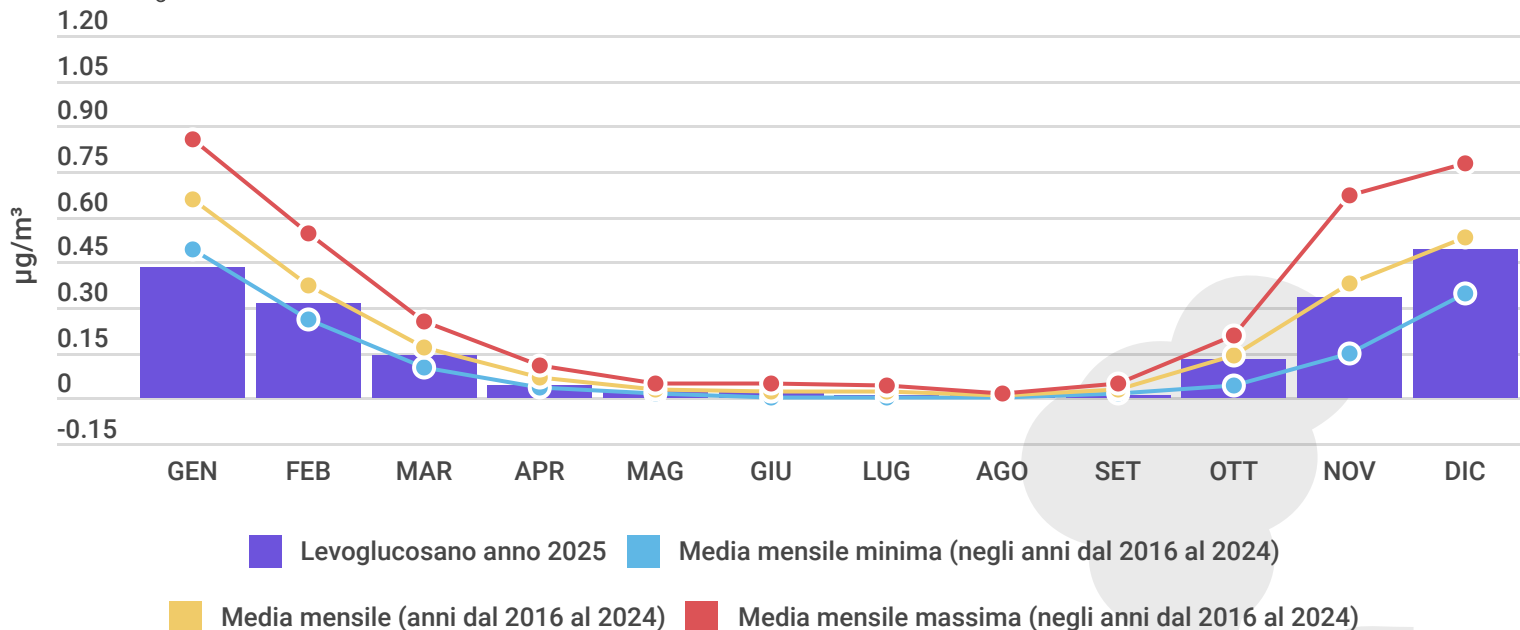


## 2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

### 2.4. Levoglucosano nel 2025 - Confronto con gli anni precedenti

Il seguente grafico presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nell'anno 2025 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2024 (per il solo levoglucosano fra il 2016 e il 2024). Come spiegato nel paragrafo 1.1 questo inquinante è interessante perché deriva esclusivamente dalla combustione della legna: pertanto fornisce indicazioni sul quantitativo di PM2.5 emesso da questa sorgente.

Stazione di Bologna Gobetti



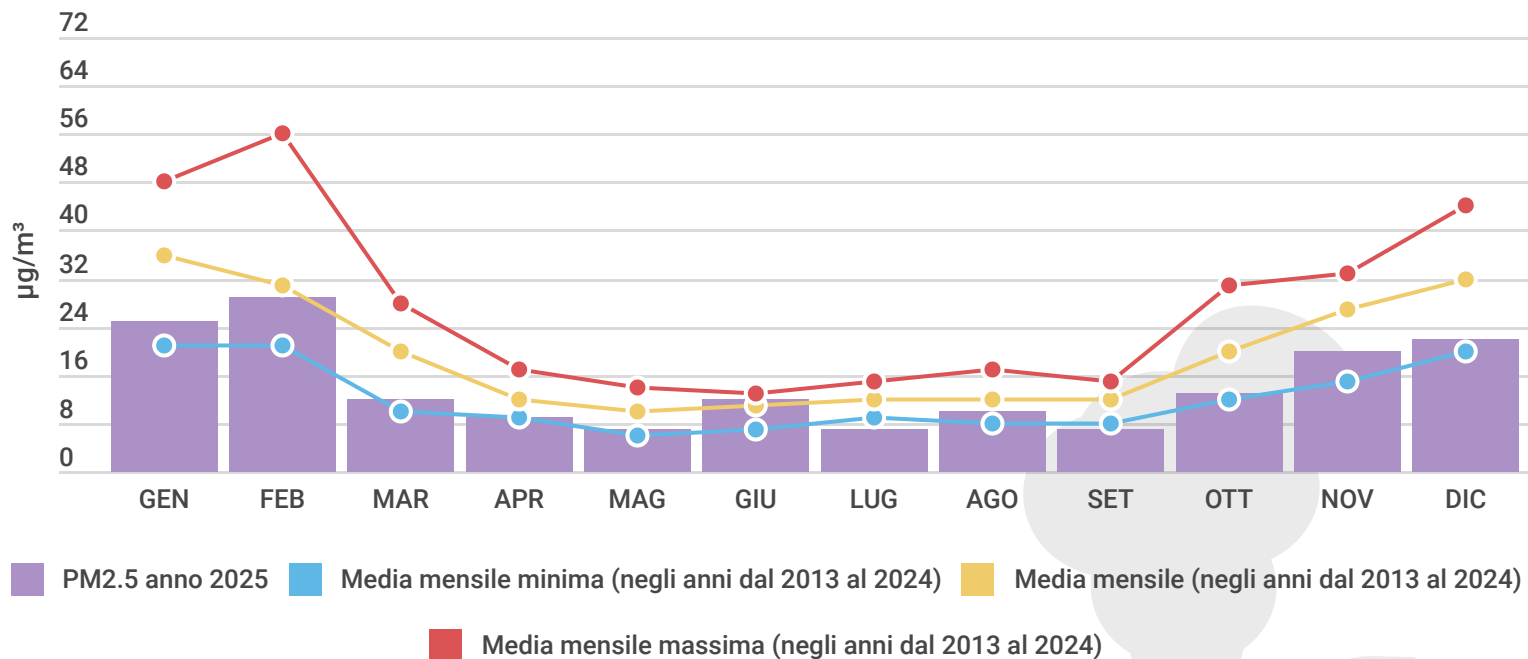
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

### 2.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 2.5.1. PM2.5

Stazione di Bologna Gobetti, anno 2025



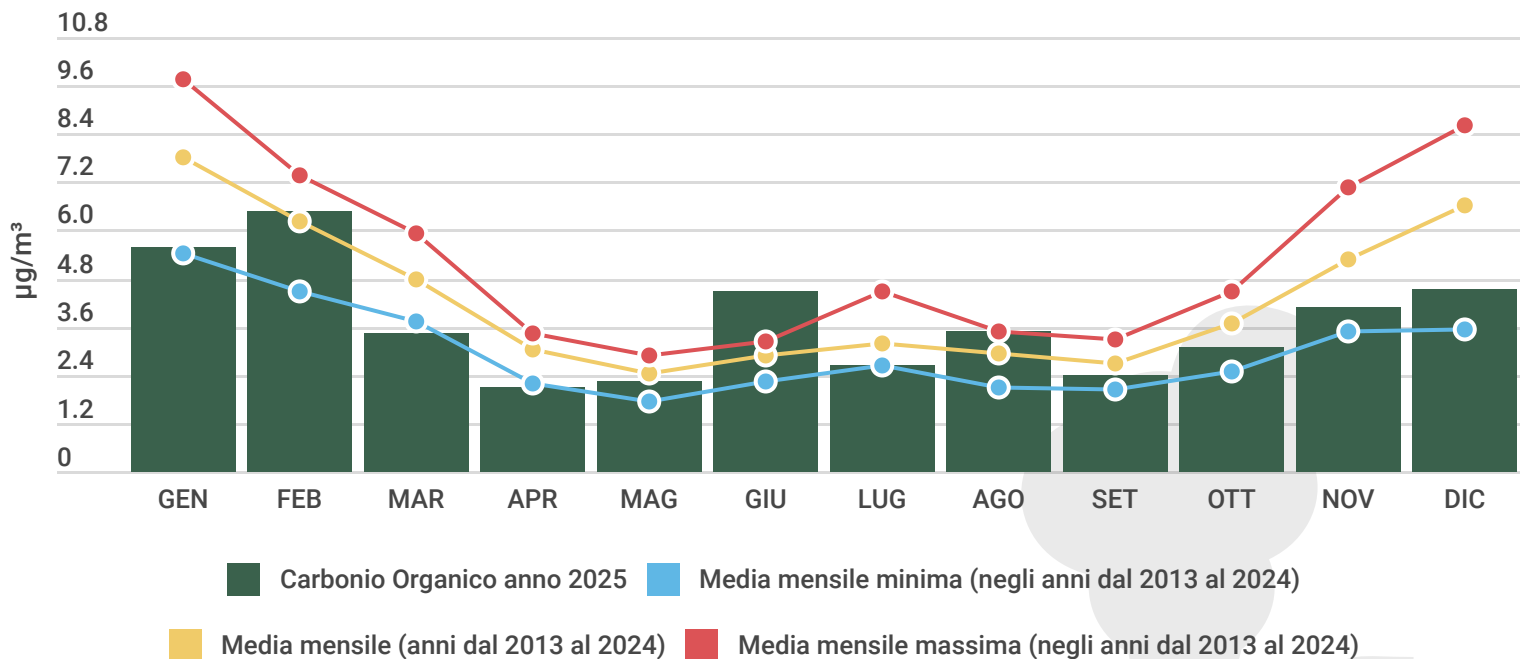
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

### 2.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 2.5.2. Carbonio organico

Stazione di Bologna Gobetti, anno 2025



\*Definizioni

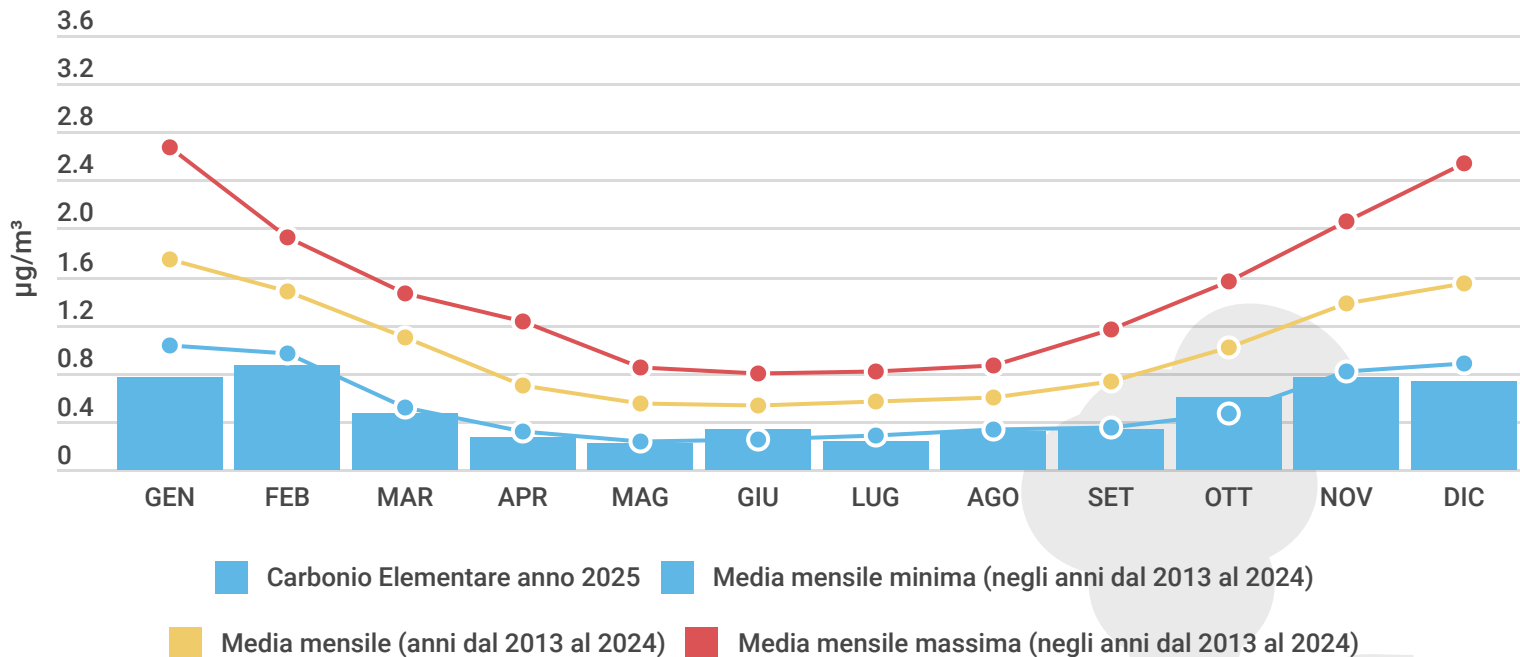
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

### 2.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 2.5.3. Carbonio elementare

Stazione di Bologna Gobetti, anno 2025



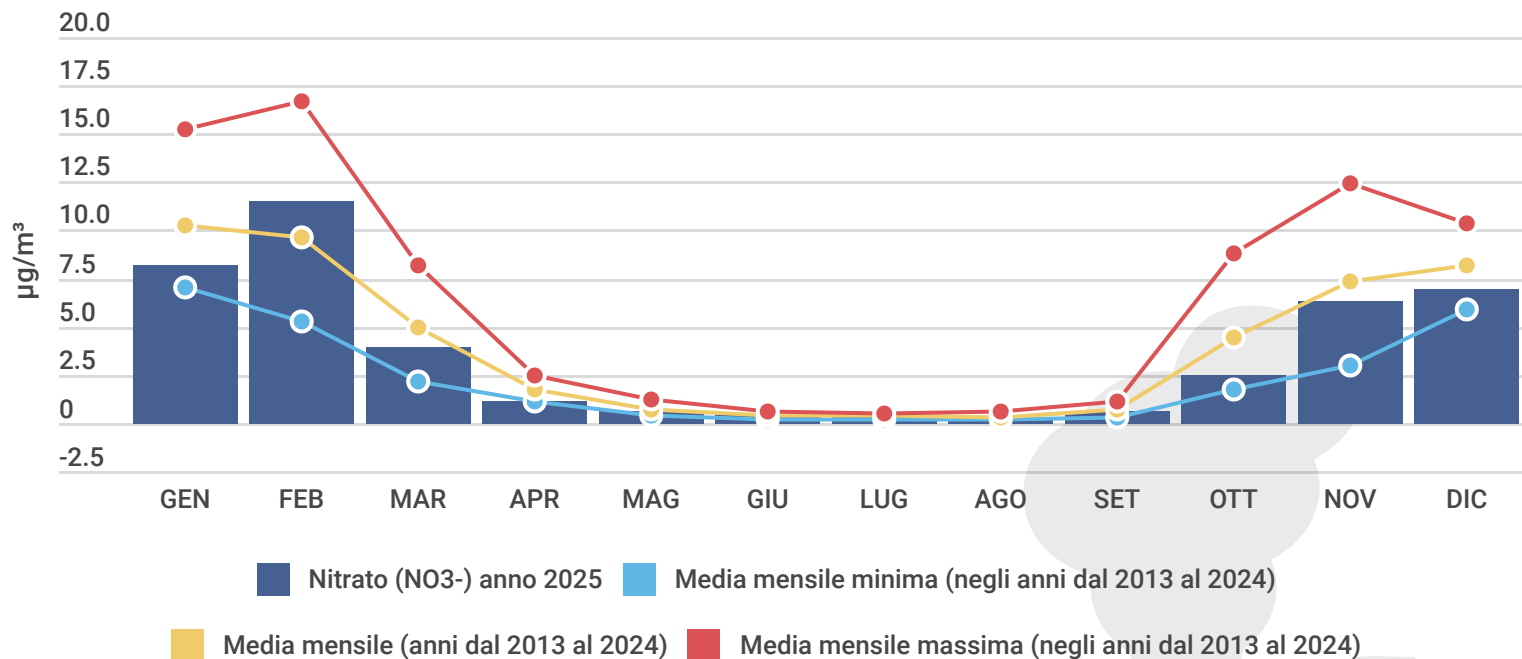
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

### 2.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 2.5.4. Nitrato

Stazione di Bologna Gobetti, anno 2025



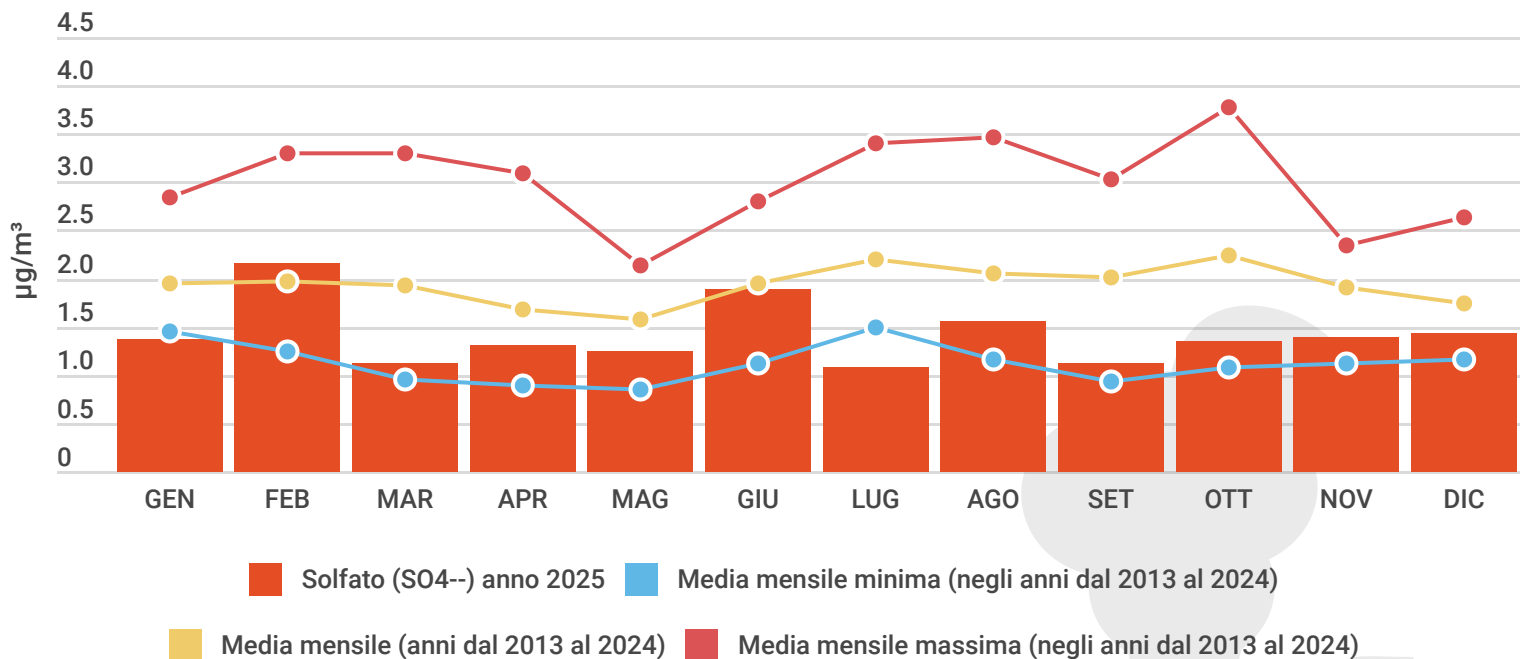
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

### 2.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 2.5.5. Solfato

Stazione di Bologna Gobetti, anno 2025



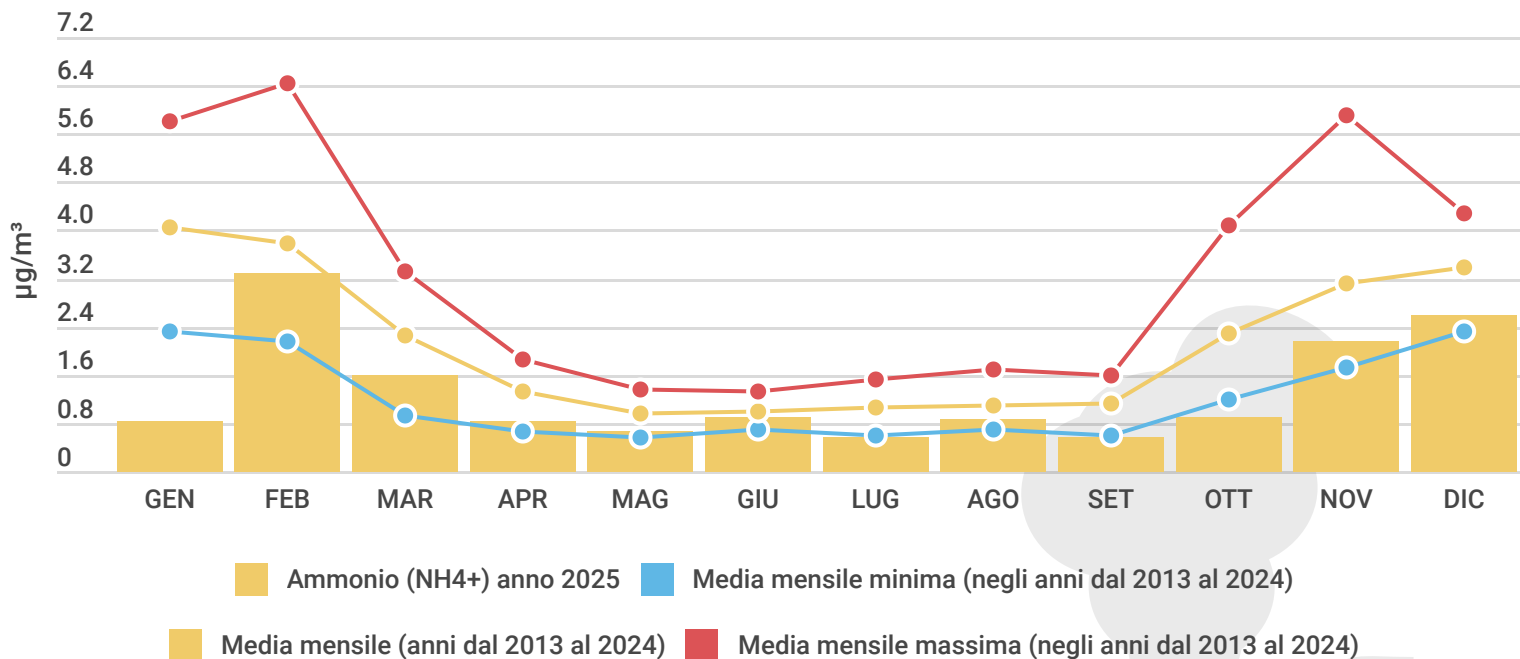
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

