

# Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Forlì-Cesena

Anno 2023



Edizione Giugno 2024

Gli operatori di **ARPAE – Sezione di Forlì-Cesena** che hanno collaborato:

Gestione monitor e postazioni

Gloria Maresi  
Silvia Sandrini  
Paolo Vittori

Elaborazione dati

Patrizia Luciali  
Deborah Valbonetti  
Gloria Maresi  
Silvia Sandrini  
Paolo Vittori

Redazione relazione

Francesca Liguori  
Deborah Valbonetti  
Gloria Maresi  
Silvia Sandrini

*Dal 2005 la Rete Regionale di monitoraggio della qualità dell'aria (RRQA) è certificata ISO 9001:2015 relativamente al processo di monitoraggio, acquisizione e validazione dati.*

**SISTEMA DI GESTIONE  
QUALITÀ CERTIFICATO**



UNI EN ISO **9001:2015**

# INDICE

	<i>Pag.</i>
<b>1 - IL QUADRO NORMATIVO IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA</b>	<b>1</b>
1.1 Quadro normativo nazionale: limiti e valori di riferimento	1
1.2 Valori guida dell'OMS	4
1.3 Revisione della Direttiva Europea relativa alla qualità dell'aria	6
1.4 Zonizzazione della Regione Emilia Romagna e della Provincia di Forlì-Cesena	7
1.4 Limiti di quantificazione strumentali	10
<b>2 – LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA</b>	<b>11</b>
2.1 Configurazione della Rete Regionale	11
2.2 Configurazione della Rete di Forlì-Cesena	12
2.3 Stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria (RRQA) di Forlì-Cesena	14
<b>3 – LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE NEL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI RAVENNA, RIMINI E FORLÌ - CESENA</b>	<b>17</b>
3.1 - Gli indicatori meteorologici per lo studio della qualità dell'aria	17
3.2 - Andamento meteorologico del 2023 nella Provincia di Ravenna, Rimini e Forlì-Cesena	20
3.2.1 Temperatura	20
3.2.2 Precipitazioni	25
3.2.3 Intensità e direzione del vento	28
<b>4 - VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI FORLÌ-CESENA</b>	<b>34</b>
4.1 Biossido di Azoto NO <sub>2</sub> e Ossidi di Azoto NO <sub>x</sub>	34
4.2 Ozono O <sub>3</sub>	40
4.3 Benzene C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	46
4.4 Toluene C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> e Xileni C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	49
4.5 Particolato PM10	52
4.6 Particolato PM2.5	57
<b>5 - CONCLUSIONI</b>	<b>62</b>

## 1 . IL QUADRO NORMATIVO IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA

### 1.1 – Quadro normativo nazionale: limiti e valori di riferimento

La normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria è il D.Lgs del 13 agosto 2010, n.155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Il decreto D.Lgs n.155/2010, oltre ad introdurre strumenti per contrastare più efficacemente l'inquinamento atmosferico, fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), definisce i valori di riferimento che permettono di valutare la qualità dell'aria, su base annuale, considerando le concentrazioni dei diversi inquinanti.

In particolare, i valori limite e di riferimento per i diversi inquinanti, sono:

<i>INQUINANTE</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>VALORE LIMITE</i>	
<b>Biossido di zolfo</b>	Orario (non più di 24 volte all'anno)	350	µg/m <sup>3</sup>
	Giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125	µg/m <sup>3</sup>
<b>Biossido di azoto</b>	Orario (per non più di 18 volte all'anno)	200	µg/m <sup>3</sup>
	Annuo	40	µg/m <sup>3</sup>
<b>Benzene</b>	Annuo	5	µg/m <sup>3</sup>
<b>Monossido di carbonio</b>	Media max giornaliera su 8 ore	10	mg/m <sup>3</sup>
<b>Particolato PM 10</b>	Giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50	µg/m <sup>3</sup>
	Annuo	40	µg/m <sup>3</sup>
<b>Particolato PM 2.5</b>	Annuo al 2015	25	µg/m <sup>3</sup>
	Annuo - Valore limite indicativo	20	µg/m <sup>3</sup>
<b>Piombo</b>	Anno	0.5	µg/m <sup>3</sup>

Tabella 1.1 - Valori limite (VL): Livello che non deve essere superato

<i>INQUINANTE</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>Livelli critici per la vegetazione</i>	
<b>Biossido di zolfo</b>	Annuale	20	µg/m <sup>3</sup>
	Invernale (1 ott.- 31 mar.)	20	µg/m <sup>3</sup>
<b>Ossidi di azoto (NOx)</b>	Annuo	30	µg/m <sup>3</sup>

Tabella 1.2 - Livelli critici per la vegetazione: Livello oltre il quale possono sussistere rischi o danni per ecosistemi e vegetazione, non per gli esseri umani

<i>INQUINANTE</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>Soglia di Allarme</i>	
<b>Biossido di zolfo</b>	Per 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 km <sup>2</sup>	500	µg/m <sup>3</sup>
<b>Biossido di azoto</b>	Per 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 km <sup>2</sup>	400	µg/m <sup>3</sup>

Tabella 1.3 - Soglie di allarme per biossido di zolfo e di azoto.

Il Decreto mantiene in essere un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono su tutto il territorio nazionale, indicando *valori obiettivo*, *obiettivi a lungo termine*, *soglia di informazione* e *soglia di allarme*<sup>(1)</sup> da perseguire secondo una tempistica stabilita (Tabelle 1.4 e 1.5).

<i>Valori obiettivo</i>			
<i>Finalità</i>	<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Valore obiettivo</i>	<i>Data raggiungimento</i> <sup>(2)</sup>
<b>Protezione della salute umana</b>	Media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile	<b>120 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	<b>2013</b> (dati 2010 – 2012)
<b>Protezione della vegetazione</b>	AOT40 <sup>(1)</sup> Calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	<b>18000 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}</math></b> come media su 5 anni	<b>2015</b> (dati 2010 – 2014)
<i>Obiettivi a lungo termine</i>			
<i>Finalità</i>	<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Obiettivo a lungo termine</i>	<i>Data raggiungimento</i> <sup>(2)</sup>
<b>Protezione della salute umana</b>	Media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile	<b>120 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Non definito</b>
<b>Protezione della vegetazione</b>	AOT40 <sup>(1)</sup> Calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	<b>6000 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}</math></b>	<b>Non definito</b>
(1) AOT40 (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ ) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni $> 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).			
(2) Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo / l'obiettivo a lungo termine			

Tabella 1.4 – Valori obiettivo e obiettivi a lungo termine per l'ozono.

<i>Finalità</i>	<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Soglia</i>
<b>Informazione</b>	1 ora	<b>180 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
<b>Allarme</b>	1 ora <sup>(1)</sup>	<b>240 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
(1) Per l'applicazione dell'art.10 comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive		

Tabella 1.5 – Soglie di informazione e di allarme per l'ozono.

La registrazione del superamento della soglia di informazione o di allarme comporta l'obbligo, per la Regione (art.14 comma 1), di fornire al pubblico informazioni relativamente a:

- superamenti registrati (località, tipo di soglia superata, data, ora di inizio e durata del fenomeno, concentrazione oraria più elevata e concentrazione media più elevata sulle 8 ore);
- previsioni sull'evoluzione del fenomeno con l'indicazione dell'area geografica prevedibilmente interessata dai superamenti;
- informazioni sui settori colpiti della popolazione e sui possibili effetti sulla salute e sulla condotta raccomandata (informazione sui gruppi di popolazione a rischio; descrizione dei sintomi riscontrabili gruppi di popolazione a rischio; precauzioni che i gruppi interessati devono prendere; riferimenti per ottenere ulteriori informazioni);

<sup>1</sup> *Valore Obiettivo*: Livello da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita.

*Obiettivo a lungo termine*: Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate

*Soglia di Allarme*: Livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.

*Soglia di Informazione*: Livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana per alcuni gruppi sensibili, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.

- informazioni sulle azioni preventive per la riduzione dell'inquinamento e/o per la riduzione dell'esposizione all'inquinamento con l'indicazione dei principali settori cui si riferiscono le fonti e delle azioni raccomandate per la riduzione delle emissioni.

Per assolvere a tali obblighi nel periodo estivo viene pubblicato uno specifico “Bollettino regionale per l’Ozono” consultabile alla pagina <https://apps.arpae.it/qualita-aria/bollettino-ozono/> .

Sempre per facilitare l'informazione e la diffusione dei dati di Qualità dell'aria, Arpae pubblica sul proprio sito web quotidianamente:

- il Bollettino Regionale, cioè le concentrazioni misurate dalle stazioni della rete di controllo della qualità dell'aria installate nel territorio provinciale (consultabile alla pagina: <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/dati-qualita-aria/>);
- le concentrazioni di PM10, PM2.5, Ozono e Biossido di Azoto su scala regionale. (*link*: <https://apps.arpae.it/qualita-aria/bollettino-qa/>)

Il Decreto 155/2010 fissa anche valori obiettivo (riportati in Tabella 1.6) della concentrazione nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi di tali inquinanti sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso.

Il valore obiettivo del benzo(a)pirene (1,0 ng/m<sup>3</sup>) viene usato come *marker* per il rischio cancerogeno degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

<i>Inquinante</i>	<i>Parametro</i>	<i>Valori Obiettivo</i>
<b>Arsenico</b>	Tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	<b>6,0</b> ng/m <sup>3</sup>
<b>Cadmio</b>		<b>5,0</b> ng/m <sup>3</sup>
<b>Nichel</b>		<b>20,0</b> ng/m <sup>3</sup>
<b>Benzo(a)pirene</b>		<b>1,0</b> ng/m <sup>3</sup>

**Tabella 1.6 –Valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.**

La norma suggerisce, in un numero limitato di stazioni, di effettuare, contestualmente al benzo(a)pirene, la misurazione delle concentrazioni nell'aria ambiente di altri 6 IPA: benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene e dibenzo(a,h)antracene, al fine di verificare la costanza dei rapporti nel tempo e nello spazio tra il benzo(a)pirene e gli altri idrocarburi policiclici aromatici di rilevanza tossicologica.

L'Agenzia per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato, fino ad ora, 48 IPA; la classificazione di alcuni dei composti che più frequentemente si ritrovano nell'aria sono riportati in tabella 1.7, dove sono evidenziati in grigio quelli richiamati dal D.Lgs 155/2010.

Nome	Classificazione IARC	Nome	Classificazione IARC
benzo[a]pirene	1	dibenzo[a,h]acridine	2B
benzo[a]antracene	2A	dibenzo[a,i]pirene	2B
dibenzo[a,h]antracene	2A	benzo[g,h,i]perilene	3
benzo[b]fluorantene	2B	metilfenantrene	3
benzo[j]fluorantene	2B	crisene	3
benzo[k]fluorantene	2B	antracene	3
indeno[1,2,3-cd]pirene	2B	fluorene	3
5-metil-crisene	2B		

Nota : 1: Cancerogeno 2A: Probabile cancerogeno per l'uomo  
2B: Possibile cancerogeno per l'uomo 3: Non classificabile come cancerogeno per l'uomo

Tabella 1.7 – Cancerogenicità dei principali IPA.

Infine a livello di normativa italiana si riporta anche il riferimento al Decreto del 30 marzo 2017 emanato dal Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare di concerto con Il Ministro della salute relativo alle «Procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni delle reti di misura» (G.U. 26/04/2017, n. 96) che definisce le procedure di garanzia di qualità previste per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente e demanda ad ISPRA l'adozione di apposite linee guida per garantire l'applicazione di procedure omogenee in tutto il territorio nazionale.

## 1.2 - Valori guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)

Nel 2021 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha aggiornato le proprie Linee guida (AQG) e ha individuato, per sei inquinanti principali (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, ozono, biossido di azoto, biossido di zolfo, monossido di carbonio), i livelli di qualità dell'aria da raggiungere per proteggere la salute umana. I valori guida, cioè le concentrazioni in aria di inquinanti al di sotto delle quali - secondo le evidenze scientifiche disponibili - non sono attesi effetti avversi per la salute, costituiscono, quindi, uno strumento per valutare l'esposizione della popolazione a livelli di inquinanti potenzialmente dannosi per la salute, oltre a fornire un importante riferimento nel fissare gli standard e gli obiettivi normativi, tra cui l'attuale revisione della direttiva europea. L'aggiornamento delle linee guida, si è reso necessario alla luce dei sempre più numerosi studi che dimostrano gli impatti negativi sulla salute provenienti da livelli di inquinamento atmosferico anche bassi.

Con la revisione e l'abbassamento dei limiti, l'OMS intende anche contribuire alla mitigazione del cambiamento climatico: alcuni inquinanti, infatti, come il black carbon e l'ozono troposferico, hanno anche un effetto sul riscaldamento globale.

Rispetto all'ultimo aggiornamento del 2006, le principali modifiche apportate sono:

- PM<sub>10</sub>: il valore annuale passa da 20 a 15 µg/m<sup>3</sup>, quello sulle 24 ore da 50 a 45 µg/m<sup>3</sup>
- PM<sub>2,5</sub>: il valore annuale passa da 10 a 5 µg/m<sup>3</sup>, quello sulle 24 ore da 25 a 15 µg/m<sup>3</sup>
- biossido di azoto: il valore annuale passa da 40 a 10 µg/m<sup>3</sup> e viene introdotto un valore sulle 24 ore pari a 25 µg/m<sup>3</sup>

- ozono: si introduce un valore per il picco stagionale pari a 60 µg/m<sup>3</sup>
- biossido di zolfo: il valore sulle 24 ore passa da 20 a 40 µg/m<sup>3</sup>
- monossido di carbonio: si introduce un valore sulle 24 ore pari a 4 µg/m<sup>3</sup>

Rimangono validi i valori guida o valori di riferimento precedenti che non sono stati modificati nella versione 2021.

