

Specie chimiche nel particolato (PM2.5) in atmosfera



Specie chimiche nel particolato (PM2.5) in atmosfera

Anno 2022

(1 gennaio 2022 - 31 dicembre 2022)

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 Concarì, Giancarlo Pinto, Claudia Pironi, Maurizio Poli, Beatrice Zani

Area prevenzione ambientale Metropolitana – Bologna: Marco Abeti, Andrea Aldrovandi, Luca Malaguti, Marco Trepiccione, Pamela Ugolini, Cristina Volta

Area prevenzione ambientale Est – Rimini: Daniele Foscoli, Patrizia Lucialli, Cinzia Para, Roberto Vecchione

Laboratorio multisito – Sede di Ravenna: Michela Comandini, Marilena Montalti, Elisa Montanari, Davide Panniello, Ivan Scaroni, Davide Verna, Claudia Zigola

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

Indice

Premessa	3
La collaborazione con la NASA	4
1. Le specie chimiche in studio	6
2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna	9
3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma	19
4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini	29
5. Le specie chimiche nel PM2.5 a Molinella (BO)	39
6. Discussione	49

Premessa

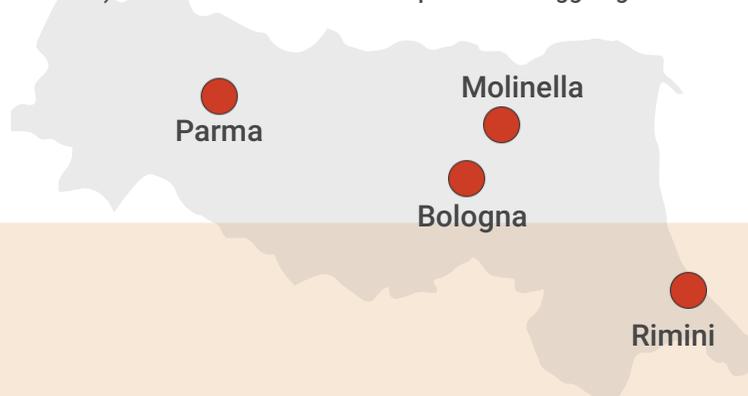
Approfondire la conoscenza delle proprietà degli inquinanti atmosferici e dei loro impatti sull'ambiente e sulla salute è uno dei compiti fondamentali dell'Agenzia regionale prevenzione, ambiente ed energia (Arpae), soprattutto considerando che i valori misurati nelle diverse stazioni di monitoraggio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

Di conseguenza in regione Emilia-Romagna è emerso l'interesse a indagare nel dettaglio la frazione delle polveri con diametro inferiore a $2,5 \mu\text{m}$ (PM2.5), con l'obiettivo di studiare da cosa è composto quello che viene definito genericamente "particolato fine" e di cui normalmente viene espresso solo il valore di massa (per esempio relativamente al rispetto dei limiti di legge). 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 aggiuntive rispetto alle richieste della normativa, che possono indicare da cosa è composto il particolato che conosciamo comunemente come PM2.5.

In particolare vengono riportate le concentrazioni dei principali costituenti del PM2.5: 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.

Le misure provengono da quattro stazioni di monitoraggio gestite da Arpae, posizionate in quattro siti che vogliono rappresentare le 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.



La collaborazione con la NASA

Arpae Emilia-Romagna collabora con il Jet Propulsion Laboratory (JPL) della NASA: questo ente è gestito da CalTech, con cui Arpae ha attiva una collaborazione sul progetto MAIA (Multi-Angle Imager for Aerosols), sponsorizzato dalla NASA degli Stati Uniti e attualmente in fase di sviluppo, nell'attesa del lancio del satellite. Il progetto combinerà le misurazioni delle proprietà degli aerosol atmosferici provenienti dal satellite con quelle delle concentrazioni di particolato (PM) effettuate nelle stazioni poste sulla superficie terrestre. Arpae è parte del team scientifico.

MAIA prevede misure satellitari con una fotocamera digitale specializzata che acquisirà misurazioni multiangolari, multispettrali e polarimetriche della luce solare diffusa dalla superficie e dall'atmosfera terrestre. L'elaborazione al computer delle immagini satellitari genererà informazioni sulle caratteristiche fisiche dello strato di inquinamento atmosferico, come la quantità di particelle e la loro distribuzione dimensionale. Integrando le osservazioni satellitari con le misurazioni effettuate a terra dai sistemi di monitoraggio dell'aerosol, sarà possibile generare mappe del PM e dei suoi principali componenti chimici.

Sono previsti studi per approfondire le connessioni esistenti tra gli inquinanti nell'aerosol e i rischi per la salute, come malattie cardiovascolari e respiratorie, o esiti del parto, per numerose aree target primarie. Una di queste aree target primarie si trova in Italia e copre un'area che si estende da Roma all'Emilia-Romagna.

Oltre alle **aree target primarie**, che comprendono grandi aree metropolitane, e, come detto, nelle quali gli epidemiologi MAIA potranno studiare gli impatti di vari tipi di particolato (PM) sulla salute umana, il satellite studierà altri due tipi di target: **aree target secondarie** che contengono ulteriori aree di interesse scientifico e **aree target di calibrazione/validazione** che verranno osservate regolarmente per verificare l'accuratezza delle misurazioni dello strumento MAIA e dei dati prodotti.

In Italia saranno presenti anche due aree target secondarie: una nella parte nord- occidentale della pianura padana e una nell'area pugliese. Ne consegue che numerose città italiane (Torino, Milano, Bologna, Roma, Bari e Taranto) verranno interessate da questo studio.

I dati presentati all'interno di questa serie di report pubblicati da Arpae sulla "Speciazione chimica del particolato" saranno dunque gli stessi che saranno utilizzati dal team MAIA del JPL-NASA: saranno infatti necessari per trasformare i dati del satellite in informazioni sulla concentrazione del PM e dei suoi componenti chimici vicino alla superficie terrestre.

Il lancio del satellite, ad oggi, è previsto per il 2025.

MAIA Investigation is Target Based



Target area dimensions: 360 km x 480 km



Aree target primarie



Aree target secondarie



Aree target di calibrazione/validazione

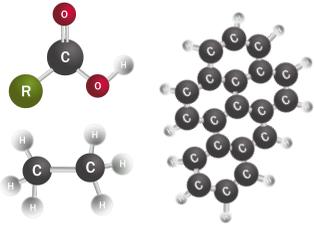
Per approfondimenti:

<https://maia.jpl.nasa.gov/>

<https://www.arpae.it/it/notizie/aria-arpae-collabora-con-la-nasa-per-lo-studio-dell'inquinamento>

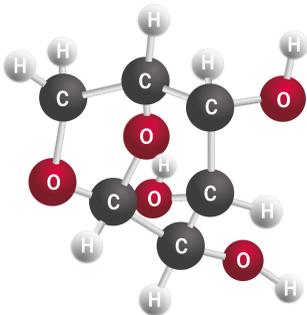
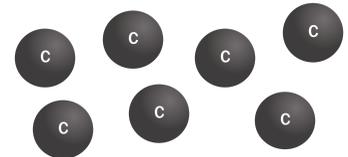
1. Le specie chimiche in studio

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.

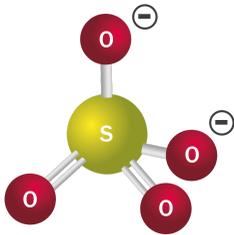
Carbonio elementare (EC): può essere definito come una sostanza contenente solo atomi di carbonio, non legati ad altri elementi (soot, fuliggine): è essenzialmente un inquinante primario, emesso cioè direttamente dalla sorgente tal quale, come conseguenza di una combustione incompleta (indipendentemente 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: il suo peso in massa non è dunque di per sé indicativo 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.

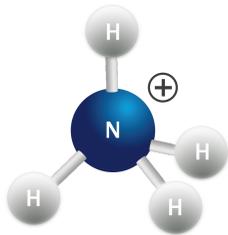
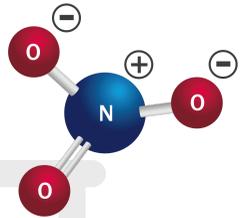
1. Le specie chimiche in studio

1.1. Le specie chimiche



Solfato (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 sovraregionale. 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 (NO_3^-): è uno ione con carica negativa. È un inquinante secondario, prodotto in atmosfera dagli ossidi di azoto (NO , 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 (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 (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 valori degli inquinanti riportati in questo report sono medie mensili e annuali, calcolate cioè nel periodo dei dodici mesi compresi fra gennaio e dicembre 2022.

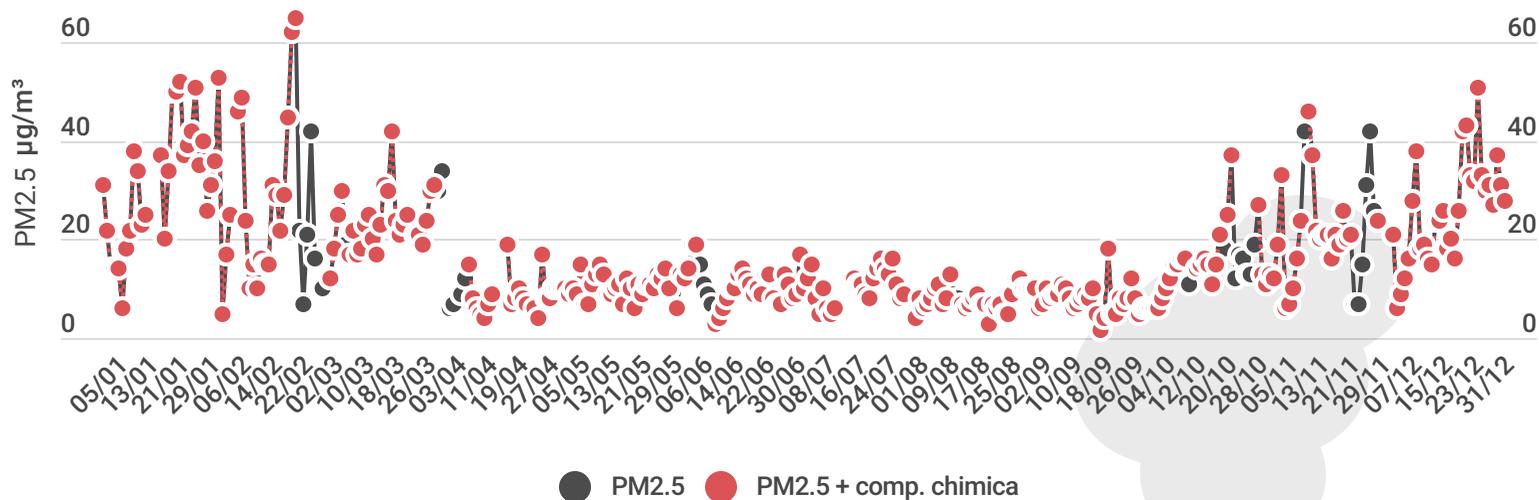


2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

2.1. PM2.5 e i dati disponibili nel 2022

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.

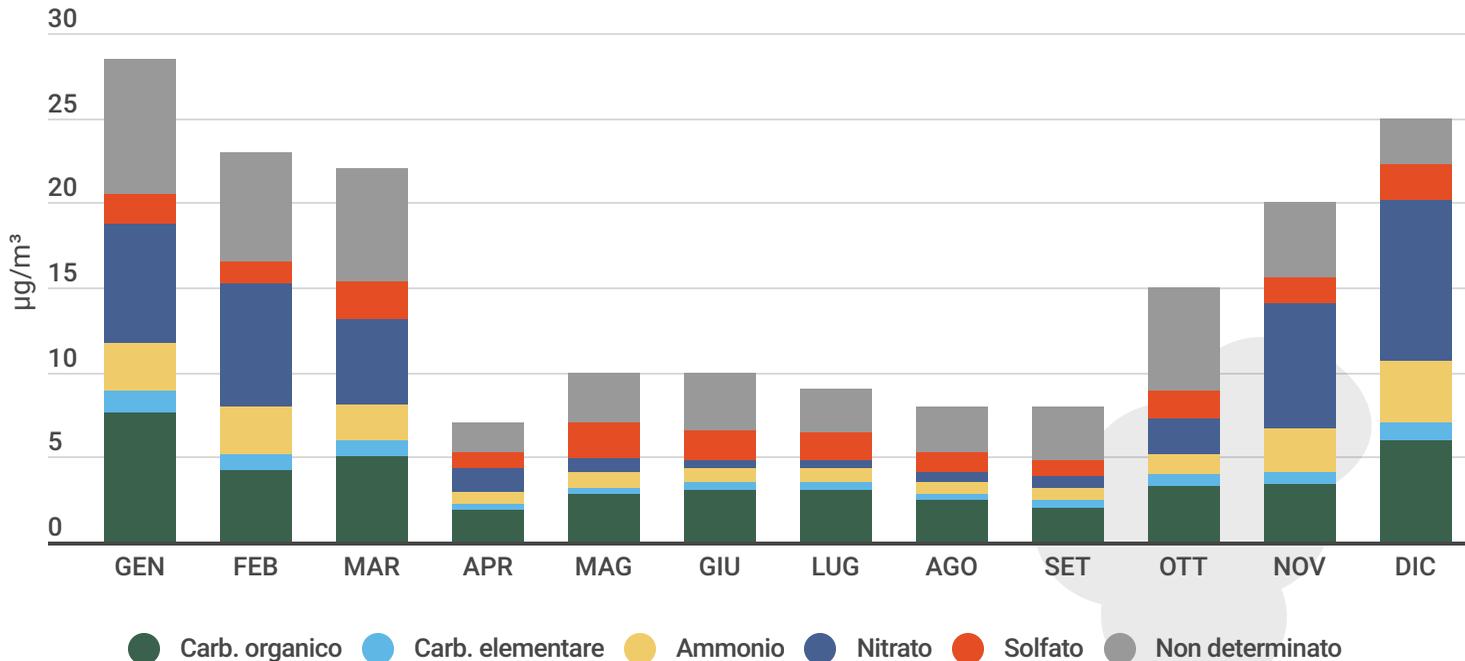
Nel grafico di seguito è rappresentato l'andamento del PM2.5 giornaliero nei 12 mesi nelle stazioni. In rosso sono visualizzati i giorni nei quali è stata effettuata, oltre alla misura del PM2.5, anche l'analisi della composizione chimica del particolato. In grigio sono rappresentati i giorni nei quali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



2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

2.2. Gli andamenti nell'anno 2022

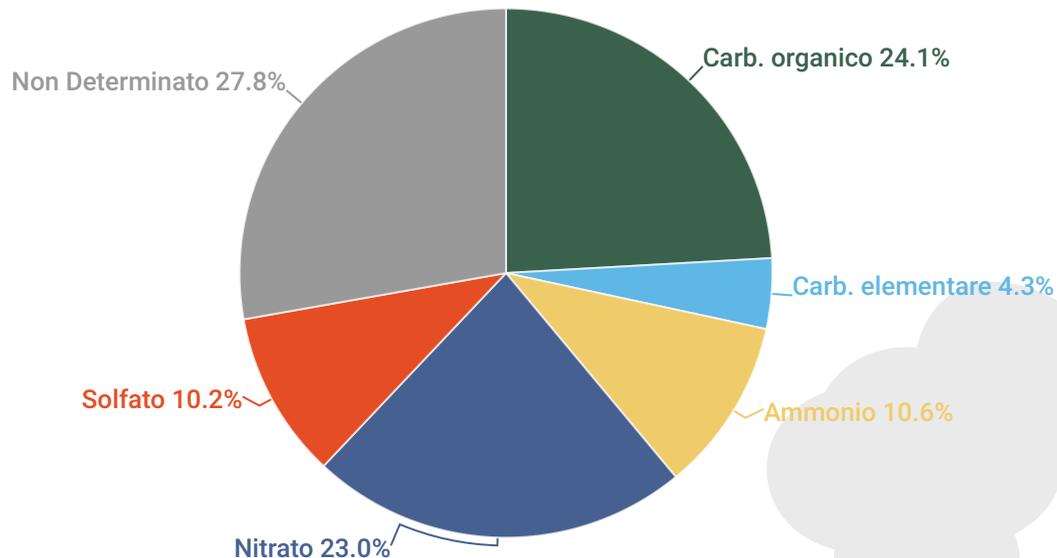
Andamento mensile delle specie in esame nella stazione di Bologna Gobetti



2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

2.3. Composizione percentuale del PM2.5

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM2.5 nella stazione di Bologna Gobetti

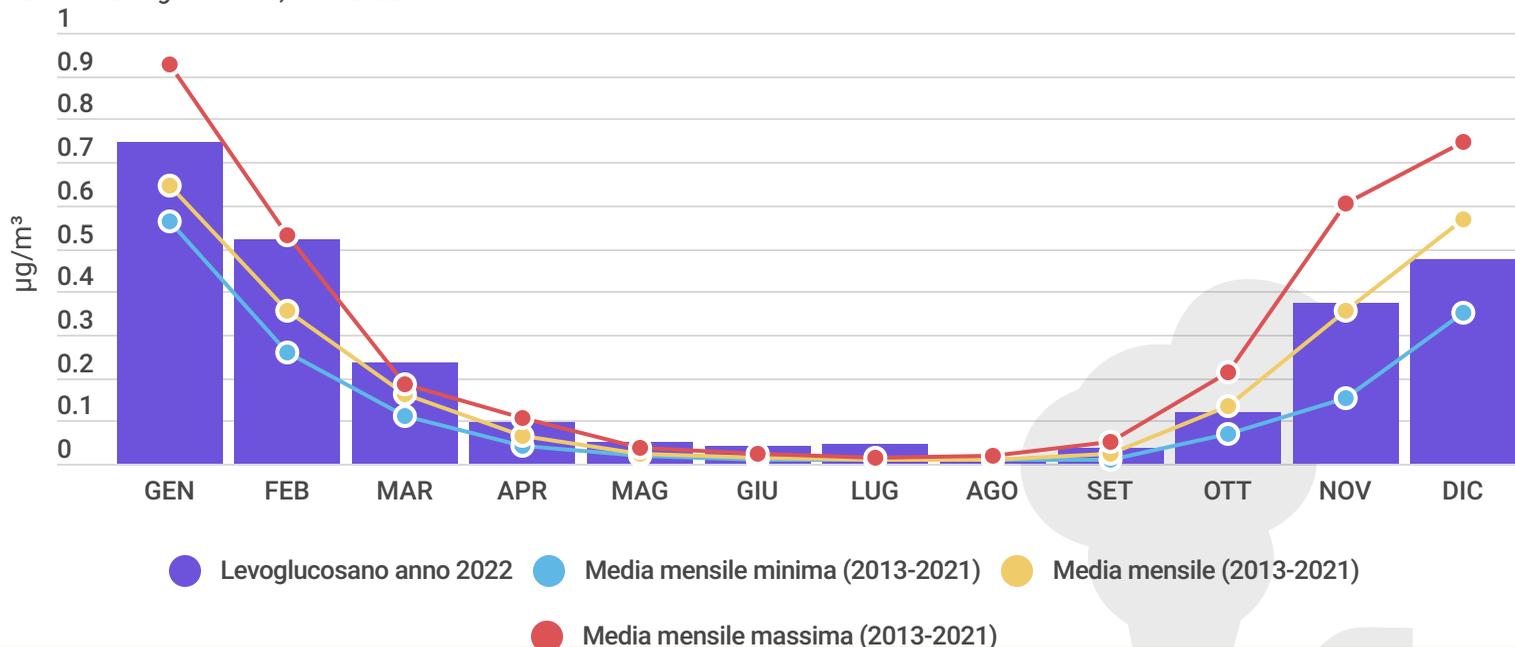


2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

2.4. Levoglucosano - Confronto con gli anni precedenti

Il seguente grafico presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nell'anno 2022 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2021. 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, anno 2022



*Definizioni

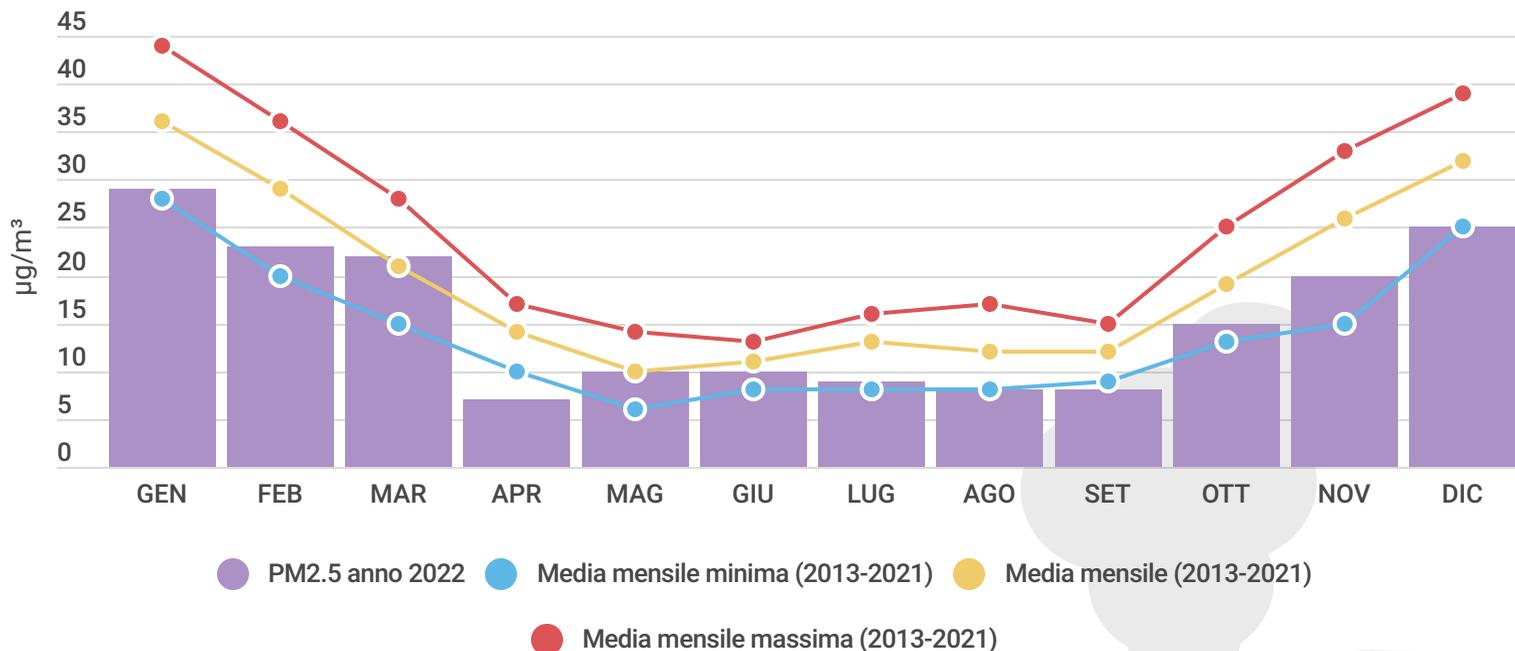
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