### 2.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 2.5.6. Ammonio

Stazione di Bologna Gobetti, anno 2025



\*Definizioni

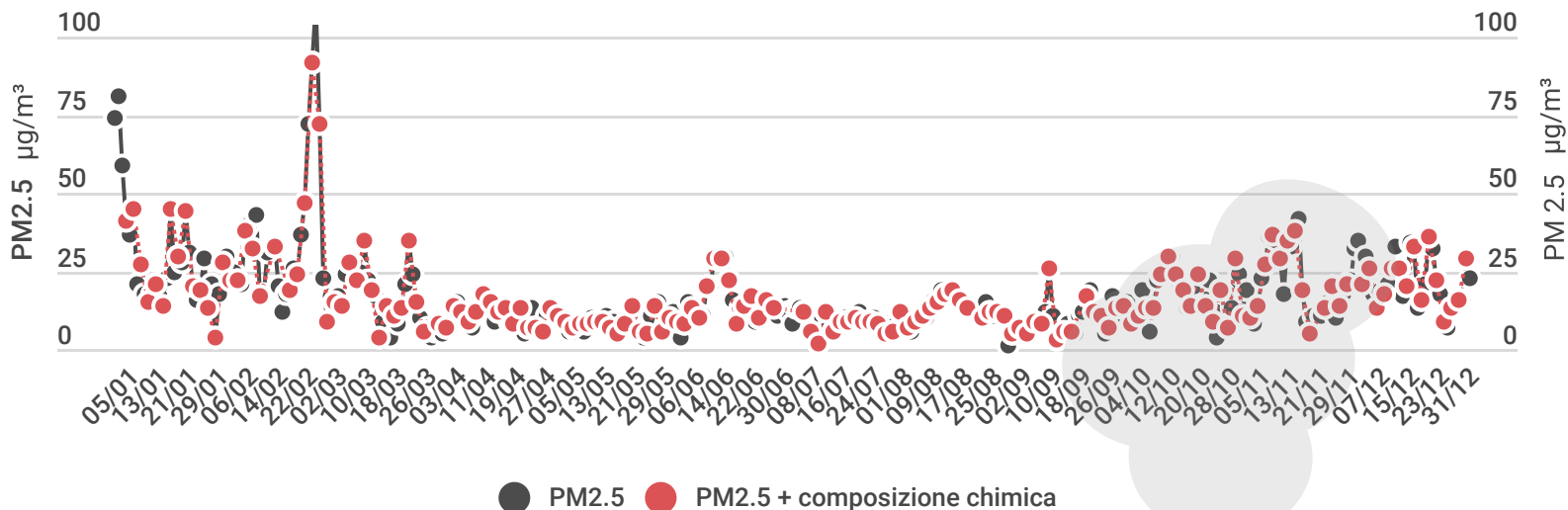
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

### 3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

#### 3.1. PM2.5 e i dati disponibili nel 2025

I dati analizzati provengono dai calcoli relativi ai campioni di PM2.5 disponibili: infatti non per tutti i giorni in cui è disponibile il valore del PM2.5 ne è stata analizzata la composizione chimica. Pertanto, le medie e i vari calcoli matematici sono stati realizzati tenendo conto dei soli giorni in cui erano disponibili i risultati delle analisi chimiche del PM2.5 e ciò può comportare una differenza con le medie ufficiali della massa del particolato pubblicate da Arpae per i siti in oggetto.

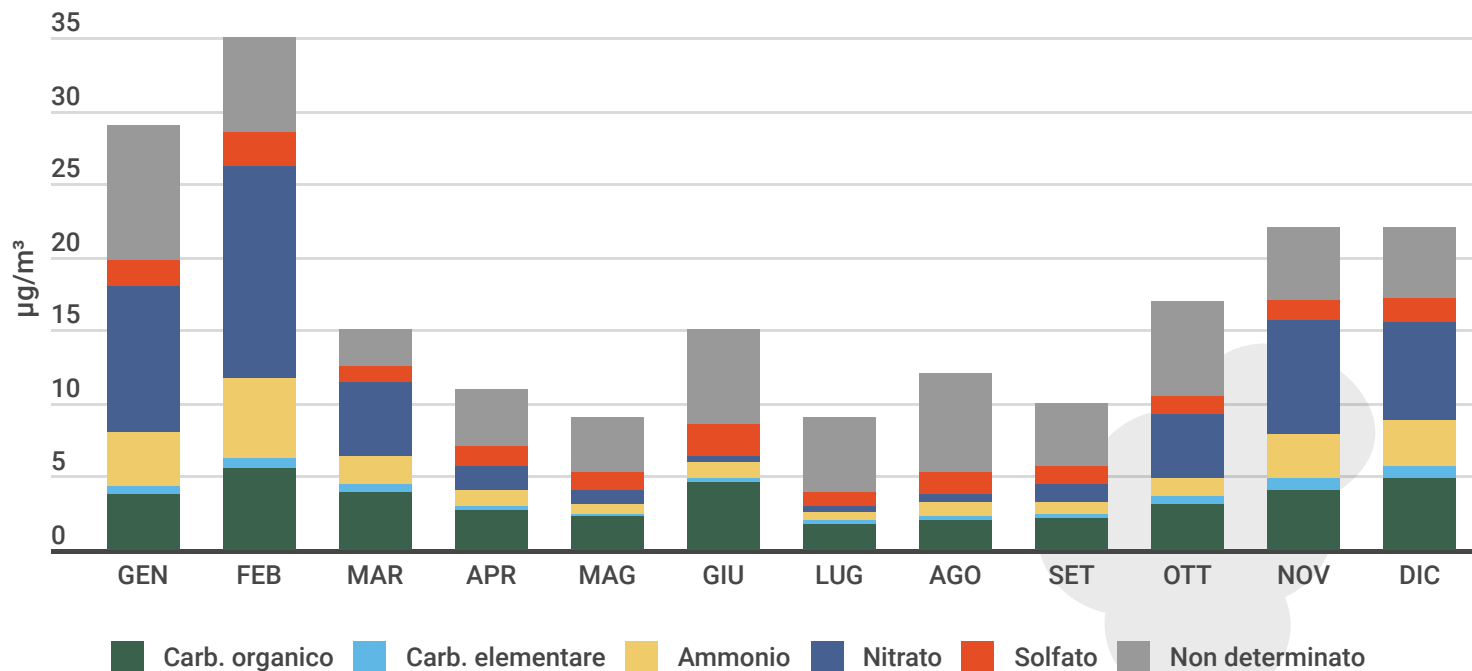
Nel grafico di seguito è rappresentato l'andamento del PM2.5 giornaliero nei 12 mesi nelle stazioni. In rosso sono visualizzati i giorni nei quali è stata effettuata, oltre alla misura del PM2.5, anche l'analisi della composizione chimica del particolato. In nero sono rappresentati i giorni nei quali non è disponibile l'analisi chimica.



### 3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

#### 3.2. Gli andamenti nell'anno 2025

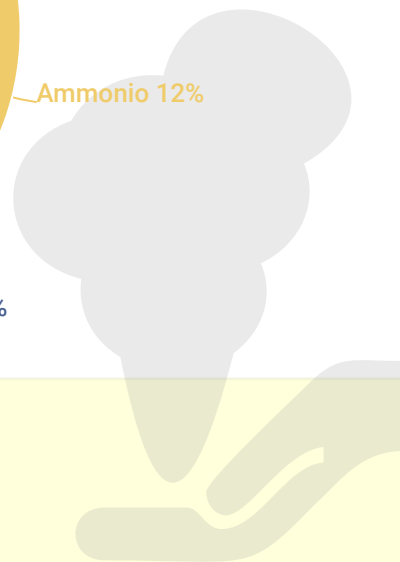
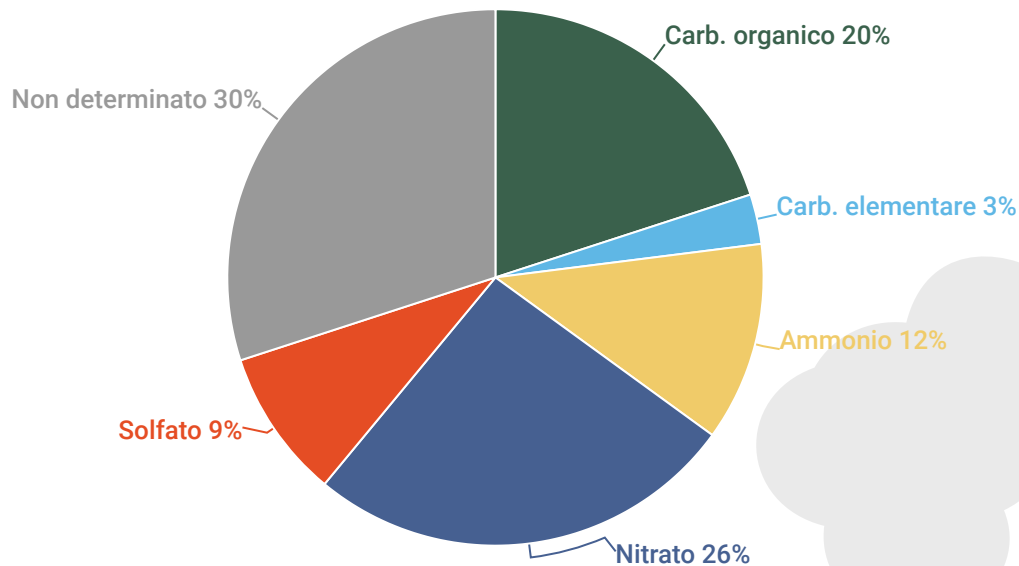
Andamento mensile delle specie in esame nella stazione di Parma Cittadella



### 3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

#### 3.3. Composizione percentuale del PM2.5 nel 2025

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM2.5 nella stazione di Parma Cittadella.  
I numeri riportati sono approssimati all'unità

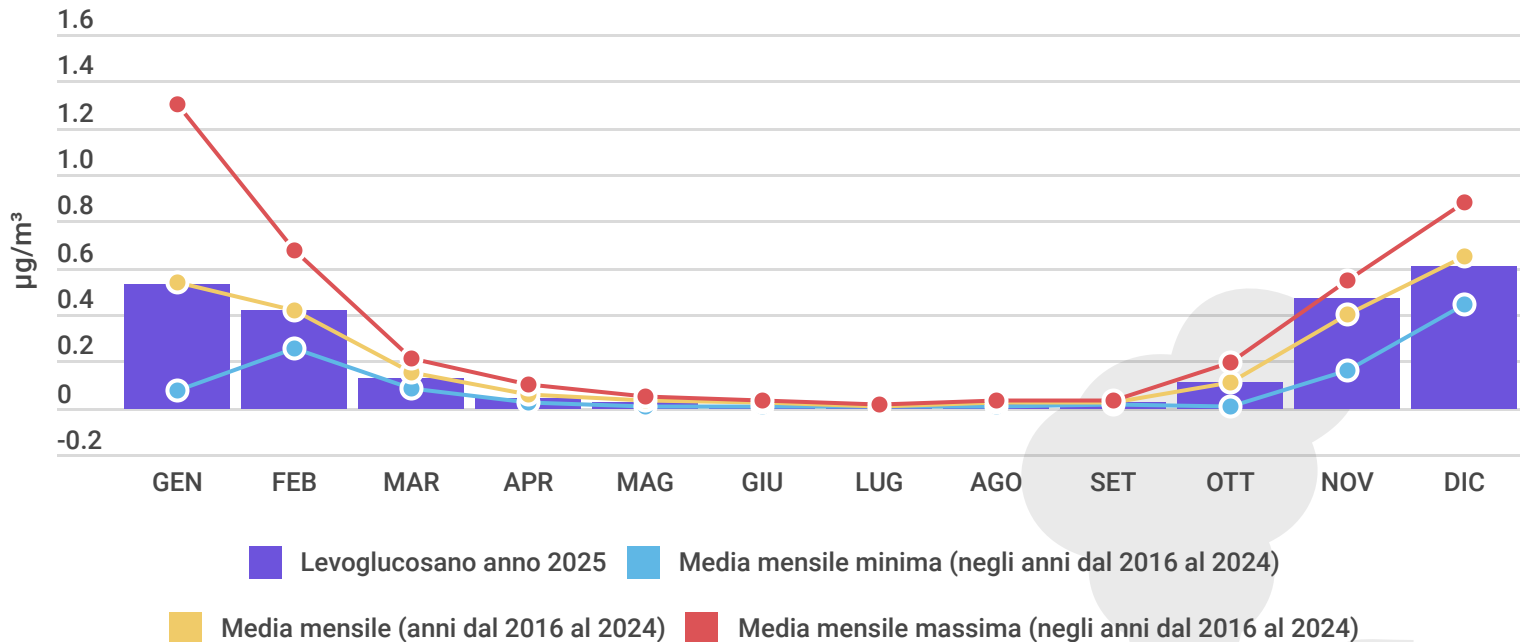


### 3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

#### 3.4. Levoglucosano nel 2025 - Confronto con gli anni precedenti

Il seguente grafico presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nell'anno 2025 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2024 (per il solo levoglucosano fra il 2016 e il 2024). Come spiegato nel paragrafo 1.1 questo inquinante è interessante perché deriva esclusivamente dalla combustione della legna: pertanto fornisce indicazioni sul quantitativo di PM2.5 emesso da questa sorgente.

Stazione di Parma Cittadella, anno 2025



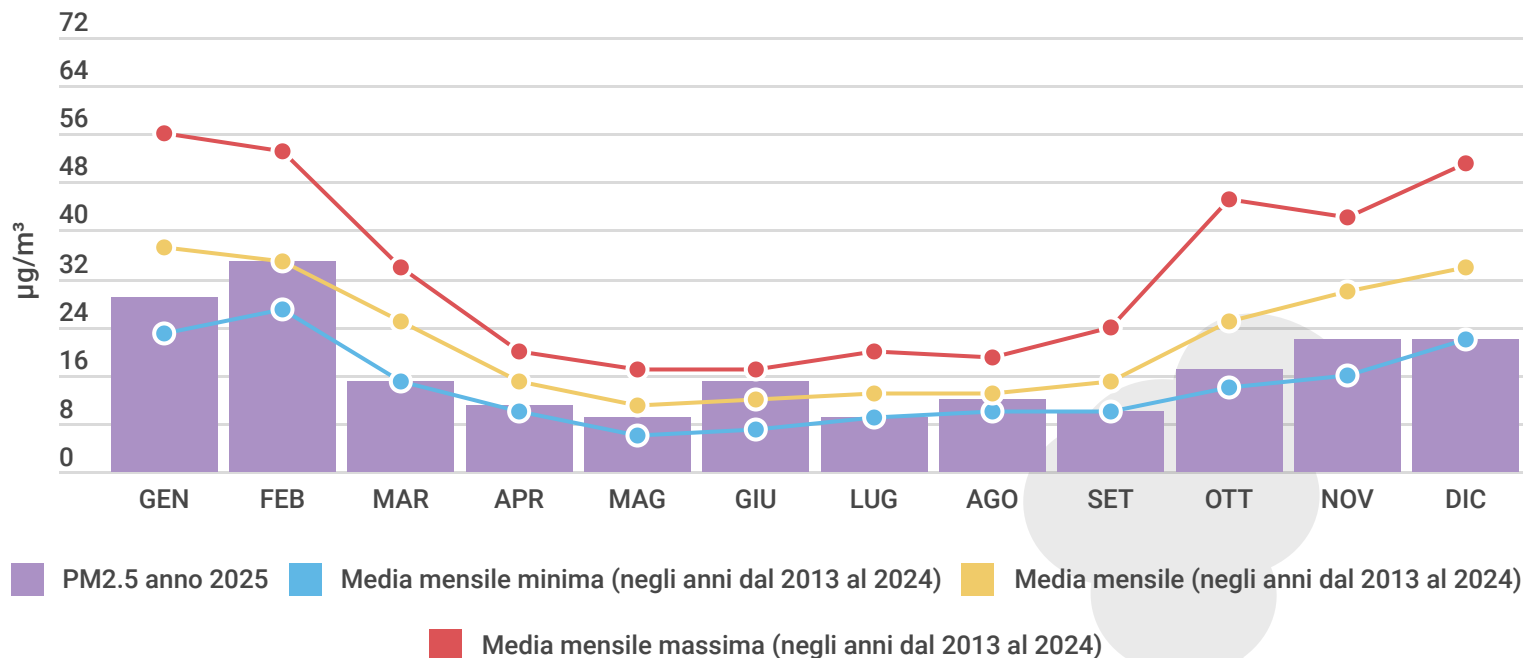
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

### 3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

#### 3.5. Confronto con gli anni precedenti

##### 3.5.1. PM 2.5

Stazione di Parma Cittadella, anno 2025



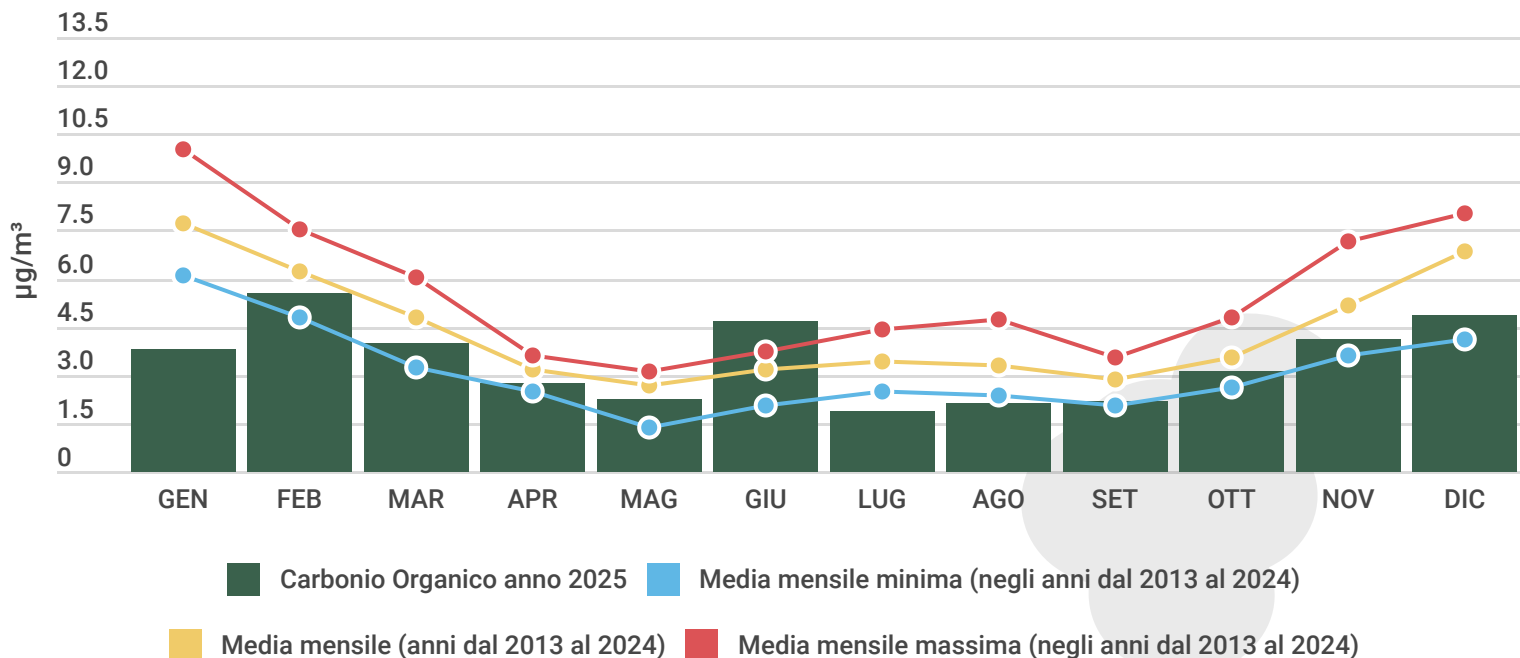
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