Pertanto, i valori guida dell'OMS per la qualità dell'aria risultano (Tabella 1.8):

<i>Sostanza</i>	<i>Valore guida</i>	<i>Tempo di mediazione</i>
<b>OMS-AQG<sup>(1)</sup> – valori guida 2021</b>		
<b>NO<sub>2</sub></b>	10 µg/m <sup>3</sup>	annuale
	200 µg/m <sup>3</sup>	1 ora
<b>SO<sub>2</sub></b>	40 µg/m <sup>3</sup>	24 ore
	500 µg/m <sup>3</sup>	10 min
<b>O<sub>3</sub></b>	100 µg/m <sup>3</sup>	8 ore
	60 µg/m <sup>3</sup>	picco stagionale*
<b>PM<sub>10</sub></b>	15 µg/m <sup>3</sup>	annuale
	45 µg/m <sup>3</sup>	24 ore
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	5 µg/m <sup>3</sup>	annuale
	15 µg/m <sup>3</sup>	24 ore
<b>OMS-AQG – valori guida 2021</b>		
<b>CO</b>	4 mg/m <sup>3</sup>	24 ore
	100 mg/m <sup>3</sup>	15 min
	35 mg/m <sup>3</sup>	1 ora
	10 mg/m <sup>3</sup>	8 ore
<b>Toluene</b>	260 µg/m <sup>3</sup>	Media settimanale
<b>Xileni</b>	4800 µg/m <sup>3</sup>	Media su 24 ore

\*media della concentrazione massima giornaliera calcolata su 8 ore nei sei mesi estivi (1° aprile – 30 settembre)

(1) **Air Quality Guidelines**: una serie di raccomandazioni dell'OMS per proteggere la salute dell'uomo dagli effetti negativi provenienti dall'esposizione a sostanze pericolose e inquinanti atmosferici. Inoltre, è uno strumento per le autorità nazionali a gestire e ridurre tali sostanze inquinanti.

**Tabella 1.8 - Valori guida della qualità dell'aria indicati dall'OMS** (<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>). **Solo per gli Xileni il riferimento è WHO: Xylenes, Environmental Health Criteria 190, World Health Organization, Geneva, CH, 1997**

L'OMS, per alcuni inquinanti atmosferici ad azione cancerogena (Tabella 1.9), non fornisce un valore guida ma indica l'*indice di rischio unitario* per la popolazione, ovvero il rischio associato alla presenza di tali inquinanti nell'aria a cui è sottoposta la popolazione. La stima dell'incremento di *rischio unitario (U.R.)* è intesa come il rischio addizionale di cancro che può verificarsi in una ipotetica popolazione nella quale tutti gli individui siano continuamente esposti, dalla nascita e per tutto l'intero tempo di vita, ad una concentrazione dell'agente di rischio nell'aria che essi respirano pari ad 1 µg/m<sup>3</sup>.

<i>Sostanza</i>	<i>Rischio unitario</i> Indice di rischio/tempo di vita (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>
<b>BENZENE</b>	6 x 10 <sup>-6</sup>
<b>IPA (BaP)</b>	8.7 x 10 <sup>-2</sup>
<b>NICHEL</b>	3.8 x 10 <sup>-4</sup>
<b>ARSENICO</b>	1.5 x 10 <sup>-3</sup>
<b>CROMO esavalente</b>	(1.1 ÷ 13) x 10 <sup>-2</sup>

Tabella 1.9 Indice di rischio unitario (OMS)

### 1.3 - Revisione della Direttiva Europea relativa alla qualità dell'aria

L'aria pulita è essenziale per la salute umana e per la salvaguardia dell'ambiente. Negli ultimi trent'anni l'Unione europea (UE) ha ottenuto notevoli miglioramenti nella qualità dell'aria grazie agli sforzi congiunti che ha messo in campo assieme alle autorità nazionali, regionali e locali degli Stati membri al fine di ridurre gli effetti negativi dell'inquinamento atmosferico: si è passati da circa un milione di decessi prematuri all'anno ad inizio anni 90 ai circa 300 000 di oggi (in Italia sono circa 47000 l'anno). Resta comunque un numero consistente di malattie come l'asma, i problemi cardiovascolari e il cancro ai polmoni attribuiti all'inquinamento atmosferico (e soprattutto al particolato, al biossido di azoto e all'ozono) e continua ad essere la prima causa ambientale di morte precoce nell'UE colpendo in modo particolare i gruppi vulnerabili (bambini, anziani e persone con patologie pregresse). Inoltre, l'inquinamento atmosferico minaccia l'ambiente attraverso l'acidificazione, l'eutrofizzazione e i danni da ozono che colpiscono foreste, ecosistemi e colture con un impatto significativo sulla biodiversità.

Nel novembre 2019 la Commissione ha pubblicato il controllo dell'adeguatezza delle direttive sulla qualità dell'aria ambiente (direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE), nel quale si conclude che le direttive sono state parzialmente efficaci relativamente al miglioramento e all'adempimento delle norme in materia di qualità dell'aria, in quanto non tutti i loro obiettivi sono stati raggiunti.

Nel dicembre 2019, nel Green Deal europeo, la Commissione europea si è impegnata a migliorare ulteriormente la qualità dell'aria e ad allineare maggiormente le norme dell'UE in materia di qualità dell'aria alle raccomandazioni dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) aggiornate al 2021. Nel maggio 2021 l'obiettivo di un maggiore allineamento ai più recenti risultati scientifici è stato confermato nel "piano d'azione per l'inquinamento zero", nel quale si prevede, entro il 2050, di ridurre l'inquinamento dell'aria, nonché dell'acqua e del suolo, a livelli che non siano più considerati nocivi per la salute e gli ecosistemi naturali e che rimangano entro limiti che il nostro pianeta può sostenere, così da creare un ambiente privo di sostanze tossiche.

Sono stati inoltre introdotti traguardi per il 2030, due dei quali sull'aria:

- ridurre di oltre il 55 % gli effetti nocivi sulla salute (decessi prematuri) dell'inquinamento atmosferico
- ridurre la percentuale di ecosistemi dell'UE nei quali l'inquinamento atmosferico minaccia la biodiversità del 25 %.

Norme più rigorose in materia di qualità dell'aria contribuirebbero anche agli obiettivi del piano europeo di lotta contro il cancro. Nel Green Deal europeo la Commissione ha inoltre annunciato che rafforzerà il monitoraggio, la modellizzazione e la pianificazione della qualità dell'aria.

Nell'ottobre del 2022 la Commissione Europea ha proposto una bozza di revisione delle direttive sulla qualità dell'aria ambiente che comporterebbe la loro fusione in un'unica direttiva con l'obiettivo di:

- allineare maggiormente le norme dell'UE in materia di qualità dell'aria alle raccomandazioni dell'OMS;
- migliorare ulteriormente il quadro legislativo (ad esempio in relazione alle sanzioni e all'informazione del pubblico);
- offrire un migliore sostegno alle autorità locali nel conseguire l'obiettivo di garantire un'aria più pulita rafforzando il monitoraggio, la modellizzazione e i piani per la qualità dell'aria

La valutazione d'impatto indica che i benefici della revisione proposta per la società sono di gran lunga superiori ai costi e riguardano principalmente la salute (tra cui la riduzione della mortalità e della morbilità, della spesa per l'assistenza sanitaria e delle assenze dal lavoro dovute a malattia, nonché l'aumento della produttività sul lavoro) e l'ambiente (tra cui la riduzione delle perdite di rendimento dei raccolti legate all'ozono).

In particolare, per ciò che concerne la rete di monitoraggio nello specifico è prevista:

- ❖ l'introduzione di ulteriori punti di campionamento per gli inquinanti atmosferici non regolamentati che destano nuove preoccupazioni, come il particolato ultrafine (PUF), il particolato carbonioso, l'ammoniaca (NH<sub>3</sub>) o il potenziale ossidativo del particolato, che contribuirà alla comprensione scientifica dei loro effetti sulla salute e sull'ambiente;
- ❖ la fissazione di nuovi valori limite per tutti gli inquinanti atmosferici, citati nelle precedenti normative, e di valori obiettivo solo per l'ozono. I valori limite e i valori obiettivo riveduti entreranno in vigore nel 2030, bilanciando la necessità di un miglioramento rapido con la necessità di garantire un lasso di tempo sufficiente e il coordinamento con le principali politiche correlate i cui risultati sono previsti nel 2030 anche se è prevista la possibilità di richiedere da parte degli Stati membri, entro il 31 gennaio 2029 e per ragioni specifiche e a rigorose condizioni, un rinvio del termine per il raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria;
- ❖ l'introduzione di nuove soglie di allarme per il particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>);
- ❖ l'introduzione di un valore limite giornaliero per il particolato fine (PM<sub>2,5</sub>) e il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) oltre alla revisione dei valori limite annuali (verranno ridotti rispettivamente da 25 µg/m<sup>3</sup> a 10 µg/m<sup>3</sup> per il PM<sub>2,5</sub> e da 40 µg/m<sup>3</sup> a 20 µg/m<sup>3</sup> per l'NO<sub>2</sub>) allo scopo di ridurre l'esposizione media della popolazione alle raccomandazioni dell'OMS;
- ❖ l'aggiornamento dell'elenco dei composti organici volatili (COV) raccomandati per le misurazioni volte a migliorare la comprensione della formazione e della gestione dell'ozono.

Il 24 Aprile 2024 il Parlamento Europeo ha adottato in via definitiva un accordo politico provvisorio con governi dell'UE sulle nuove misure introdotte dalla bozza di direttiva (381 voti favorevoli – 225 contrari – 17 astenuti).

Prossimo step: la direttiva dovrà essere formalmente adottata dal Consiglio, prima di essere pubblicata nella gazzetta ufficiale dell'UE ed entrare in vigore 20 giorni dopo. I Paesi dell'UE avranno due anni di tempo per applicare le nuove norme.

## **1.4 - Zonizzazione della Regione Emilia Romagna e della Provincia di Forlì-Cesena**

A norma del D.Lgs 155/2010 la Regione Emilia Romagna ha effettuato la zonizzazione del proprio territorio in aree omogenee ai fini della valutazione della qualità dell'aria ([Delibera della Giunta regionale del 27/12/2011, n. 2001](#)), prevedendo la suddivisione del territorio in un agglomerato (Bologna) ed in tre zone omogenee: la zona "Appennino", la zona "Pianura Ovest" e la zona "Pianura Est" (Fig.1.1).

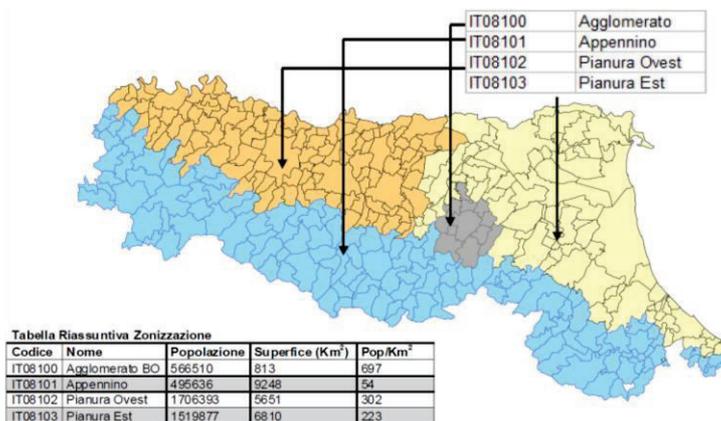


Figura 1.1 – Zonizzazione regionale (D.Lgs 155/2010 e DGR 2001/2011)

Il territorio della provincia di Forlì-Cesena risulta in parte nella zona “Appennino” ed in parte nella zona “Pianura Est”:

<b>ZONA Pianura EST</b>	Bertinoro, Cesena, Cesenatico, Forlì, Forlimpopoli, Gambettola, Gatteo, Longiano, Meldola, San Mauro Pascoli, Savignano sul Rubicone.
<b>ZONA Appennino</b>	Bagno di Romagna, Borghi, Castrocaro Terme e Terra del Sole, Civitella di Romagna, Dovadola, Galeata, Mercato Saraceno, Modigliana, Montiano, Portico e San Benedetto, Predappio, Premilcuore, Rocca San Casciano, Roncofreddo, Santa Sofia, Sarsina, Sogliano al Rubicone, Tredozio, Verghereto.

Tabella 1.10 – Zonizzazione per la Provincia di Forlì-Cesena (D.Lgs 155/2010 e DGR 2001/2011)

La Regione ha quindi il compito di effettuare la *valutazione della qualità dell'aria ambiente* (D.Lgs 155/10 art. 5, Allegato II, Appendice II e Appendice III) e predisporre un *piano di qualità dell'aria* con le misure necessarie che, agendo sulle principali sorgenti di emissione che hanno influenza sulla aree di superamento, permettano di raggiungere i valori limite nei termini prescritti.

In adempimento a quanto stabilito la Regione Emilia-Romagna ha approvato il nuovo Piano Aria Integrato Regionale (**PAIR 2030**) con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n.152 del 30 gennaio 2024 ed è entrato in vigore dal 6 febbraio 2024 (data di pubblicazione sul BURERT n.34). Il **PAIR 2030** prevede di raggiungere il rispetto dei valori limite previsti dalla normativa per gli inquinanti più critici per la Regione, nel più breve tempo possibile, intervenendo sulla base dei seguenti principi:

- ridurre le emissioni sia di inquinanti primari sia di precursori degli inquinanti secondari (PM10, PM2.5, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, COV);
- agire simultaneamente sui principali settori emissivi;
- agire sia su scala locale che su scala spaziale estesa di bacino padano con intervento dei Ministeri sulle fonti di competenza nazionale;
- prevenire gli episodi di inquinamento acuto al fine di ridurre i picchi locali.