2.5. Confronto con gli anni precedenti

2.5.1. PM 2.5

Stazione di Bologna Gobetti, anno 202



*Definizioni

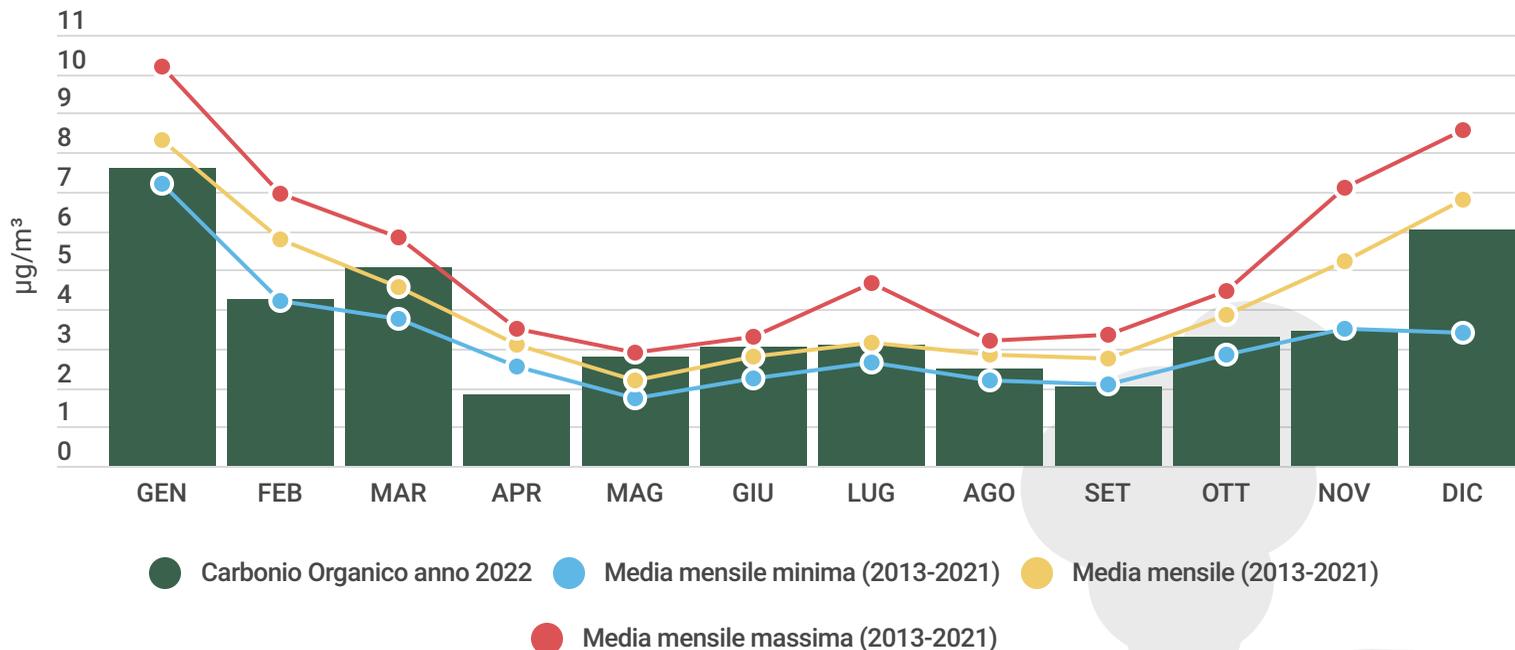
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

2.5. Confronto con gli anni precedenti

2.5.2. Carbonio organico

Stazione di Bologna Gobetti, anno 2022



*Definizioni

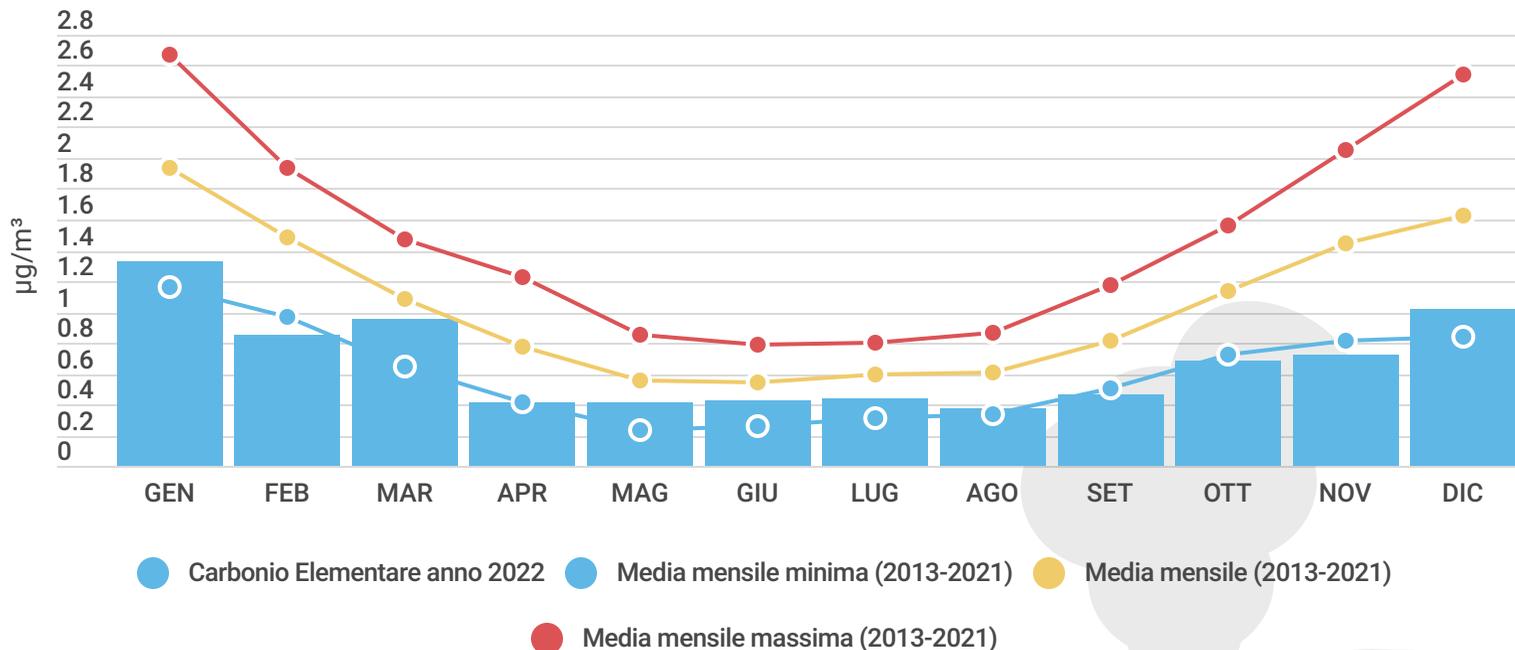
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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 2022



*Definizioni

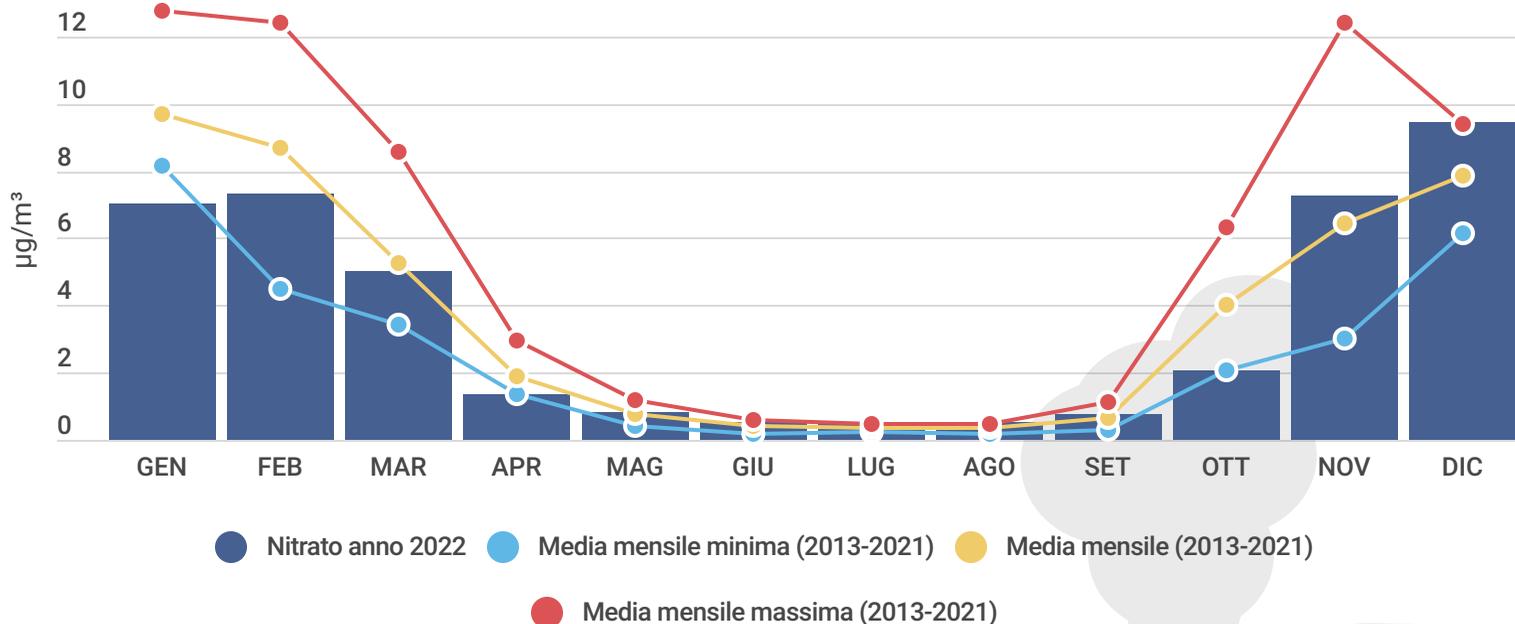
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

2.5. Confronto con gli anni precedenti

2.5.4. Nitrato

Stazione di Bologna Gobetti, anno 2022



*Definizioni

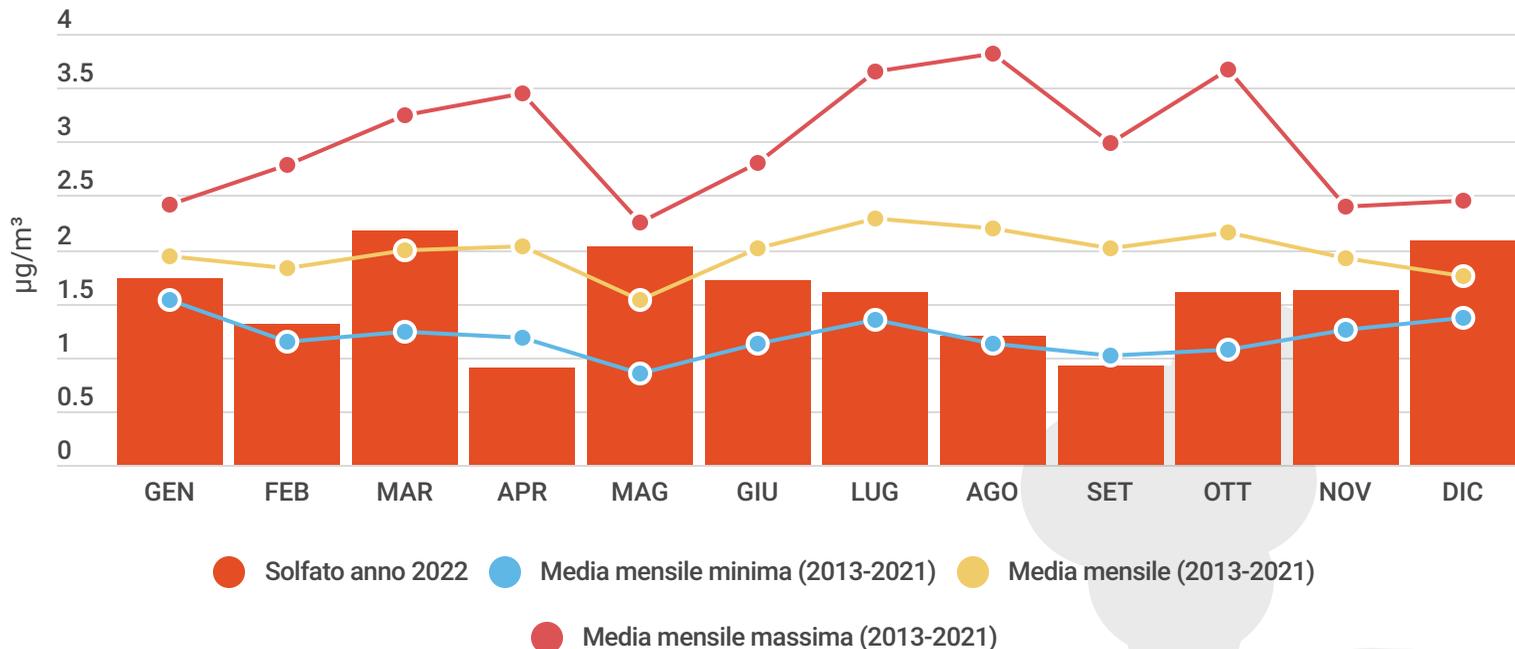
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

2.5. Confronto con gli anni precedenti

2.5.5. Solfato

Stazione di Bologna Gobetti, anno 2022



*Definizioni

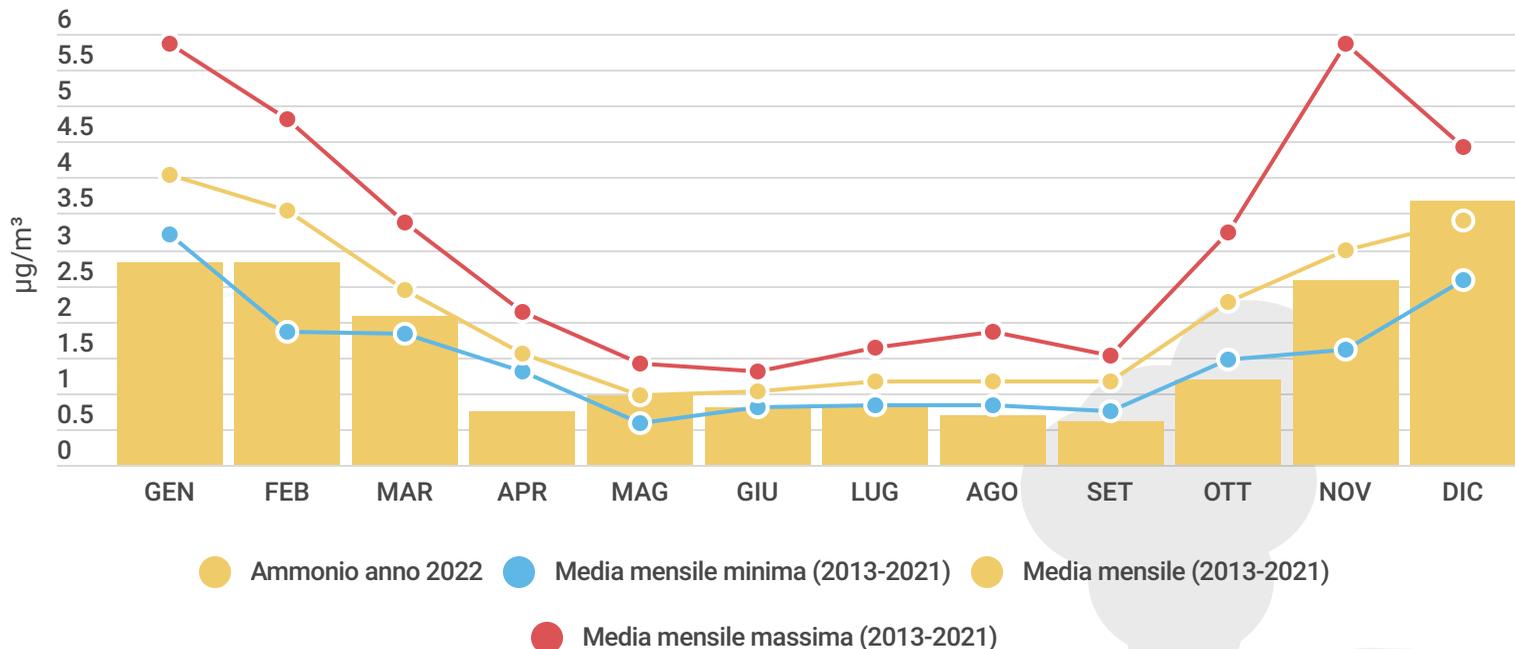
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

2.5. Confronto con gli anni precedenti

2.5.6. Ammonio

Stazione di Bologna Gobetti, anno 2022



*Definizioni

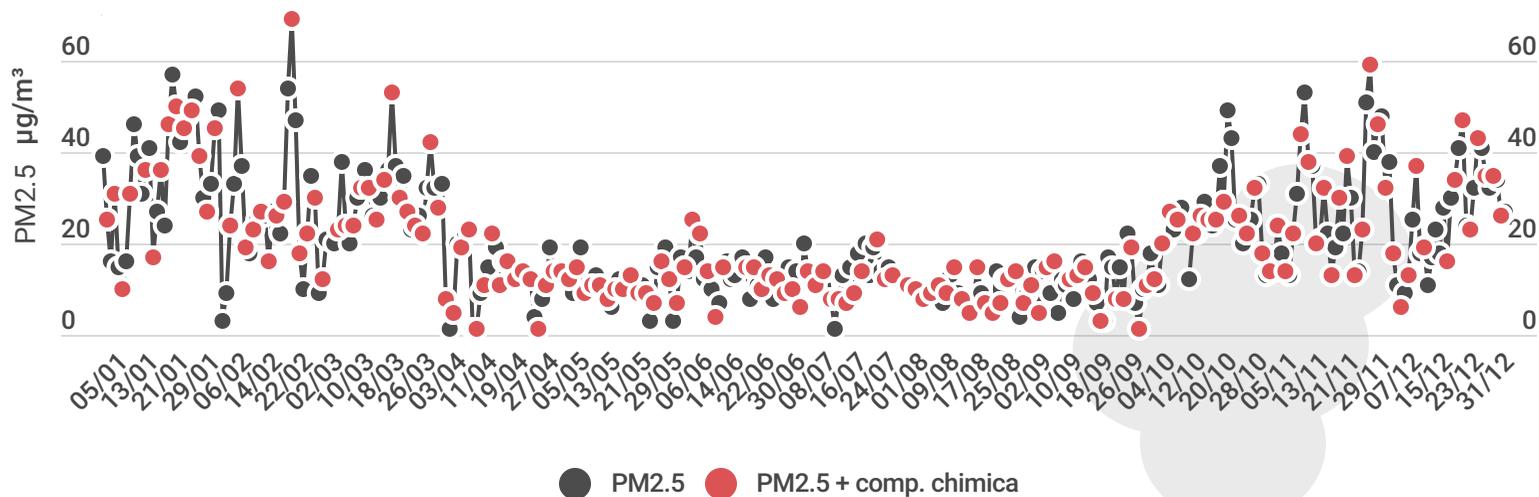
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

3.1. PM2.5 e i dati disponibili nel 2022

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.