### 3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

#### 3.5. Confronto con gli anni precedenti

##### 3.5.2. Carbonio organico

Stazione di Parma Cittadella, anno 2025



\*Definizioni

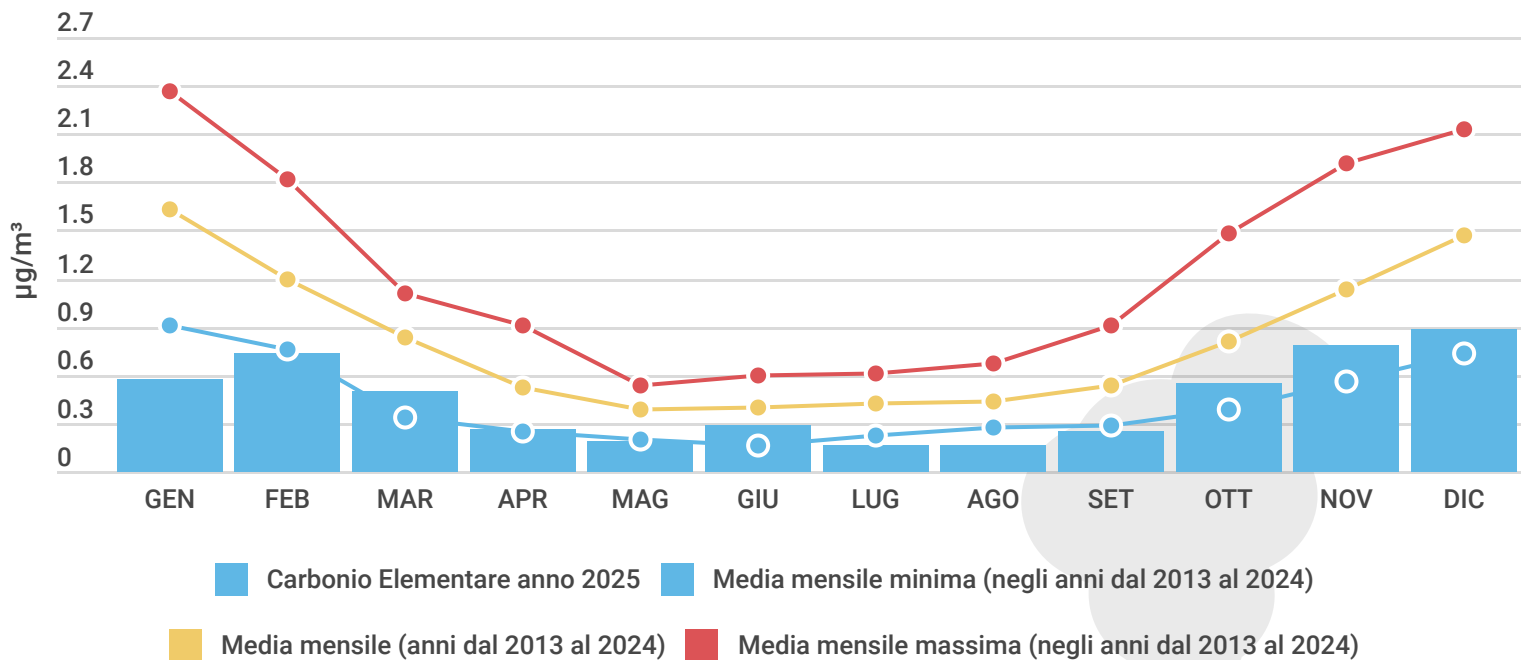
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

### 3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

#### 3.5. Confronto con gli anni precedenti

##### 3.5.3. Carbonio elementare

Stazione di Parma Cittadella, anno 2025



\*Definizioni

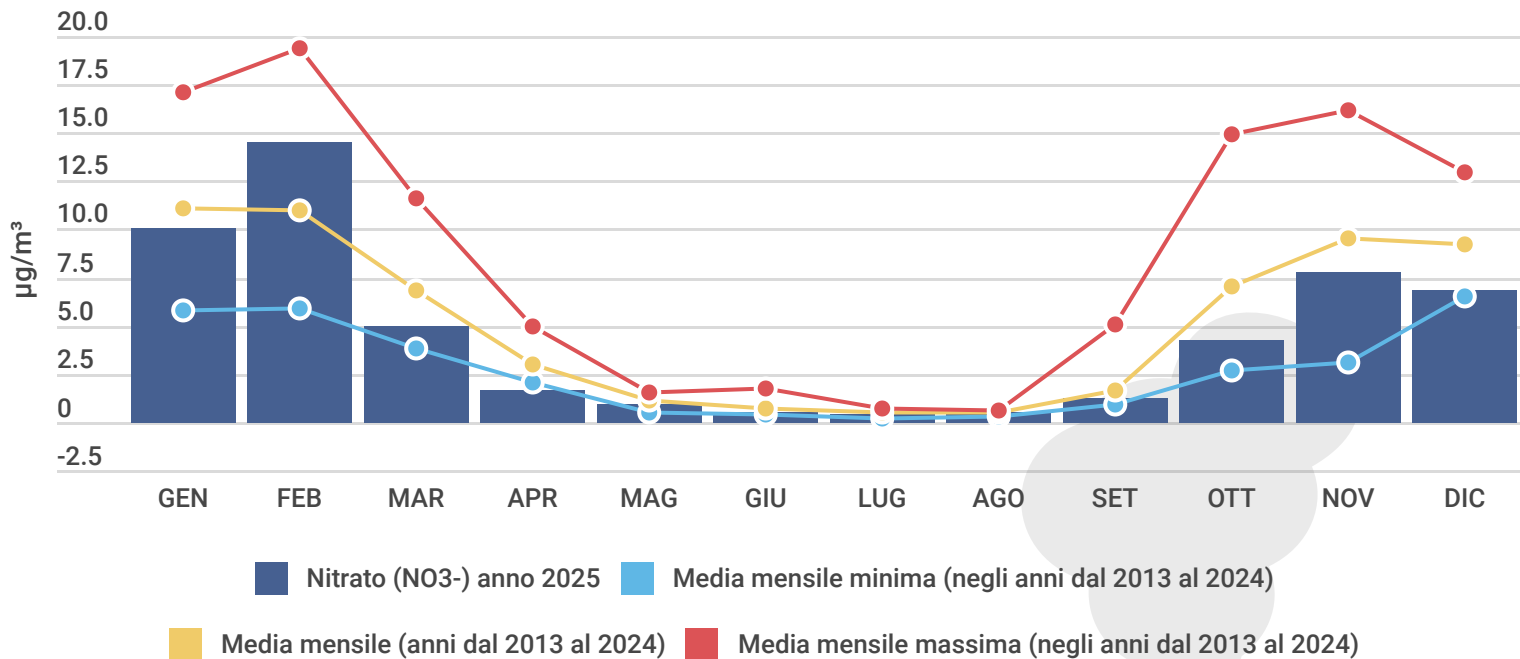
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

### 3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

#### 3.5. Confronto con gli anni precedenti

##### 3.5.4. Nitrato

Stazione di Parma Cittadella, anno 2025



\*Definizioni

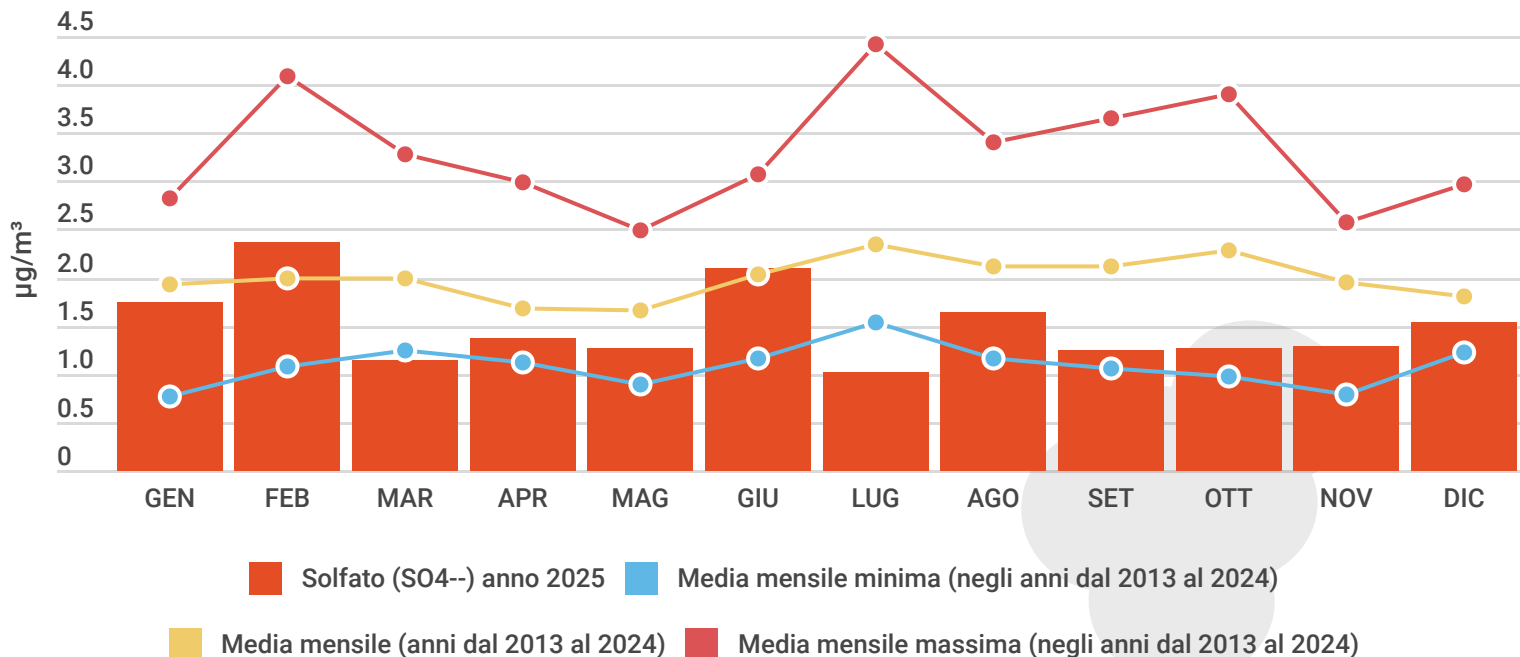
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

### 3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

#### 3.5. Confronto con gli anni precedenti

##### 3.5.5. Solfato

Stazione di Parma Cittadella, anno 2025



\*Definizioni

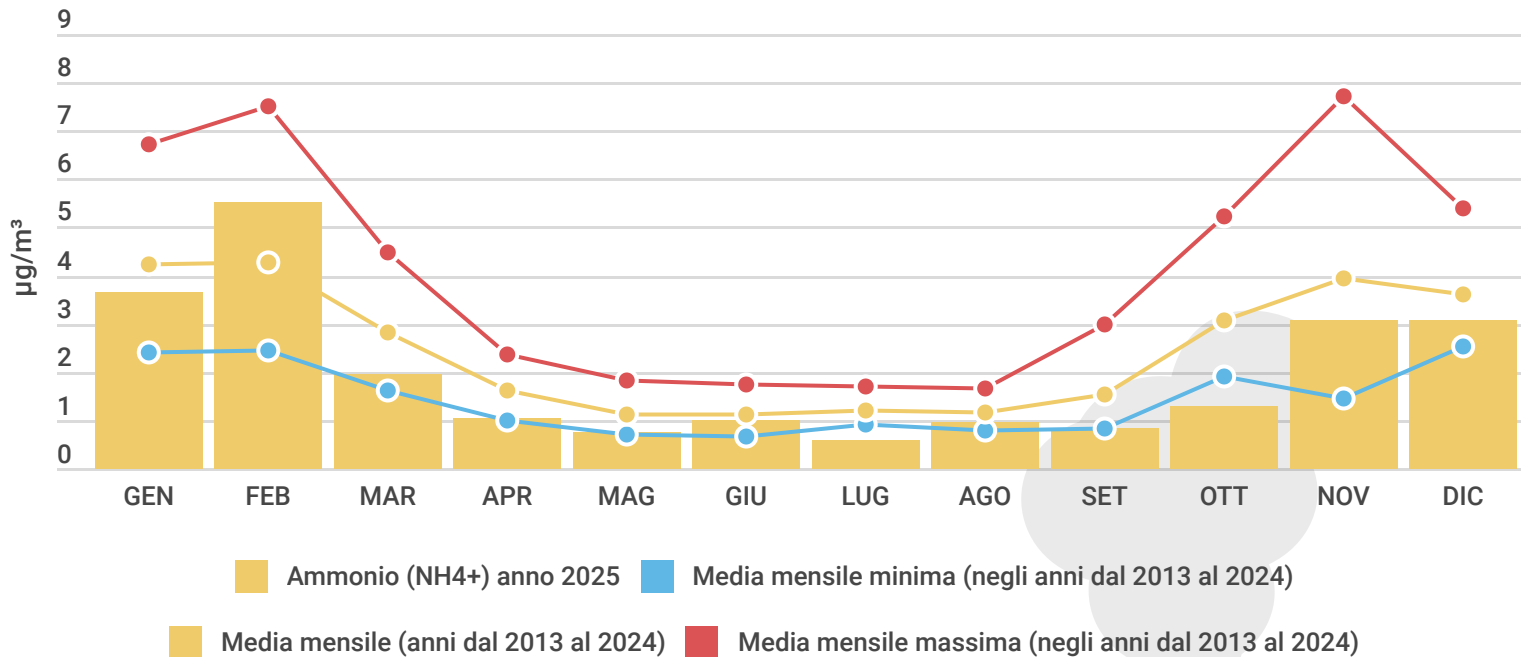
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

### 3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

#### 3.5. Confronto con gli anni precedenti

##### 3.5.6. Ammonio

Stazione di Parma Cittadella, anno 2025



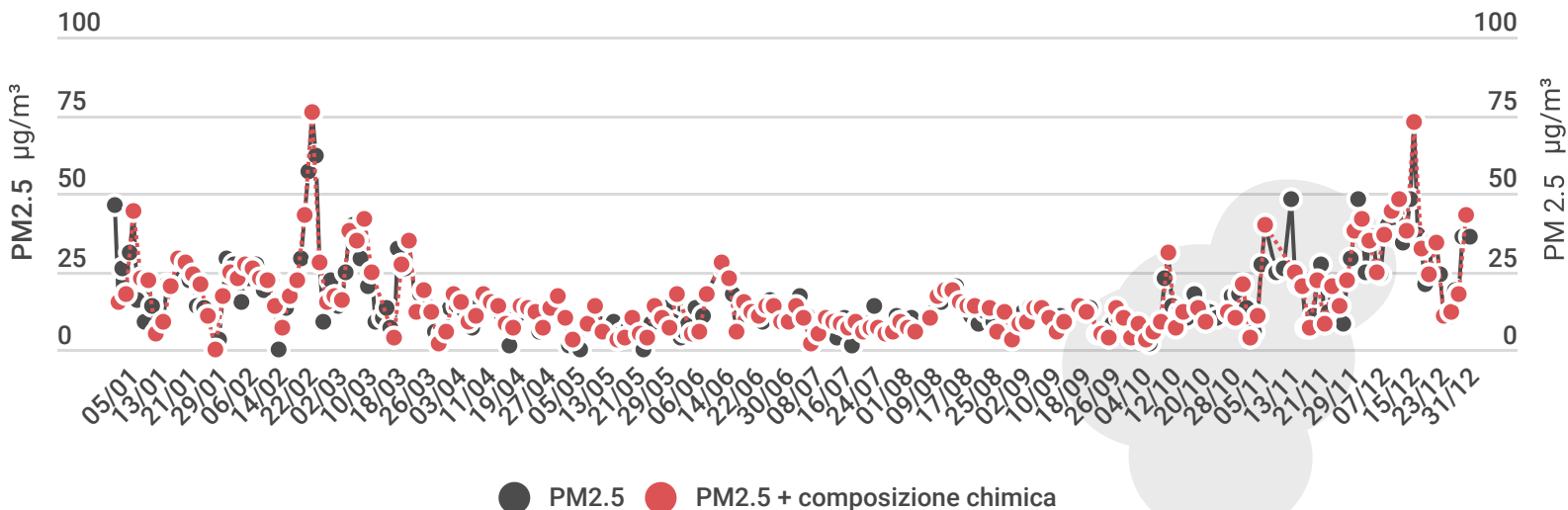
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

### 4.1. PM2.5 e i dati disponibili nel 2025

I dati analizzati provengono dai calcoli relativi ai campioni di PM2.5 disponibili: infatti non per tutti i giorni in cui è disponibile il valore del PM2.5 ne è stata analizzata la composizione chimica. Pertanto, le medie e i vari calcoli matematici sono stati realizzati tenendo conto dei soli giorni in cui erano disponibili i risultati delle analisi chimiche del PM2.5 e ciò può comportare una differenza con le medie ufficiali della massa del particolato pubblicate da Arpae per i siti in oggetto.

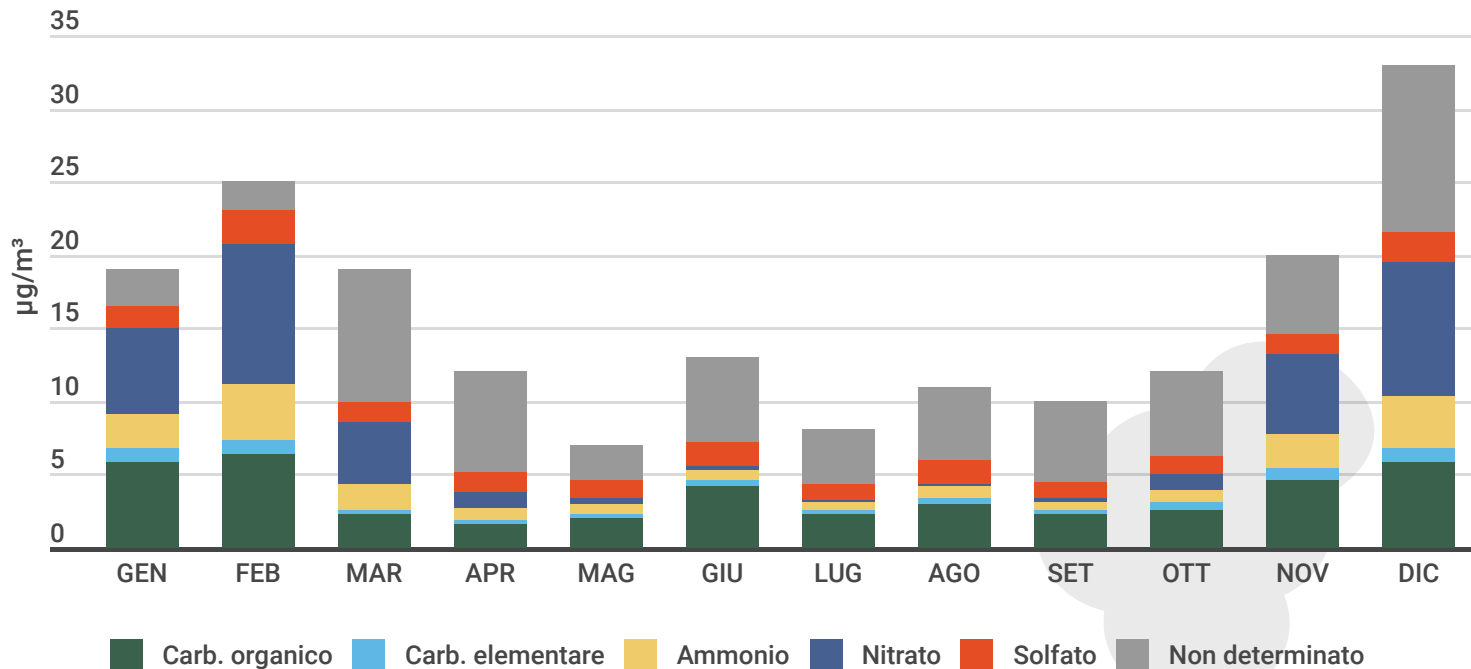
Nel grafico di seguito è rappresentato l'andamento del PM2.5 giornaliero nei 12 mesi nelle stazioni. In rosso sono visualizzati i giorni nei quali è stata effettuata, oltre alla misura del PM2.5, anche l'analisi della composizione chimica del particolato. In nero sono rappresentati i giorni nei quali non è disponibile l'analisi chimica.