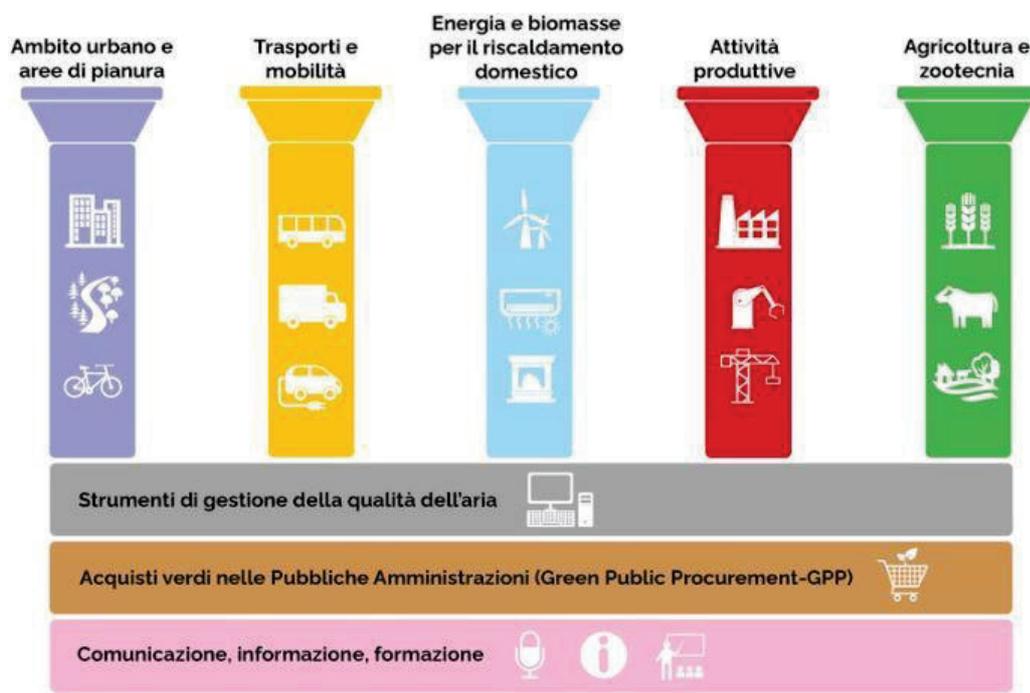
Il PAIR 2030 prevede le seguenti riduzioni emissive rispetto allo scenario base al 2017:

- del 13% per il **PM10**

- del 13% per il **PM2.5**
- del 12% per gli ossidi di azoto (**NO<sub>x</sub>**)
- del 29% per l'ammoniaca (**NH<sub>3</sub>**)
- del 6% per i composti organici volatili (**COV**)
- del 13% per il biossido di zolfo (**SO<sub>2</sub>**)

Il piano individua **64 misure** suddivise in **8 ambiti di intervento**, prioritari per il raggiungimento degli obiettivi della qualità dell'aria, di cui **5 tematici** e **3 trasversali**:

1. Ambito urbano e aree di pianure
2. Trasporti e mobilità
3. Energie e biomasse per il riscaldamento domestico
4. Attività produttive
5. Agricoltura e zootecnia
6. Strumenti di gestione della qualità dell'aria
7. Acquisti verdi nelle Pubbliche Amministrazioni (GPP)
8. Comunicazione, informazione, formazione



## 1.5 – Limiti di quantificazione strumentali (LdQ)

Il limite di quantificazione è la concentrazione minima alla quale la misura strumentale quantitativa è fornita con ragionevole certezza statistica (predefinita).

I limiti di quantificazione degli analizzatori automatici in uso nella Rete Regionale di Qualità dell'aria sono:

<i>Inquinante</i>	<i>Limite di quantificazione L.Q.</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Espressione utilizzata in caso di valore inferiore a LQ</i>
<b>NO<sub>2</sub></b>	8	µg/m <sup>3</sup>	<8
<b>SO<sub>2</sub></b>	10	µg/m <sup>3</sup>	<10
<b>O<sub>3</sub></b>	8	µg/m <sup>3</sup>	<8
<b>PM<sub>10</sub></b>	3	µg/m <sup>3</sup>	<3
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	3	µg/m <sup>3</sup>	<3
<b>CO</b>	0,4	mg/m <sup>3</sup>	<0,4
<b>Benzene</b>	0,1	µg/m <sup>3</sup>	<0,1

## 2. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

### 2.1 – Configurazione della Rete Regionale

La Regione Emilia Romagna ha effettuato, a partire dal 2005, alcune revisioni della configurazione della Rete Regionale di monitoraggio della Qualità dell'Aria (RRQA), per rendere conforme la rete ai nuovi requisiti normativi nazionali e regionali (D.Lgs 155/2010 e DGR 2001/2011).

L'attuale RRQA, che tiene conto anche della suddivisione del territorio regionale in zone omogenee dal punto di vista della qualità dell'aria, è composta da 47 stazioni di misura (Fig.2.1),

I punti di campionamento sono stati individuati per verificare il rispetto dei valori limite:

- per la protezione della salute umana (*stazioni di Traffico Urbano, Fondo Urbano, Fondo Urbano Residenziale, Fondo Sub Urbano*) e
- per la protezione degli ecosistemi e/o della vegetazione (*Fondo rurale e Fondo remoto*).

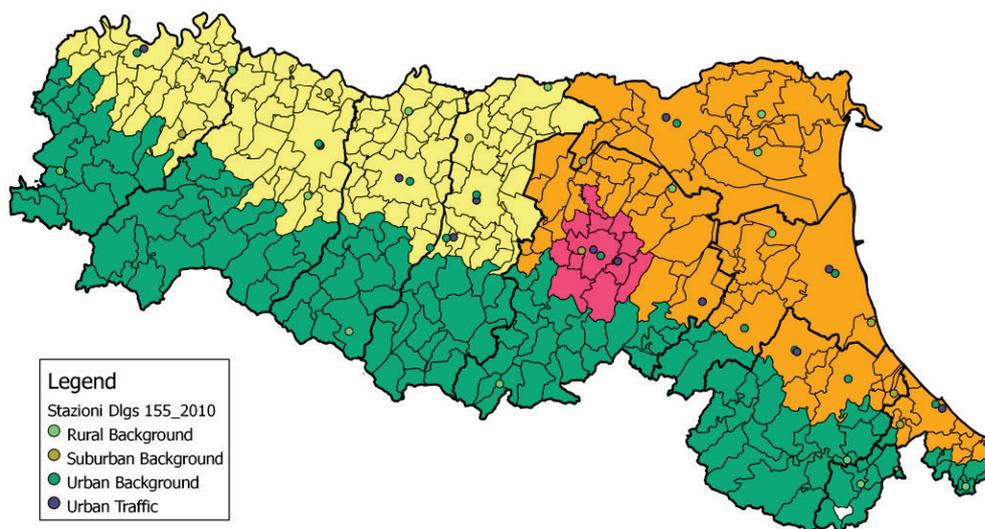


Figura 2.1 -  
Dislocazione delle  
stazioni nella rete  
regionale

(D.Lgs 155/2010 e  
DGR 2001/2011)

## 2.2 - Configurazione della Rete di Forlì-Cesena

Nella Provincia di Forlì-Cesena sono presenti 5 stazioni della Rete Regionale di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA). La cartina di Figura 2.2 fornisce un'indicazione della distribuzione spaziale delle stazioni all'interno del territorio provinciale, mentre la configurazione della rete e la relativa dotazione strumentale è riportata in Tabella 2.1.

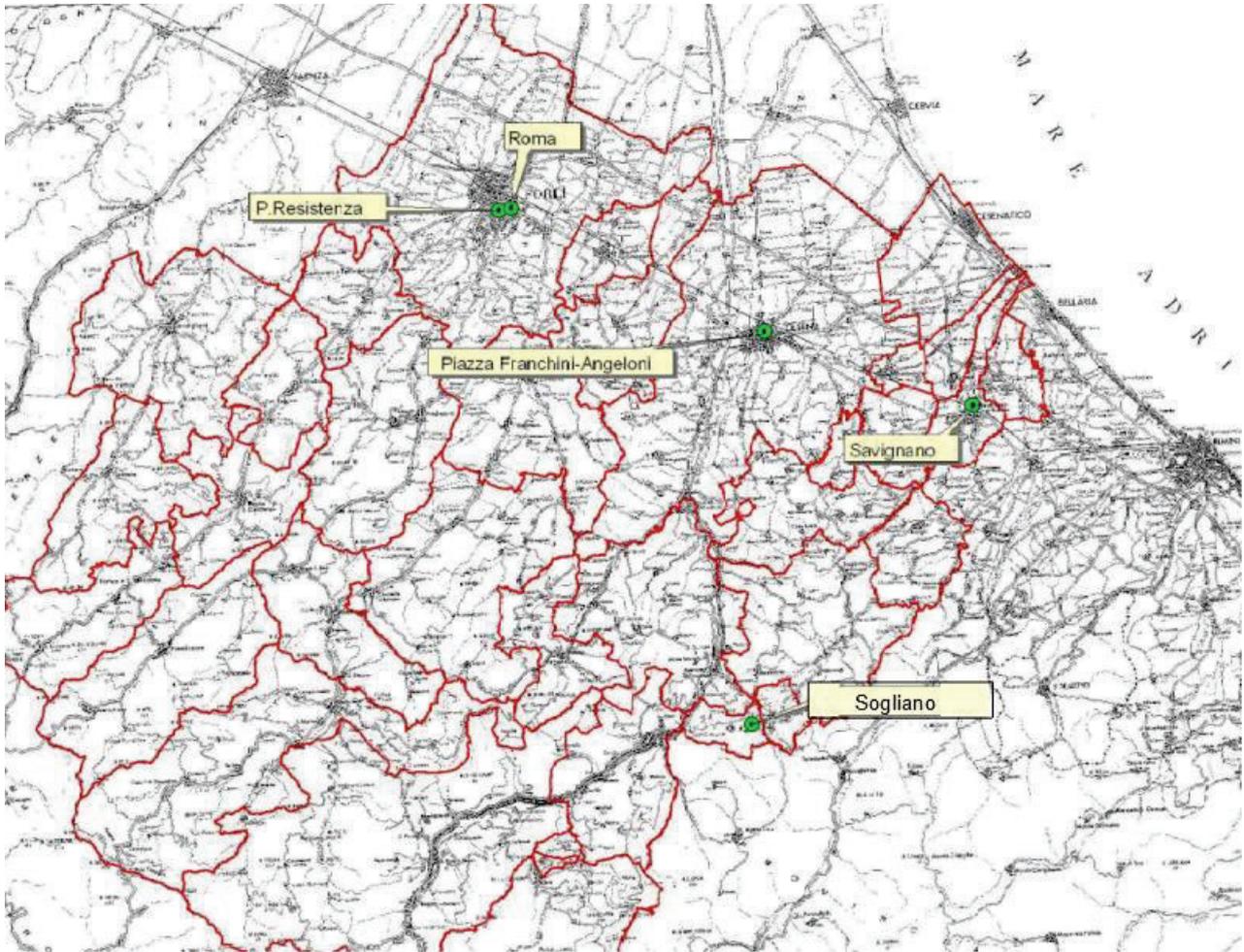


Figura 2.2 – Forlì-Cesena - Distribuzione spaziale delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria

Nella rete afferente alla provincia di Forlì-Cesena le stazioni sono tutte collocate in ZONA PIANURA EST, ad eccezione della stazione Sogliano che è collocata in ZONA APPENNINO (fondo rurale).

Zona	Comune	Stazione	Tipo	Zona + Tipo	Inquinanti misurati					
					PM10	PM2.5	NOx	CO	BTX	O3
	Sogliano al Rubicone	Sogliano		<i>FRu</i>						
	Savignano sul Rubicone	Savignano		<i>FSubU</i>						
	Cesena	Franchini-Angeloni		<i>FU</i>						
	Forlì	Resistenza		<i>FU</i>						
	Forlì	Roma		<i>TU</i>						

**Legenda**

Classificazione Zona	
	Urbana
	Suburbana
	Rurale

Classificazione Stazione	
	Traffico
	Fondo
	Industriale

Zona + tipo Stazione			
		Fondo Rurale	<i>FRu</i>
		Fondo Sub Urbano	<i>FsubU</i>
		Fondo Urbano	<i>FU</i>
		Traffico Urbano	<i>TU</i>
		Indust. Urbana	<i>Ind-U</i>
		Industriale	<i>Ind</i>

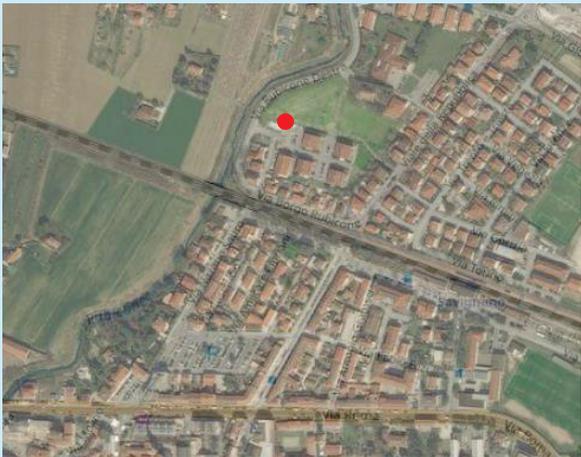
Tabella 2.1 – Configurazione della RRQA di Forlì-Cesena al 31/12/2023

Nei capitoli successivi sono riportate esclusivamente le elaborazioni statistiche dei dati rilevati dalla RRQA.

## 2.3 – Stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria (RRQA) di Forlì-Cesena

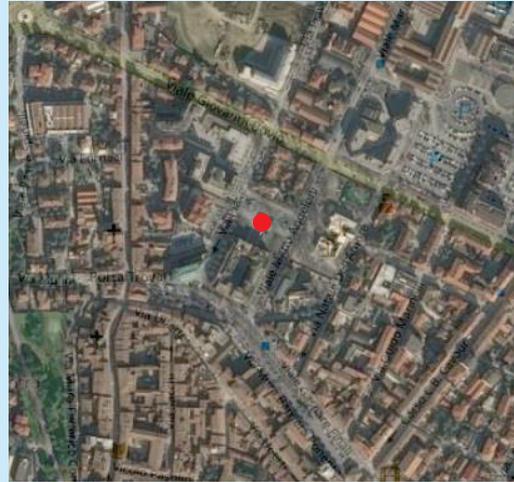
Si riportano le schede, con la documentazione fotografica e la localizzazione, delle stazioni di monitoraggio della rete pubblica nella configurazione 2023.