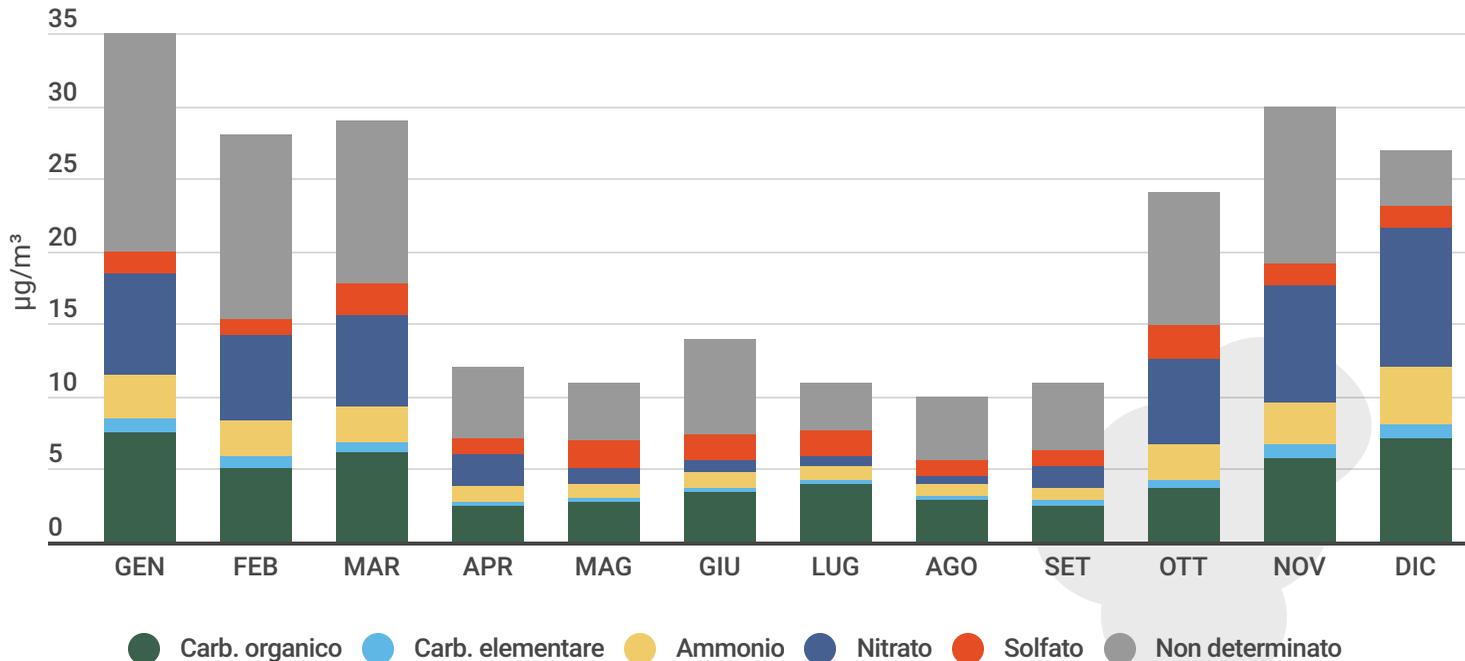
Nel grafico di seguito è rappresentato l'andamento del PM2.5 giornaliero nei 12 mesi nelle stazioni. In rosso sono visualizzati i giorni nei quali è stata effettuata, oltre alla misura del PM2.5, anche l'analisi della composizione chimica del particolato. In grigio sono rappresentati i giorni nei quali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



3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

3.2. Gli andamenti nell'anno 2022

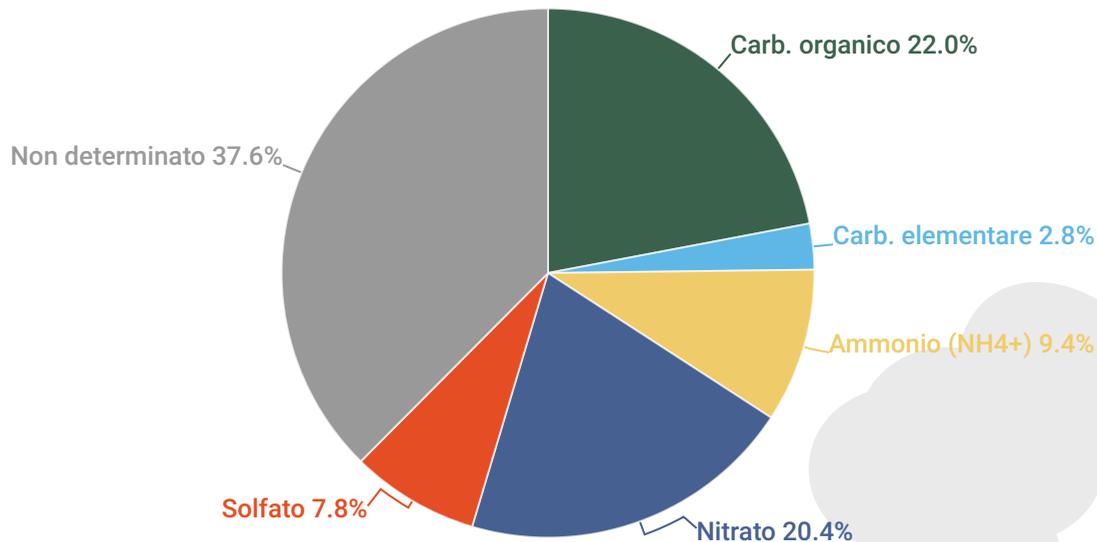
Andamento mensile delle specie in esame nella stazione di Parma Cittadella



3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

3.3. Composizione percentuale del PM2.5

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM2.5 nella stazione di Parma Cittadella

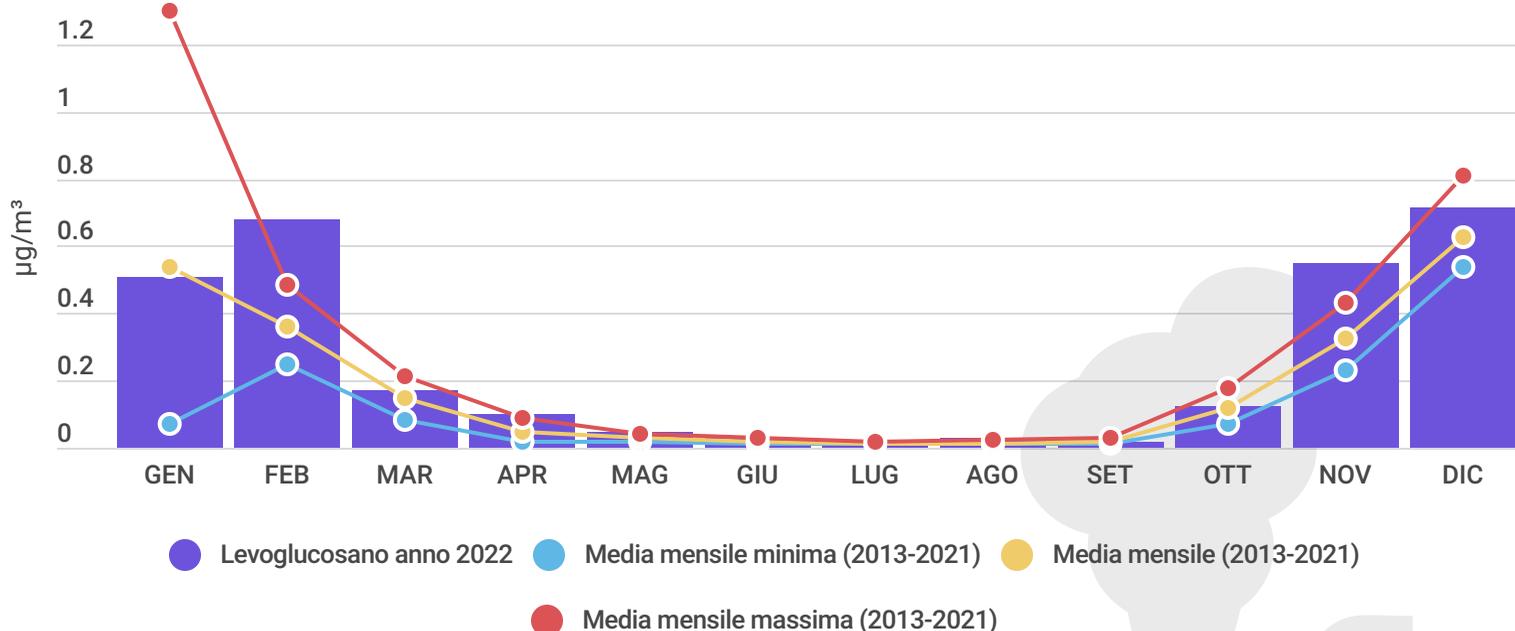


3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

3.4. Il levoglucosano nel 2022 a Parma (e confronto con anni precedenti)

Il seguente grafico presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nell'anno 2022 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2021. 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 2022



*Definizioni

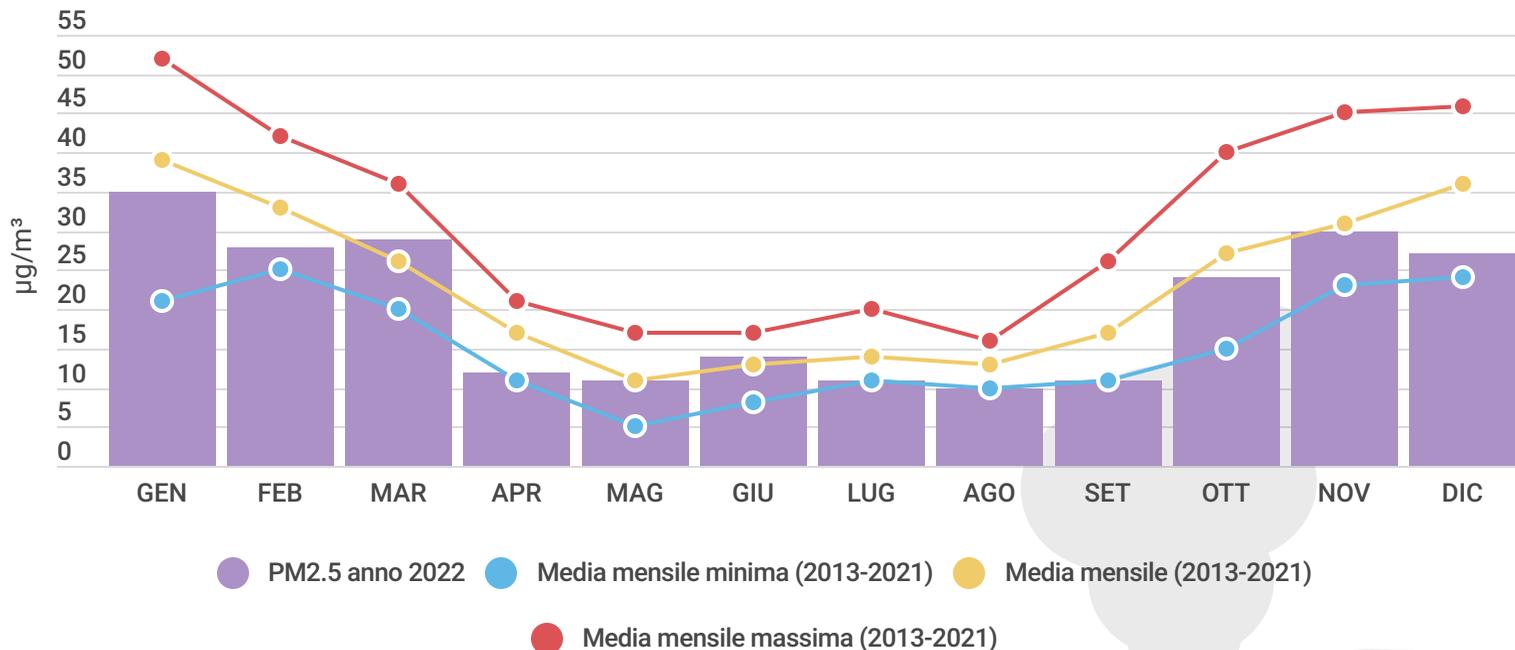
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

3.5. Confronto con gli anni precedenti

3.5.1 PM2.5

Stazione di Parma Cittadella, anno 2022



*Definizioni

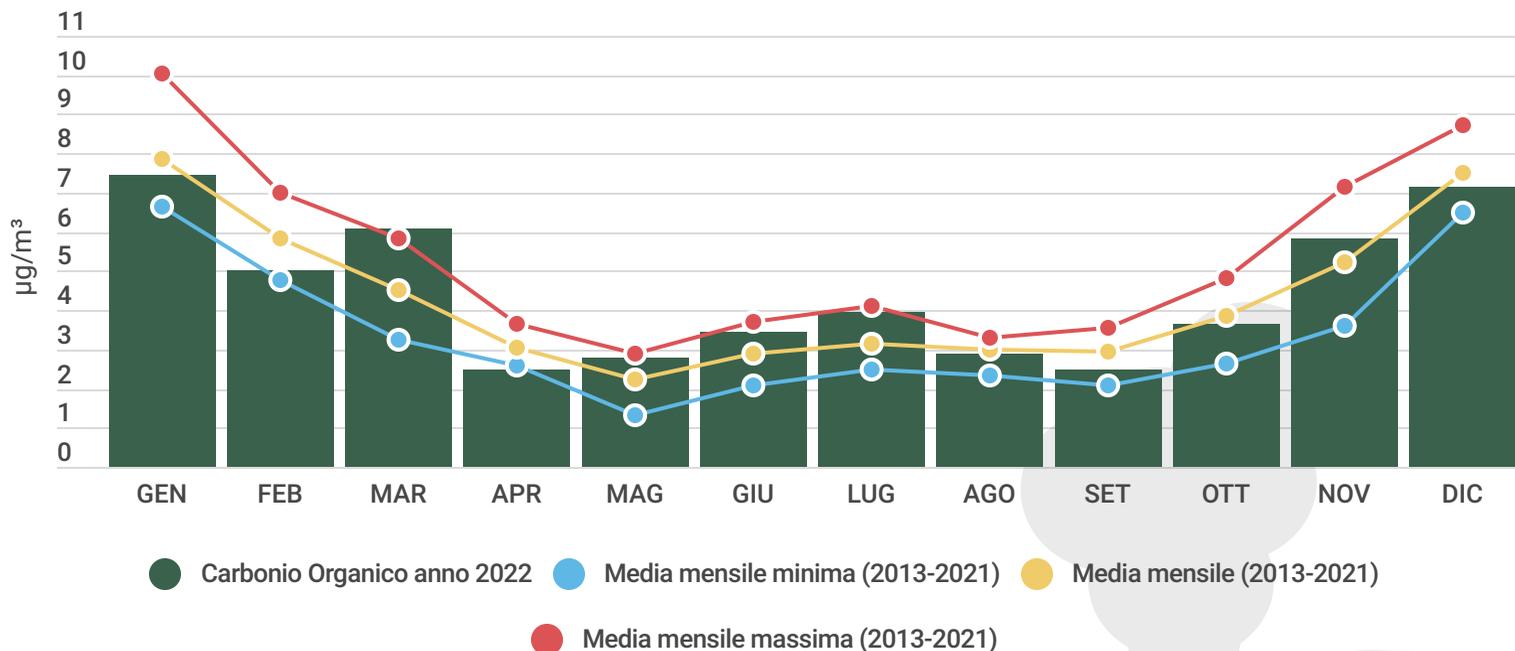
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

3. Le specie chimiche nel PM2.5 a Parma

3.5. Confronto con gli anni precedenti

3.5.2. Carbonio organico

Stazione di Parma Cittadella, anno 2022



*Definizioni

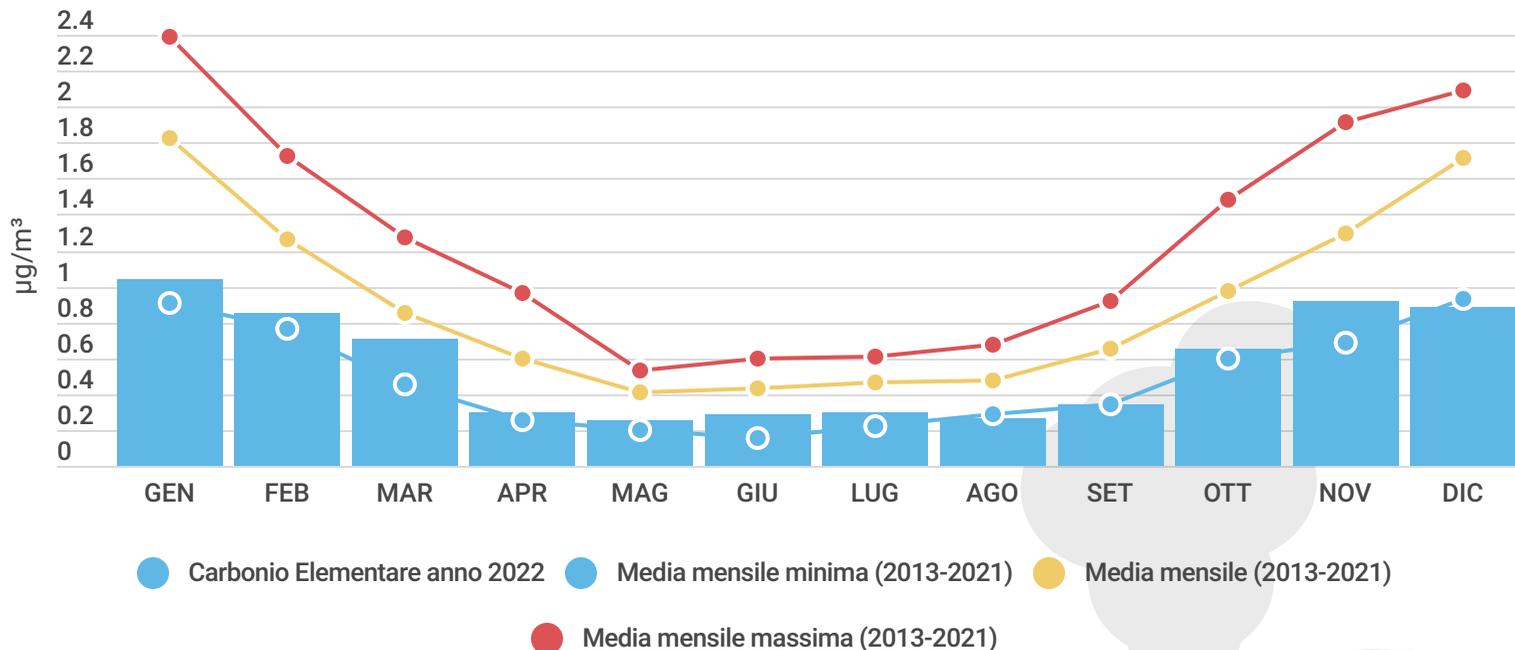
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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 2022



*Definizioni

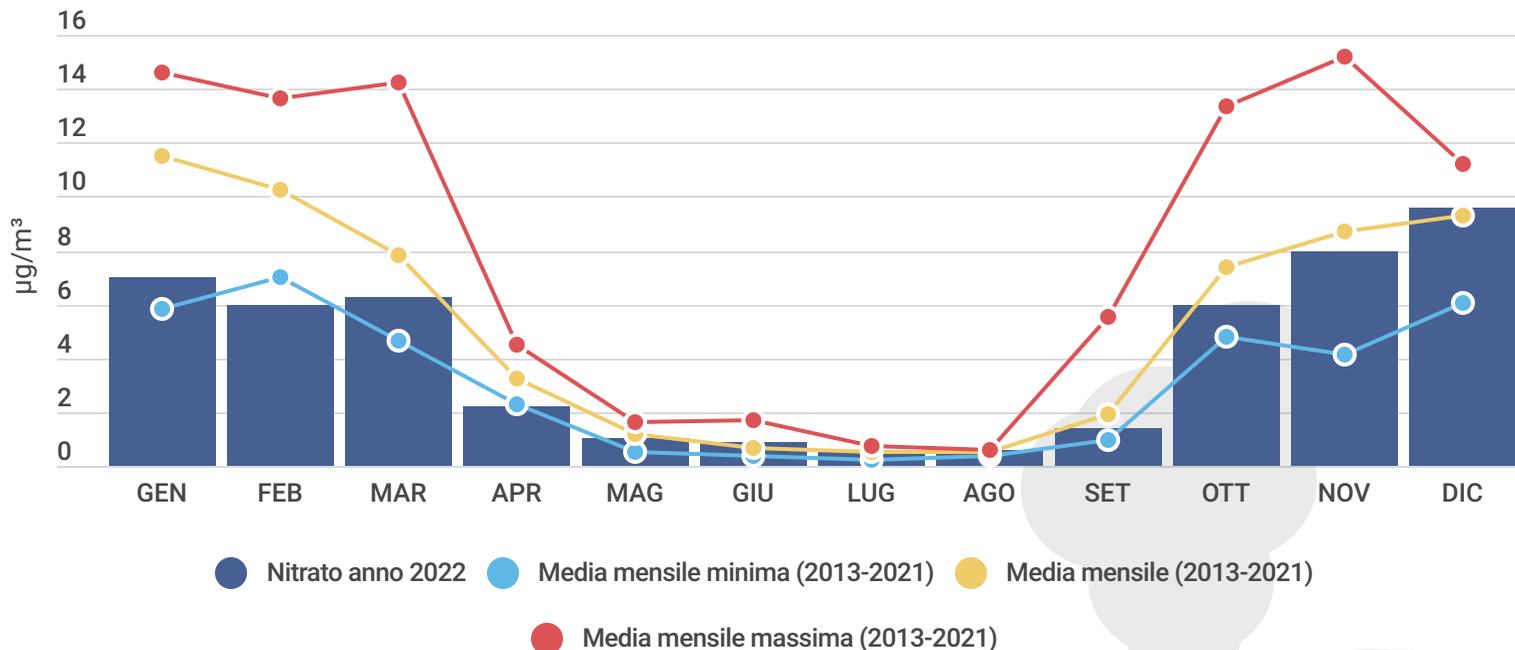
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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 2022



*Definizioni

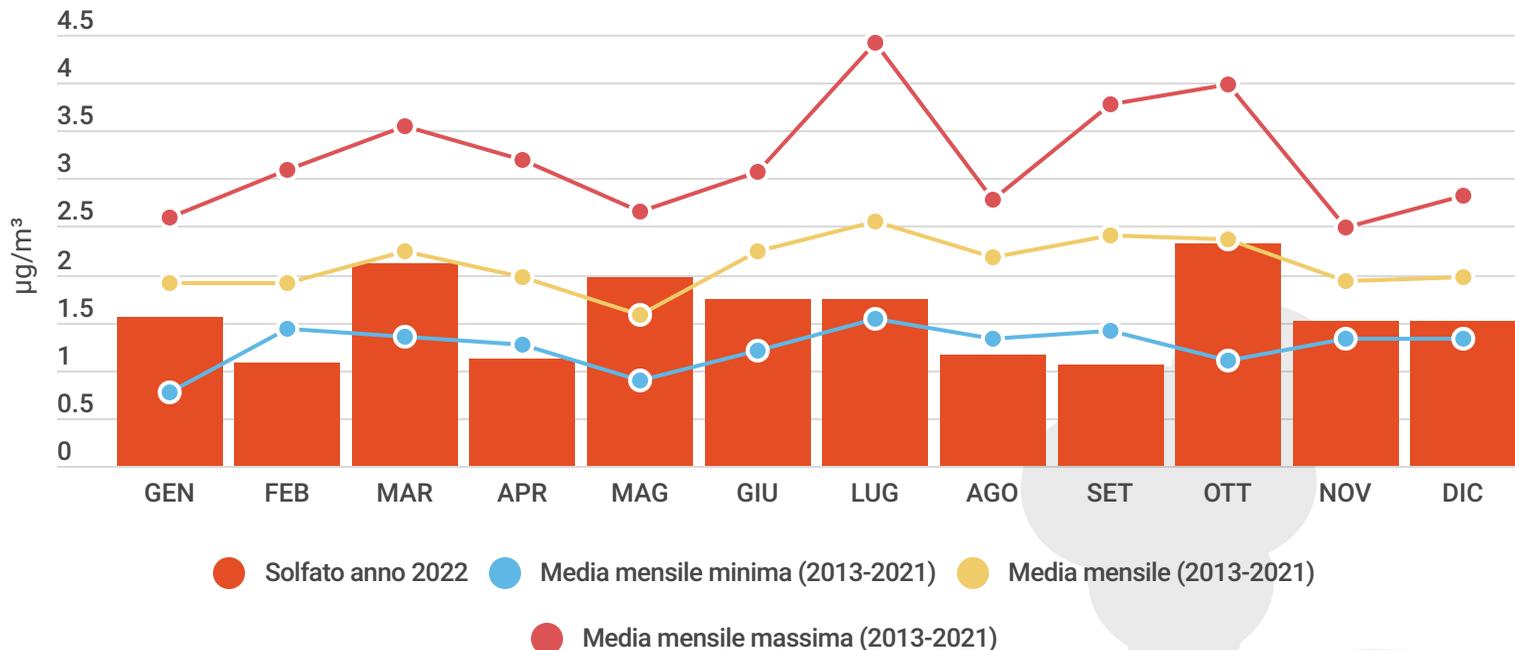
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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 2022