## 4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

### 4.2. Gli andamenti nell'anno 2025

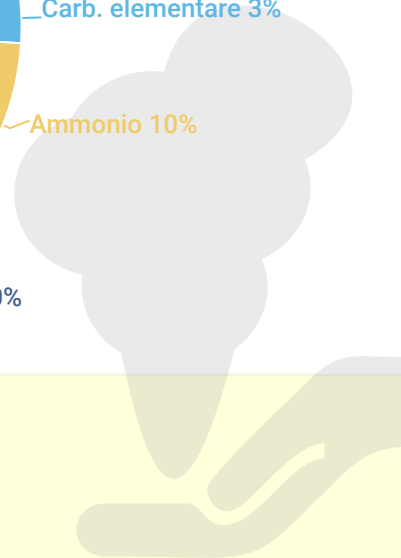
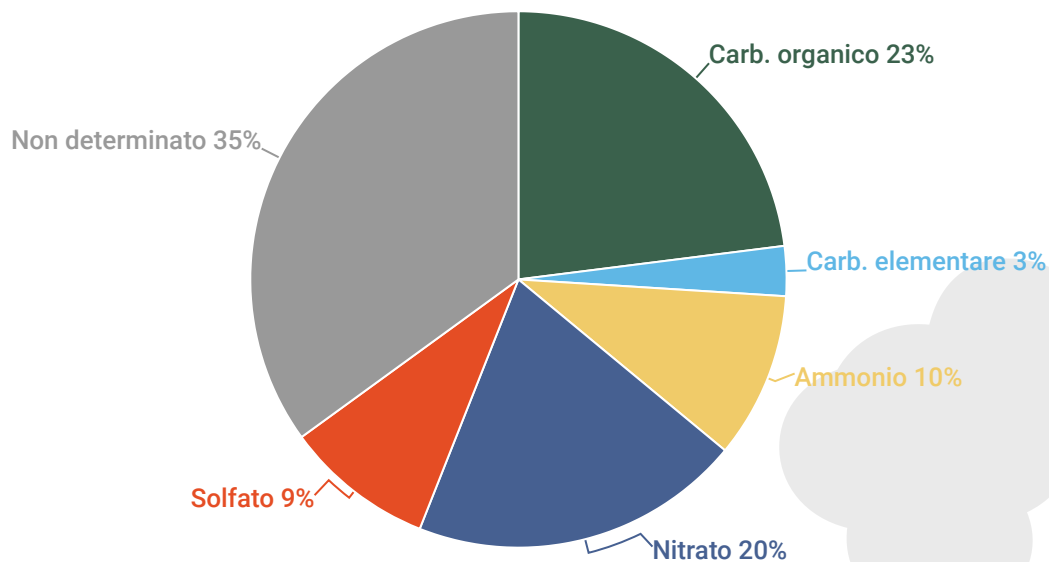
Andamento mensile delle specie in esame nella stazione di Rimini Marecchia



## 4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

### 4.3. Composizione percentuale del PM2.5 nel 2025

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM2.5 nella stazione di Rimini Marecchia.  
I numeri riportati sono approssimati all'unità

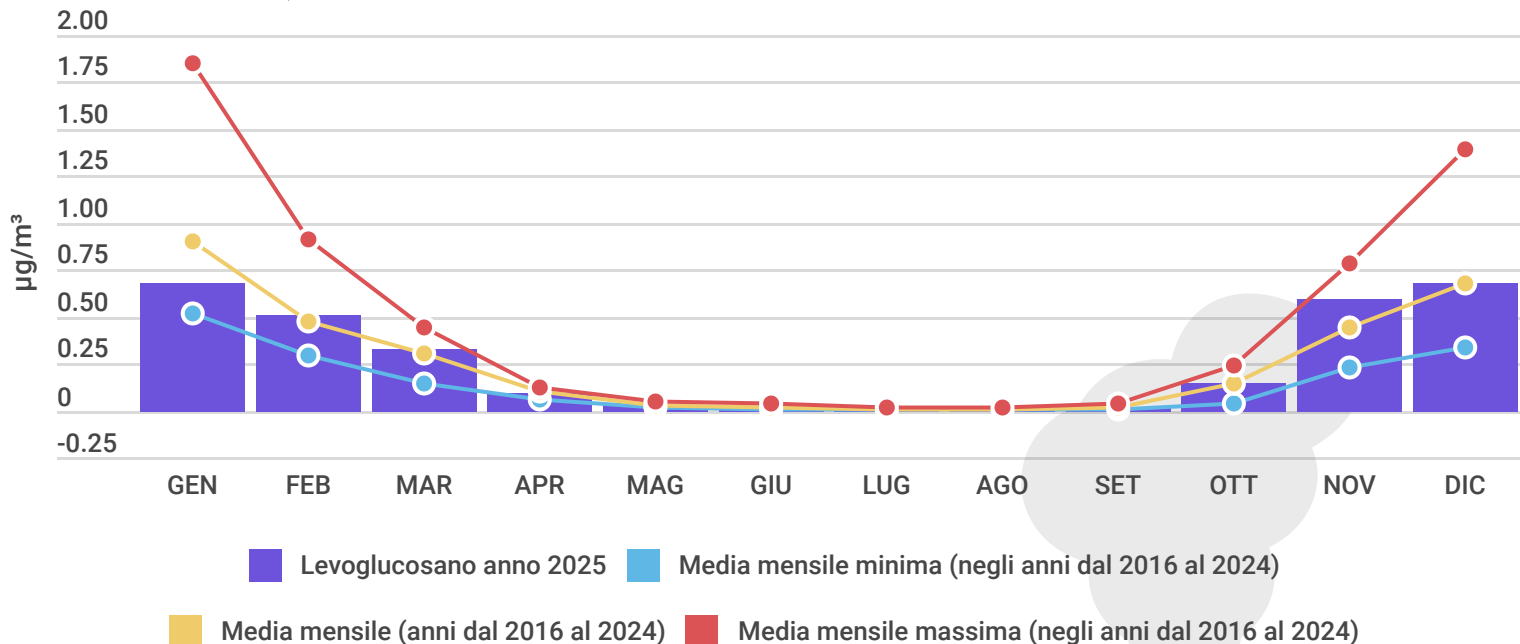


## 4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

### 4.4. Levoglucosano nel 2025 - Confronto con gli anni precedenti

Il seguente grafico presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nell'anno 2025 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2024 (per il solo levoglucosano fra il 2016 e il 2024). Come spiegato nel paragrafo 1.1 questo inquinante è interessante perché deriva esclusivamente dalla combustione della legna: pertanto fornisce indicazioni sul quantitativo di PM2.5 emesso da questa sorgente.

Stazione di Rimini Marecchia, anno 2025



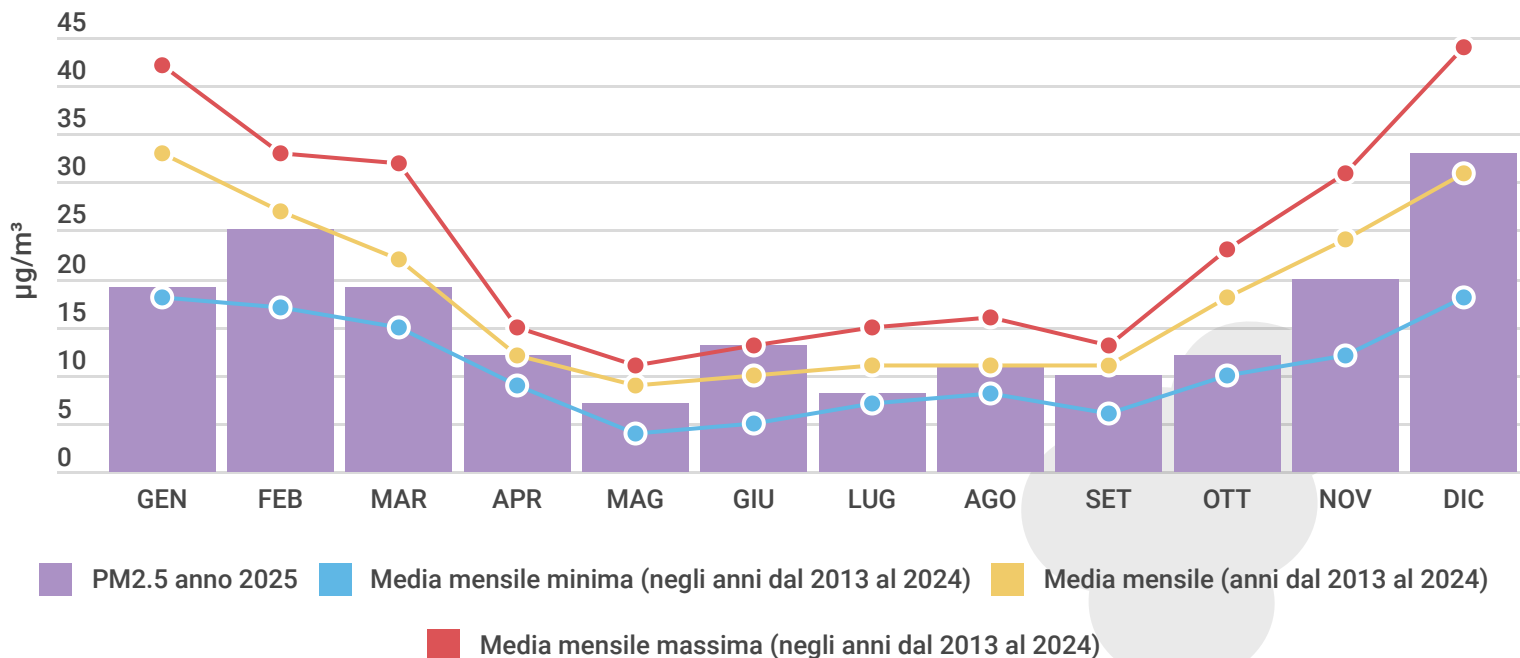
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

### 4.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 4.5.1. PM2.5

Stazione di Rimini Marecchia, anno 2025



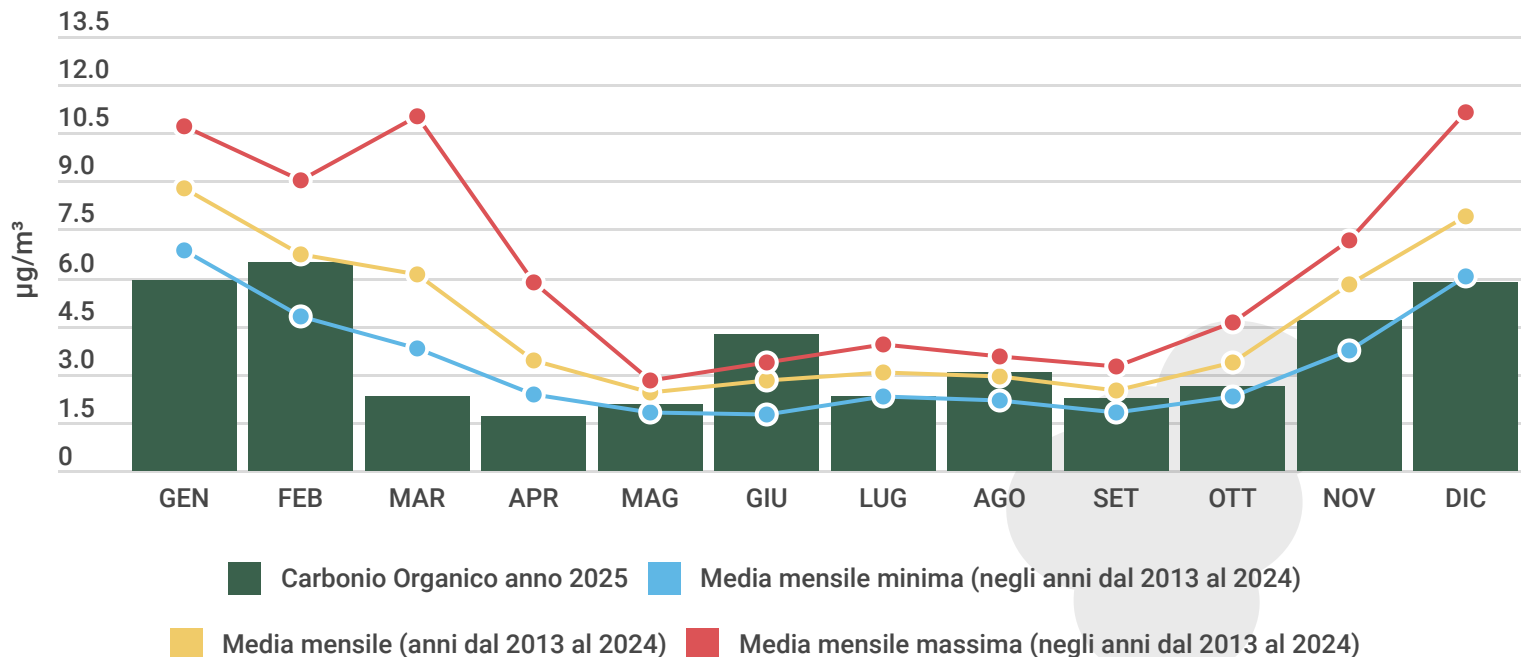
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

### 4.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 4.5.2. Carbonio organico

Stazione di Rimini Marecchia, anno 2025



\*Definizioni

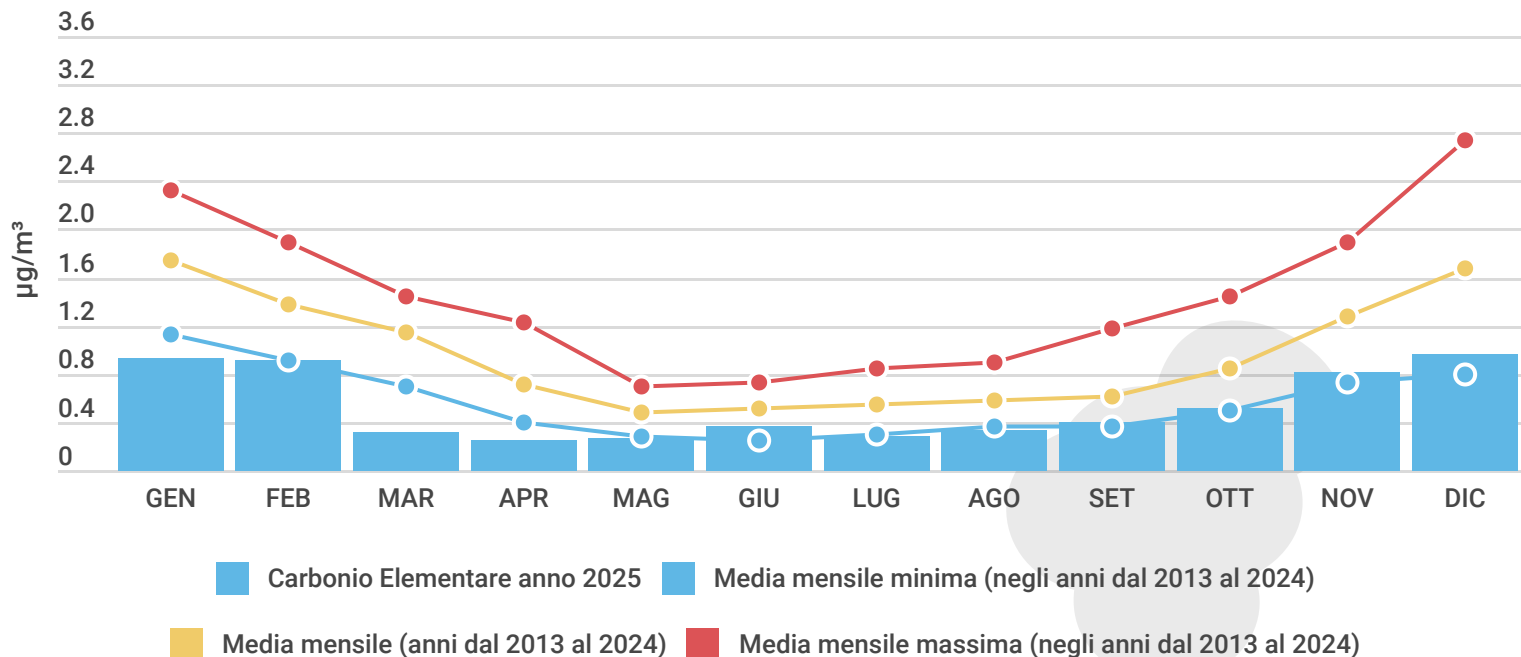
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

### 4.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 4.5.3. Carbonio elementare

Stazione di Rimini Marecchia, anno 2025



\*Definizioni

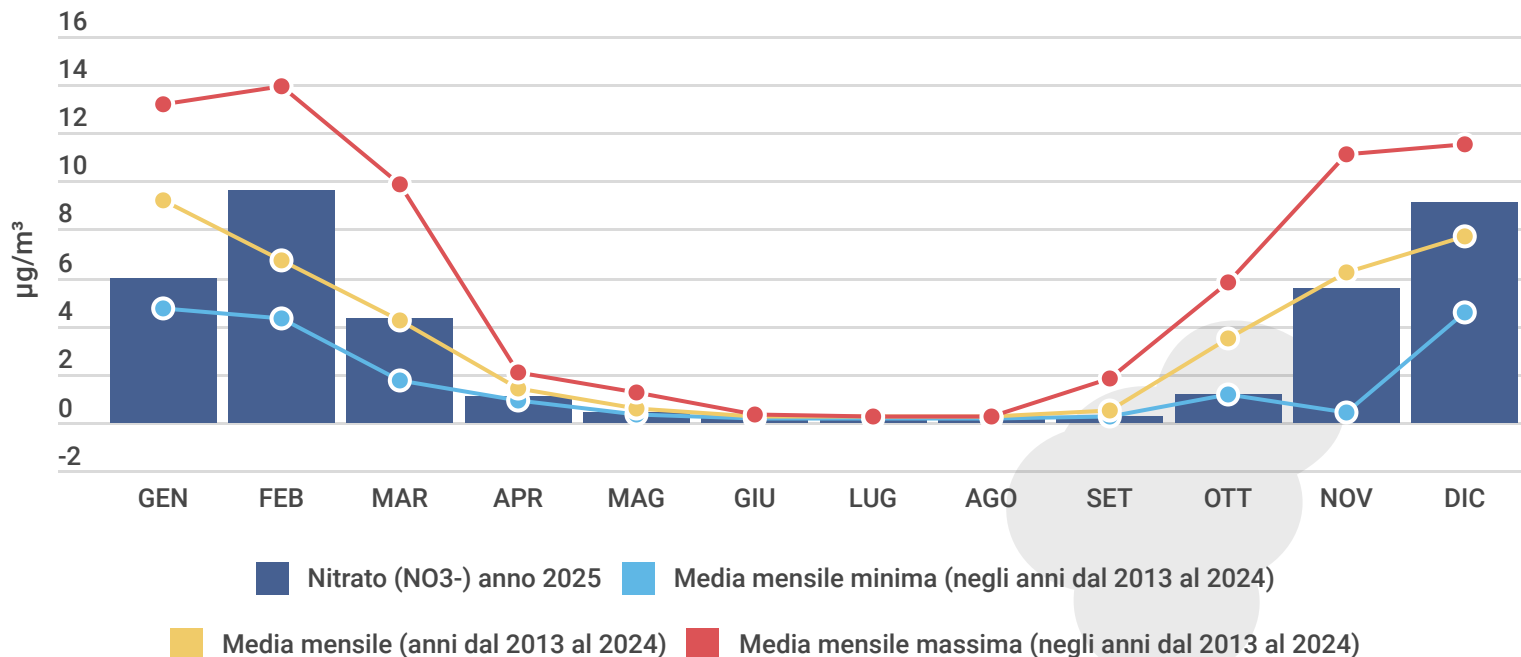
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

### 4.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 4.5.4. Nitrato

Stazione di Rimini Marecchia, anno 2025



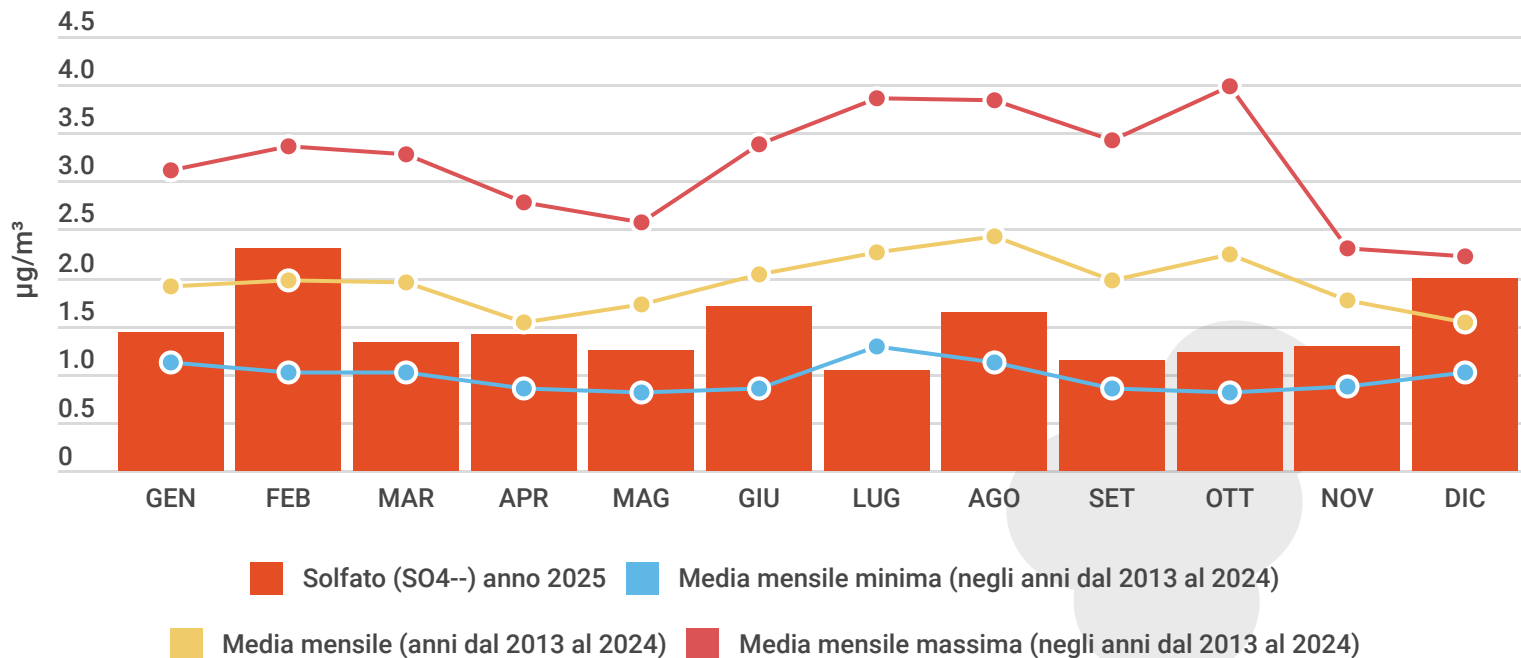
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