<p><b>Stazione:</b> <i>Sogliano</i> <i>(Sogliano al Rubicone – Fraz. Savignano di Rigo)</i></p>	<p><b>Zona :</b> <i>Agglomerato Appenino</i></p>
	
<p><b>Tipo Stazione:</b> Fondo Rurale</p> <p><b>Inquinanti:</b> PM<sub>10</sub> - NO<sub>x</sub> - O<sub>3</sub></p>	<p><b>Coordinate geografiche:</b></p> <p>UTM32 X: 758798 Y: 4868778</p>

<p><b>Stazione:</b> <i>Savignano</i> <i>(Savignano sul Rubicone)</i></p>	<p><b>Zona :</b> <i>Agglomerato Pianura Est</i></p>
	
<p><b>Tipo Stazione:</b> Fondo SubUrbano</p> <p><b>Inquinanti:</b> PM<sub>10</sub> - PM<sub>2,5</sub> - NO<sub>x</sub> - O<sub>3</sub></p>	<p><b>Coordinate geografiche:</b></p> <p>UTM32 X: 772239 Y: 4888287</p>

**Stazione: Franchini-Angeloni (Cesena)**

**Zona : Agglomerato Pianura Est**



**Tipo Stazione: Fondo Urbano**

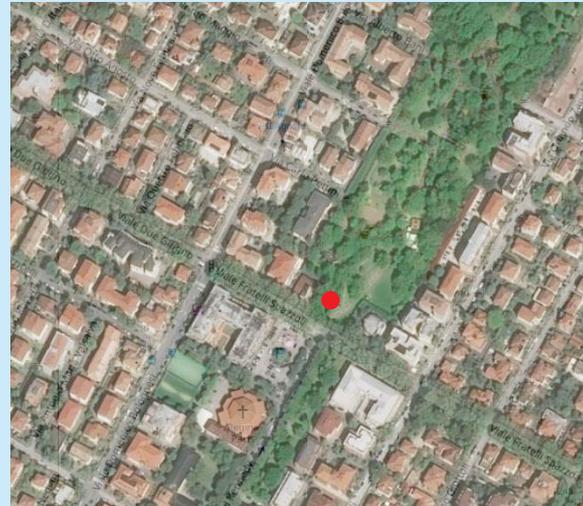
**Coordinate geografiche:**

**Inquinanti: PM<sub>10</sub> - NO<sub>x</sub>**

**UTM32: X: 795939 Y: 4892795**

**Stazione: Resistenza (Forlì)**

**Zona : Agglomerato Pianura Est**



**Tipo Stazione: Fondo Urbano**

**Coordinate geografiche:**

**Inquinanti: PM<sub>10</sub> - PM<sub>2,5</sub> - NO<sub>x</sub> - O<sub>3</sub>**

**UTM32: X: 743414 Y: 4900187**

**Stazione:** Roma (Forlì)



**Tipo Stazione:** Traffico Urbano

**Inquinanti:** PM<sub>10</sub> – NO<sub>x</sub> – BTX

**Zona :** Agglomerato Pianura Est



**Coordinate geografiche:**

UTM32 X: 744179 Y: 4900325

## 3 - LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE NEL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI RAVENNA, RIMINI E FORLÌ - CESENA

### 3.1 - Gli indicatori meteorologici per lo studio della qualità dell'aria

L'atmosfera rappresenta l'ambiente dove gli inquinanti, immessi da varie sorgenti, si diffondono, vengono dispersi e subiscono trasformazioni del loro stato fisico e chimico.

Le condizioni meteorologiche interagiscono, quindi, in vari modi con i processi di formazione, dispersione, trasporto e deposizione degli inquinanti ed alcuni indicatori meteorologici possono essere posti in relazione con tali processi.

- La **temperatura dell'aria**: ad elevate temperature sono, in genere, associati elevati valori di ozono, mentre le basse temperature, durante il periodo invernale, sono spesso correlate a condizioni di inversione termica che tendono a confinare gli inquinanti in prossimità della superficie e quindi a fare aumentare le concentrazioni misurate.
- Le **precipitazioni e la nebbia** influenzano la deposizione e la rimozione umida di inquinanti. L'assenza di precipitazioni e di nubi riduce la capacità dell'atmosfera di rimuovere, attraverso i processi di deposizione umida e di dilavamento, gli inquinanti, in particolare le particelle fini.
- **L'intensità del vento** influenza il trasporto e la diffusione degli inquinanti; elevate velocità del vento tendono a favorire la dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie.
- La **direzione del vento** influenza in modo diretto la dispersione degli inquinanti.

Di seguito si riportano alcune elaborazioni, relative ai parametri meteorologici registrati nel territorio delle tre province. In alcuni casi si è fatto riferimento ai parametri meteorologici che sono registrati nelle stazioni per la qualità dell'aria, mentre in altri si sono utilizzati i dati delle stazioni facenti parte delle reti gestite dal servizio Idro-Meteo-Clima (SIMC) di Arpae. In tabella 3.1 sono elencate tutte le stazioni prese in esame per la stesura del presente report.

L'inquadramento climatico per l'anno 2023 è tratto dal rapporto IdroMeteoClima 2023, realizzato dall'Osservatorio Clima di Arpae (<https://www.arpae.it/it/notizie/il-2023-un-anno-di-caldo-record-ed-eventi-estremi>).

Per la provincia di Ravenna le stazioni utilizzate sono tre: la stazione locale della rete di monitoraggio di qualità dell'aria di Porto San Vitale, nell'area industriale-portuale di Ravenna, la stazione meteo di Bisaura ubicata a Faenza sempre della rete di Ravenna, e la stazione di Brisighella, facente parte della rete idrometeorologica del SIMC (Fig.3.1).

Per la provincia di Rimini si sono utilizzate la stazione di Rimini Ausa a Rimini città, Riccione Urbana, e Morciano, Novafeltria e Pennabilli per l'entroterra riminese, tutte facenti parte delle stazioni di meteorologia gestite dal SIMC (Fig.3.2).

Per la provincia di Forlì-Cesena si è utilizzata la stazione di monitoraggio Hera nell'area industriale di Forlì, stazione locale di qualità dell'aria e dedicata all'inceneritore, la stazione di Forlì Urbana e per l'interno la stazione di Castrocaro, facenti parte della rete idrometeorologica gestita dal SIMC. Si sono utilizzati inoltre anche i dati della stazione di Cesenatico Porto per la direzione del vento come riferimento per la costa, facente parte del SIMC (Fig. 3.3).



Fig 3.1 – Dislocazione delle stazioni meteorologiche nella provincia di Ravenna

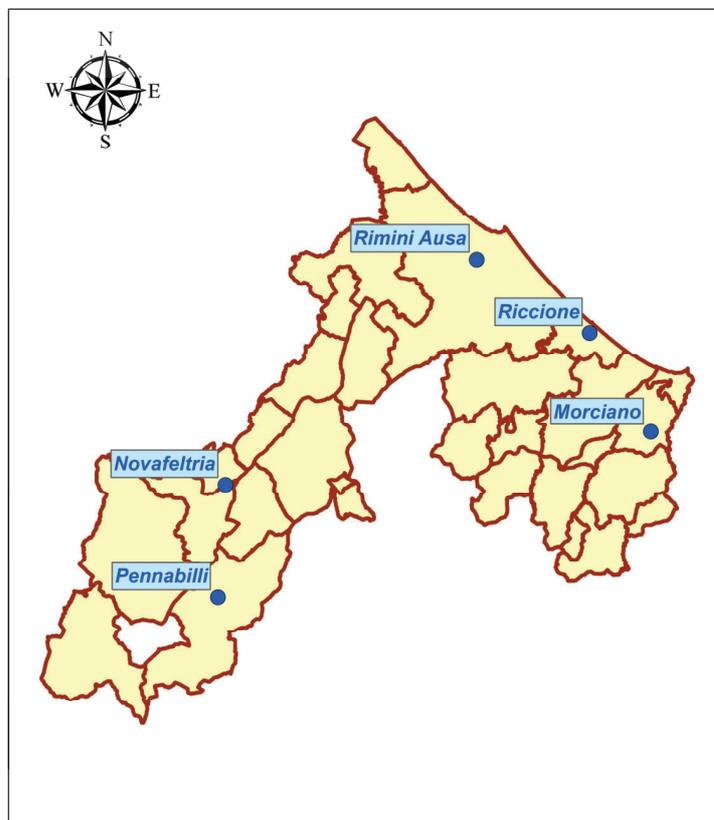


Fig. 3.2 Dislocazione delle stazioni meteorologiche nella provincia di Rimini.

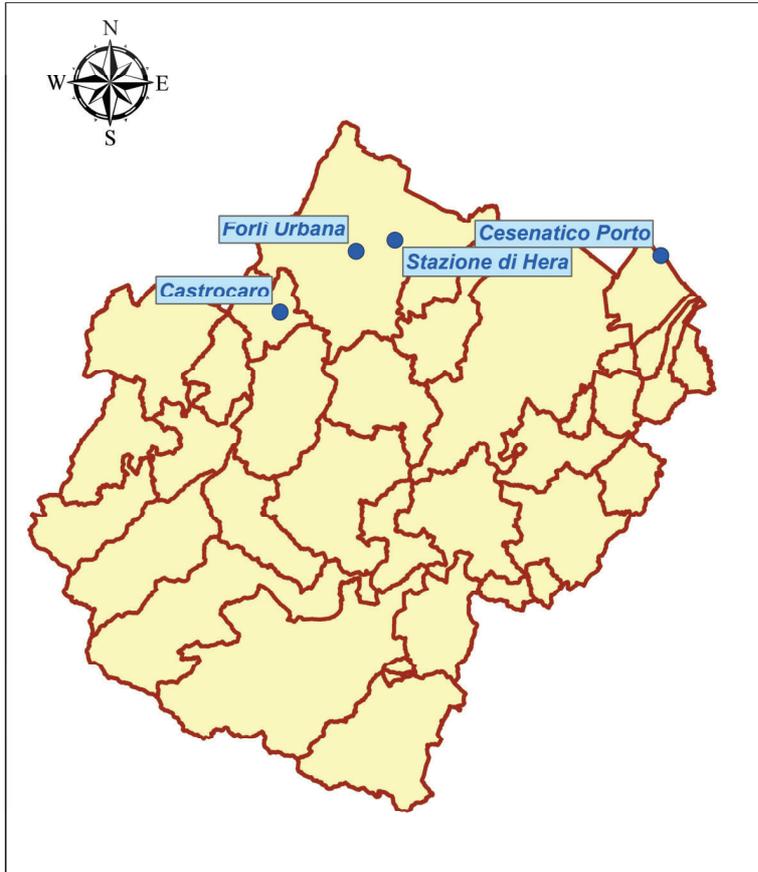


Fig. 3.3 Dislocazione delle stazioni meteorologiche nella provincia di Forlì.

	<b>Temperatura</b>	<b>Precipitazione</b>	<b>Rosa venti</b>
<b>Ravenna</b>	<i>Porto S.Vitale (0 m.s.m) (stazione locale)</i>	<i>Porto S.Vitale (0 m.s.m) (stazione locale)</i>	<i>Porto S. Vitale (0 m.s.m) (stazione locale)</i>
	<i>Bisaura (35 m.s.m) (RRQA)</i>	<i>Bisaura (35 m.s.m) (RRQA)</i>	<i>Bisaura (35 m.s.m) (RRQA)</i>
	<i>Brisighella (185 m.s.m) (SIMC)</i>	<i>Brisighella (185 m.s.m) (SIMC)</i>	
<b>Rimini</b>	<i>Riccione Urbana (1 m.s.m) (SIMC)</i>	<i>Rimini Ausa (1m.s.m) (SIMC)</i>	<i>Riccione Urbana (1 m.s.m) (SIMC)</i>
	<i>Morciano (65 m.s.m) (SIMC)</i>	<i>Novafeltria (331 m.s.m) (SIMC)</i>	<i>Pennabilli (629 m.s.m) (SIMC)</i>
<b>Forlì - Cesena</b>	<i>Forlì Hera (23 m.s.m) (stazione locale)</i>	<i>Forlì Hera (23 m.s.m) (stazione locale)</i>	<i>Forlì Hera (23 m.s.m) (stazione locale)</i>
	<i>Forlì Urbana (51 m.s.m) (SIMC)</i>	<i>Castrocaro (66 m.s.m) (SIMC)</i>	<i>Cesenatico Porto 1 m.s.m (SIMC)</i>

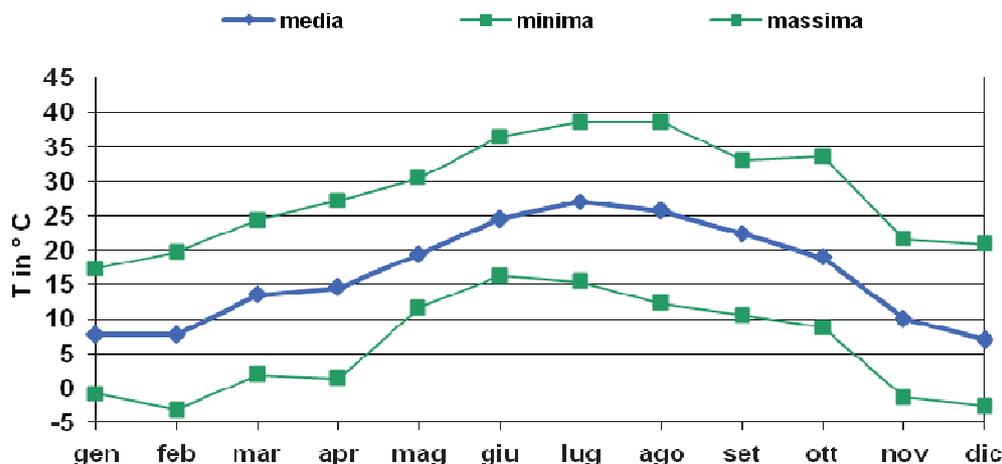
Tabella 4.1 stazioni meteorologiche

## 3.2 - Andamento meteorologico del 2023 nella Provincia di Ravenna, Rimini e Forlì-Cesena

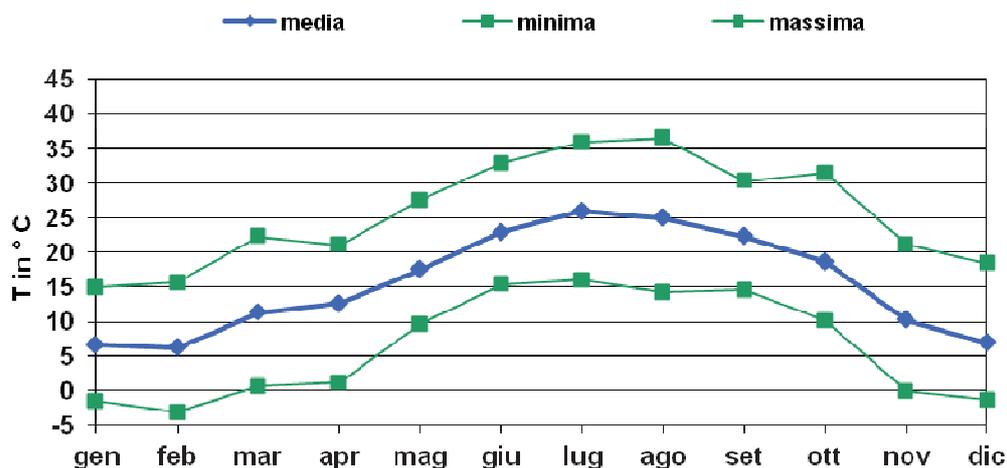
### 3.2.1 – Temperatura

In figura 3.4 sono riportate le temperature medie, minime e massime mensili per l'anno 2023 misurate nelle stazioni di Porto San Vitale, Bisaura (Faenza) e Brisighella per la provincia di Ravenna, la stazione Hera di Forlì e Forlì Urbana per la provincia di Forlì-Cesena e la stazione di Riccione Urbana e Morciano per la provincia di Rimini.