*Definizioni

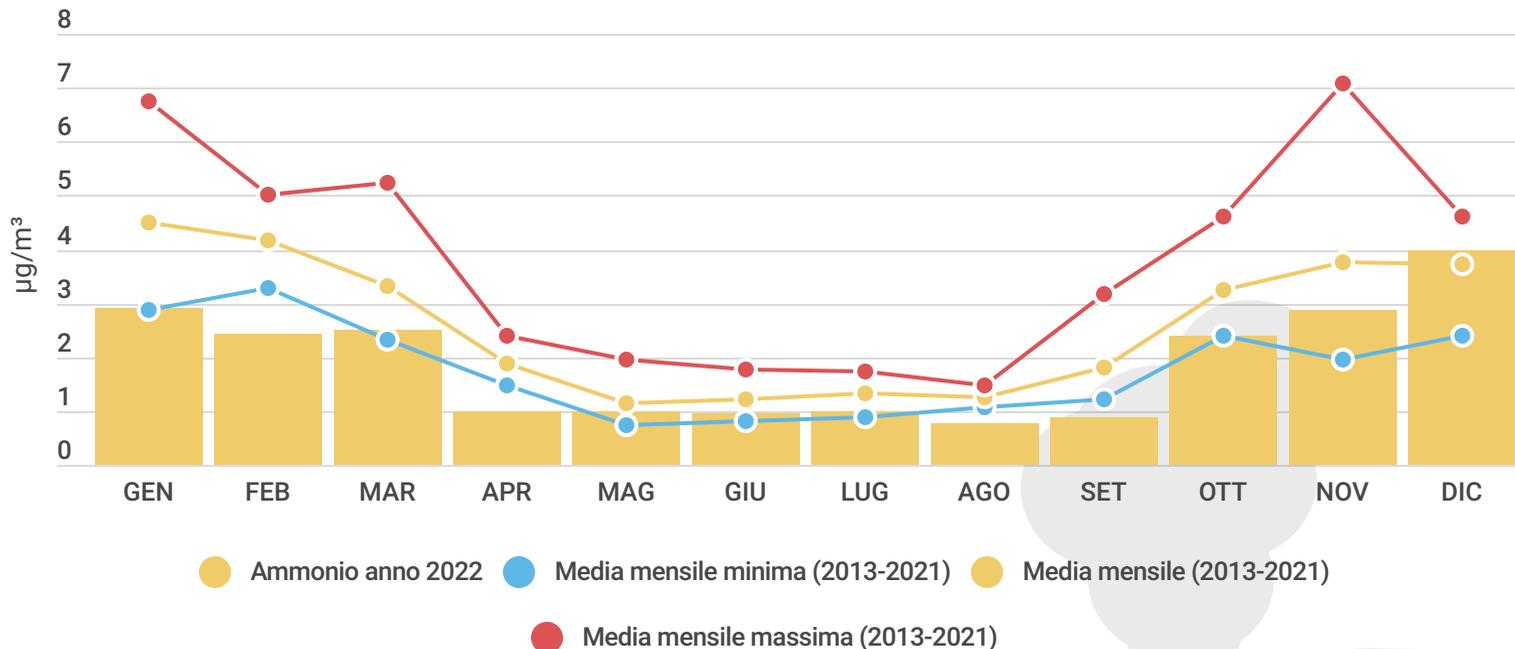
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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 2022



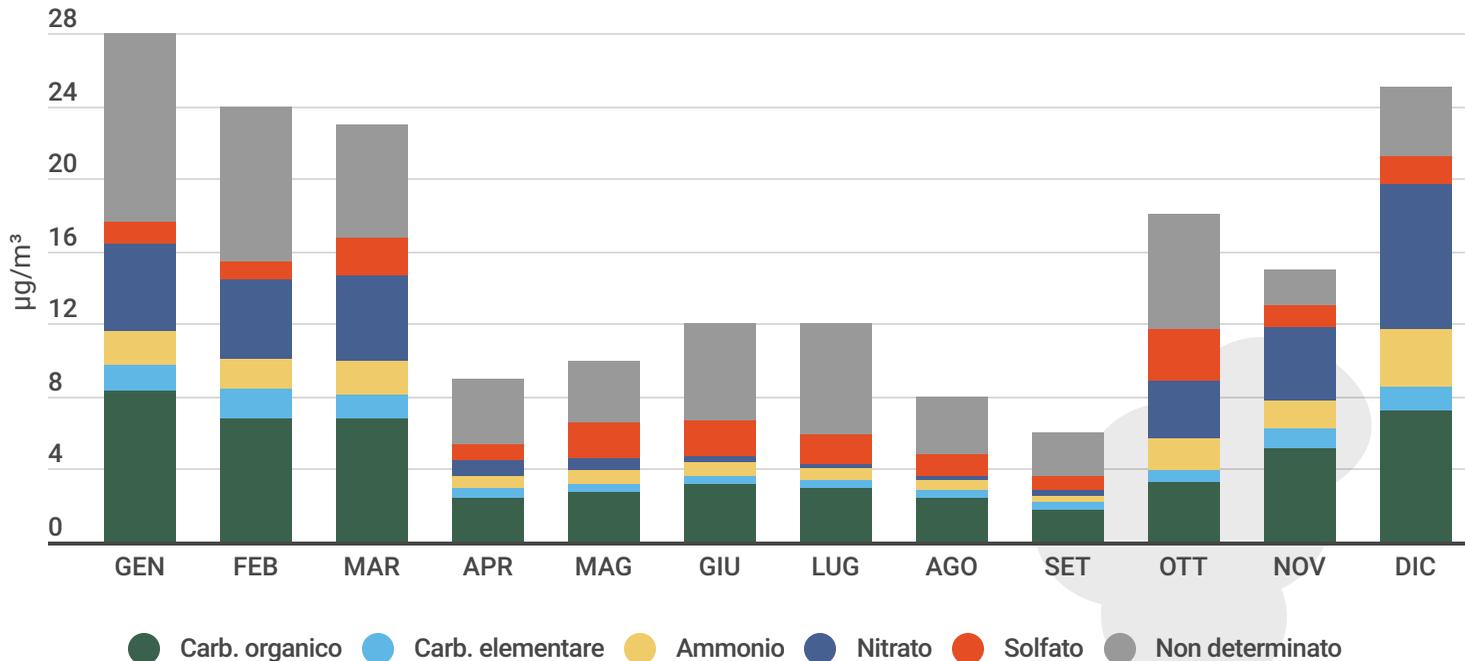
*Definizioni

- 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

4.2. Gli andamenti nell'anno 2022

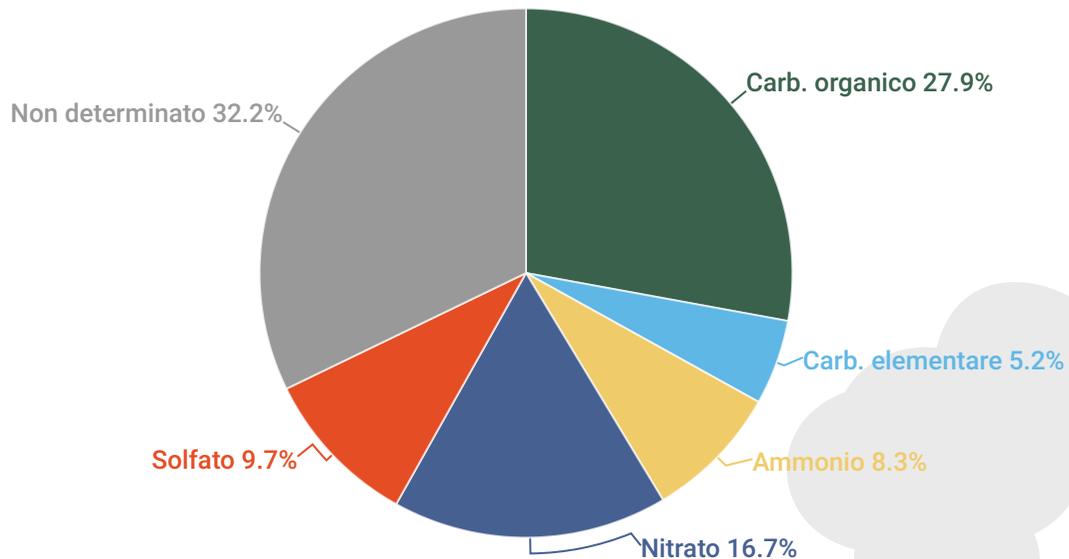
Andamento mensile delle specie in esame nella stazione di Rimini Marecchia



4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

4.3. Composizione percentuale del PM2.5

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM2.5 nella stazione di Rimini Marecchia

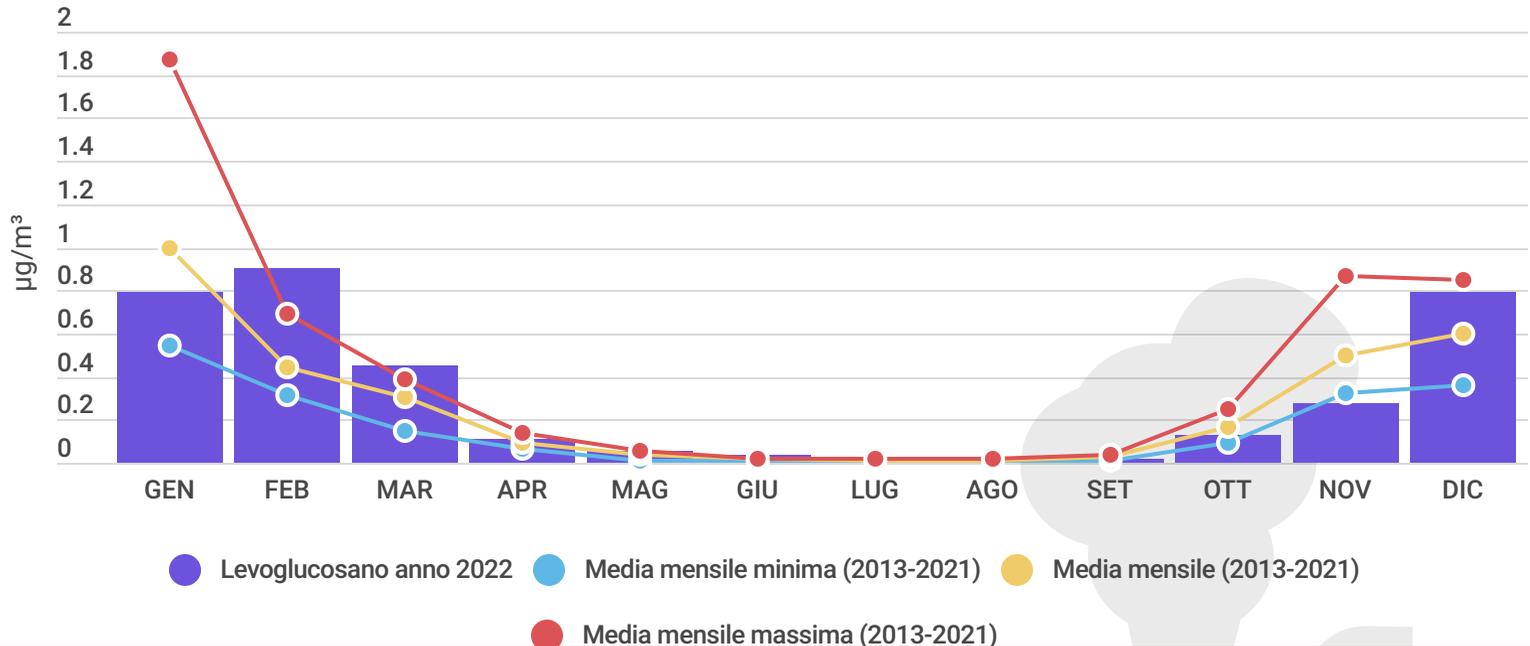


4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

4.4. Levoglucosano - Confronto con gli anni precedenti

Il seguente grafico presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nell'anno 2022 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2021. 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



*Definizioni

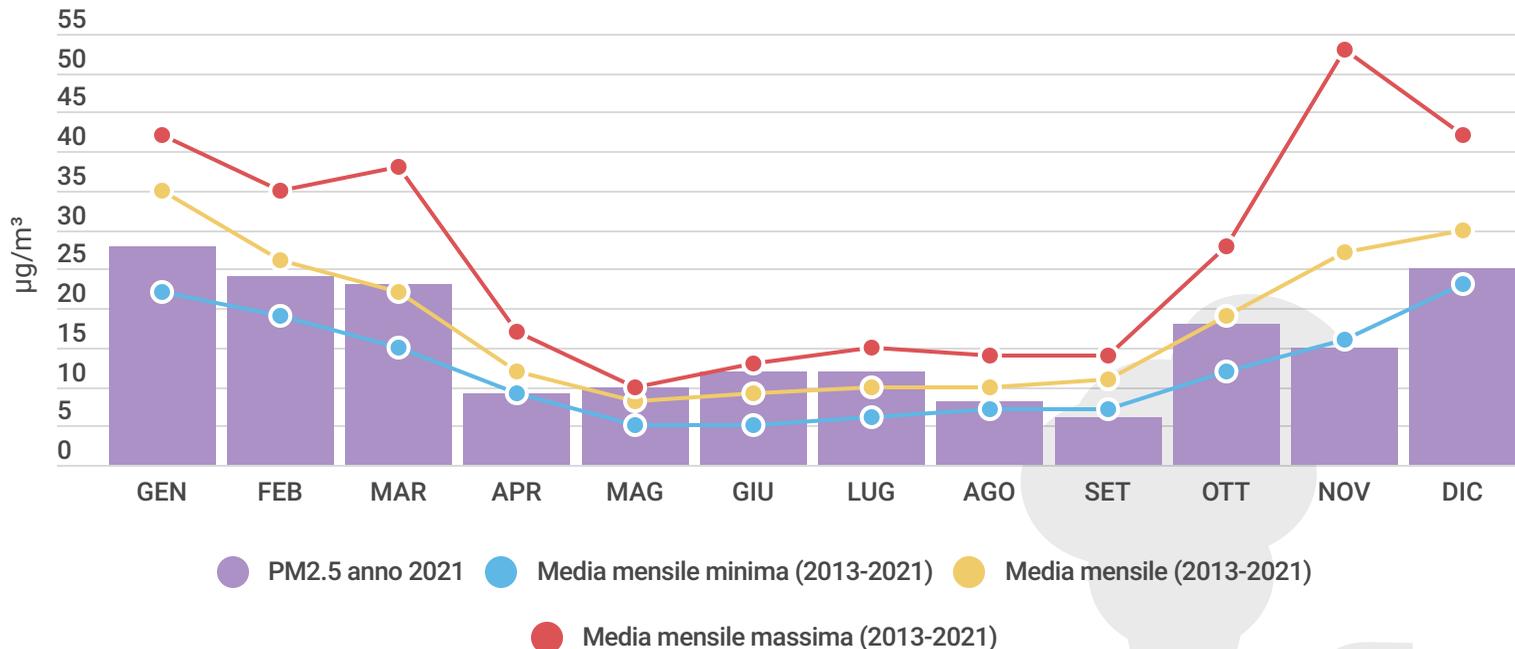
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

4.5. Confronto con gli anni precedenti

4.5.1 PM2.5

Stazione di Rimini Marecchia, anno 2022



*Definizioni

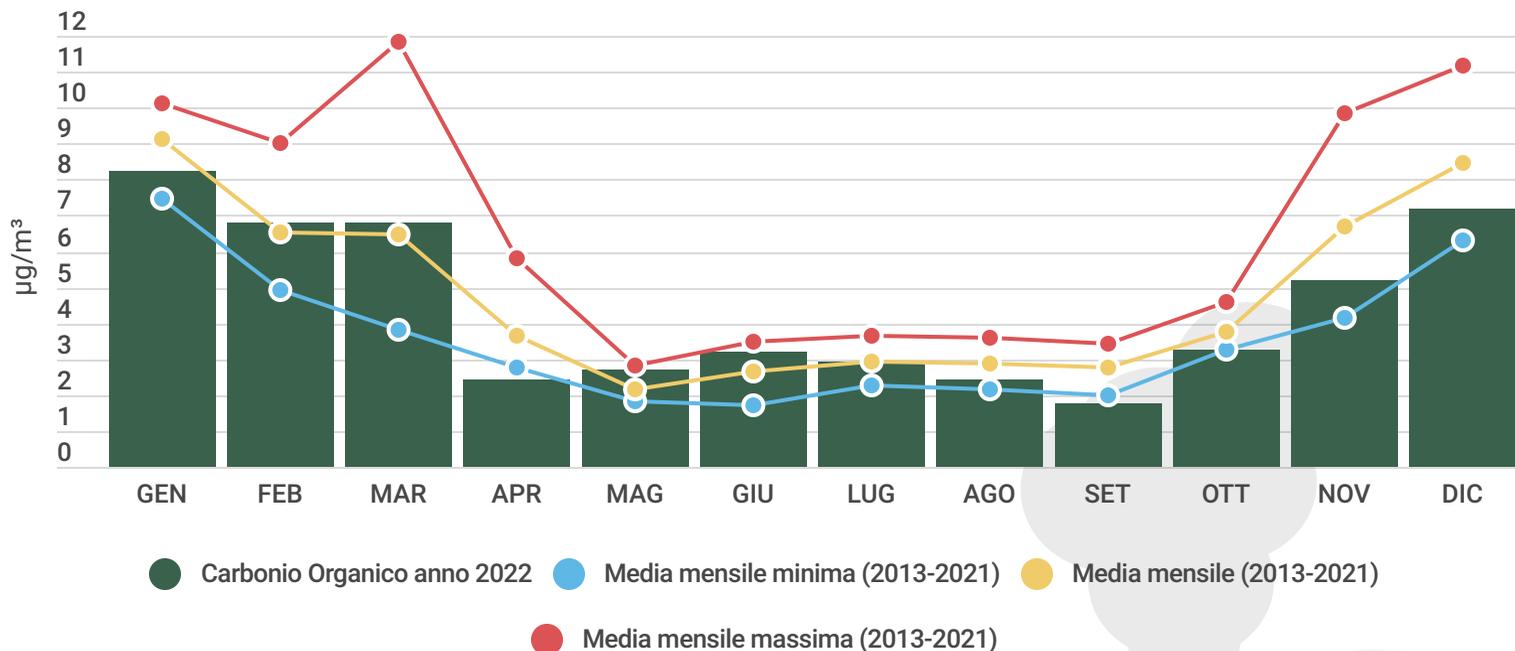
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

4.5. Confronto con gli anni precedenti

4.5.2 Carbonio organico

Stazione di Rimini Marecchia, anno 2022



*Definizioni

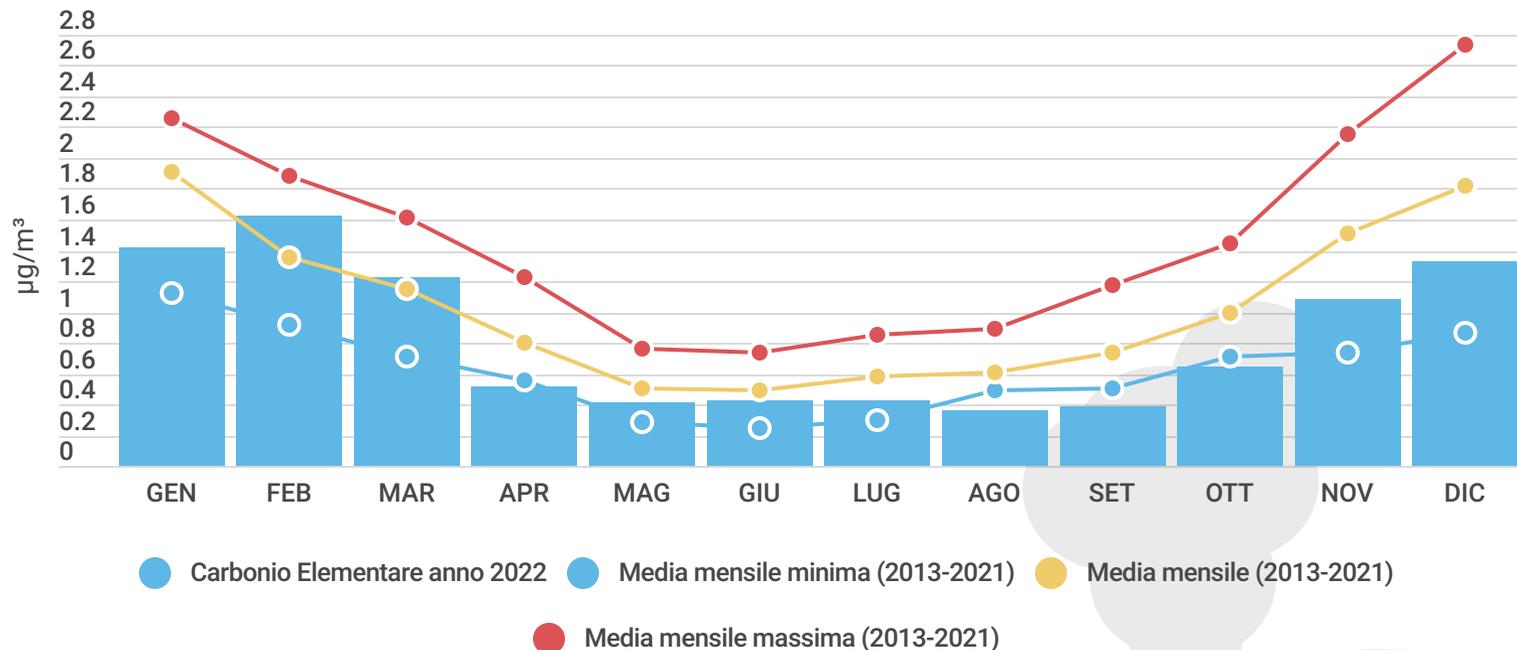
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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 2022