### 4.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 4.5.5. Solfato

Stazione di Rimini Marecchia, anno 2025



\*Definizioni

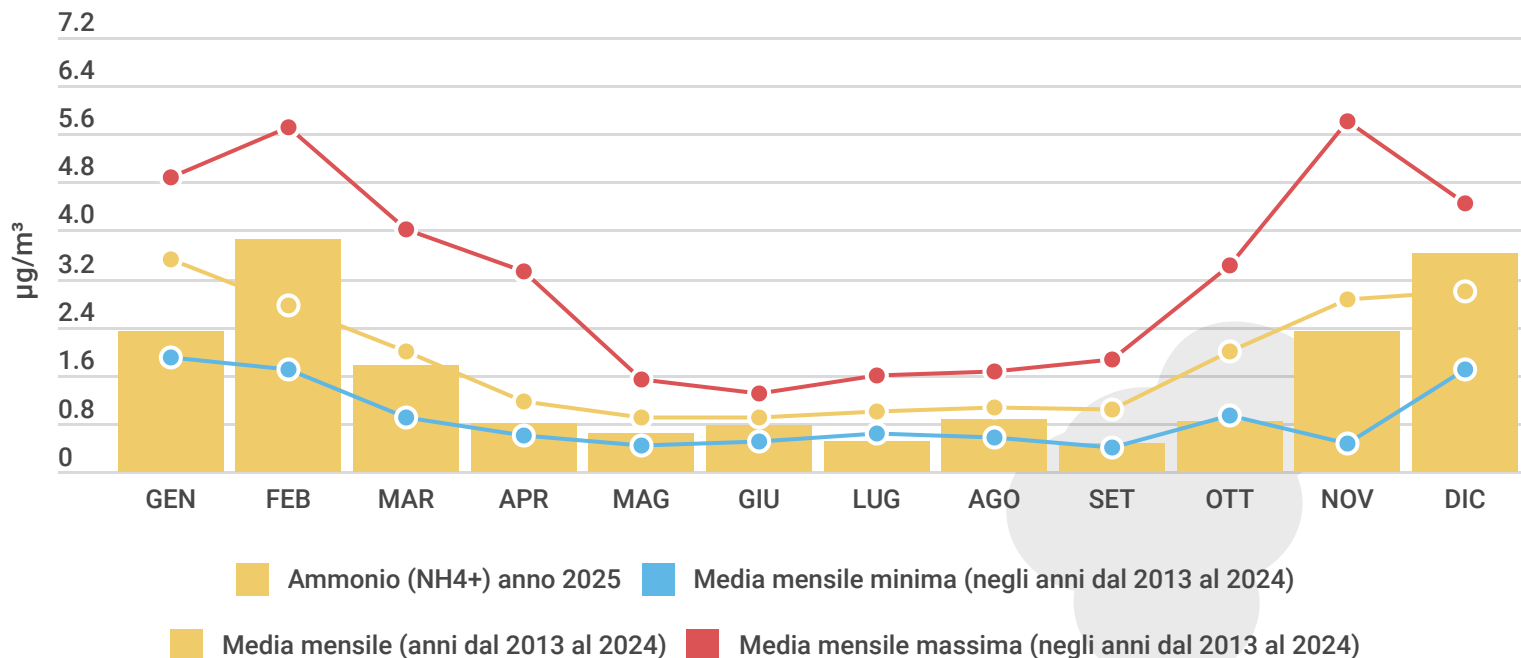
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

### 4.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 4.5.6. Ammonio

Stazione di Rimini Marecchia, anno 2025



\*Definizioni

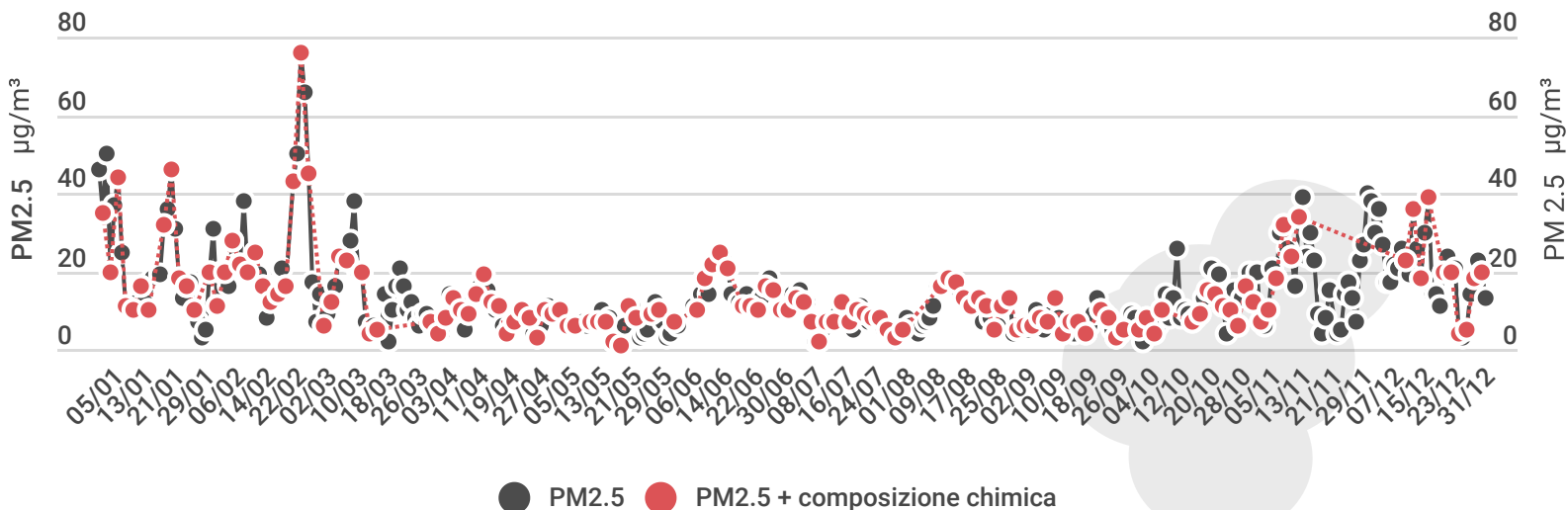
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 5. Le specie chimiche nel PM2.5 a Molinella (BO)

### 5.1. PM2.5 e i dati disponibili nel 2025

I dati analizzati provengono dai calcoli relativi ai campioni di PM2.5 disponibili: infatti non per tutti i giorni in cui è disponibile il valore del PM2.5 ne è stata analizzata la composizione chimica. Pertanto, le medie e i vari calcoli matematici sono stati realizzati tenendo conto dei soli giorni in cui erano disponibili i risultati delle analisi chimiche del PM2.5 e ciò può comportare una differenza con le medie ufficiali della massa del particolato pubblicate da Arpae per i siti in oggetto.

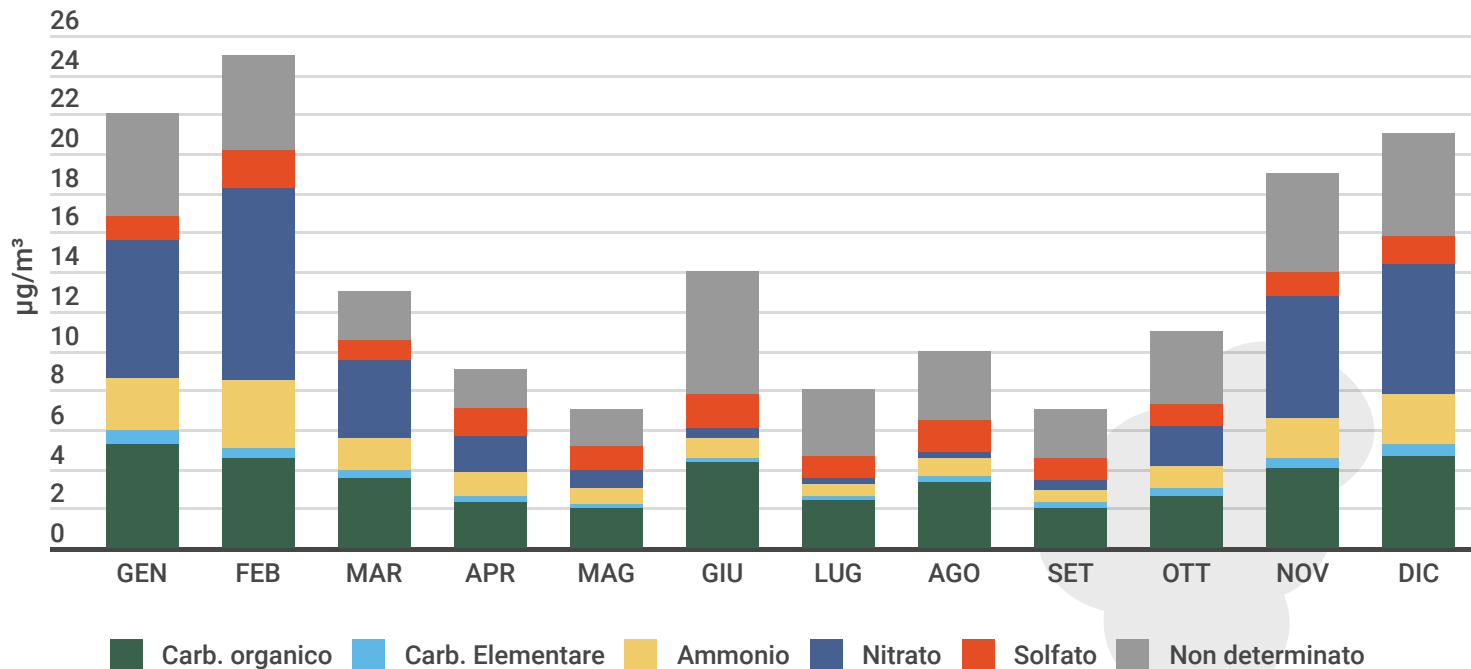
Nel grafico di seguito è rappresentato l'andamento del PM2.5 giornaliero nei 12 mesi nelle stazioni. In rosso sono visualizzati i giorni nei quali è stata effettuata, oltre alla misura del PM2.5, anche l'analisi della composizione chimica del particolato. In nero sono rappresentati i giorni nei quali non è disponibile l'analisi chimica.



## 5. Le specie chimiche nel PM2.5 a Molinella (BO)

### 5.2. Gli andamenti nell'anno 2025

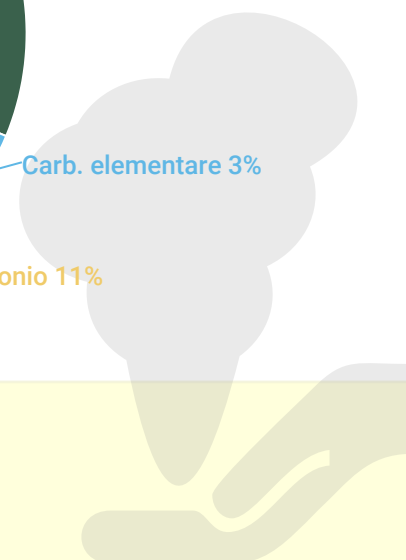
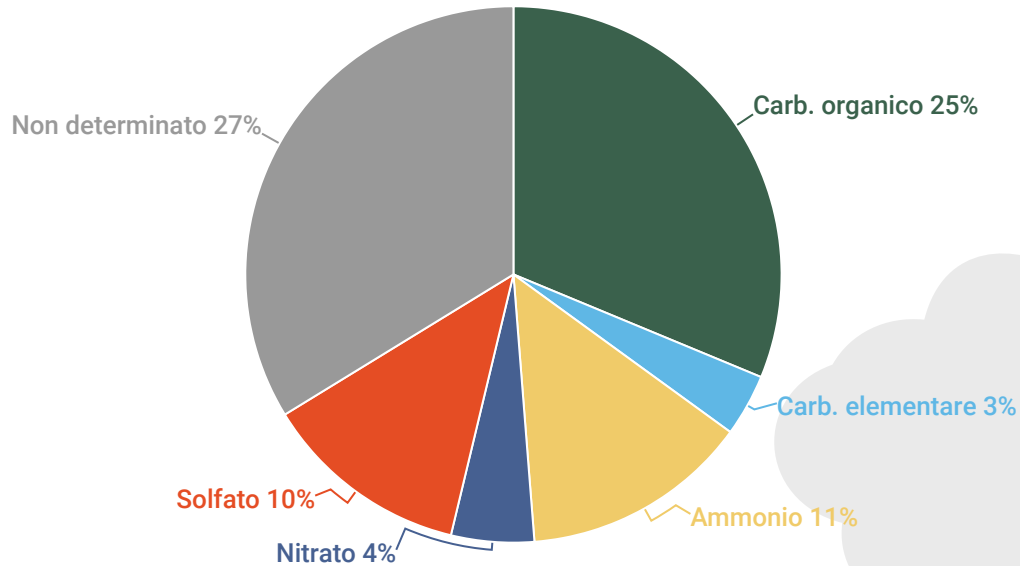
Andamento mensile delle specie in esame nella stazione di Molinella (BO)



## 5. Le specie chimiche nel PM2.5 a Molinella (BO)

### 5.3. Composizione percentuale del PM2.5 nel 2025

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM2.5 nella stazione di Molinella (BO).  
I numeri riportati sono approssimati all'unità

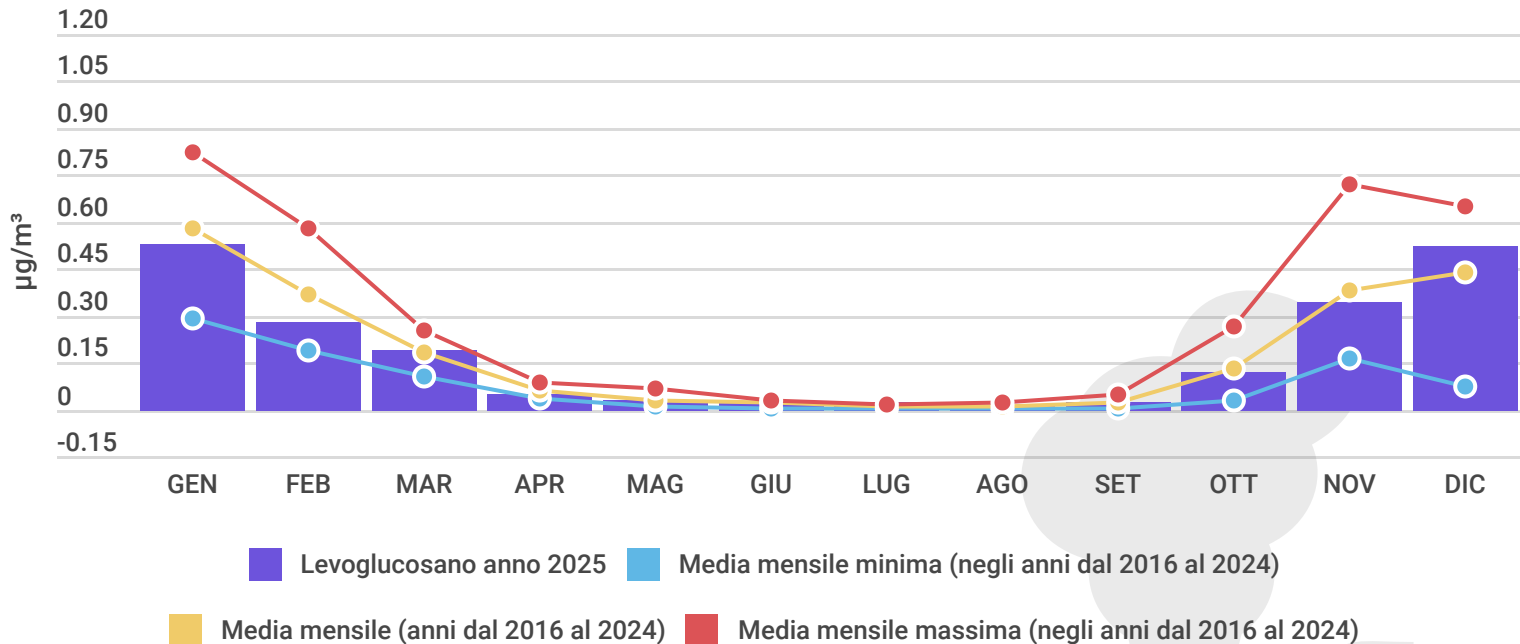


## 5. Le specie chimiche nel PM2.5

### 5.4. Il Levoglucosano nel 2024 - Confronto con gli anni precedenti

Il seguente grafico presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nell'anno 2025 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2024 (per il solo levoglucosano fra il 2016 e il 2024). Come spiegato nel paragrafo 1.1 questo inquinante è interessante perché deriva esclusivamente dalla combustione della legna: pertanto fornisce indicazioni sul quantitativo di PM2.5 emesso da questa sorgente.

Stazione di Molinella (BO), anno 2025



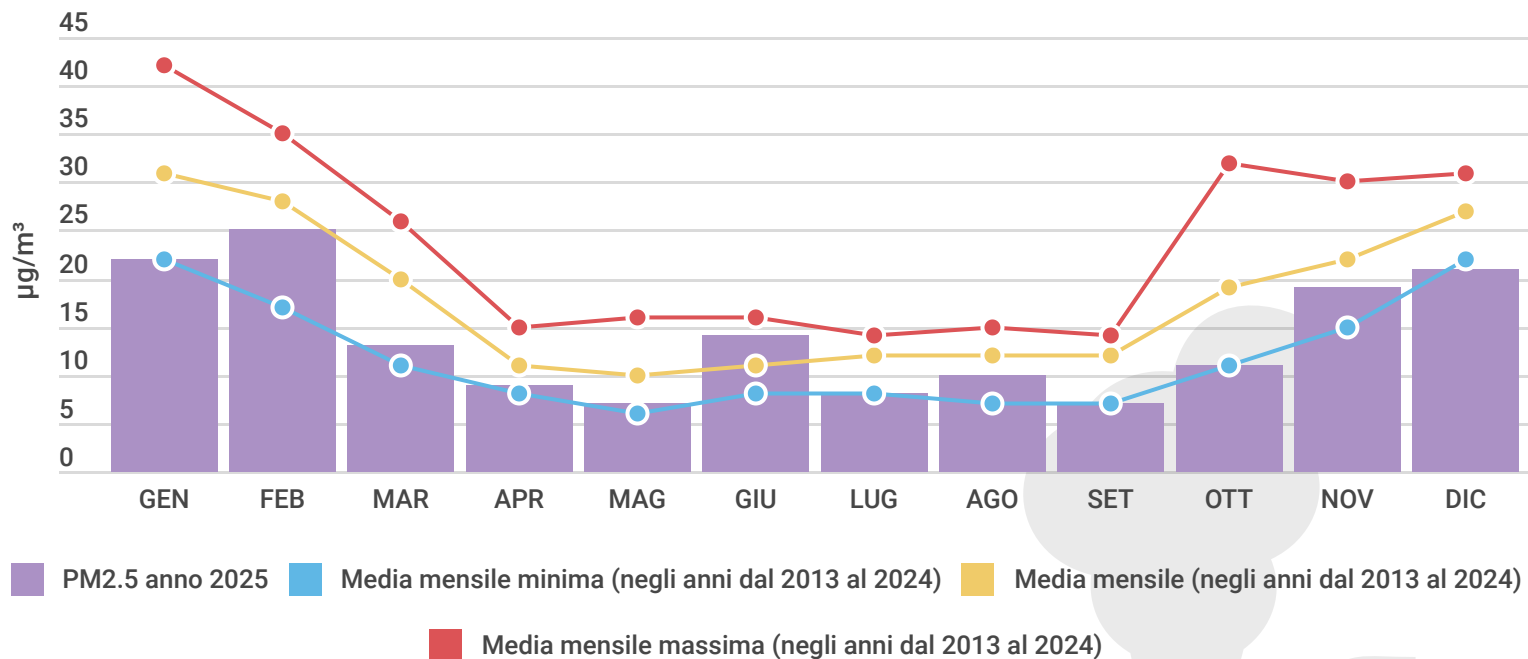
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 5. Le specie chimiche nel PM2.5

### 5.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 5.5.1. PM2.5

Stazione di Molinella (BO), anno 2025



\*Definizioni

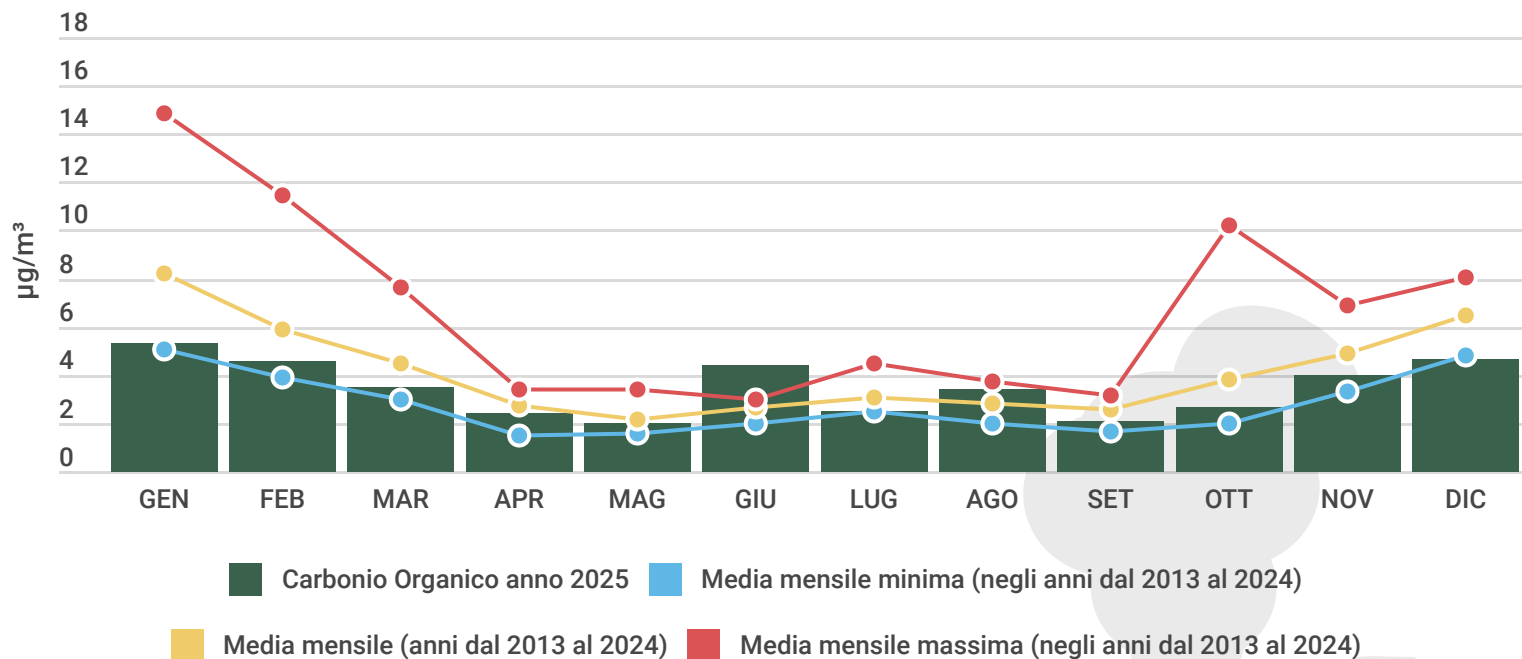
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 5. Le specie chimiche nel PM2.5