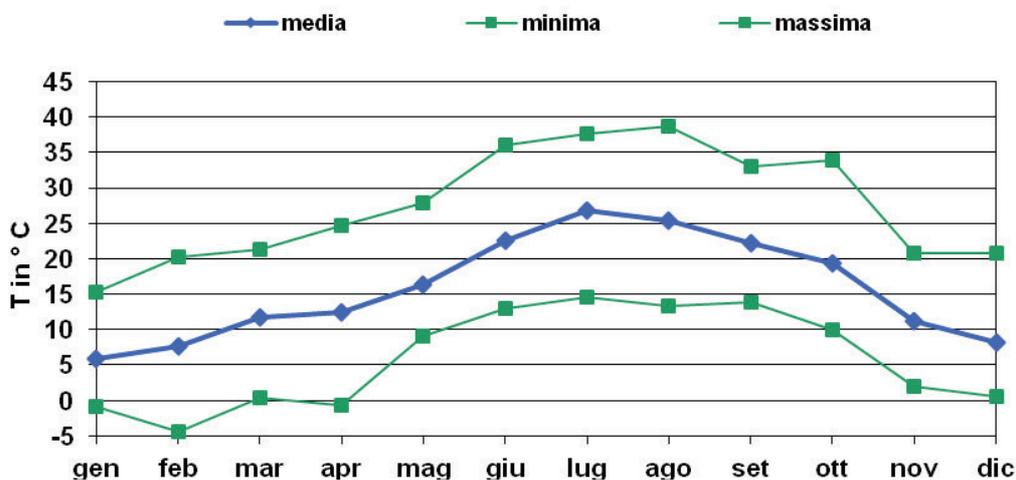
Stazione di Bisaura (Faenza)- anno 2023



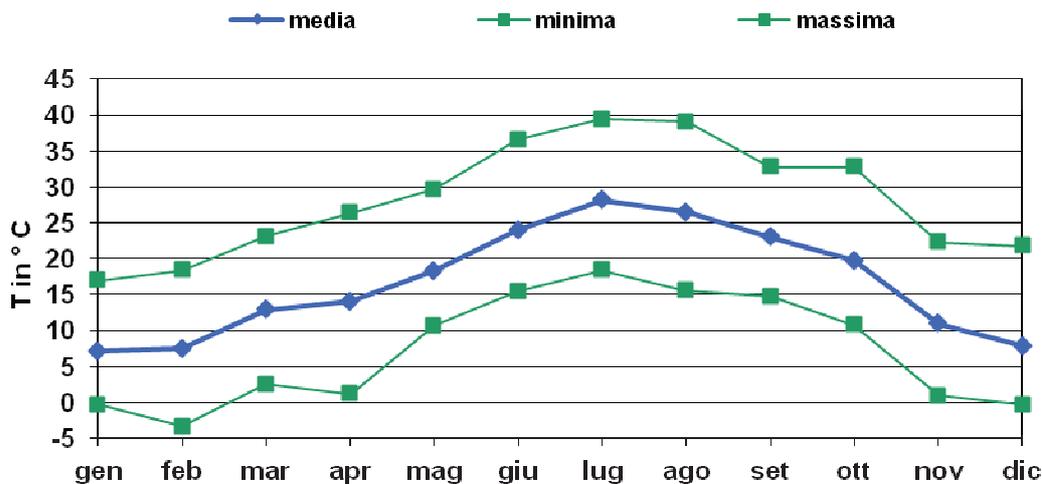
Stazione di Porto San Vitale (Ravenna) - anno 2023



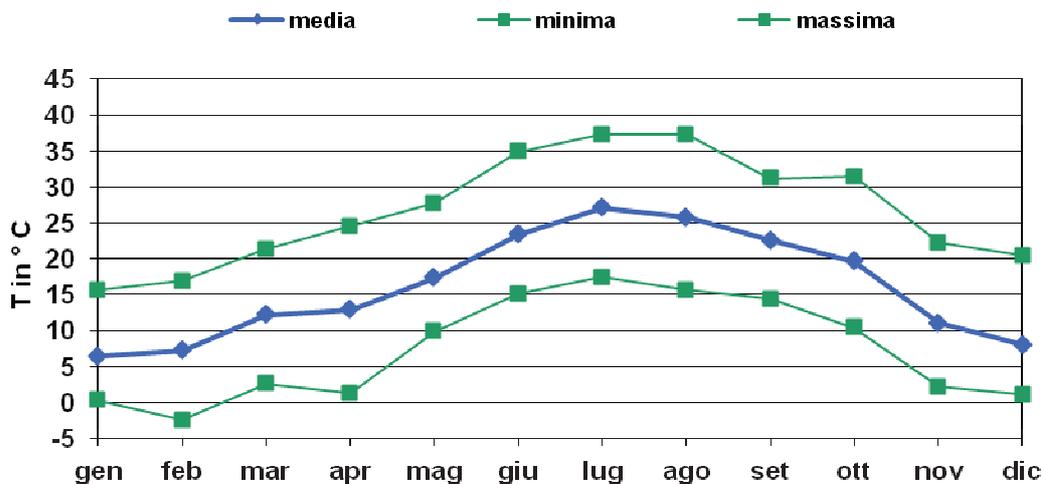
Stazione di Brisighella (Faenza) - anno 2023



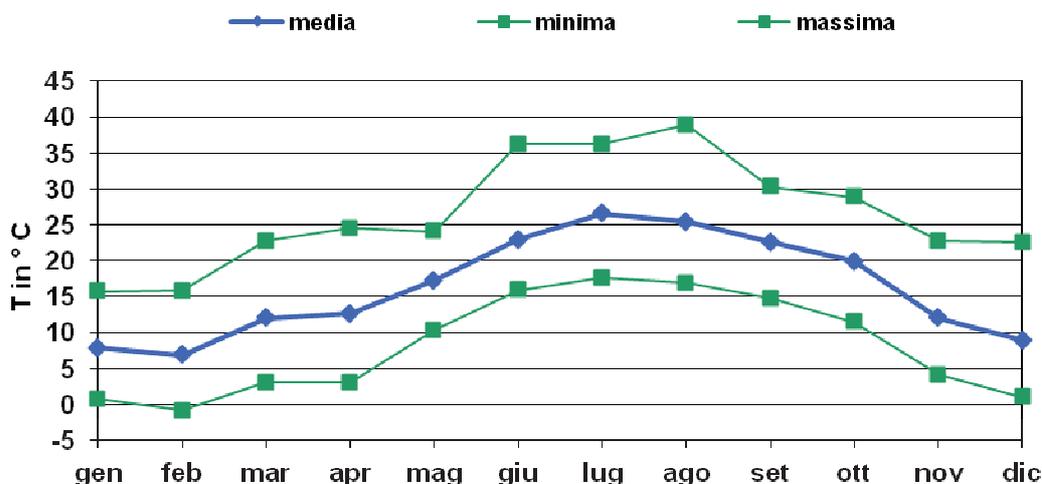
Stazione di Forlì Hera - anno 2023



Stazione di Forlì Urbana - anno 2023



Stazione di Riccione Urbana - anno 2023



Stazione di Morciano (Rimini) - anno 2023

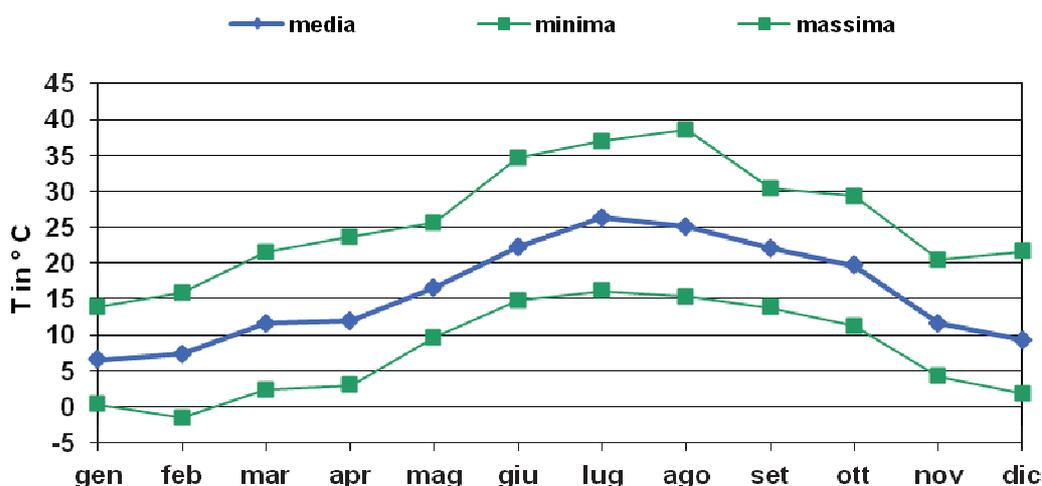


Figura 3.4 – Medie, minimi e massimi mensili delle temperature - Anno 2023

Il 2023, a livello regionale, è risultato l'anno più caldo dal 1961, per temperatura media e massima, e il secondo più caldo in termini di temperatura minima, dopo il 2014. Queste condizioni generali si sono tradotte in un elevato numero di notti con temperatura minima superiore a 20 °C (notti tropicali): l'indice regionale, calcolato a partire dalla serie delle medie regionali delle temperature minime giornaliere, è stato pari a 15, il terzo valore più alto della serie dopo il 2003 e il 2015, ma a livello locale, in pianura, sono state osservate fino a oltre 60 notti tropicali nell'area metropolitana di Bologna. A queste condizioni si lega anche il valore particolarmente elevato dello zero termico, la quota più alta della troposfera alla quale la temperatura dell'aria assume un valore di 0 °C, che in inverno coincide con la quota neve. In pianura, il valore medio annuo di questo indice è stato il più alto mai registrato dal 1986; le anomalie termiche osservate in superficie nel corso dell'anno sono

quindi strettamente correlate a quelle di un consistente strato di atmosfera sovrastante. La prima metà di gennaio si è discostata molto dalla normalità climatica, con elevatissime anomalie che hanno portato la temperatura media regionale fino a 6,3 °C oltre il clima 1991-2020, con superamento dei precedenti record calcolati dal 1961 nei giorni 1, 2 e 4 gennaio; successivamente, i valori termici non hanno presentato eccezionali anomalie e il 10 febbraio è stato rilevato, presso la stazione di Febbio (RE, 1148 m s.l.m.), il valore di temperatura minima assoluta regionale per il 2023, pari a -13,4 °C. A marzo, a cavallo fra la prima e la seconda decade, è stata registrata invece un'intensa ondata di calore, durante la quale per più giorni le temperature hanno segnato nuovi record. Poi, le temperature sono progressivamente diminuite e aprile è risultato complessivamente più freddo della norma, soprattutto per quanto riguarda i valori minimi giornalieri. A maggio, in presenza di condizioni particolarmente perturbate, le temperature medie mensili regionali sono risultate di nuovo inferiori alla norma, ma questa volta sono state le temperature massime giornaliere a determinare maggiormente il segno negativo dell'anomalia mensile.

Con il mese di giugno, in linea con la normale variabilità climatica, si è conclusa la fase dell'anno caratterizzata da brevi anomalie termiche e variabilità, ed è iniziato un secondo periodo caratterizzato da persistenti ed elevate anomalie termiche positive, che si sono intensificate nell'ultima parte dell'anno. Il 25 agosto, presso le stazioni di Marzaglia (MO, 54 m s.l.m.) e Sant'Agata Bolognese (BO, 18 m s.l.m.), è stata rilevata la temperatura massima assoluta regionale dell'anno, pari a 40,7 °C. Va osservato che, nonostante nel 2023 si siano verificate forti ondate di calore, il numero totale di giorni in cui la temperatura massima ha superato i 30 °C (giorni caldi) non ha raggiunto valori particolarmente alti; questo probabilmente a causa di frequenti temporali durante la stagione estiva, e anche perché l'umidità degli strati superficiali del suolo non ha mai raggiunto valori eccessivamente bassi e il rilascio di calore latente ha limitato i possibili effetti di amplificazione superficiale delle anomalie termiche. In autunno le anomalie termiche si sono ulteriormente intensificate: settembre è risultato il secondo più caldo dal 1961, dopo il 2011, mentre ottobre è stato il più caldo della serie così come l'autunno nel suo complesso; l'anno si è infine concluso con il dicembre più caldo della corrispondente serie storica. Nel corso di questi mesi, più volte la temperatura media regionale ha segnato nuovi record massimi, come il 9 ottobre, quando il precedente record è stato superato di 3,9 °C, complice un'eccezionale avvezione calda, e di nuovo il 23 dicembre, quando il nuovo record ha superato di 3,8 °C quello precedente, complice un intenso evento di foehn alpino. Nel 2023, la temperatura del mare, misurata a circa 10 km dalla costa adriatica, ha assunto in ogni mese dell'anno valori medi superiori al clima 2007-2020, con anomalie mensili particolarmente pronunciate, superiori a 2,5 °C, a gennaio e ottobre.