*Definizioni

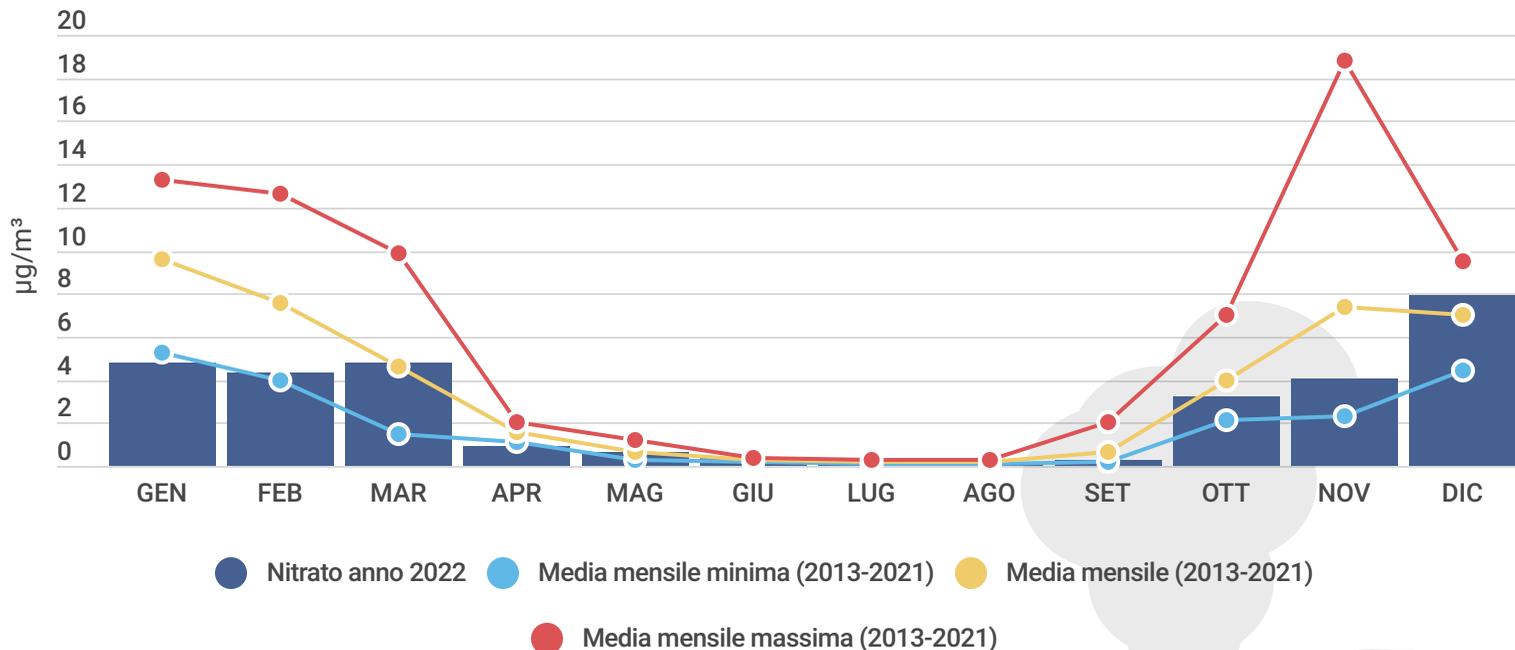
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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 2022



*Definizioni

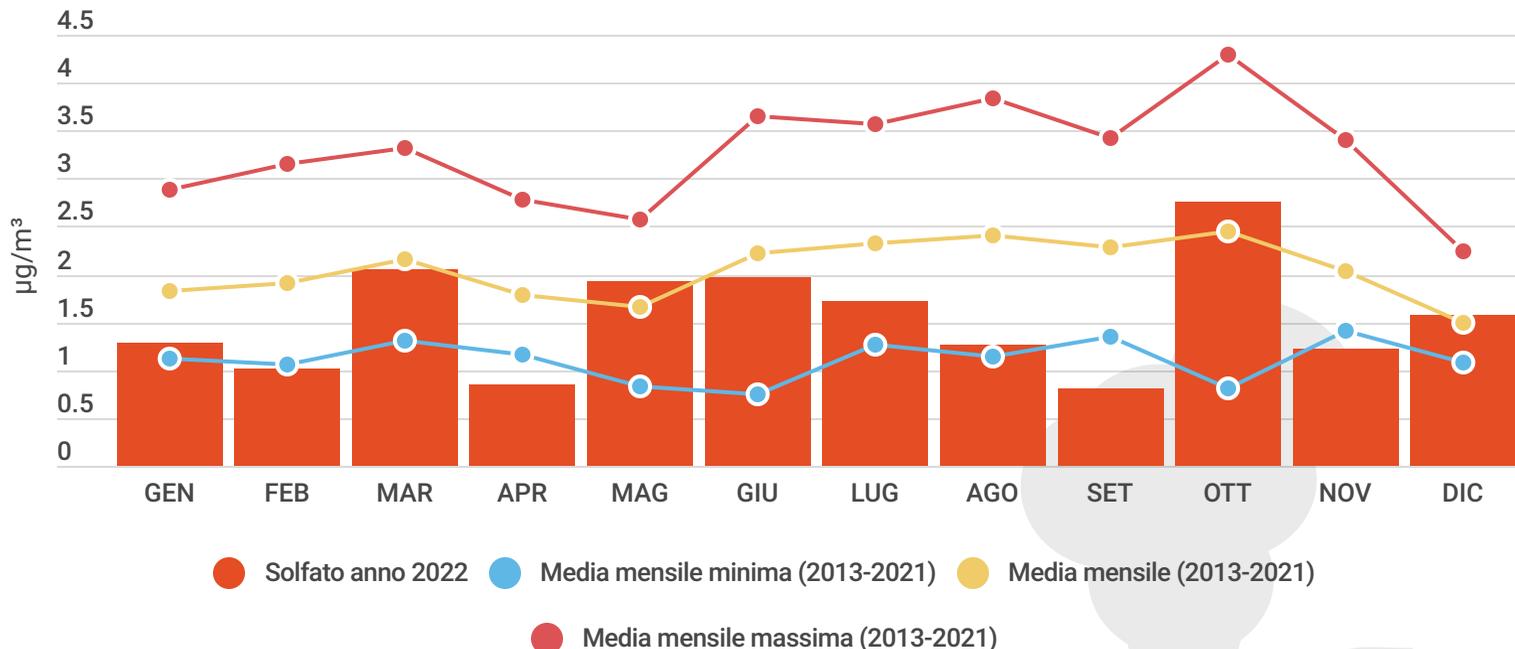
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

4.5. Confronto con gli anni precedenti

4.5.5. Solfato

Stazione di Rimini Marecchia, anno 2022



*Definizioni

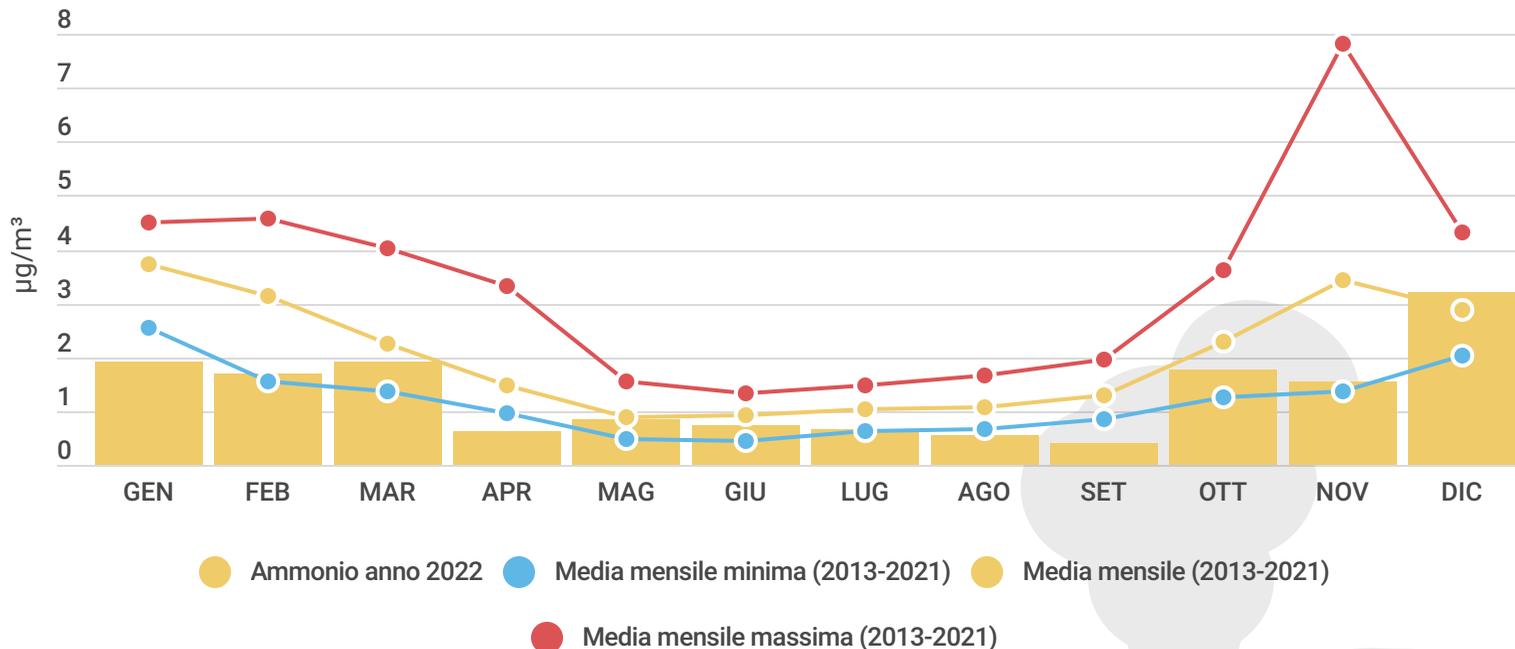
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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 2022



*Definizioni

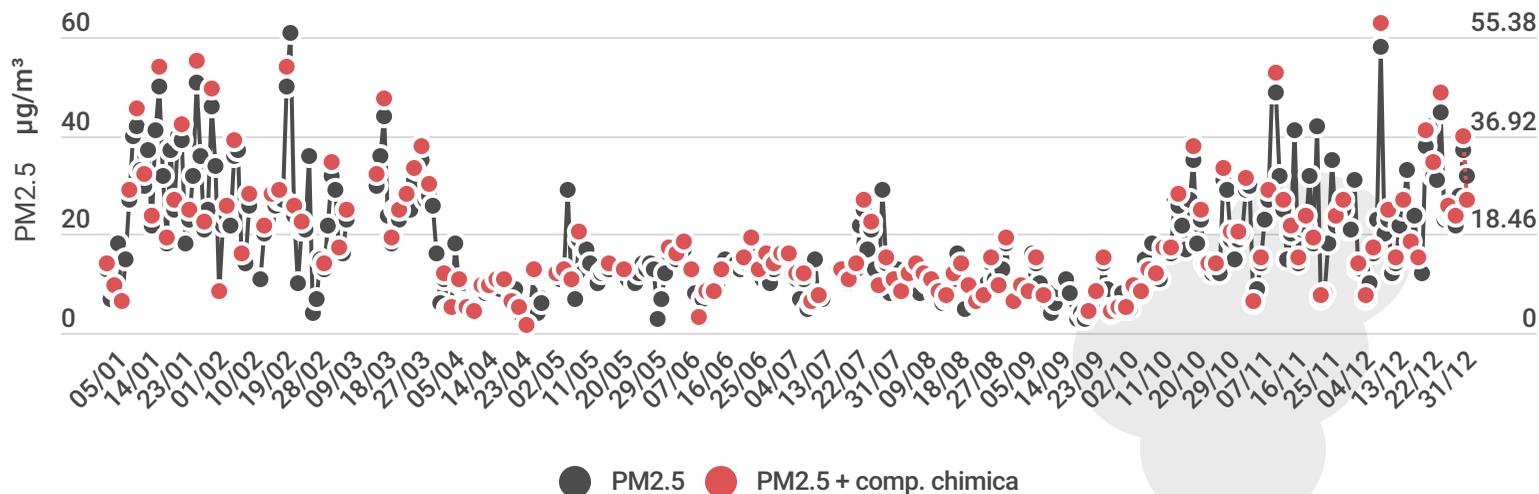
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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

5.1. PM2.5 e i dati disponibili nel 2022

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.

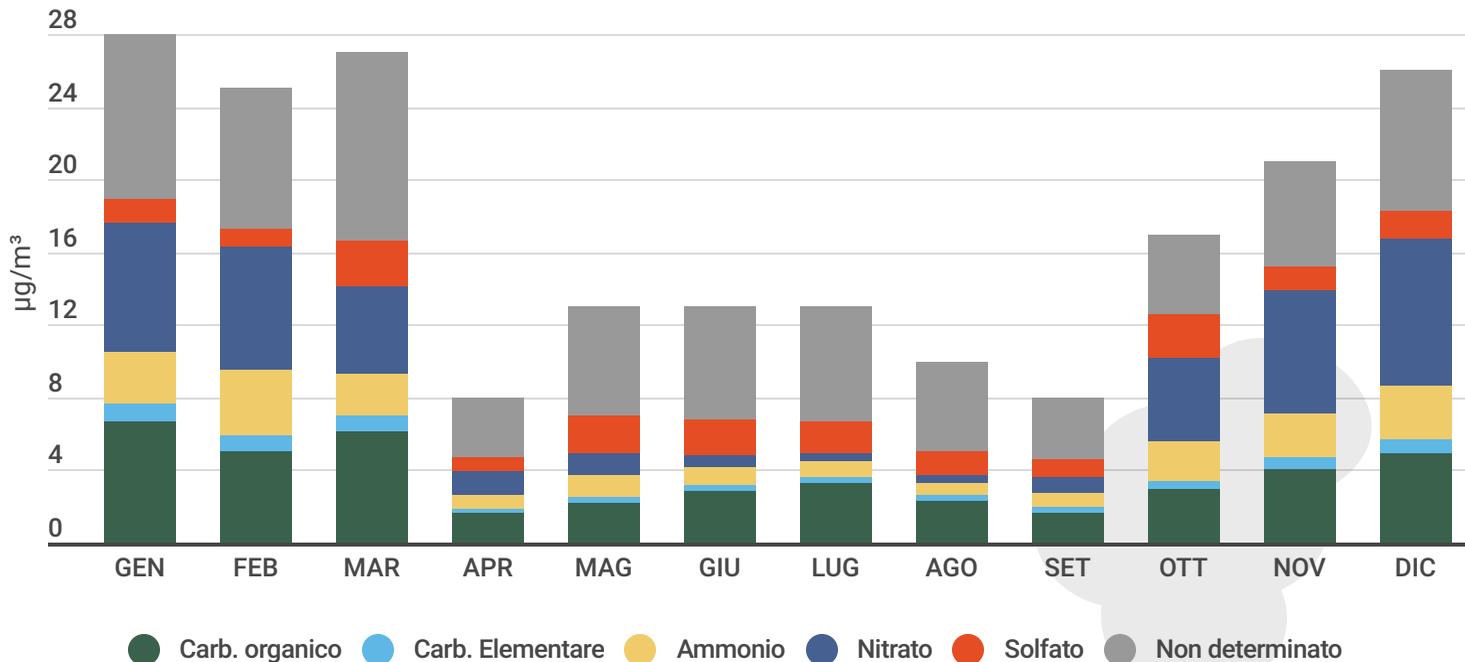
Nel grafico di seguito è rappresentato l'andamento del PM2.5 giornaliero nei 12 mesi nelle stazioni. In rosso sono visualizzati i giorni nei quali è stata effettuata, oltre alla misura del PM2.5, anche l'analisi della composizione chimica del particolato. In grigio sono rappresentati i giorni nei quali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



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

5.2. Gli andamenti nell'anno 2022

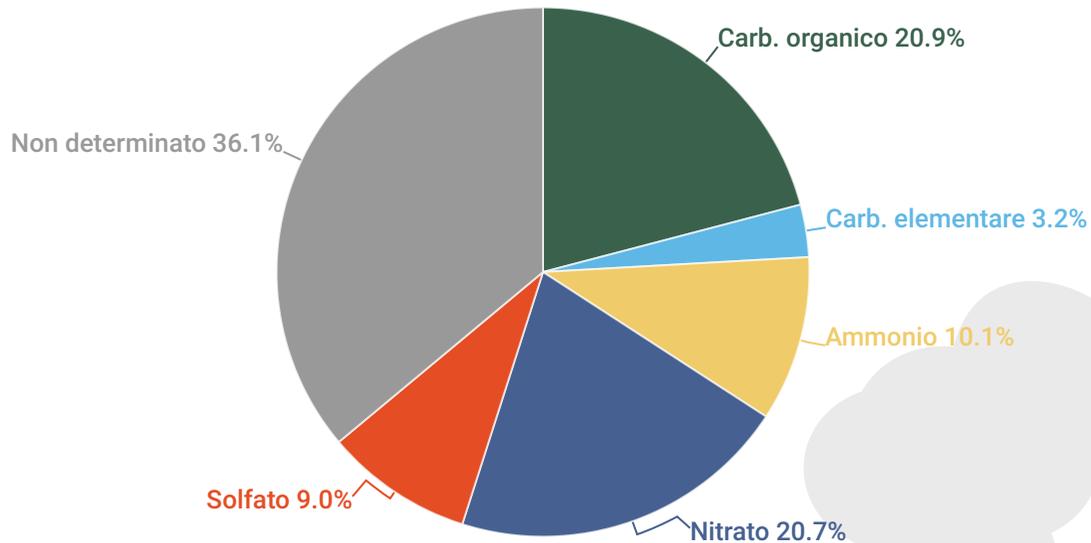
Andamento mensile delle specie in esame nella stazione di Molinella (BO)



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

5.3. Composizione percentuale del PM2.5

Percentuale delle specie in esame sul totale del PM2.5 nella stazione di Molinella (BO)

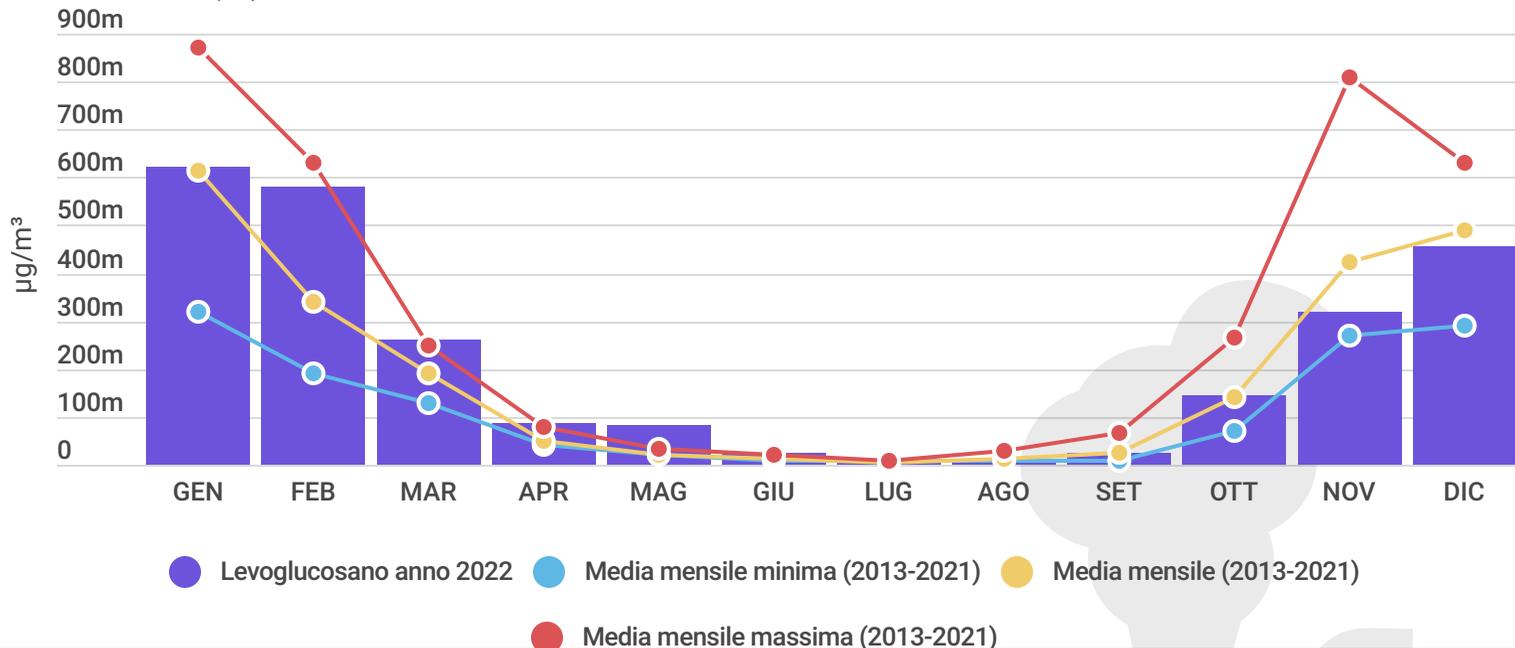


5. Le specie chimiche nel PM2.5 a Molinella (BO)

5.4. Levoglucosano - Confronto con gli anni precedenti

Il seguente grafico presenta un confronto fra i dati dell'inquinante rilevati nell'anno 2022 e i dati mensili degli anni compresi fra il 2013 e il 2021. 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 2022