### 5.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 5.5.2. Carbonio organico

Stazione di Molinella (BO), anno 2025



\*Definizioni

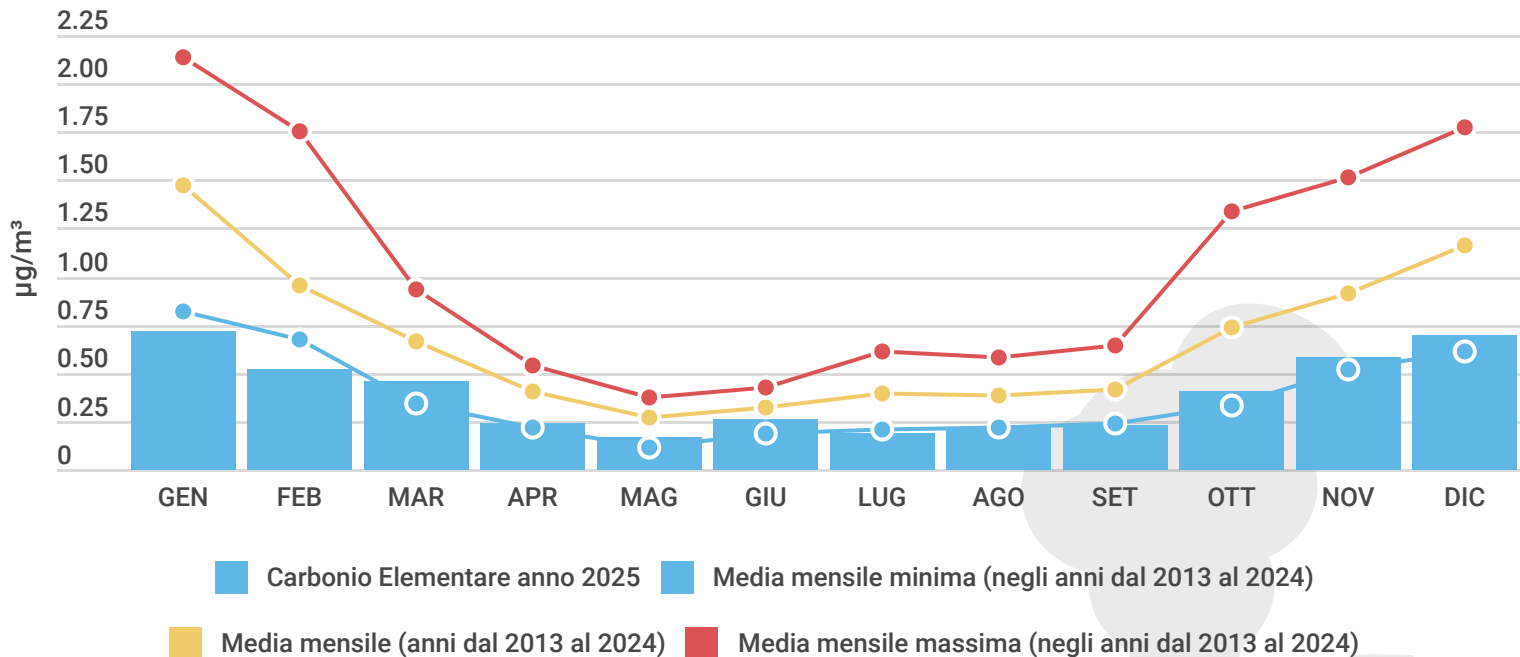
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 5. Le specie chimiche nel PM2.5

### 5.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 5.5.3. Carbonio elementare

Stazione di Molinella (BO), anno 2025



\*Definizioni

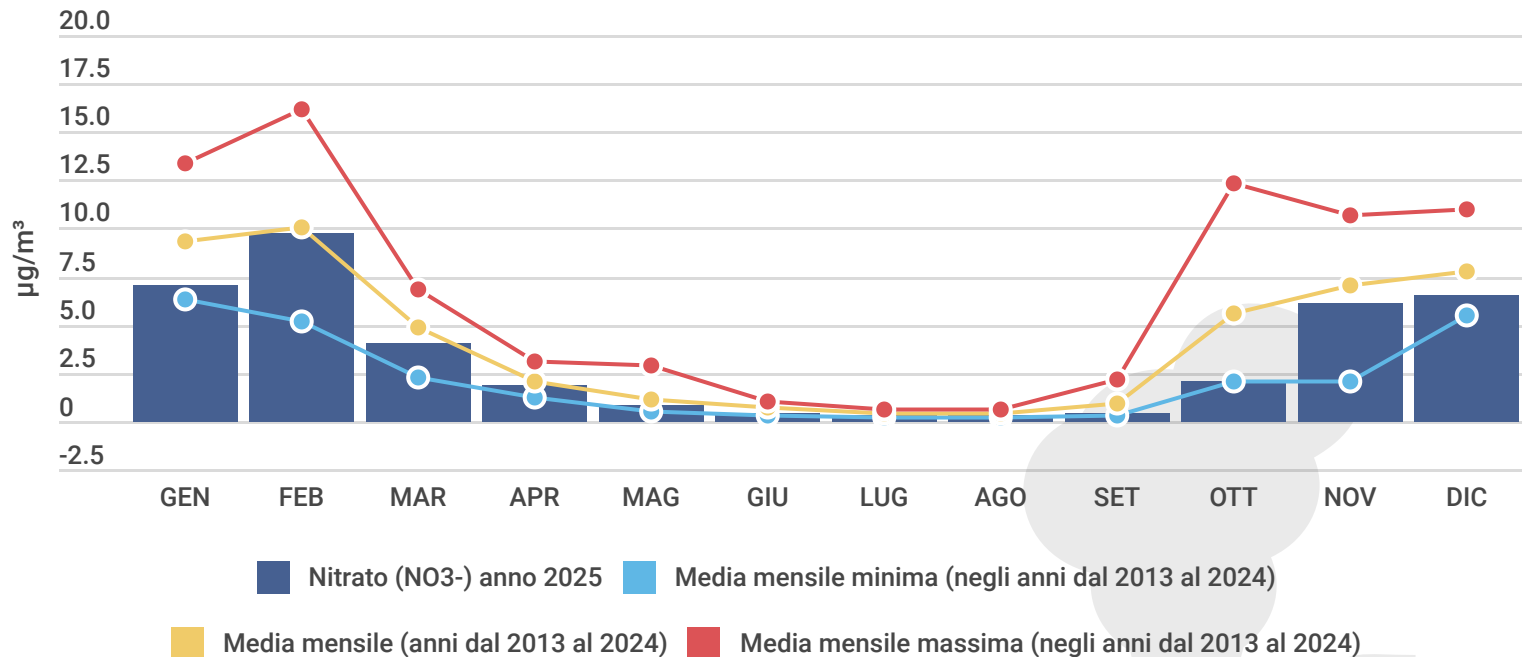
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 5. Le specie chimiche nel PM2.5

### 5.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 5.5.4. Nitrato

Stazione di Molinella (BO), anno 2025



\*Definizioni

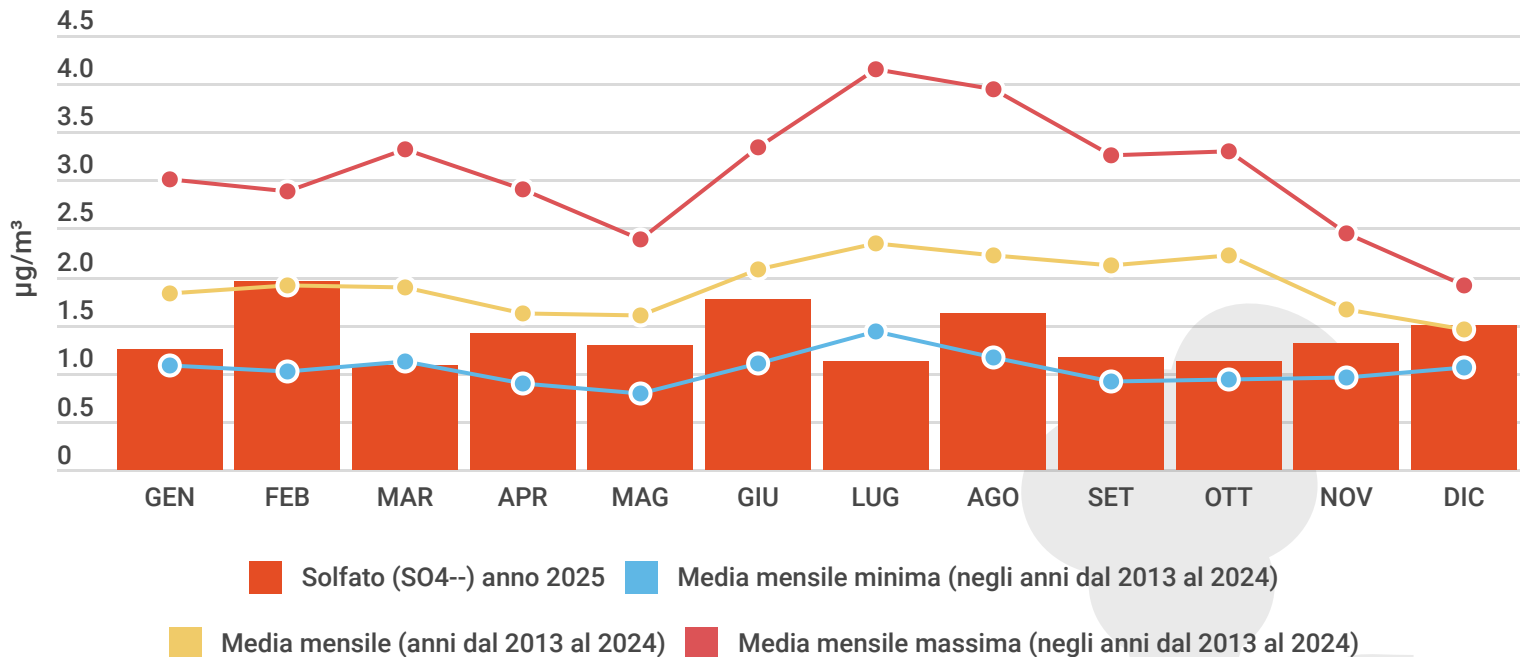
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 5. Le specie chimiche nel PM2.5

### 5.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 5.5.5. Solfato

Stazione di Molinella (BO), anno 2025



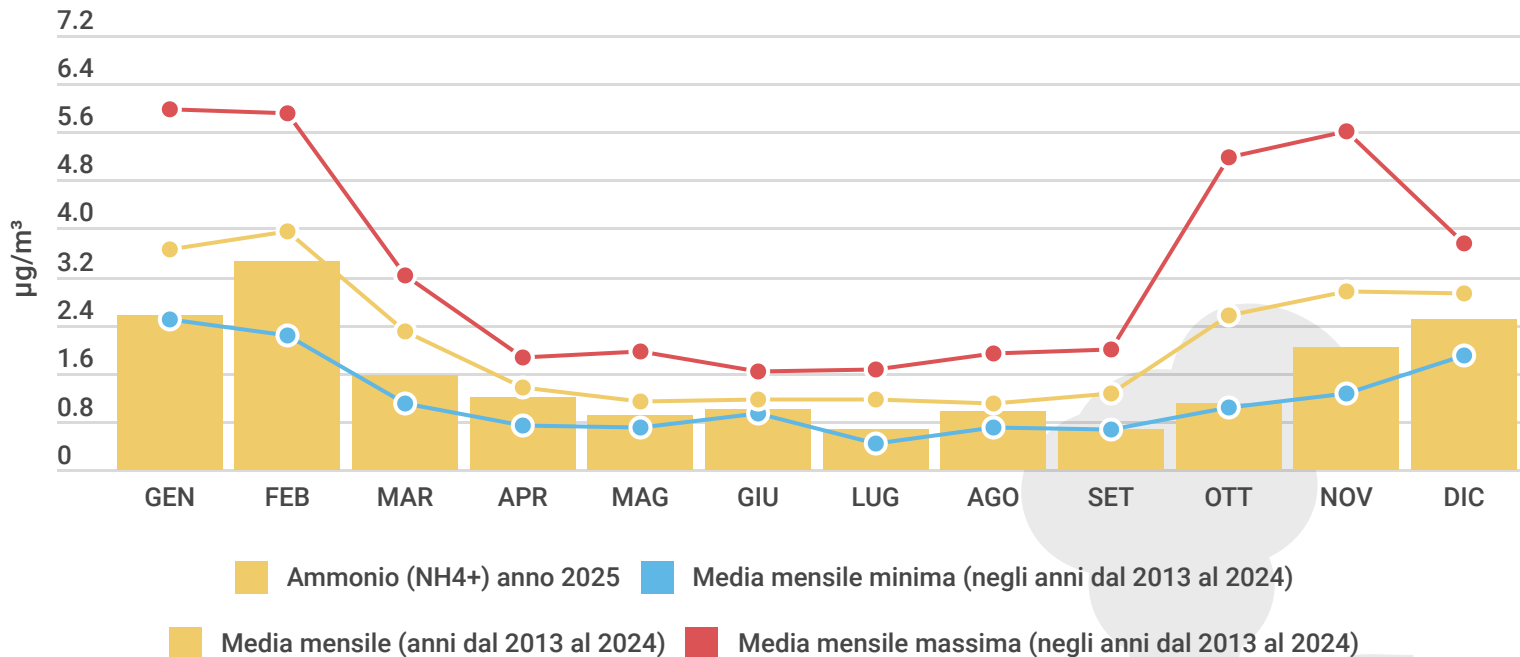
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 5. Le specie chimiche nel PM2.5

### 5.5. Confronto con gli anni precedenti

#### 5.5.6. Ammonio

Stazione di Molinella (BO), anno 2025



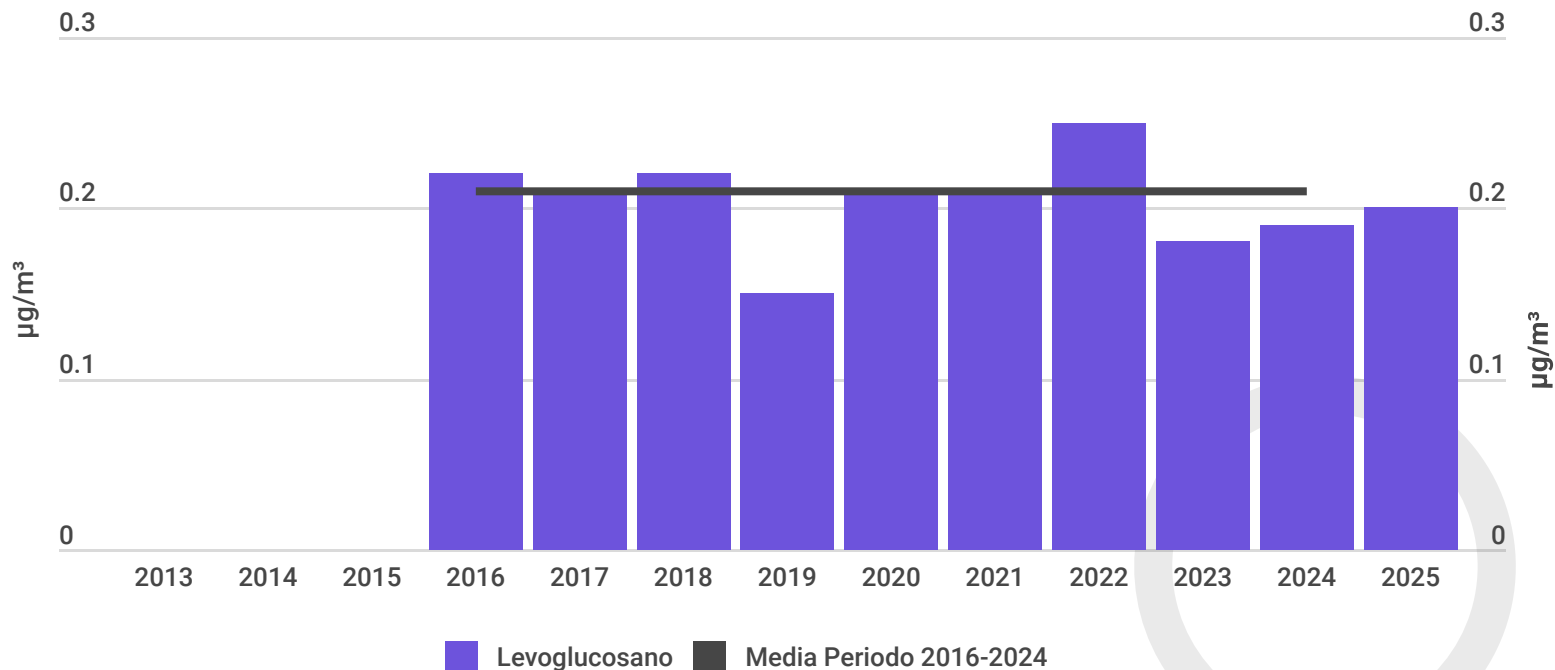
\*Definizioni

- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

## 6. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in valore assoluto

### 6.1. Levoglucosano

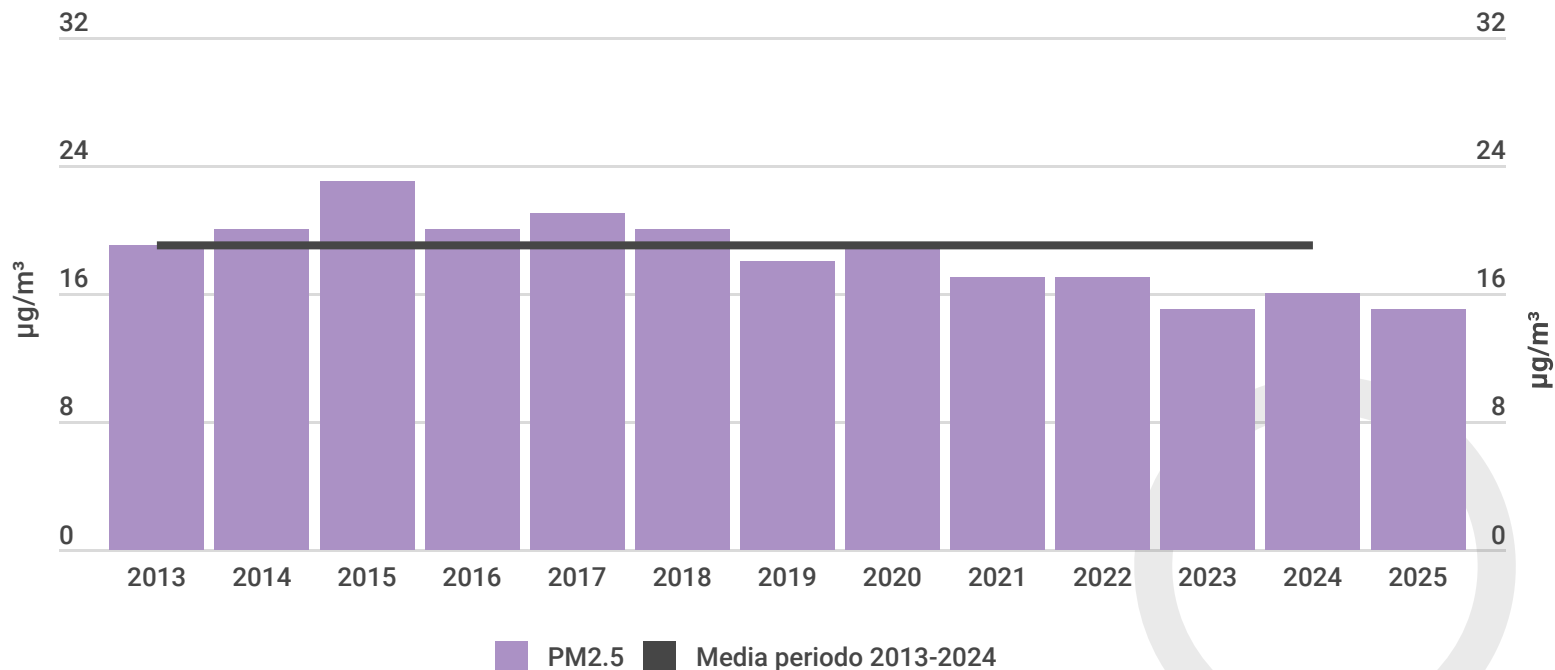
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