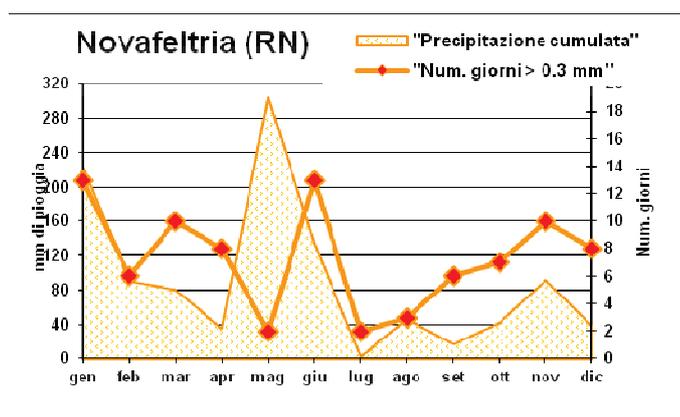
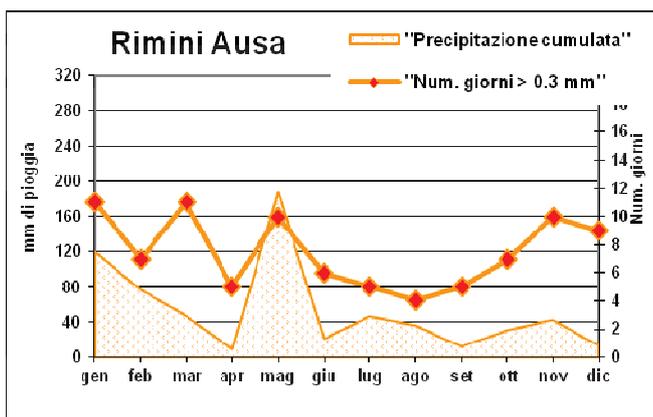
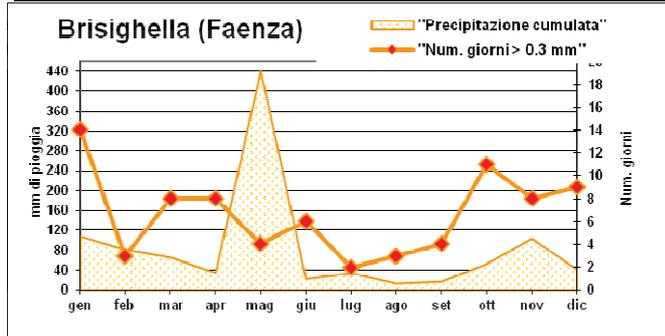
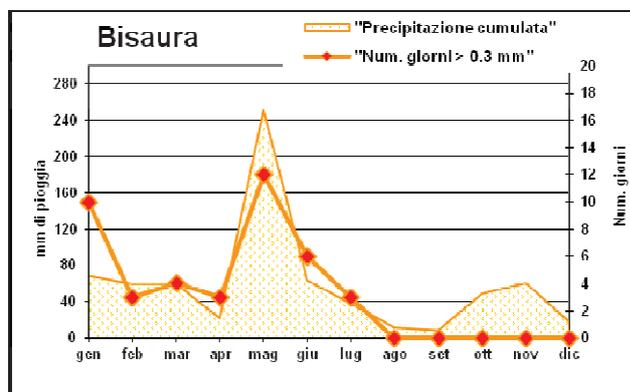
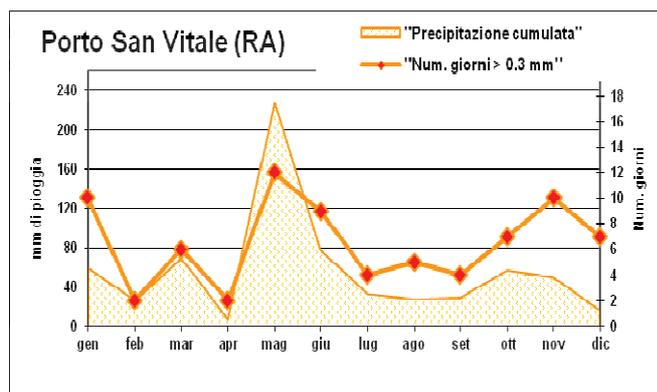
Per l'anno 2023 nella provincia di Ravenna i minimi si sono registrati nel mese di febbraio (-4,4 °C Brisighella), e le temperature massime si sono registrate sempre nelle due stazioni più interne con il picco a Brisighella (38,7 °C), che risulta essere anche la stazione delle tre a quota più elevata (185 m.s.m.). Tali temperature sono in linea con l'anno 2022, e del tutto comparabili nel trimestre estivo. Questo andamento delle temperature rilevate è simile in tutte le stazioni, ma con variazioni più marcate, fra le minime e le massime, nell'entroterra rispetto alla stazione di Porto San Vitale, che risente maggiormente dell'azione mitigatrice del mare.

Per la provincia di Rimini, per il parametro della temperatura, si sono prese in considerazione le centraline di Morciano e Riccione. Le minime si sono registrate sempre nel mese di febbraio (Morciano -1.6°C), che si trova nell'entroterra a una altitudine di 65 m.s.m e per le massime a

Riccione (39 °C). I valori medi sono stati analoghi per le due stazioni. Andamenti simili per le stazioni di Forlì per quanto riguarda le medie ma con temperature massime più elevate per la stazione Hera rispetto alla stazione urbana di Forlì.

### 3.2.2 – Precipitazioni

In figura 3.5 sono rappresentate la precipitazione cumulata mensile ed il numero di giorni con precipitazione superiore a 0,3 mm (limite di significatività).



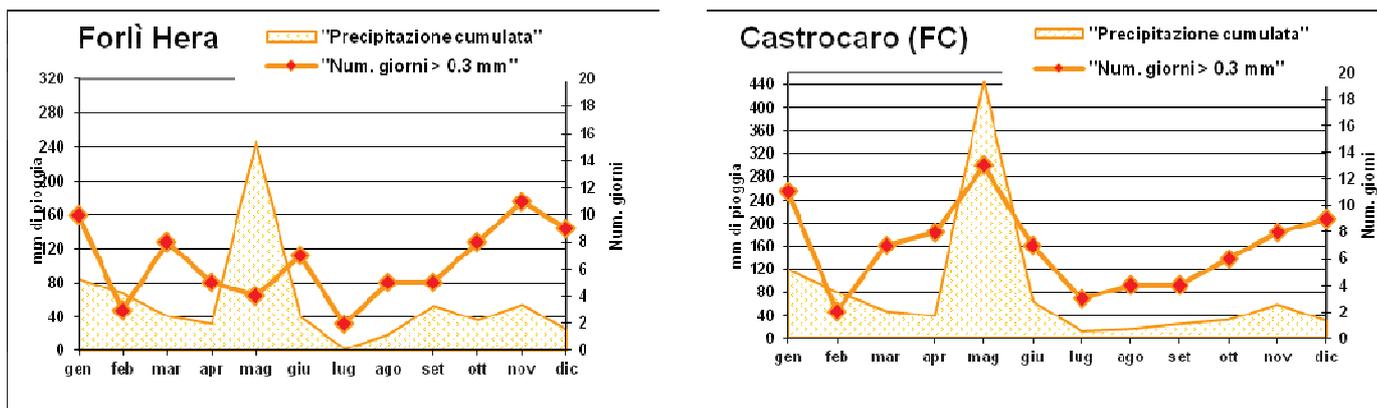


Figura 3.5 – Precipitazione cumulata mensile e numero di giorni con precipitazione superiore a 0.3 mm – Anno 2023

Le precipitazioni totali medie regionali del 2023 hanno raggiunto un valore di 891 mm, molto vicino alla media del periodo di riferimento 1991-2020, pari a 889 mm. Tuttavia, nel corso dell'anno, le precipitazioni hanno mostrato un andamento temporale molto intermittente, con conseguenti periodi critici sia in termini di abbondanza sia di scarsità delle risorse. Il 2023 è iniziato in condizioni di siccità, che si sono instaurate a partire dal 2021, e si sono protratte, con brevi interruzioni, fino al termine del 2022. A esclusione di gennaio, le precipitazioni sono state scarse fino a inizio maggio. Tuttavia, grazie soprattutto a un apporto consistente a inizio anno e nonostante la scarsità di precipitazioni ad aprile, il terzo più secco dal 1961, alla fine del primo quadrimestre le cumulate da inizio anno erano di poco inferiori all'intervallo di normale variabilità per il trentennio 1991-2020. Questo lungo periodo di siccità si è concluso con le eccezionali piogge di maggio, pari a 3,3 volte il valore climatico mensile a livello regionale, e con picchi locali sull'Appennino romagnolo superiori alla metà del valore atteso annuo; successivamente, le abbondanti, per quanto spazialmente poco omogenee precipitazioni di giugno hanno consolidato le risorse idriche regionali, a eccezione delle aree occidentali della regione, dove hanno continuato a persistere condizioni di moderata siccità. A luglio le precipitazioni sono risultate scarse: 27,5 mm regionali contro i 42,4 mm attesi, mentre ad agosto, nonostante il valore medio regionale sia stato di poco inferiore alla norma, le piogge si sono principalmente concentrate nelle aree occidentali, permettendo un locale recupero delle risorse idriche ancora segnate da persistenti, seppur moderate, condizioni di siccità idrologica. Settembre è stato nuovamente caratterizzato da scarse precipitazioni, con valori cumulati medi regionali di 31 mm a fronte degli 81 mm attesi, ma a ottobre, in corrispondenza di una nuova fase particolarmente perturbata, le precipitazioni sono risultate di nuovo nettamente superiori ai valori climatici, con anomalie particolarmente pronunciate sulle aree occidentali. L'anno si è concluso con due mesi di precipitazioni nettamente inferiori alla norma. Quindi, nonostante le cumulate annue medie regionali siano risultate prossime alla norma climatica, più della metà delle precipitazioni del 2023 sono da attribuire unicamente ai mesi di gennaio, maggio e ottobre, mentre nel resto dell'anno sono risultate generalmente inferiori alle attese, spesso molto scarse, e frequentemente concentrate in limitate aree della regione.

**Bilancio idroclimatico.** Le anomalie termiche osservate nella seconda metà dell'anno, in un contesto di precipitazioni confrontabili ai valori climatici, hanno portato, a fine 2023, a valori di bilancio idroclimatico complessivamente negativi, con un valore medio regionale pari a -143 mm. Il valore conferma la presenza di un trend negativo di lungo periodo, senza però avvicinarsi agli

estremi osservati negli anni precedenti. Valori annui locali particolarmente bassi, inferiori a -550 mm, sono stati stimati in varie aree della pianura, in particolare nel piacentino e nel parmense.

**Evento alluvionale di maggio.** Per quanto riguarda la precipitazione risulta evidente il dato anomalo del mese di maggio. Il mese è stato caratterizzato da numerosi ed eccezionali eventi rilevanti. Le piogge del mese hanno raggiunto un valore totale medio regionale di 250,7 mm, superiore di 174,8 mm rispetto al valore medio climatico (+230,2 %), valore più alto dal 1961; anche rispetto al valore mediano, l'anomalia è di circa +173 mm. Dall'1 al 3 maggio, diffuse e persistenti precipitazioni, con valori cumulati oltre 250 mm in alcune zone, hanno interessato in modo significativo la parte centro-orientale della regione, soprattutto dalle aree pedecollinari ai rilievi, provocando piene e rotte di argini con allagamenti, e fenomeni di dissesto idrogeologico.

Tra il 9 e 10 maggio, abbondanti precipitazioni hanno interessato soprattutto la pianura modenese, bolognese e ferrarese insistendo sui suoli già saturi dal precedente evento, nella parte centro-orientale della regione.

E' seguito l'evento del 12-14 maggio, durante il quale gli accumuli più significativi del giorno 12 provocano allagamenti in vari comuni del bolognese e la grandine danneggia le colture nelle province di Bologna e Forlì-Cesena.

L'evento più significativo è stato quello del 16-17 maggio, quando ingenti precipitazioni, diffuse e persistenti - molto simili all'evento dell'1-3 maggio per quantitativi e zone più colpite – hanno interessato in particolare la parte centro-orientale della regione, con significativa insistenza sui rilievi da Bologna a Forlì-Cesena, Ravenna e anche sulla costa del riminese. La media regionale sulle 48 ore è stata di 73,2 mm e il giorno 16 ha registrato massimi giornalieri elevatissimi (205,6 mm nella stazione di Trebbio, nella valle del Lamone)

Nel territorio provinciale di Ravenna la stazione di Brisighella ha fatto registrare per l'anno 2023 nettamente il valore più alto di precipitazione (1014 mm) rispetto a Porto San Vitale e Bisaura che hanno valori simili (714 e 673 mm). Pesa naturalmente il mese di maggio come detto (Brisighella 440 mm, Porto San Vitale 227 mm e Bisaura 252 mm). I mesi più secchi per la Provincia di Ravenna sono stati i mesi di aprile, quelli estivi e dicembre. A confronto con l'anno 2022 a Brisighella abbiamo un +401mm, +211 mm a Porto San Vitale. Bisaura è leggermente più elevata con circa 50mm in più.

Per quanto riguarda la provincia di Rimini, la stazione dell'entroterra riminese di Novafeltria (precipitazione complessiva 1104 mm) ha registrato valori di precipitazioni molto più elevati rispetto alla stazione cittadina di Rimini AUSA (645 mm). Maggio e gennaio i mesi più piovosi per entrambe le stazioni. Il mese di luglio per Novafeltria e quelli di aprile, settembre e dicembre per Rimini AUSA quelli meno piovosi. A confronto con l'anno 2022 per l'entroterra vi era la stazione di Pennabilli (686 mm) e Riccione Urbana 422 mm.