*Definizioni

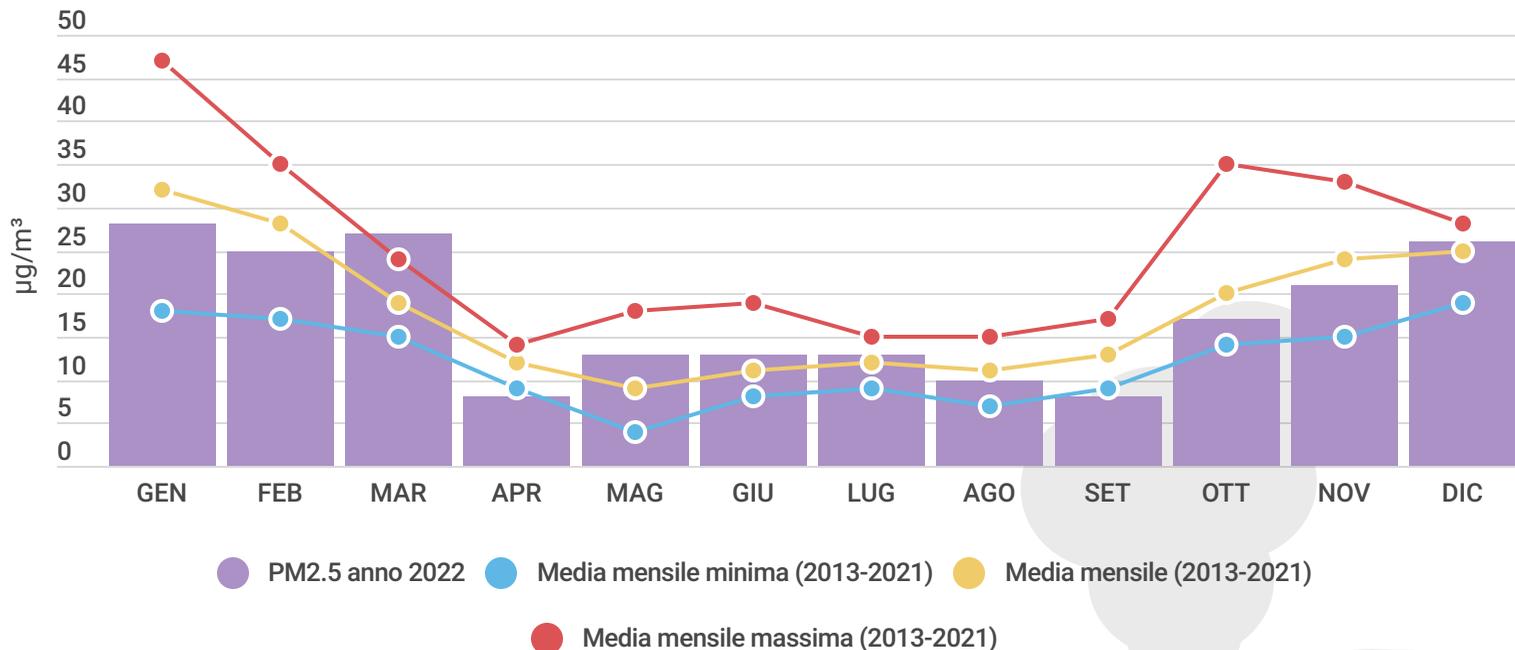
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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

5.5. Confronto con gli anni precedenti

5.5.1 PM2.5

Stazione di Molinella (BO), anno 2022



*Definizioni

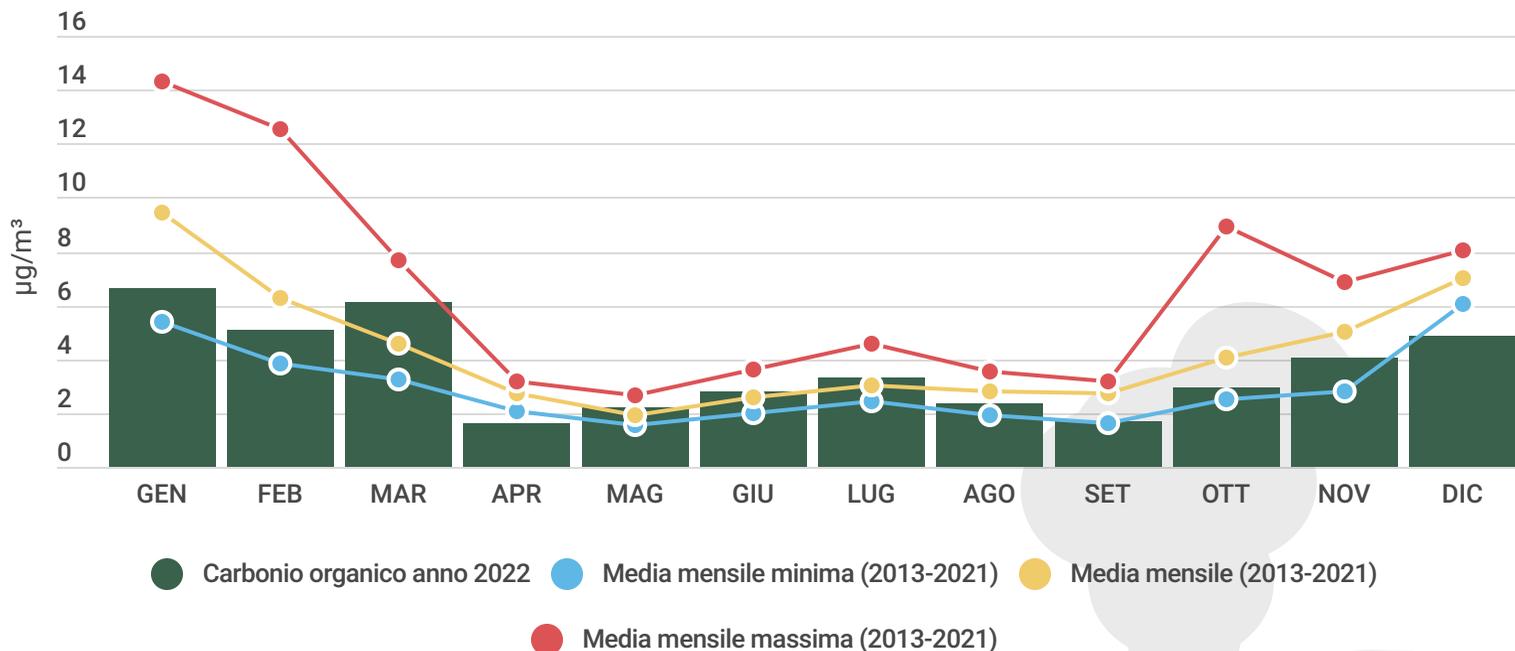
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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

5.5. Confronto con gli anni precedenti

5.5.2 Carbonio organico

Stazione di Molinella (BO), anno 2022



*Definizioni

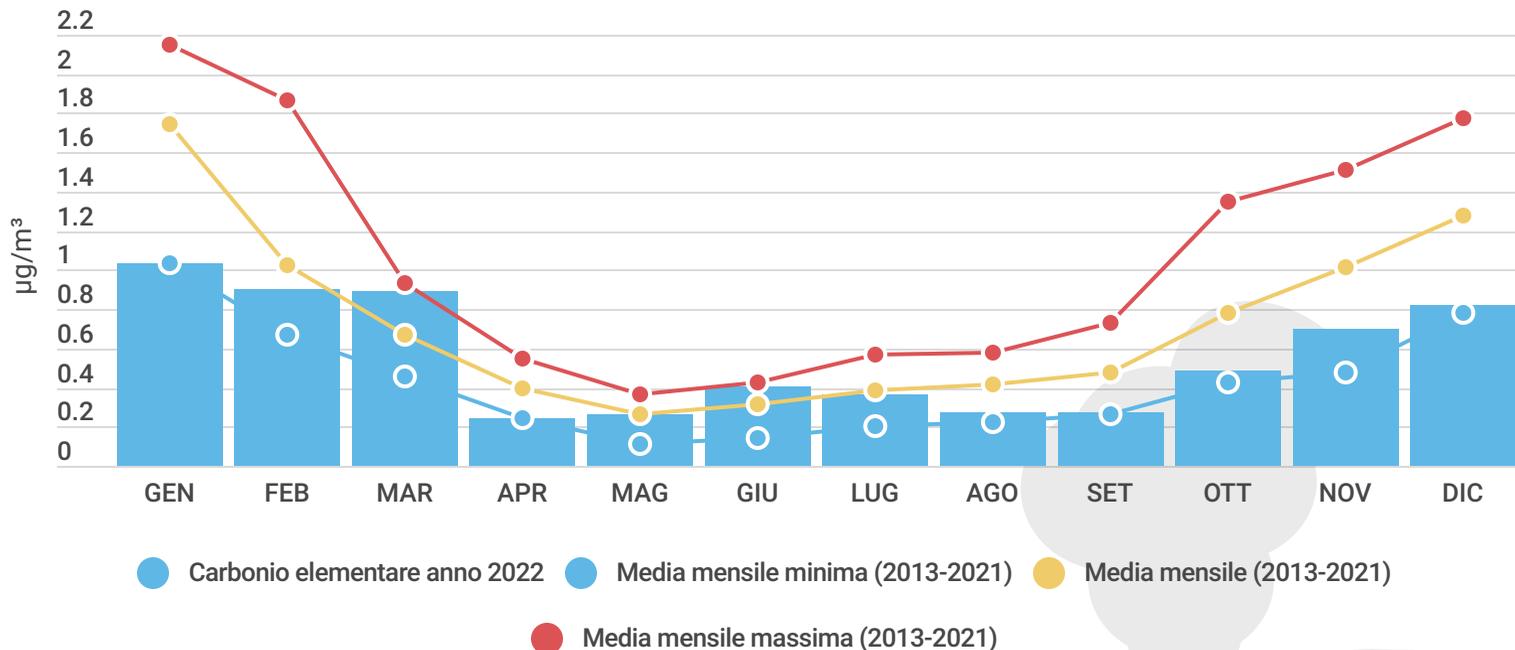
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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

5.5. Confronto con gli anni precedenti

5.5.3. Carbonio elementare

Stazione di Molinella (BO), anno 2022



*Definizioni

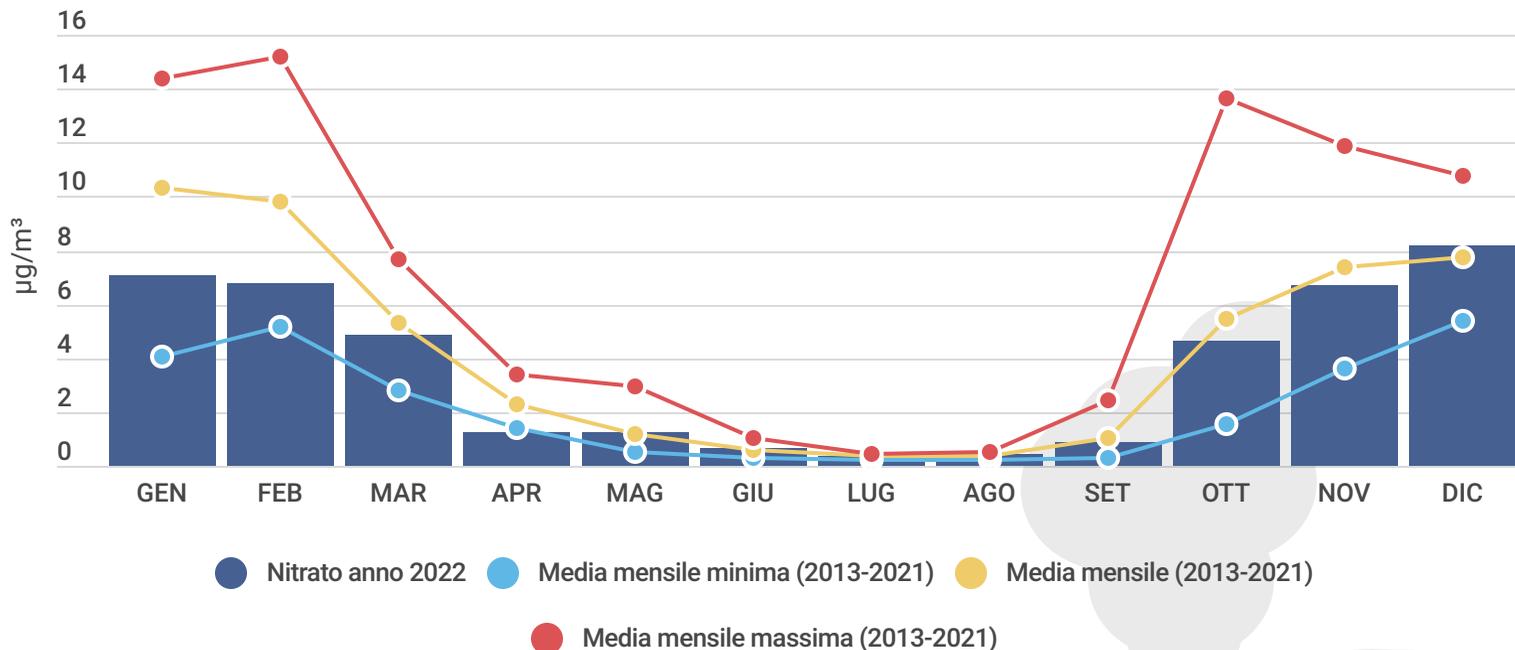
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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

5.5. Confronto con gli anni precedenti

5.5.4. Nitrato

Stazione di Molinella (BO), anno 2022



*Definizioni

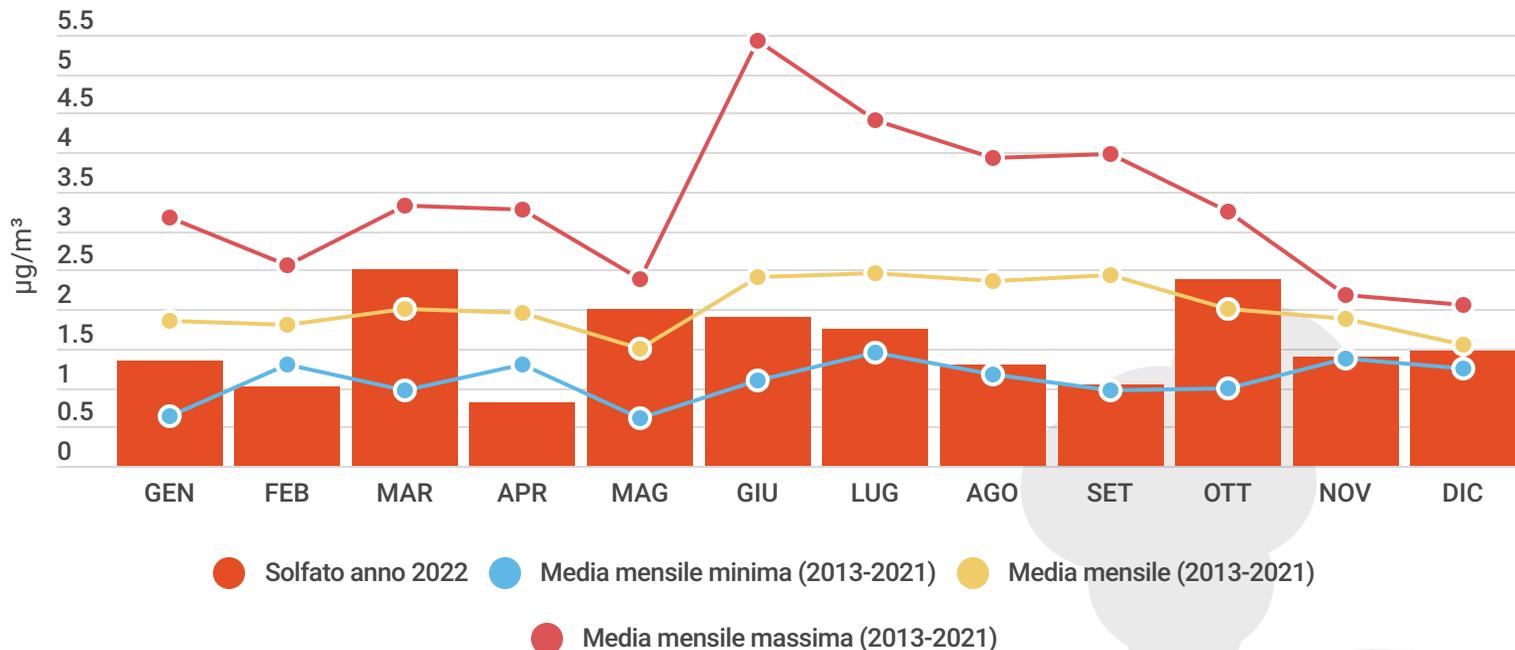
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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

5.5. Confronto con gli anni precedenti

5.5.5. Solfato

Stazione di Molinella (BO), anno 2022



*Definizioni

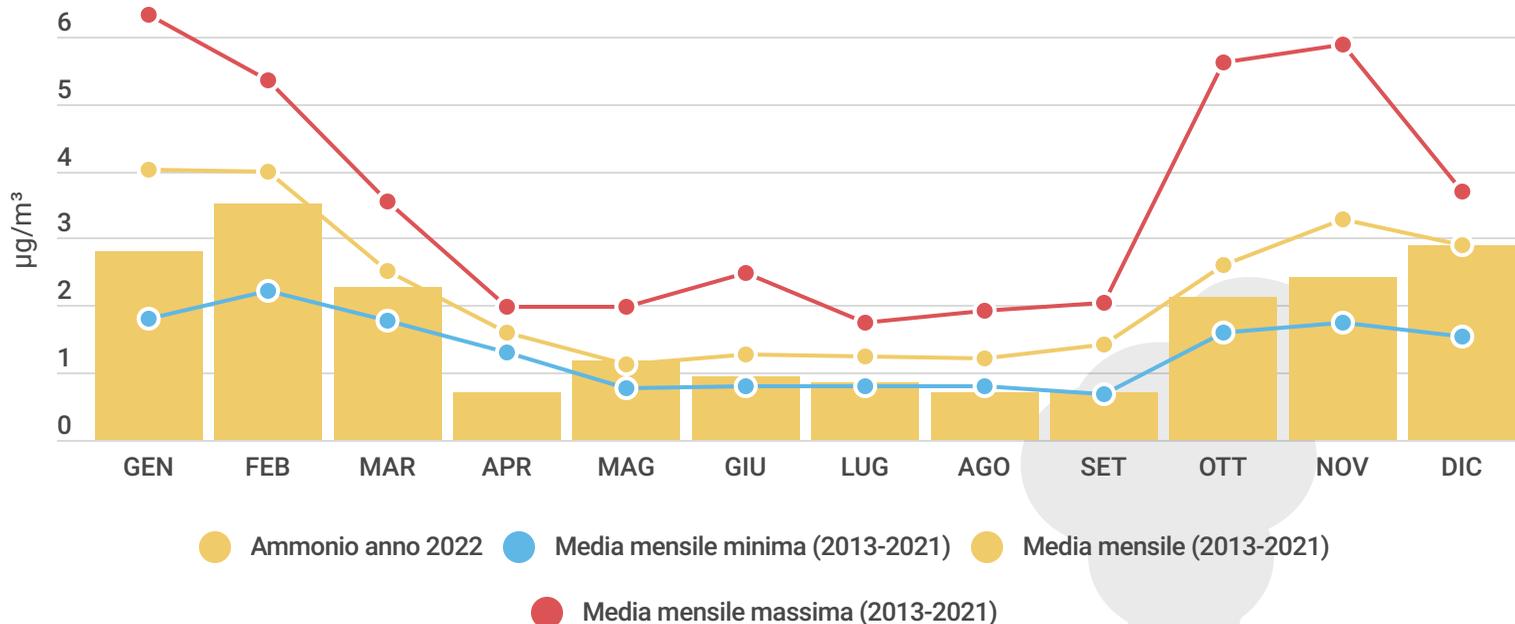
- Media mensile minima: valore minimo fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile: valore medio fra le medie calcolate per quel mese
- Media mensile massima: valore massimo fra le medie calcolate per quel mese

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

5.5. Confronto con gli anni precedenti

5.5.6. Ammonio

Stazione di Molinella (BO), anno 2022



*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. Discussione

6.1. Inquadramento meteorologico

Il 2022 è stato, a livello regionale, l'anno più caldo dal 1961, sia come temperatura media che come temperatura massima, e il terzo come numero di giorni caldi (dopo il 2003 e il 2012). Inoltre è stato un anno estremamente siccitoso, con le precipitazioni più basse dal 1961.

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/rapporti-annuali>

6.2. Composizione

Nel 2022 si conferma, come per l'anno precedente, una generale diminuzione delle concentrazioni medie di tutte le specie misurate oltre che della massa totale del PM2.5, rispetto alla media di tutti i dati disponibili.

Fa eccezione il levoglucosano che mostra valori in media superiori a quelli della serie storica disponibile, con concentrazioni più alte soprattutto nella prima parte dell'anno.