## 6. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in valore assoluto

### 6.2. PM 2.5

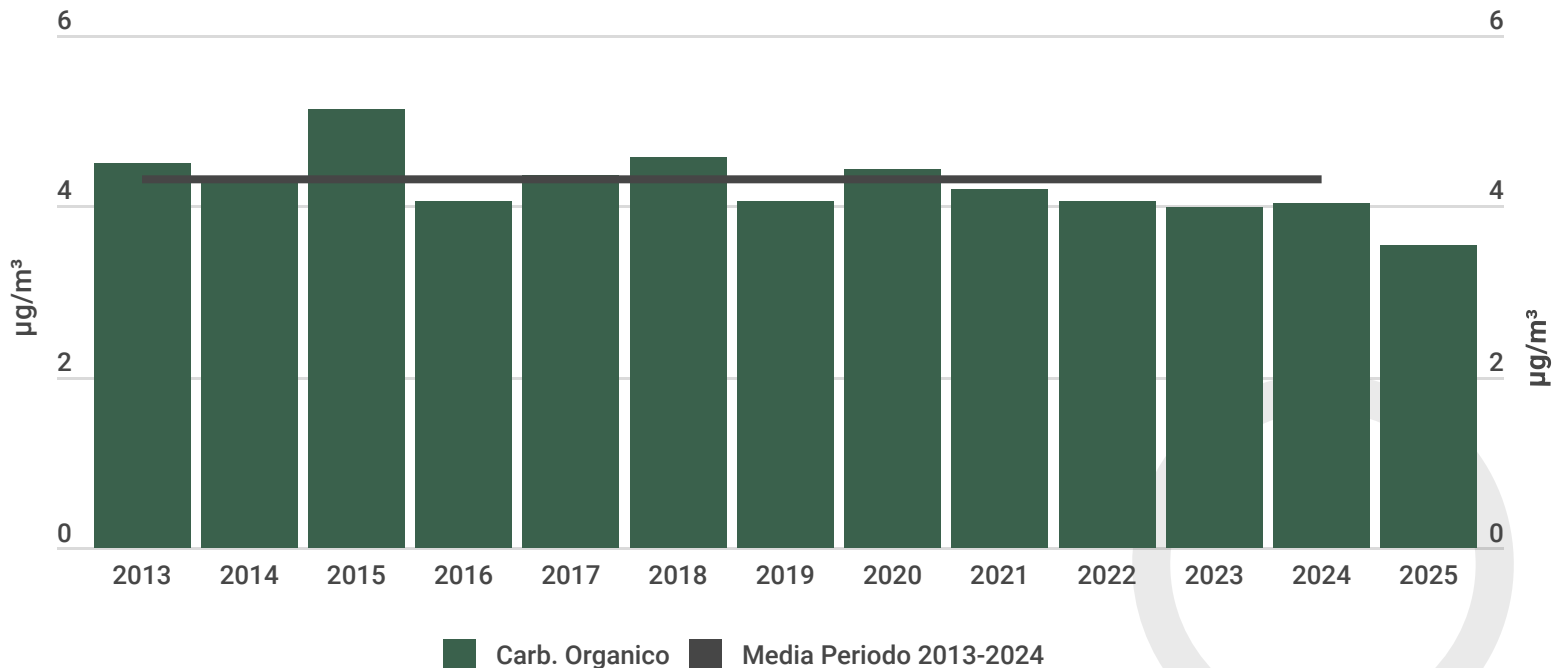
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



## 6. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in valore assoluto

### 6.3. Carbonio organico

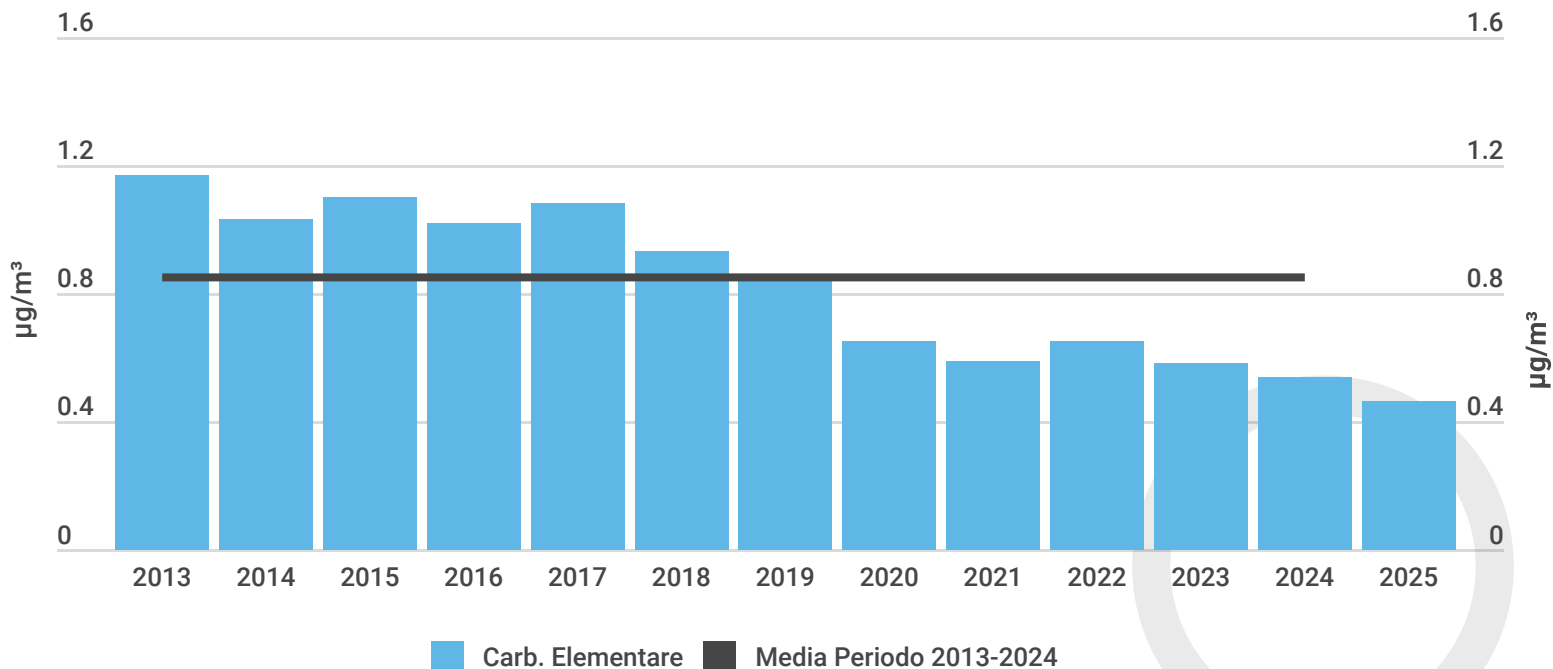
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



## 6. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in valore assoluto

### 6.4. Carbonio elementare

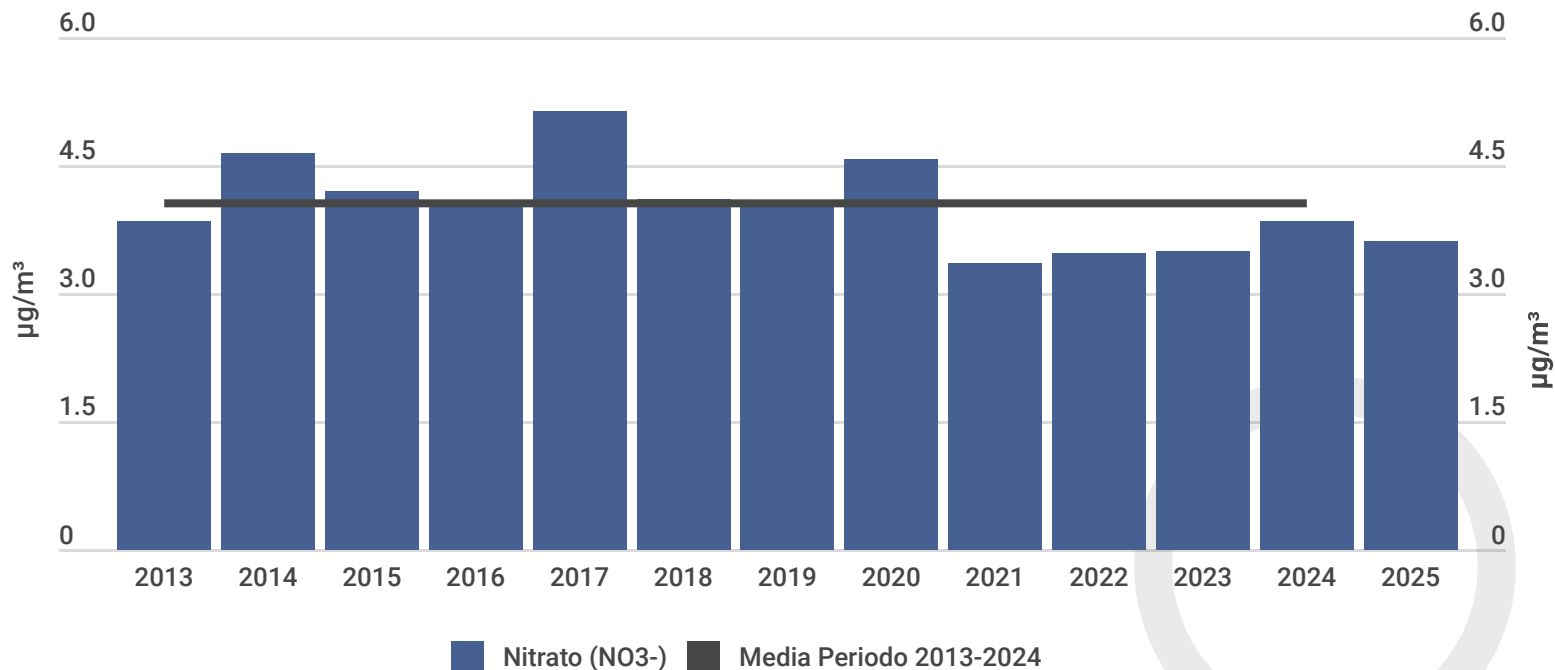
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



## 6. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in valore assoluto

### 6.5. Nitrato

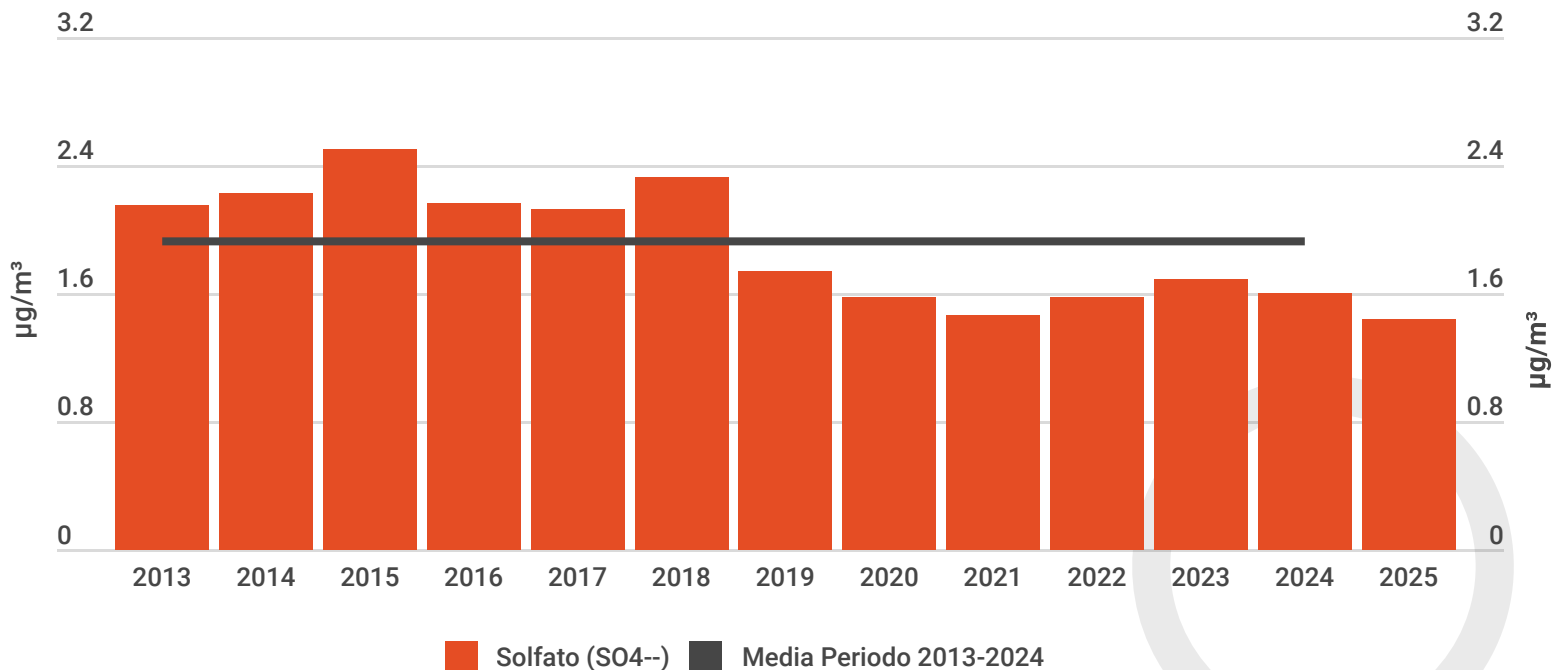
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



## 6. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in valore assoluto

### 6.6. Solfato

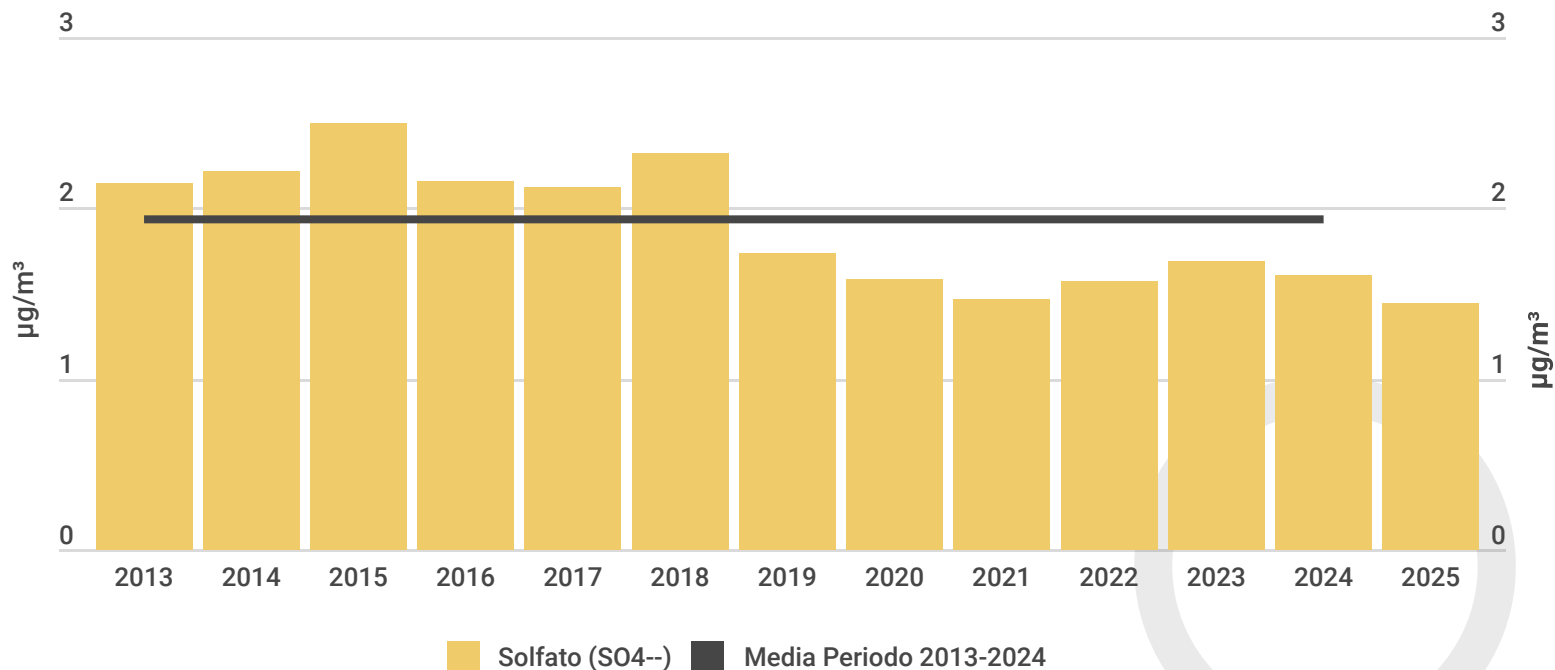
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



## 6. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in valore assoluto

### 6.7. Ammonio

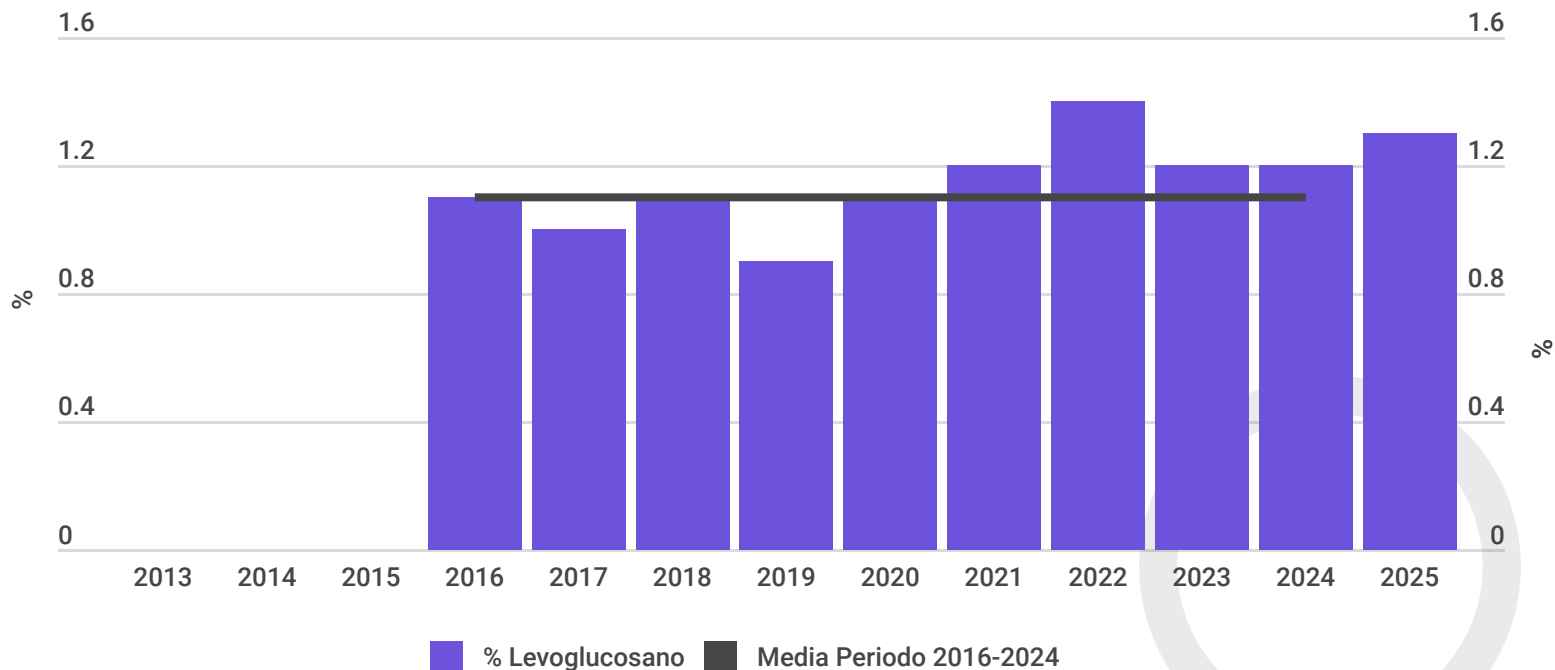
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



## 7. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in percentuale

### 7.1. Levoglucosano

Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)

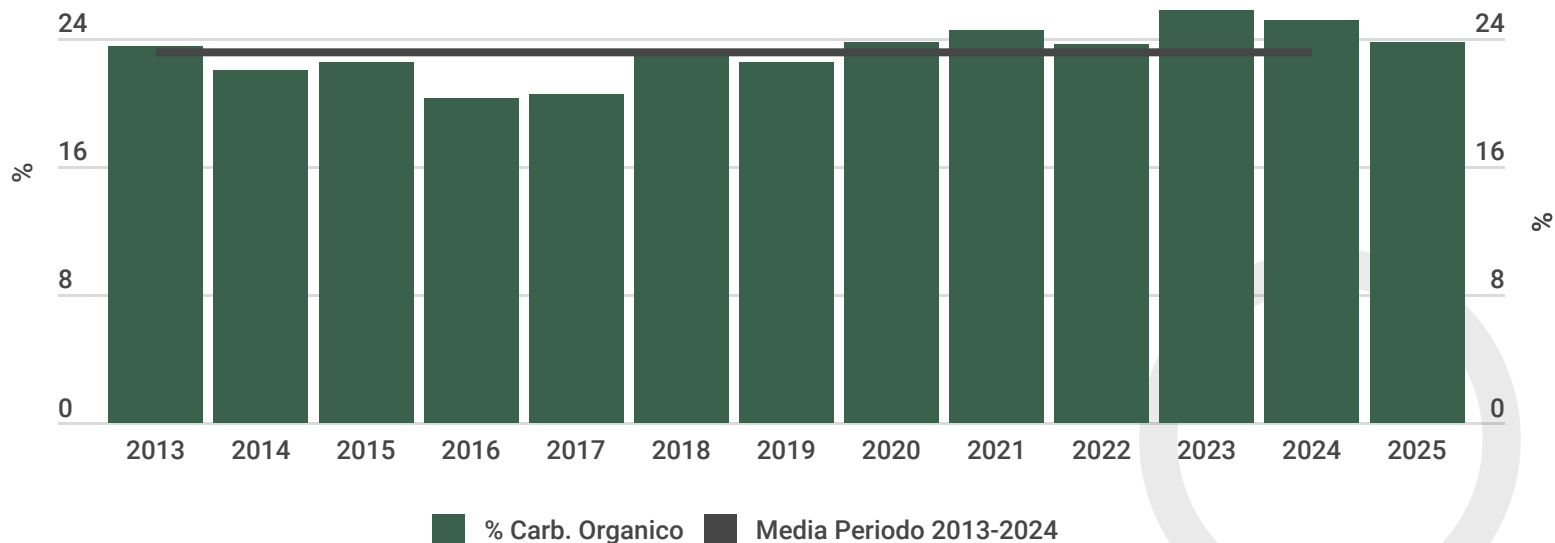


## 7. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in percentuale

### 7.2. Carbonio organico

Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)