Per quanto riguarda i valori di precipitazione complessiva delle due stazioni della provincia di Forlì, la stazione interna di Castrocaro, 966 mm (per il 2022 era 696 mm) ha fatto registrare valori superiori a quella dell'area urbana di Hera, (698 mm), (per il 2022 era di 501 mm), con i minimi di precipitazione nei mesi di luglio e agosto. A maggio per Forlì si riportano i valori di Castrocaro 446 mm e Hera 246 mm.

### 3.2.3 – Intensità e direzione del vento

In Figura 3.6 sono rappresentate le rose dei venti annuali e stagionali, in termini di direzione ed intensità, relative alle stazioni di Porto San Vitale e Bisaura per Ravenna, le stazioni di Hera e Cesenatico Porto per Forlì e le stazioni di Riccione e Pennabilli per la provincia di Rimini.

Nelle stazioni più prossime alla linea di costa si evidenziano in periodo primaverile ed estivo le direzioni tipiche della brezza di terra-mare. Le **brezze** sono venti leggeri (con tipiche velocità dai 2 ai 6 km/h), e locali, (in quanto assumono un'estensione molto limitata nello spazio geografico). Le brezze, fanno parte dei cosiddetti venti periodici, ovvero che invertono il senso nel quale spirano nel corso di una stessa giornata. Il riscaldamento più veloce della terra rispetto al mare, di giorno, fa sì che l'aria più calda e rarefatta sulla terraferma richiami alle quote basse l'aria più fresca e più densa presente sul mare (brezza di mare). Alle quote alte maggiori i venti sono opposti di notte, il raffreddamento più veloce della terraferma rispetto al mare induce l'invertirsi della brezza con venti a quote basse che spirano dalla terraferma verso il mare (brezza di terra). La tarda primavera e l'inizio dell'estate sono i momenti in cui le brezze tendono a raggiungere la loro massima intensità, a causa della maggiore differenza di temperatura tra il mare e la terra.

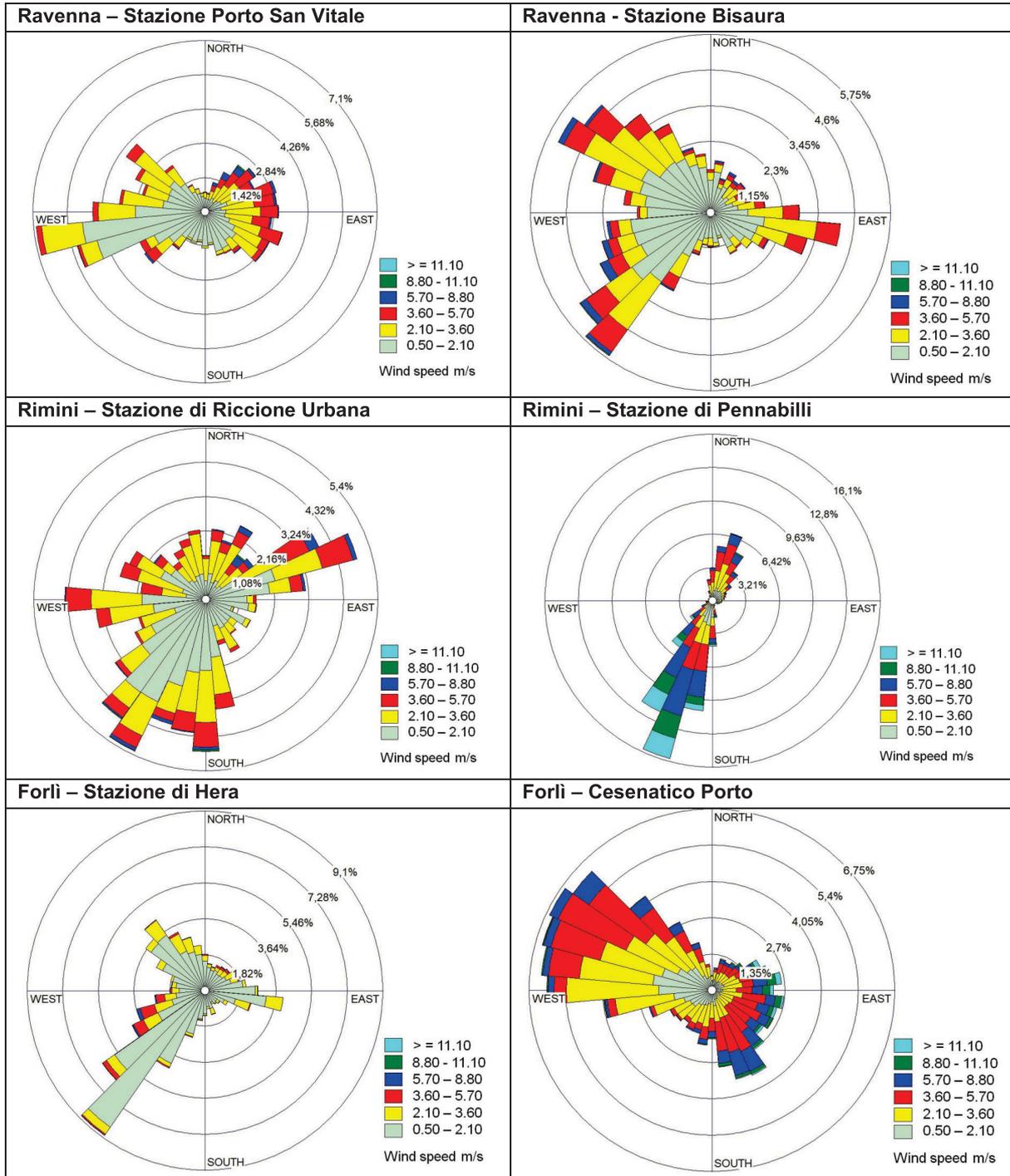
Per la stazione di Porto San Vitale di Ravenna situata sulla costa, si evince che durante le stagioni invernale ed autunnale, prevalgono i venti occidentali, mentre per la stagione primavera – estate, risulta evidente l'influenza delle brezze di mare di direzione E-NE. Per Bisaura durante la stagione primavera-estate la componente dei venti provenienti da est risulta meno evidente.

Nella stazione di Riccione la direzione prevalente dei venti è stata Sud-Ovest per le stagioni fredde mentre è evidente l'intensificarsi della provenienza marina durante la primavera e l'estate. Più all'interno della provincia, per la stazione di Pennabilli, è evidente come la direzione del vento si sviluppa lungo l'asse nord-sud con predominanza durante tutto l'arco dell'anno di provenienza meridionale.

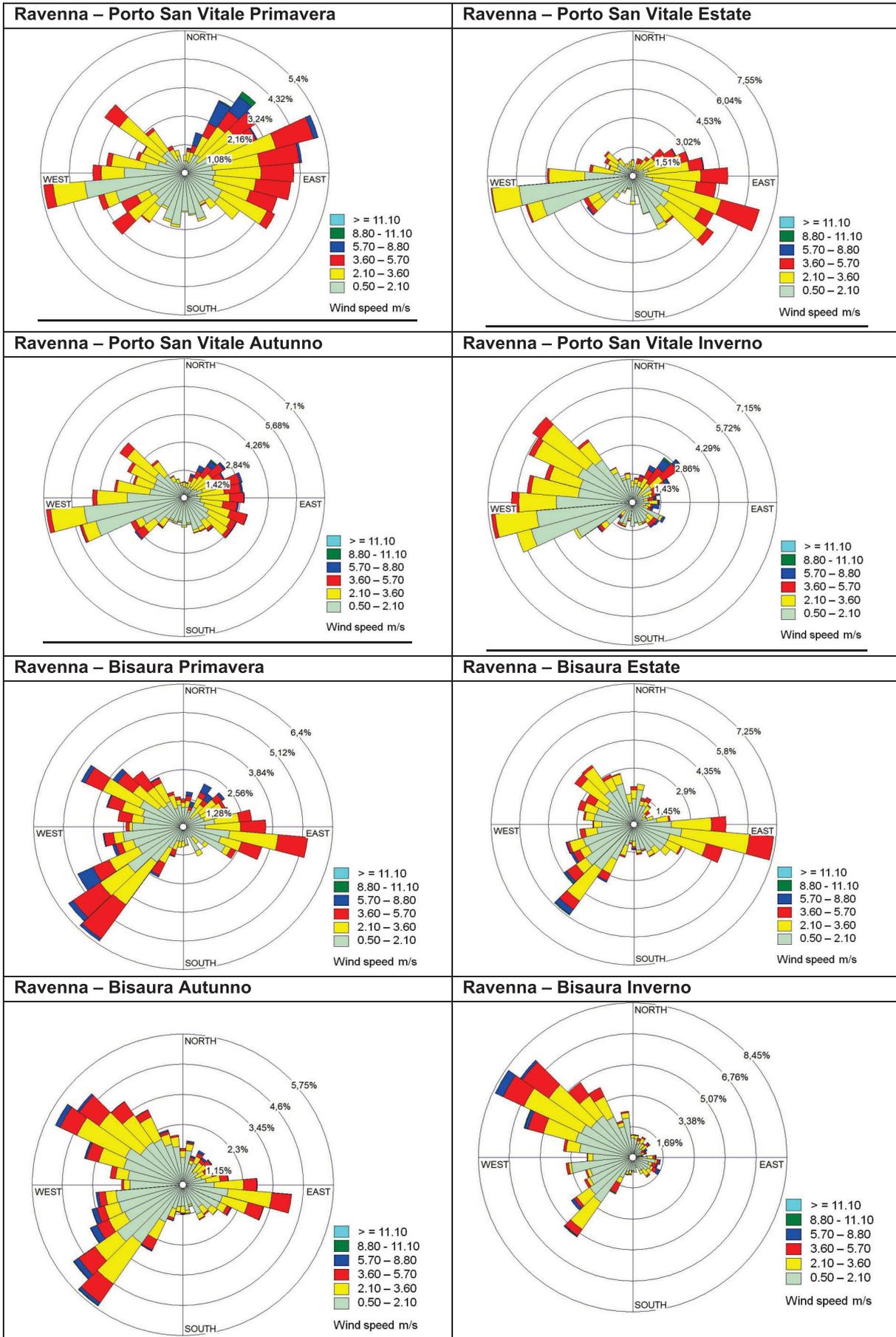
Nella stazione Hera di Forlì i venti durante tutto l'arco dell'anno risultano tendenzialmente bassi, provenienti principalmente da Sud-Est per buona parte dell'anno e anche da nord-ovest durante la stagione invernale.

Per quanto riguarda la stazione di Cesenatico è evidente l'apporto della brezza di mare per buona parte dell'anno ancora di più durante le stagioni primavera-estate.

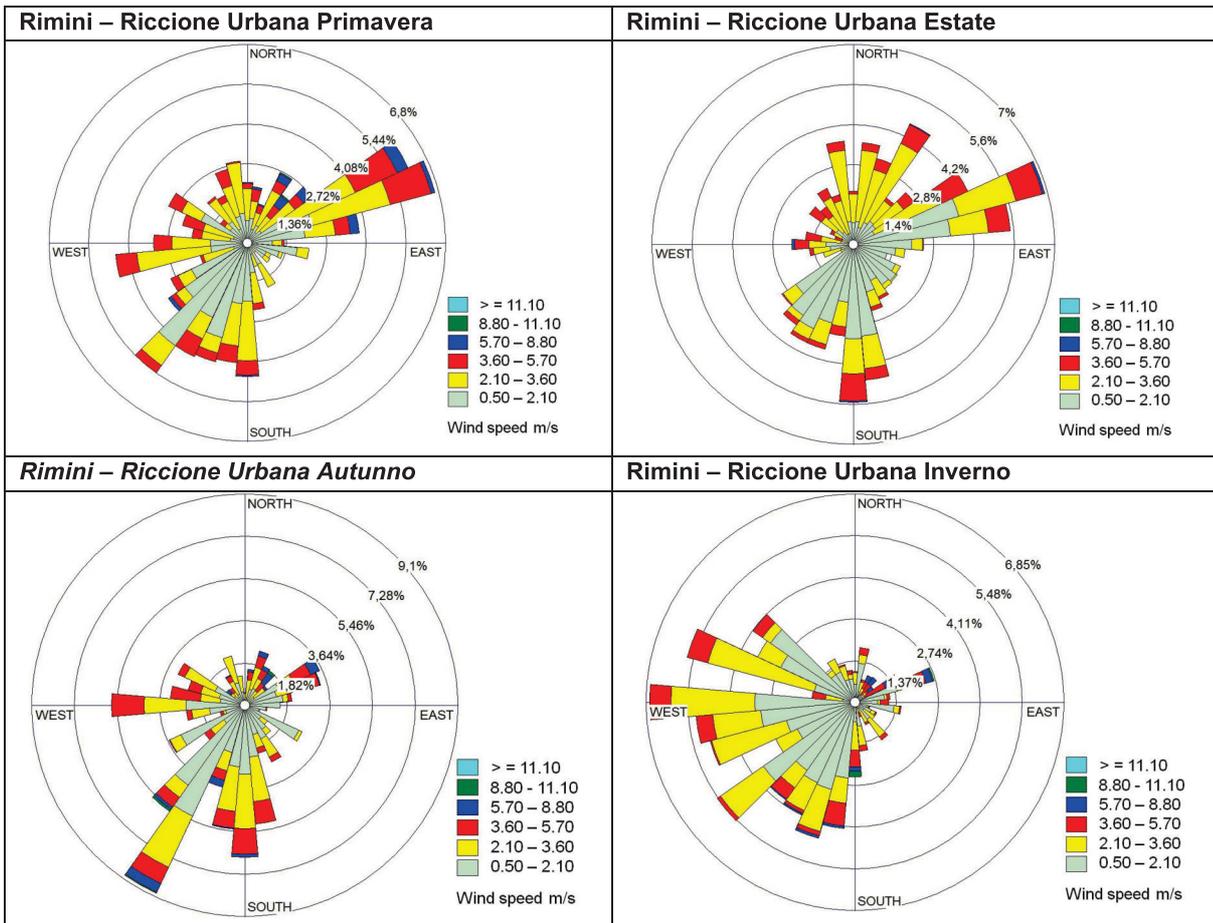
Rose annuali



Rose stagionali









## 4 - VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI FORLÌ-CESENA

### 4.1 Biossido di Azoto NO<sub>2</sub> e Ossidi di Azoto NO<sub>x</sub>

Con il termine ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) viene indicato genericamente l'insieme dei due più importanti ossidi di azoto a livello di inquinamento atmosferico: il monossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). Il primo è un gas inodore e incolore che costituisce la componente principale delle emissioni di ossidi di azoto nell'aria e viene gradualmente ossidato a NO<sub>2</sub>, gas di colore rosso-bruno, caratterizzato da un odore acre e pungente. Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) viene normalmente generato a seguito di processi di combustione ad elevata temperatura: le principali sorgenti emissive sono il traffico veicolare, gli impianti di riscaldamento ed alcuni processi industriali; è per lo più un inquinante secondario, che svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico e delle piogge acide, ed è tra i precursori di alcune frazioni significative di particolato.