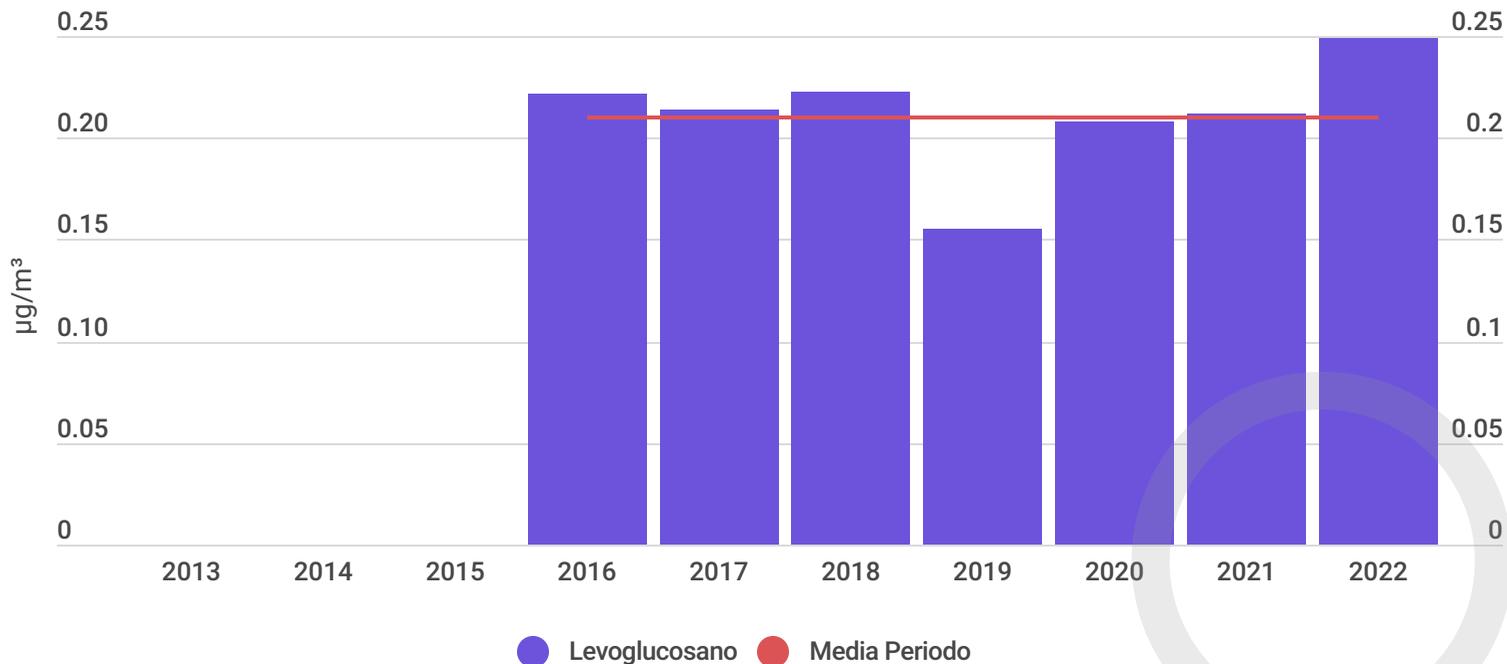
Considerando il peso percentuale delle specie sulla massa totale del PM2.5, solo carbonio elementare e solfato mostrano una decrescita costante nell'ultimo triennio, rispetto alla media della serie storica. Al contrario levoglucosano e carbonio organico indicano un arricchimento nella massa del PM2.5 nello stesso periodo.

Osservando singolarmente i siti si nota come questo comportamento medio del peso percentuale non sia rispettato dal sito rurale di Molinella per quanto riguarda il carbonio organico, mentre per il levoglucosano l'incremento nel sito rurale risulta più contenuto rispetto ai siti urbani.

6. Discussione

6.3.1. Medie negli anni - Levoglucosano

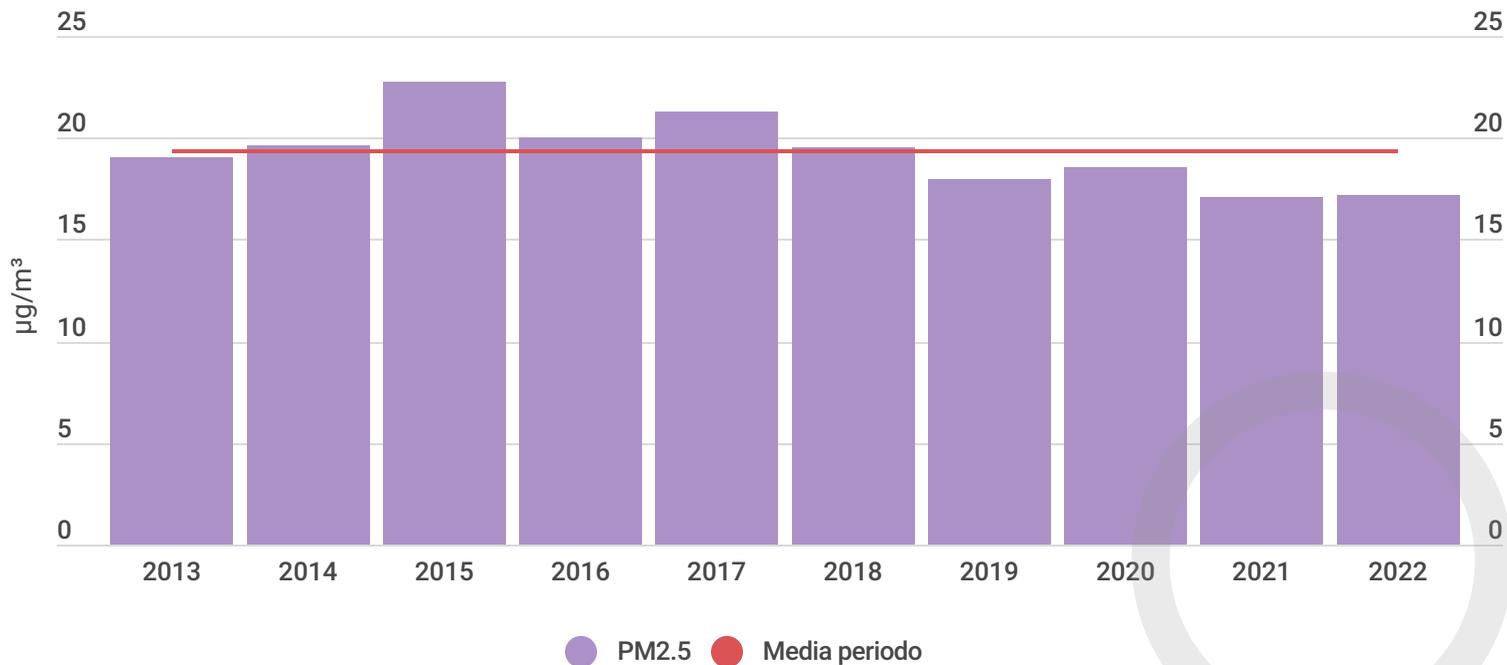
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.3.2. Medie negli anni - PM2.5

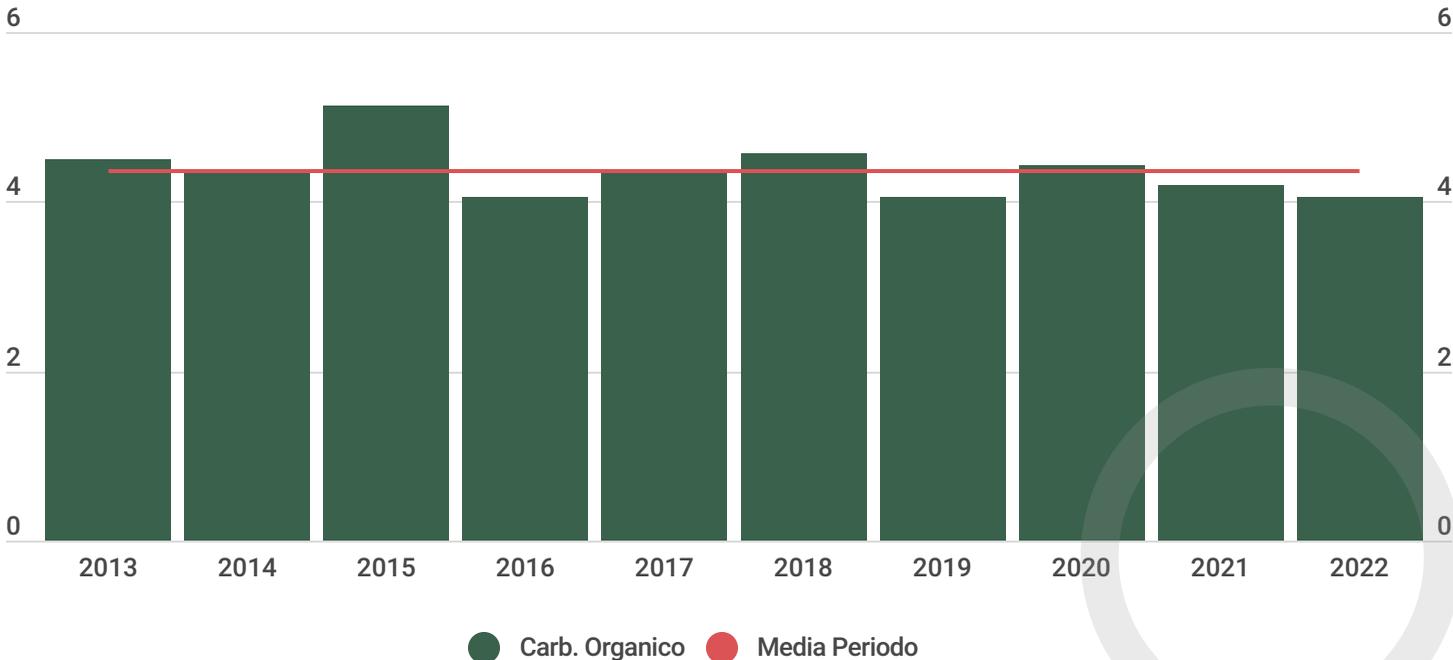
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.3.3. Medie negli anni - Carbonio organico

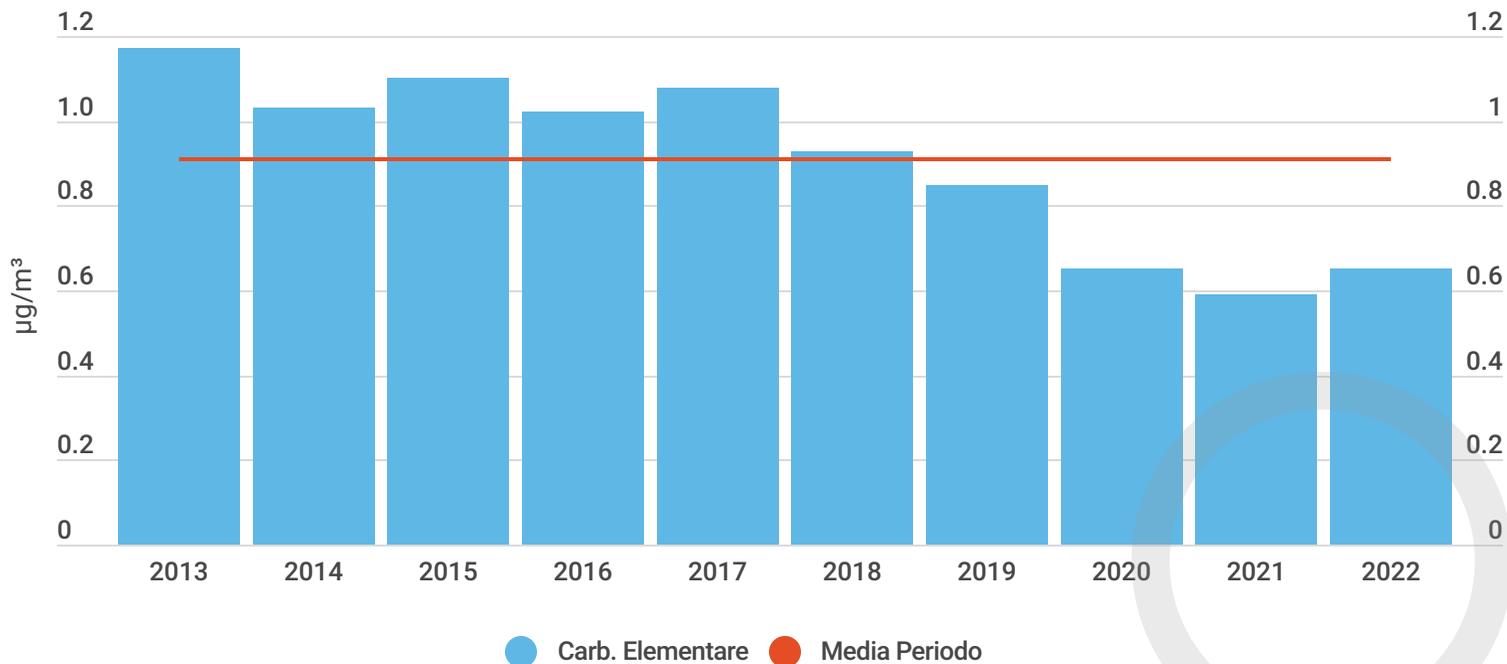
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.3.4. Medie negli anni - Carbonio elementare

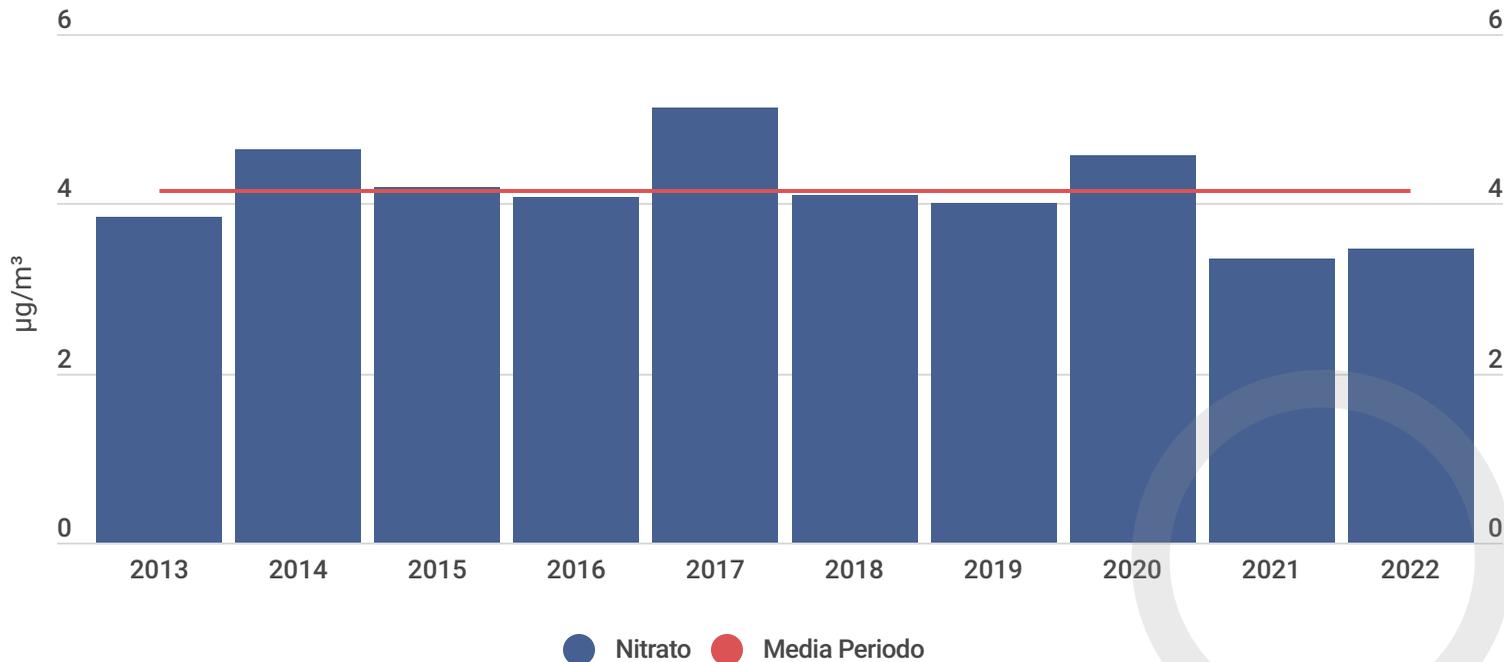
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.3.5. Medie negli anni - Nitrato

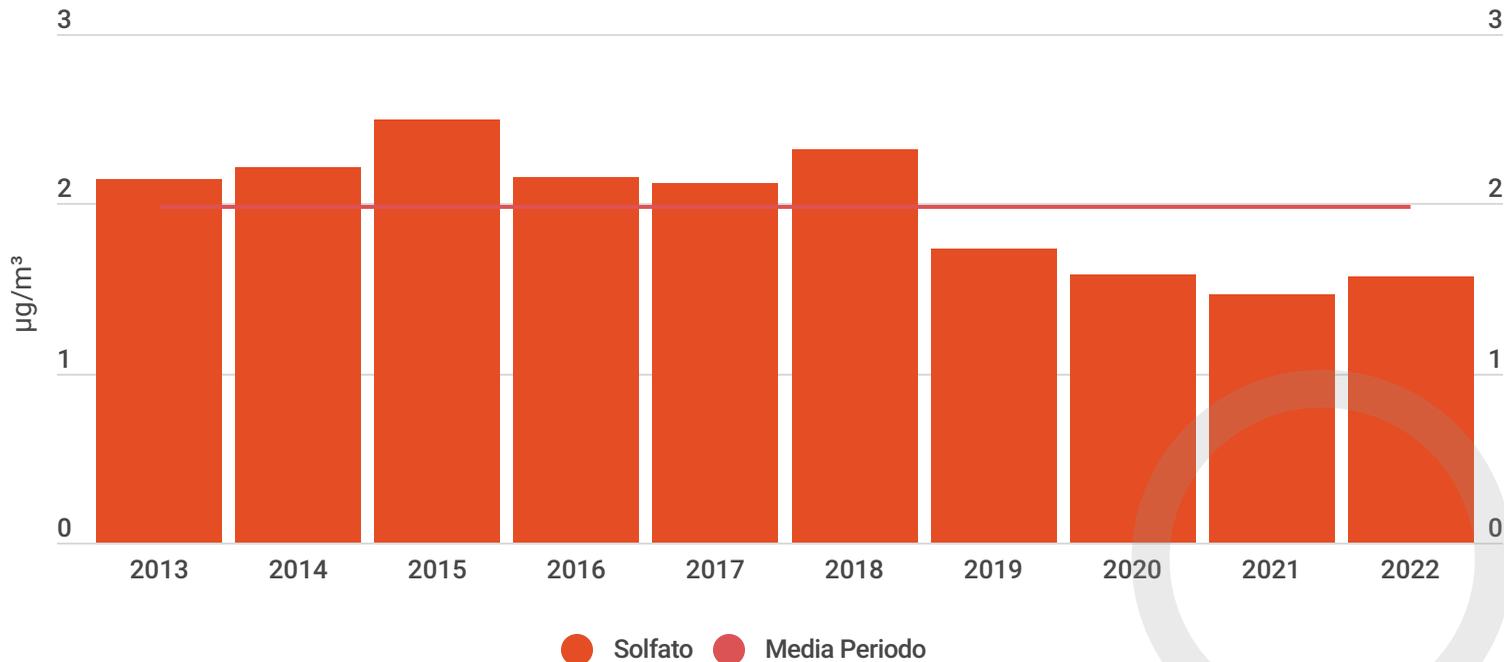
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.3.6. Medie negli anni - Solfato

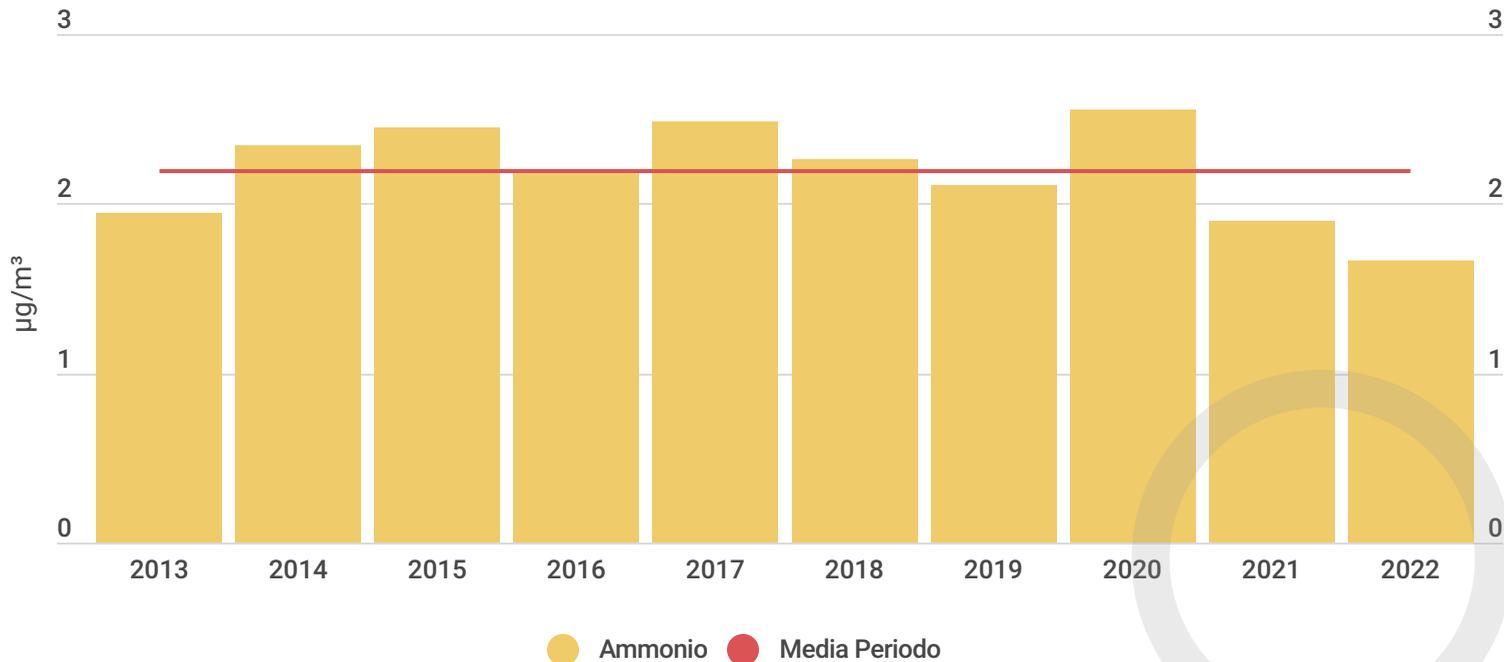
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.3.7. Medie negli anni - Ammonio