32 32



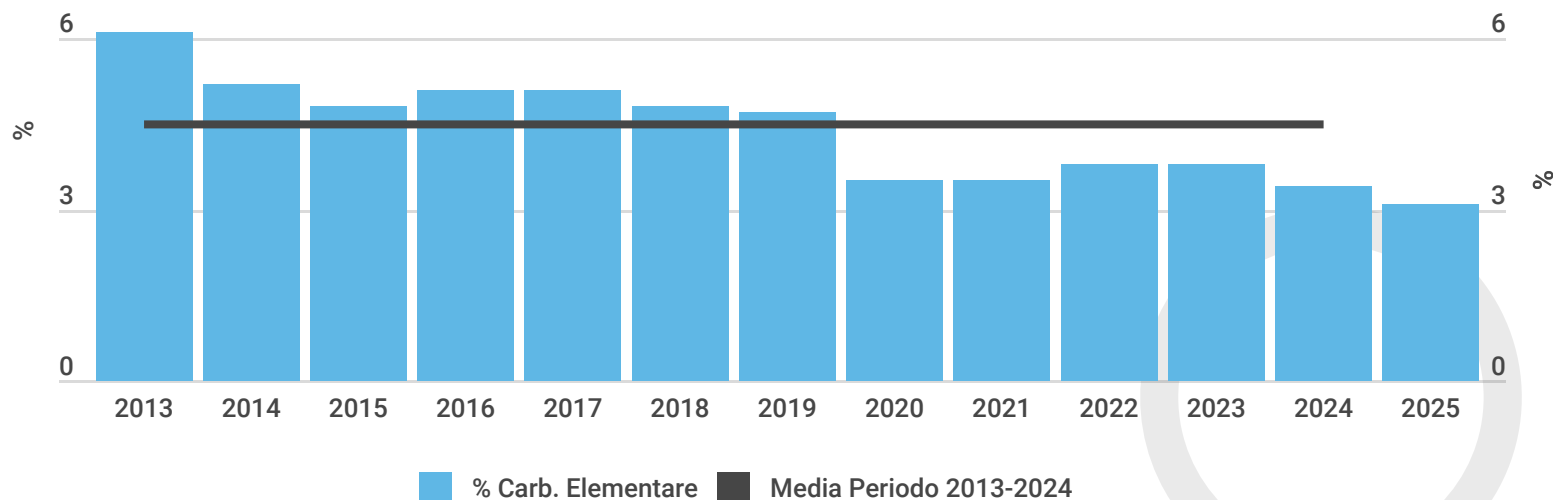
## 7. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in percentuale

### 7.3. Carbonio elementare

Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)

9

9

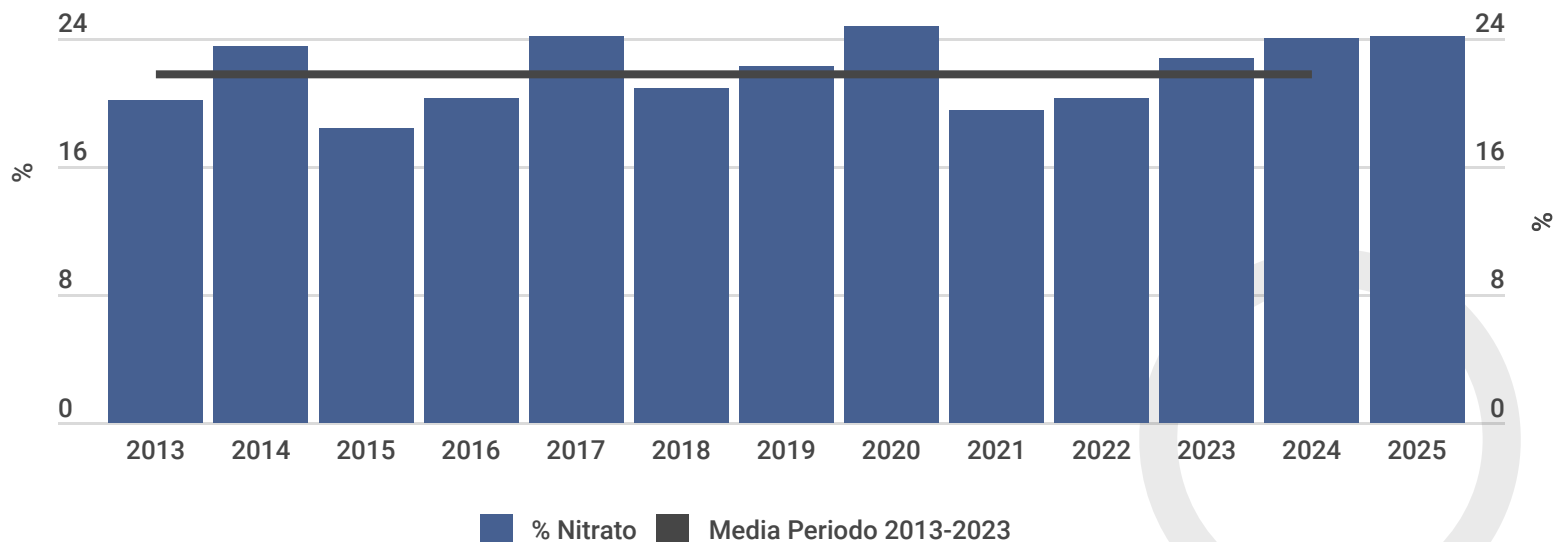


## 7. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in percentuale

### 7.4. Nitrato

Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)

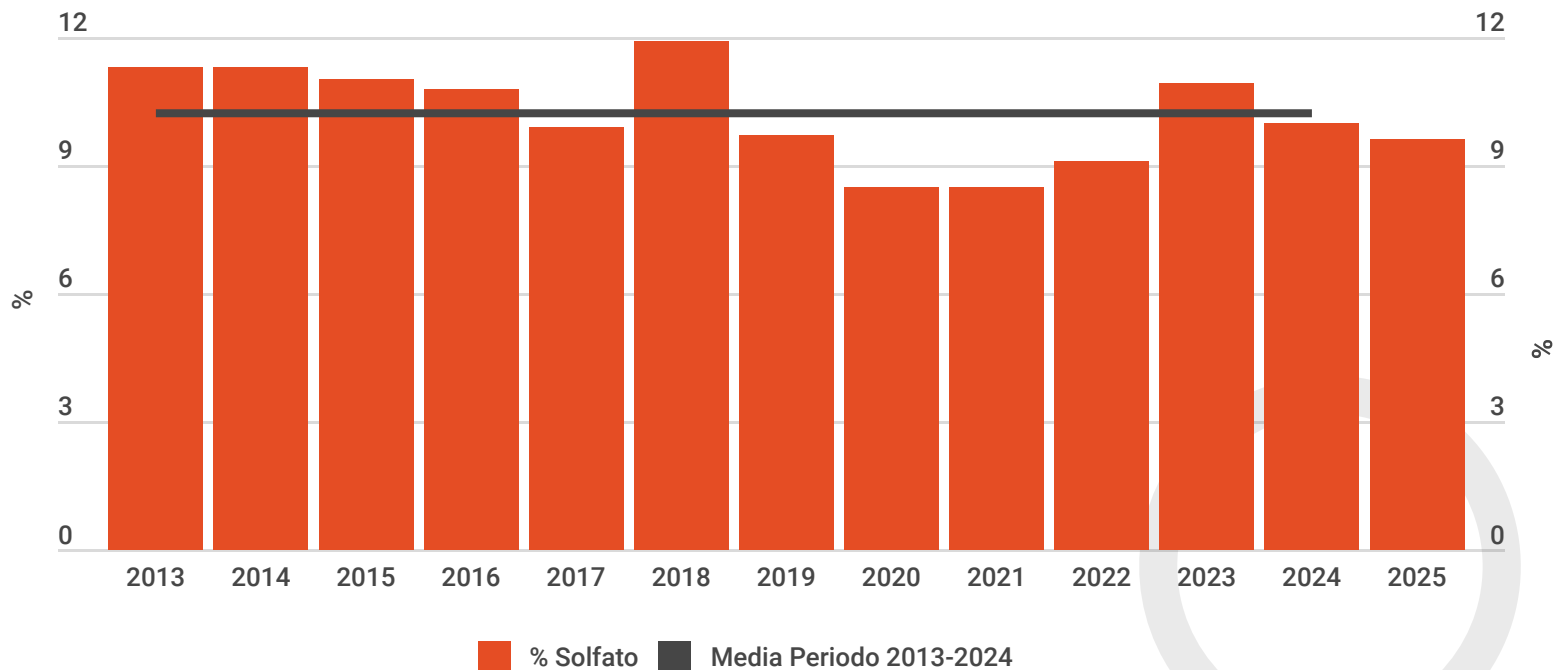
32 32



## 7. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in percentuale

### 7.5. Solfato

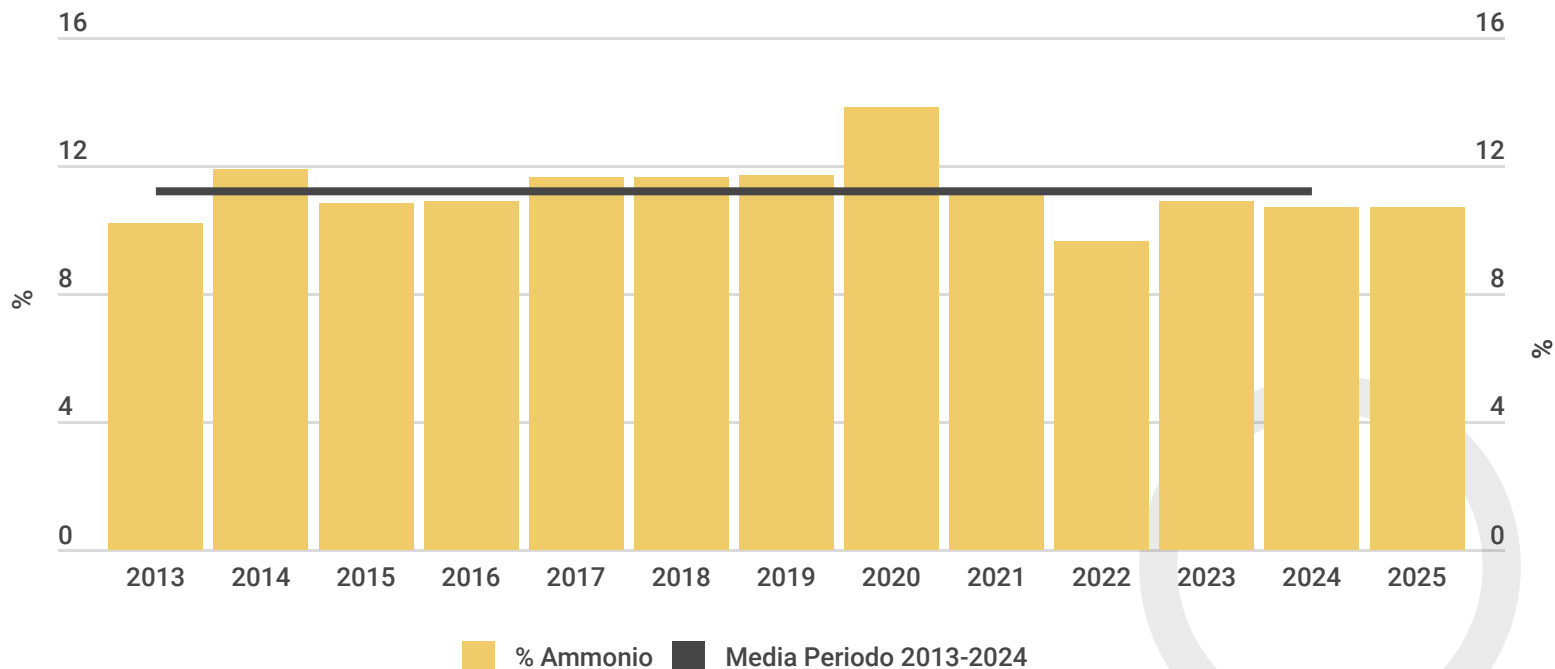
Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



## 7. Le specie chimiche nel PM2.5 - Medie negli anni in percentuale

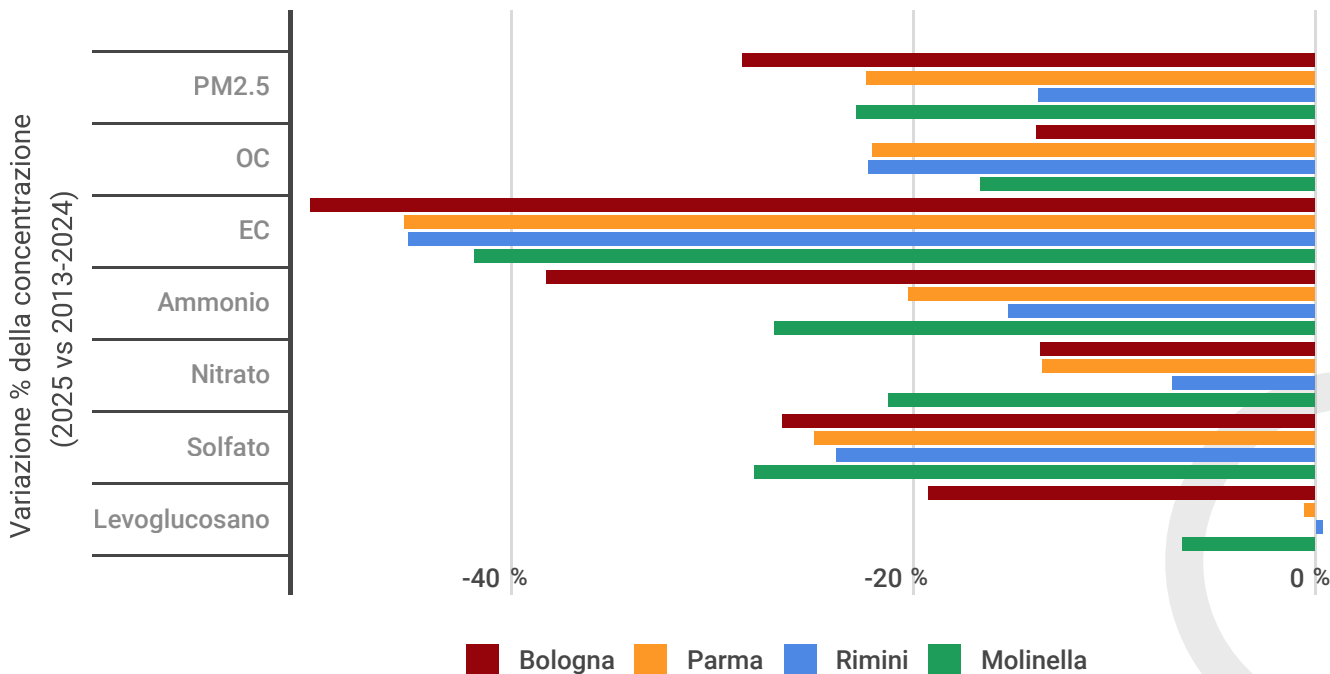
### 7.6. Ammonio

Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



## 8. Le specie chimiche nel PM2.5 - Variazione % della concentrazione (2025 vs 2013-2024)

Variazione % delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



Nota sui calcoli

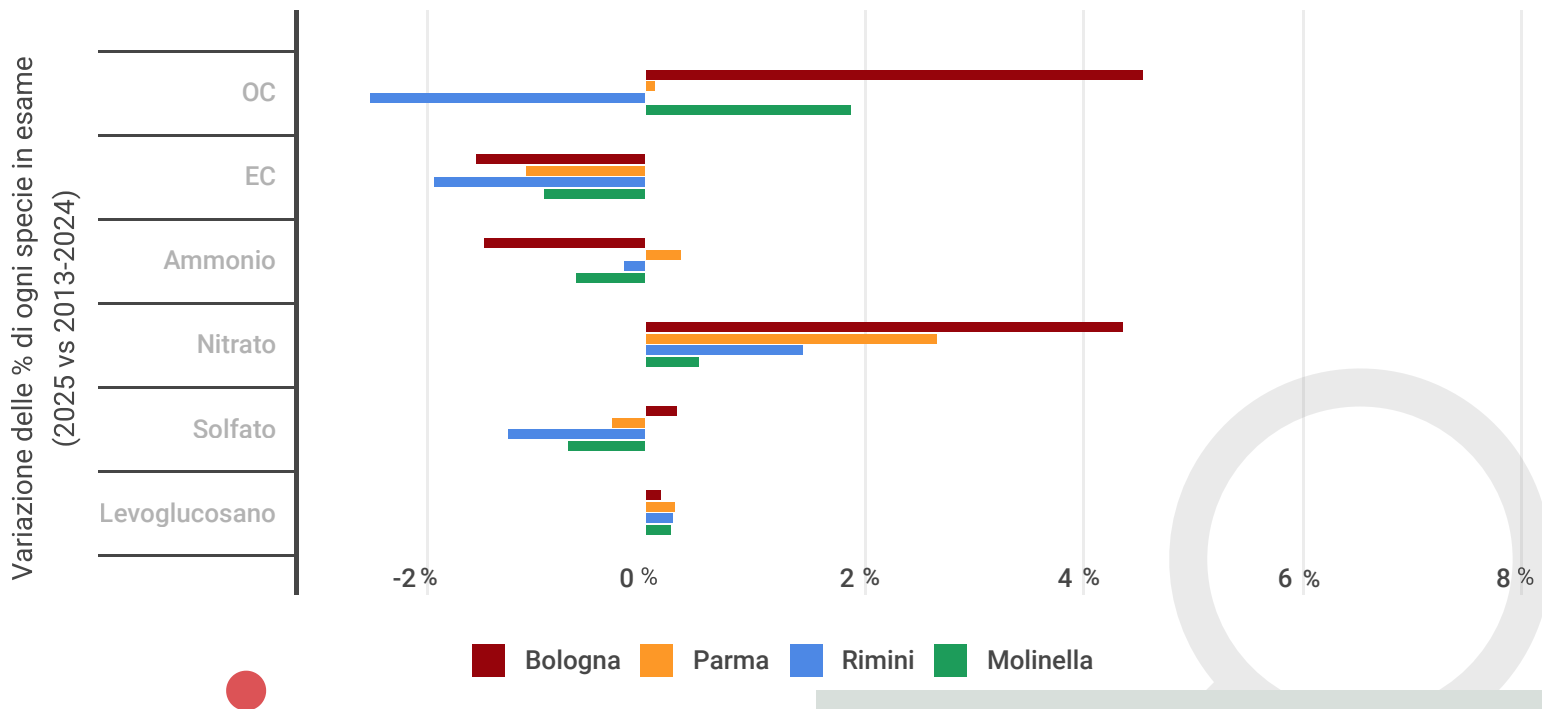
$$\frac{\text{specie media 2025} - \text{specie media 2013-2024}}{\text{specie media 2013-2024}} \times 100$$

specie media 2013-2024

## 9. Le specie chimiche nel PM2.5 - Variazione delle percentuali di ogni specie sul PM2.5

### Variazione delle percentuali di ogni specie sul PM2.5

Variazione della % di ogni specie in esame rispetto al PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



Nota sui calcoli

$(\text{Specie}/\text{PM}_{2.5}) \text{ media } 2025 \times 100 - (\text{Specie}/\text{PM}_{2.5}) \text{ media } 2013-2024 \times 100$

## 10. Discussione

---

### 10.1. Inquadramento meteorologico

Il 2025, in Emilia-Romagna, è stato più caldo della norma, ma meno estremo rispetto al triennio 2022-2024, anche grazie al fatto che le temperature globali hanno subito un progressivo calo e le anomalie climatiche della regione euro-atlantica sono risultate inferiori ai record climatici stabiliti nei tre anni precedenti.

In regione la temperatura media annua, pari a 14,13 °C, corrisponde a un'anomalia di +1,00 °C rispetto al valore climatico 1991-2020.

Le precipitazioni sono state abbondanti, con una media regionale di pioggia cumulata annua pari a 943 mm, un valore che, seppur superiore al clima di riferimento, risulta all'interno del normale intervallo di variabilità 1991-2020.

Link: [https://www.arpae.it/it/notizie/2025\\_anno\\_caldo\\_piovoso](https://www.arpae.it/it/notizie/2025_anno_caldo_piovoso)

Precipitazioni mensili particolarmente abbondanti sono state osservate a marzo, luglio e dicembre, mentre giugno, settembre e ottobre sono stati i mesi più secchi. I valori particolarmente elevati sono raggiunti a volte in tempi relativamente brevi, ciò può portare a problematiche e disagi sul territorio.

Esempio di un particolare evento meteo: [https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/rapporti-post-evento/rapporto\\_meteo\\_20251124-25/view](https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/rapporti-post-evento/rapporto_meteo_20251124-25/view)

### 10.2. Commento

Il 2025 conferma il comportamento registrato negli anni precedenti. L'analisi del PM2.5 e di tutte le sue componenti attesta in generale una diminuzione rispetto alla media degli anni precedenti, consolidando un processo di calo degli inquinanti.

Alcune specie chimiche calano anche considerando la percentuale della massa del PM2.5, indicando un andamento particolarmente virtuoso: è il caso del carbonio elementare, che è un prodotto diretto delle combustioni.

Le specie chimiche di origine secondaria, cioè non emesse direttamente dalla sorgente, in particolare il Nitrato, mostrano un calo contenuto del valore assoluto, ma non di quello percentuale rispetto alla massa del PM2.5. Questo aspetto conferma che la formazione in atmosfera del particolato secondario continua ad essere uno degli aspetti di maggiore criticità.