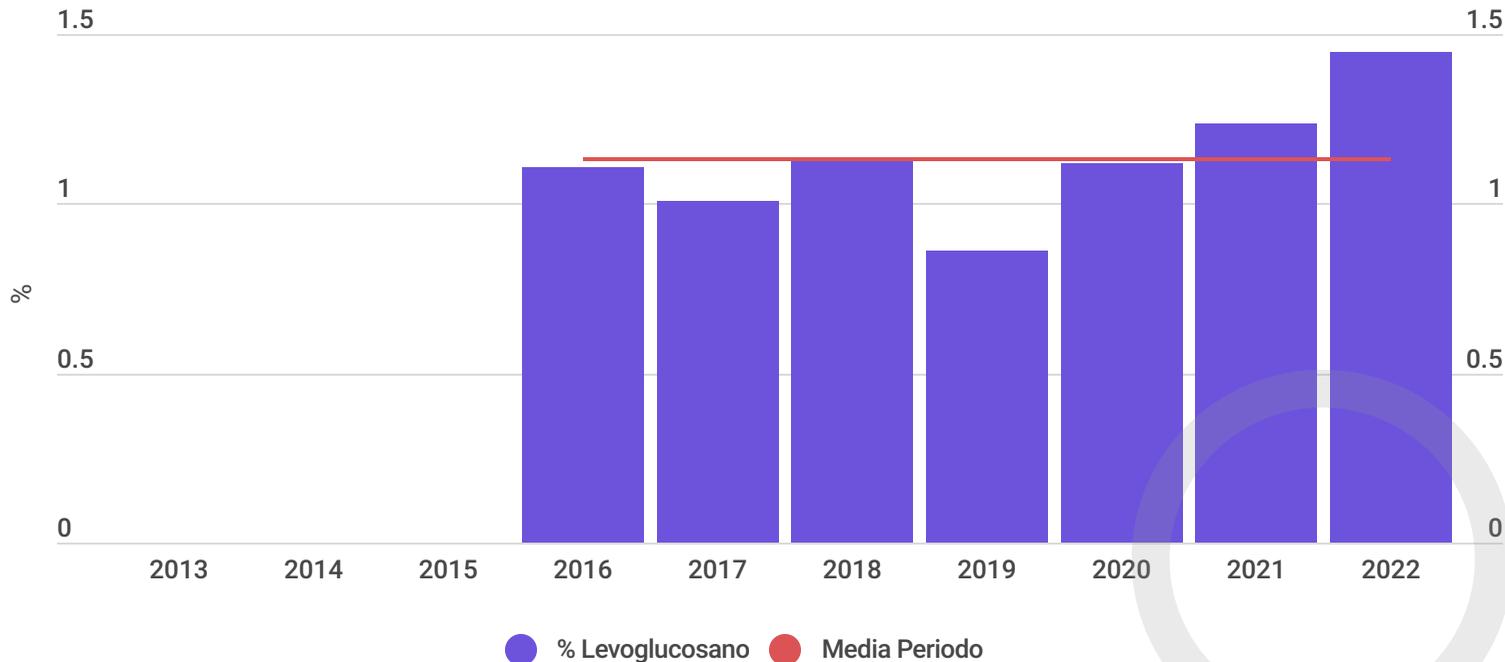
Medie annuali delle specie in esame nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.4.1. Percentuali sul PM2.5 - Levoglucosano (2022 vs 2013-2021)

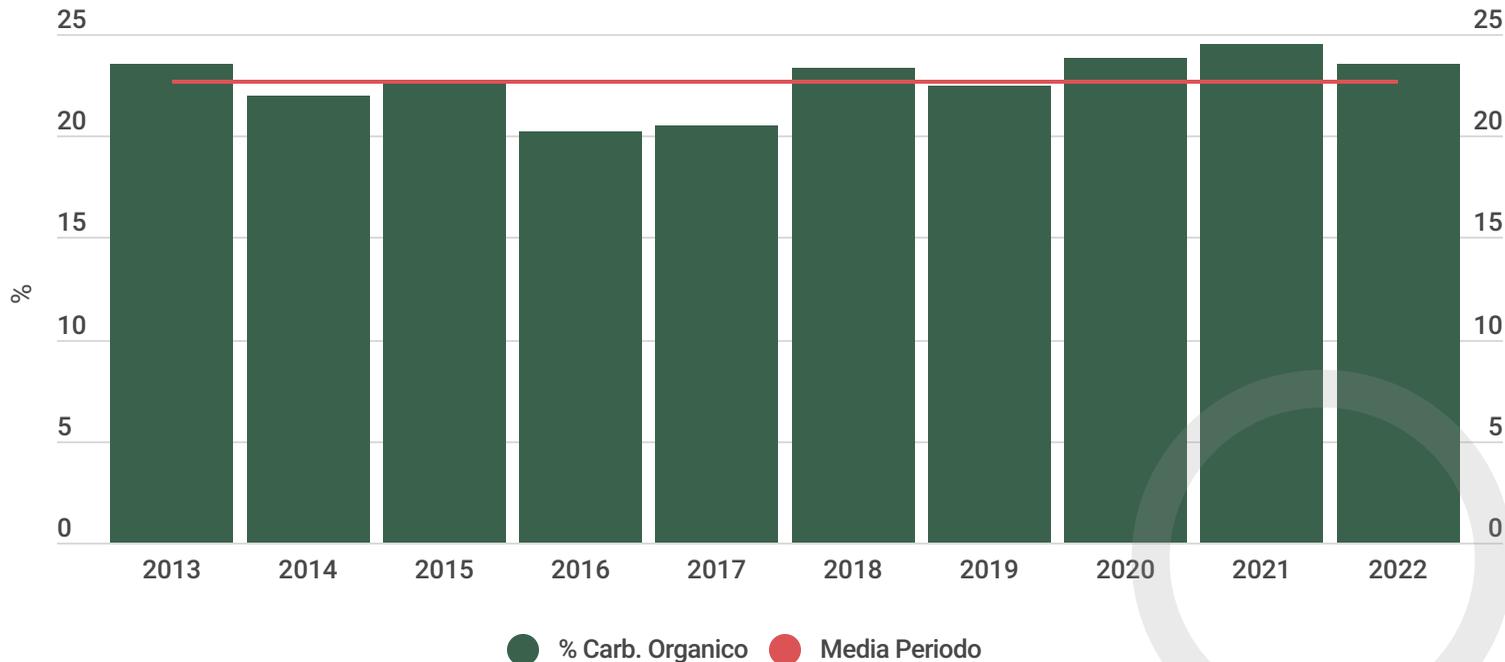
Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.4.2. Percentuali sul PM2.5 - Carbonio organico (2022 vs 2013-2021)

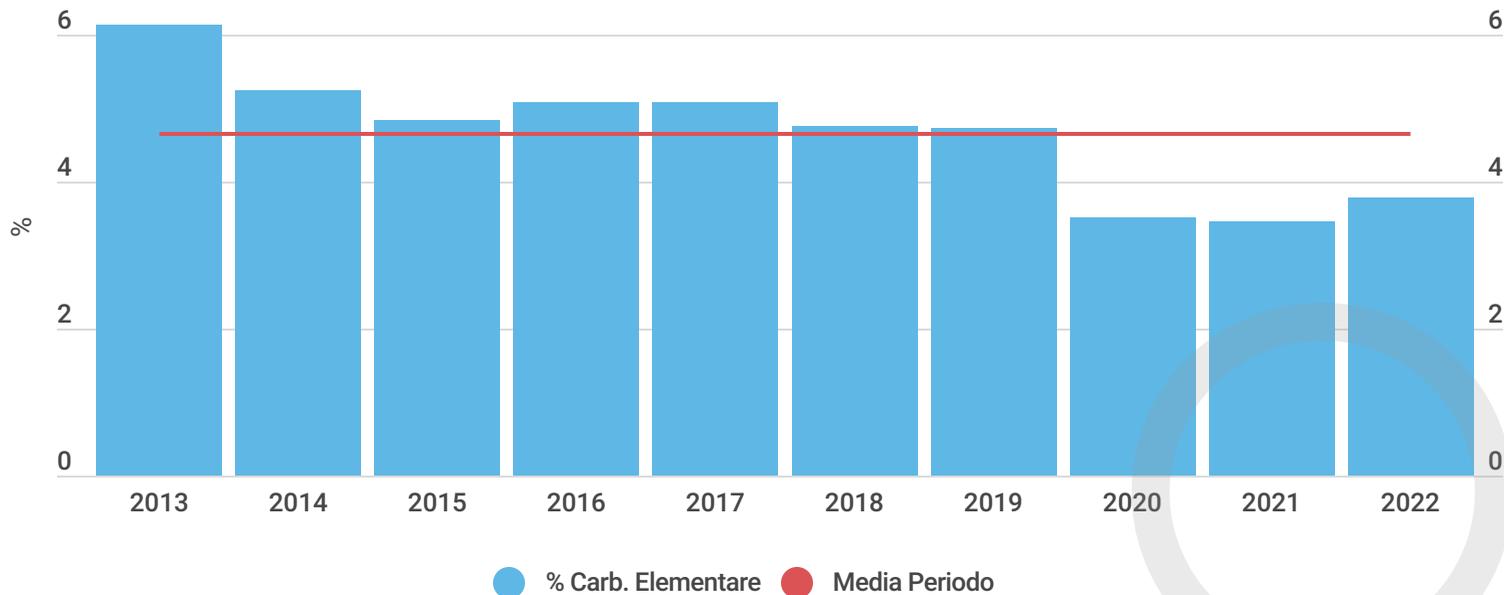
Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.4.3. Percentuali sul PM2.5 - Carbonio elementare (2022 vs 2013-2021)

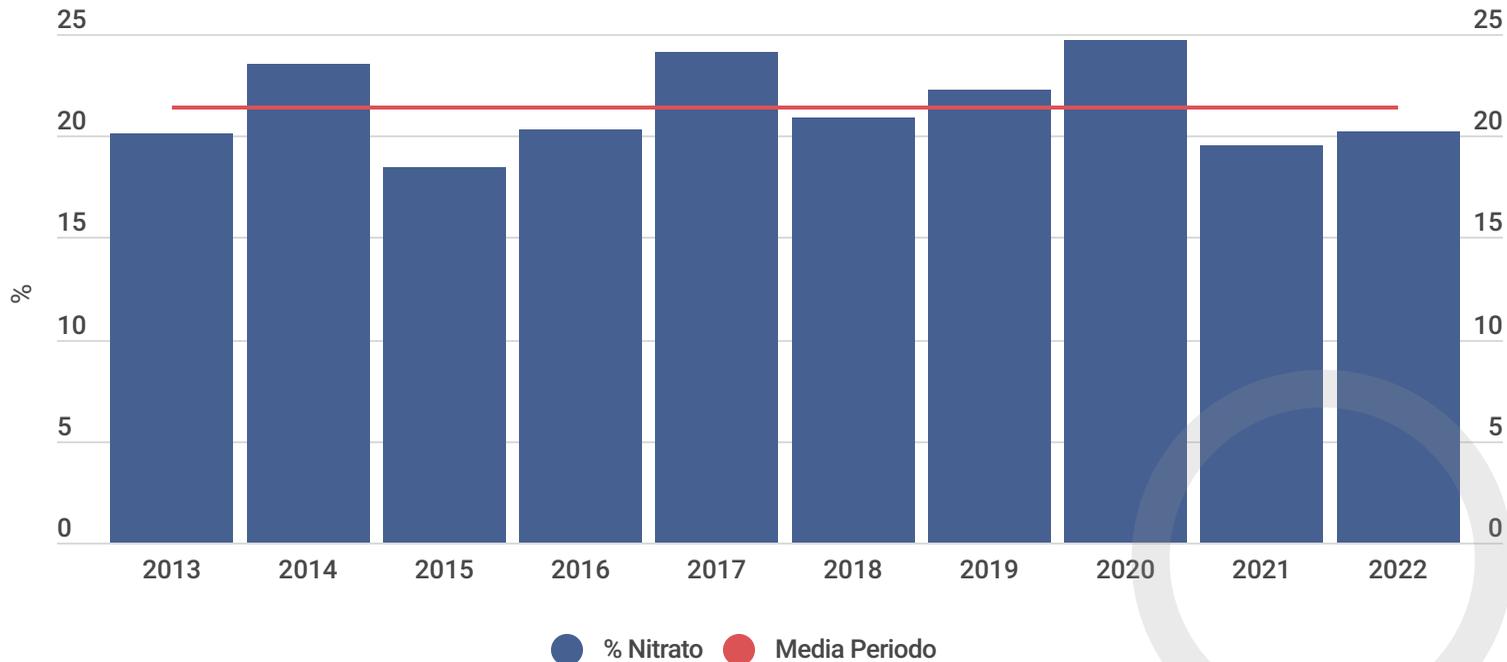
Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.4.4. Percentuali sul PM2.5 - Nitrato (2022 vs 2013-2021)

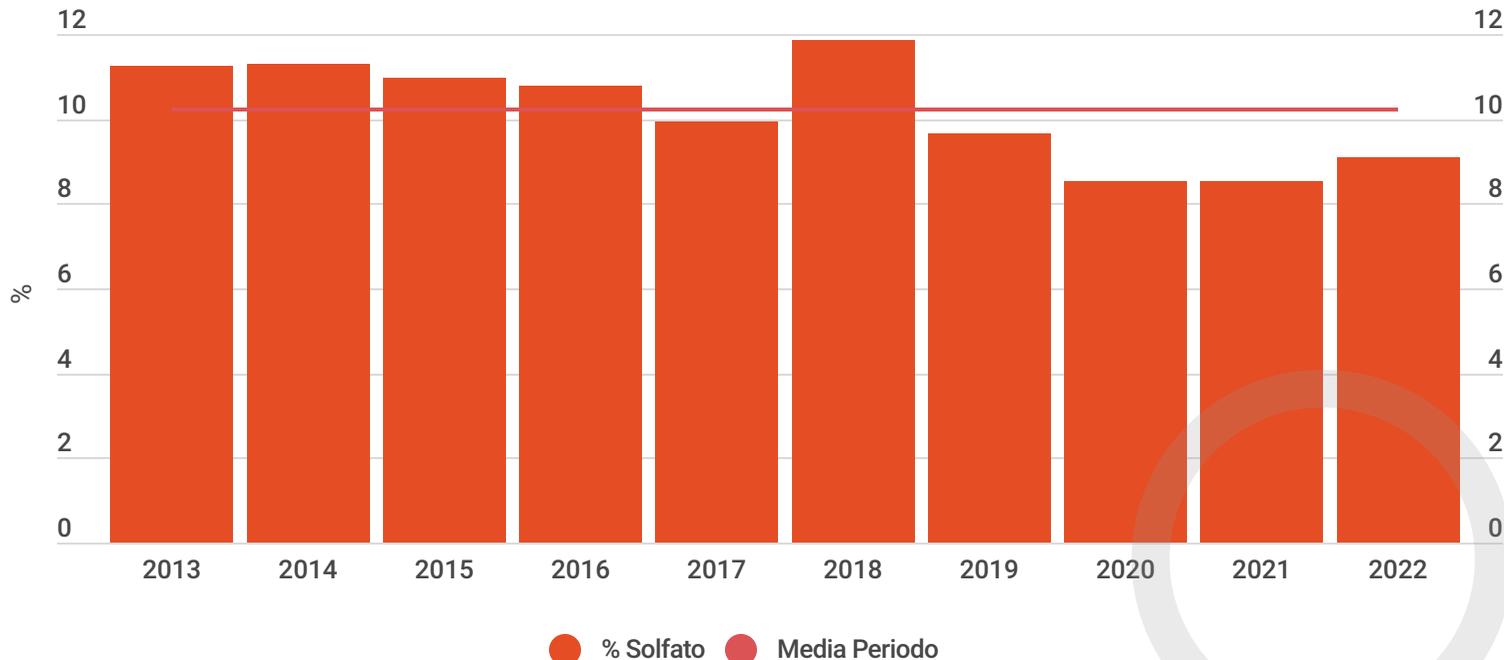
Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.4.5. Percentuali sul PM2.5 - Solfato (2022 vs 2013-2021)

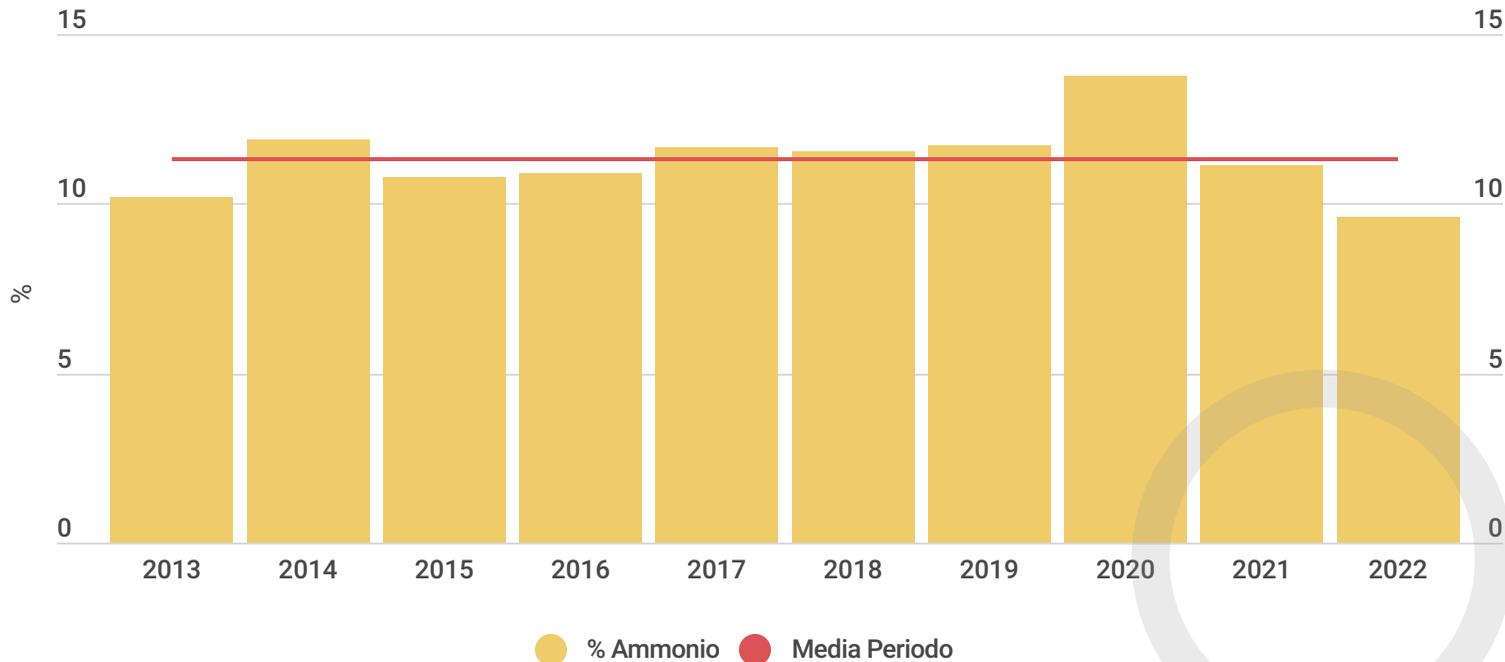
Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.4.6. Percentuali sul PM2.5 - Ammonio (2022 vs 2013-2021)

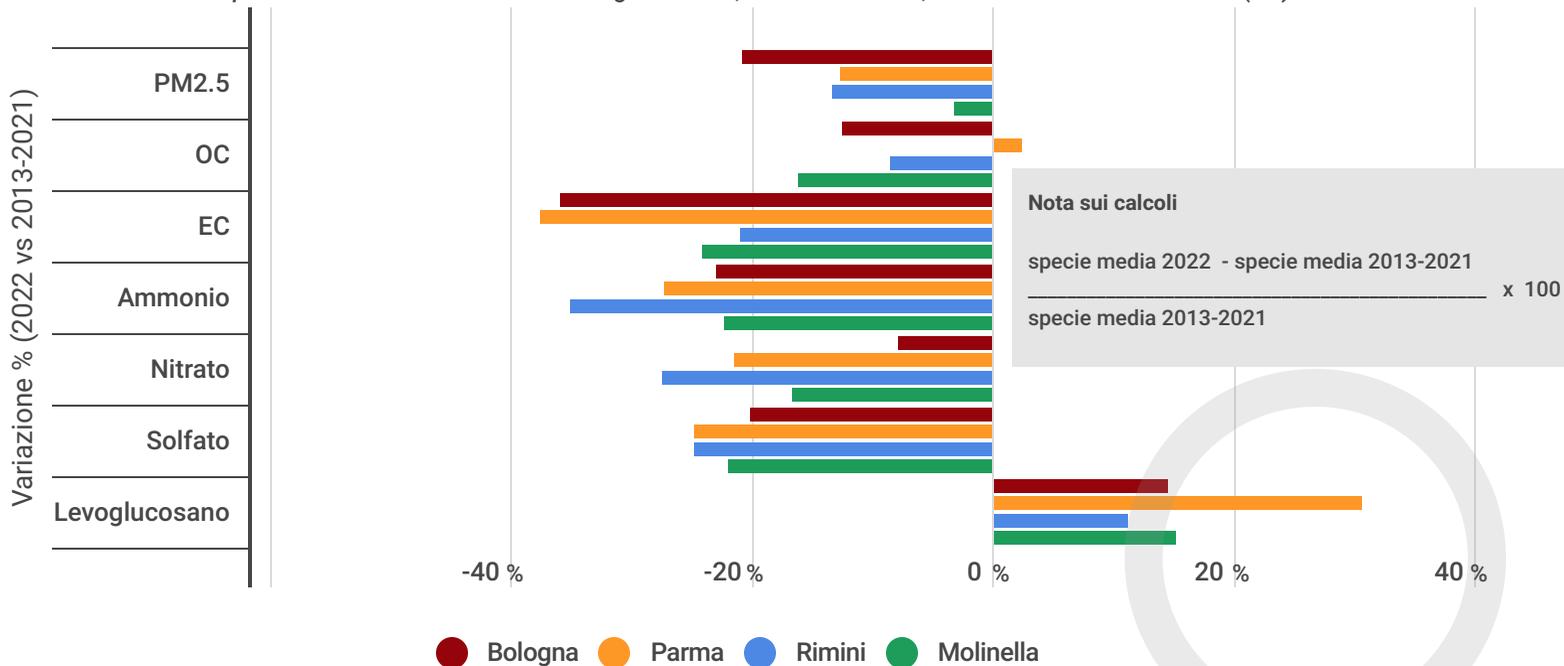
Media annuale delle specie in esame espressa come % sul PM2.5 nelle stazioni di Bologna Gobetti, Parma Cittadella, Rimini Marecchia e Molinella (BO)



6. Discussione

6.5.1. Variazione della concentrazione in % (2022 vs 2013-2021)

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



6. Discussione

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

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