#### Valutazione in sintesi

Tabella 4.1 - NO<sub>2</sub>: Sintesi valutazioni anno 2023 e trend decennale

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione in aria di biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	2013 – 2023		
Superamenti dei limiti di legge per il biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	2013 - 2023		

Il biossido di azoto, inquinante che ha anche importanti interazioni sul ciclo di formazione del particolato e dell'ozono (O<sub>3</sub>), viene misurato in tutte le stazioni della Rete.

Il valore limite orario e della media annuale (40 µg/m<sup>3</sup>) sono rispettati in tutte le stazioni della rete dal 2013.

È comunque importante mantenere alta l'attenzione su questo inquinante, sia perché gli NO<sub>x</sub> sono tra i precursori del particolato secondario e dell'O<sub>3</sub>, sia per le criticità ancora riscontrate a livello regionale, in particolare, nelle concentrazioni medie annuali, anche alla luce della nuova Direttiva sulla Qualità dell'Aria, al momento in fase di approvazione, la quale fisserà limiti più stringenti rispetto a quelli attualmente in vigore.

Tabella 4.2 - NO<sub>2</sub>: Parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa

<b>NO<sub>2</sub> [L.Q. = 8 µg/m<sup>3</sup>]</b>				<b>Concentrazioni in µg/m<sup>3</sup></b>		<b>Limiti Normativi</b>		<b>Valori guida OMS</b>	<b>Valori guida OMS</b>
<i>Stazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Efficienza</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>	40 µg/m <sup>3</sup>	Max 18	200 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
						<i>Media anno</i>	<i>N° Sup. 200 µg/m<sup>3</sup> h</i>	<i>Max orario</i>	<i>Media annua</i>
<b>Franchini-Angeloni</b>	Cesena	Fondo Urbano	100	< 8	87	18	0	87	18
<b>Parco Resistenza</b>	Forlì	Fondo Urbano	100	< 8	109	18	0	109	18
<b>Roma</b>	Forlì	Traffico	100	< 8	139	25	0	139	25
<b>Savignano</b>	Savignano sul Rubicone	Fondo Suburbano	98	< 8	98	18	0	98	18
<b>Sogliano</b>	Sogliano	Fondo Rurale	98	< 8	25	<8	0	25	<8

I limiti di lungo (media annuale) e di breve periodo (massimo della media oraria) del biossido di azoto nell'anno 2023 sono stati rispettati in tutte le stazioni della Rete Regionale di Forlì-Cesena. La media annuale più elevata (25 µg/m<sup>3</sup>) è stata rilevata nella stazione di traffico (Roma), dove si è registrato anche il massimo orario più alto (139 µg/m<sup>3</sup>).

Nel grafico di Figura 4.1 sono rappresentate le concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> confrontate con il valore limite (linea viola).

Nota: nei grafici che seguono non è riportato il dato relativo al fondo remoto (Sogliano) in quanto circa il 93% delle concentrazioni medie orarie rilevate di NO<sub>2</sub> sono inferiori al limite di quantificazione strumentale (< 8 µg/m<sup>3</sup>).

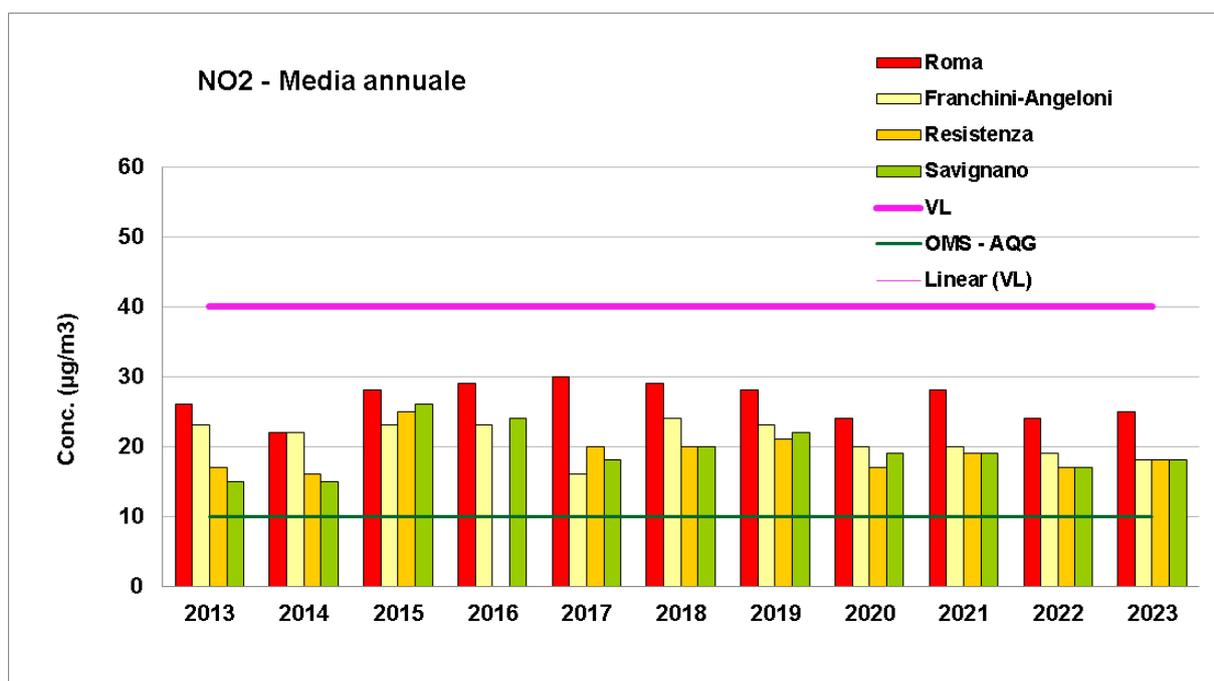


Figura 4.1 - Medie annuali

Nella Figura 4.2 sono riportate le concentrazioni medie mensili del 2023 per le stazioni della provincia di Forlì-Cesena.

L'andamento è simile in tutte le stazioni: le concentrazioni più alte si rilevano nei mesi invernali.

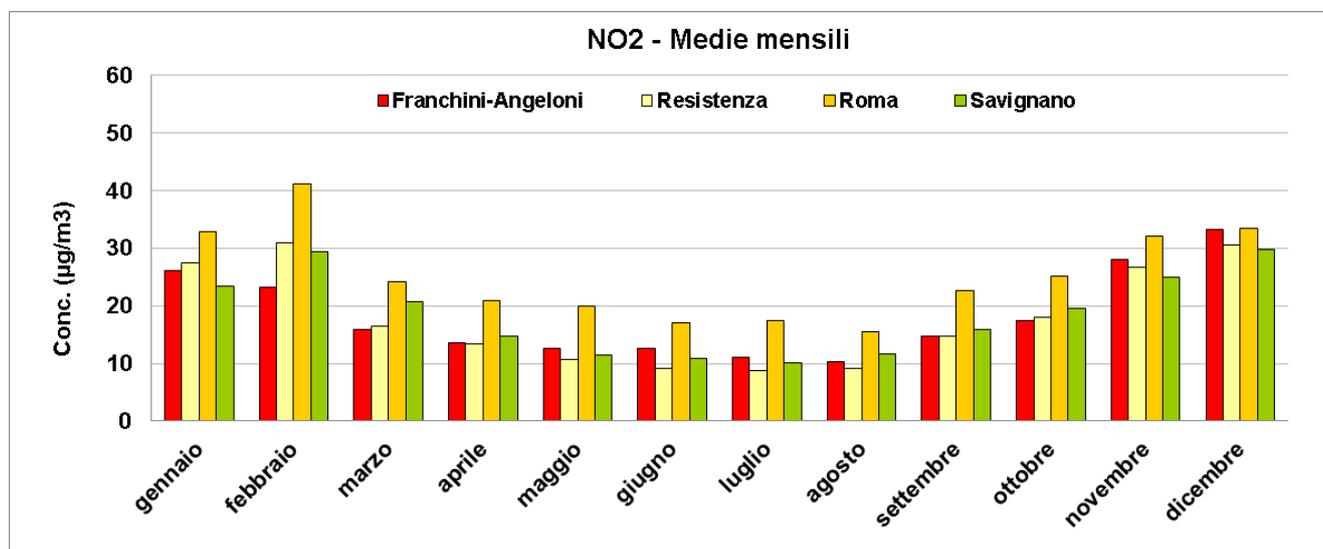
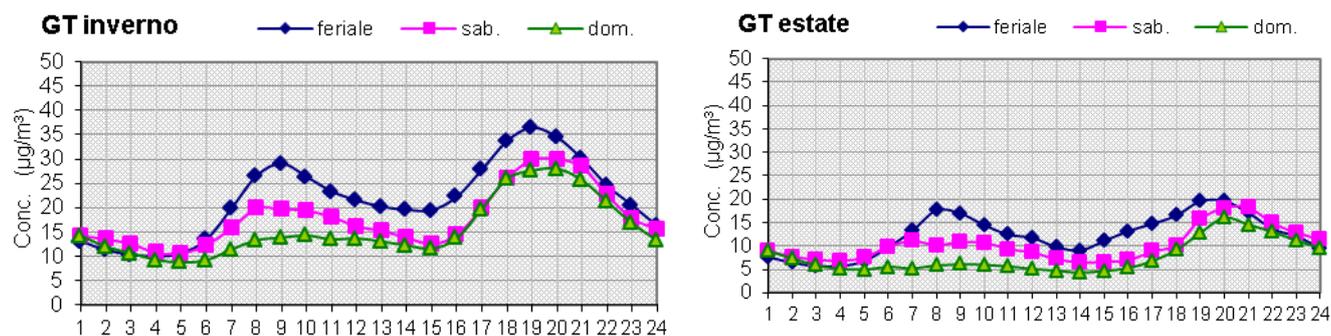


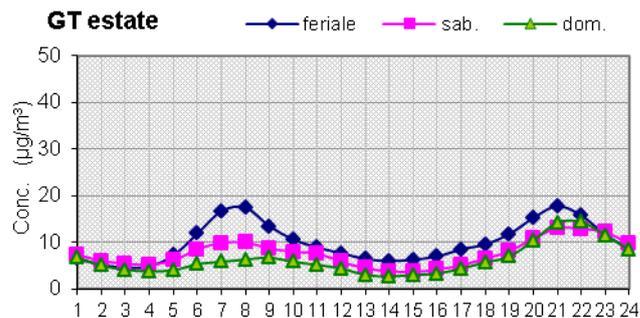
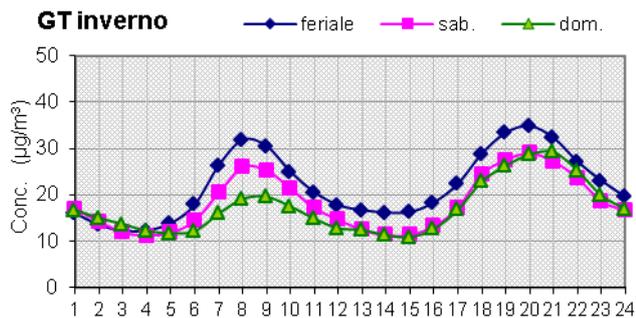
Figura 4.2 - Medie Mensili

Per visualizzare l'andamento delle concentrazioni orarie di un inquinante che mediamente si riscontrano nella giornata, si può calcolare e rappresentare graficamente il «giorno tipico - GT».

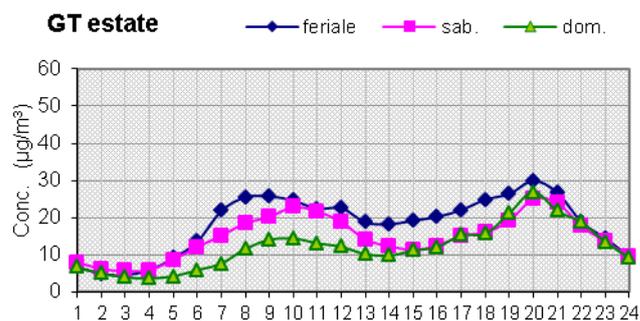
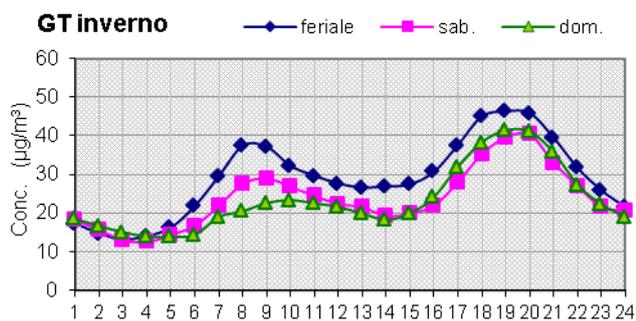
Il GT è calcolato effettuando la media dei dati rilevati alla stessa ora del giorno, in un determinato periodo, per tutte le 24 ore della giornata: rappresenta quindi un ipotetico giorno "medio" che permette di evidenziare situazioni di concentrazione dell'inquinante ricorrenti e minimizzare le fluttuazioni casuali. I grafici che seguono (Figura 4.3) sono relativi al GT dell'NO<sub>2</sub> del semestre estivo e del semestre invernale, distinguendo i giorni feriali, prefestivi e festivi.



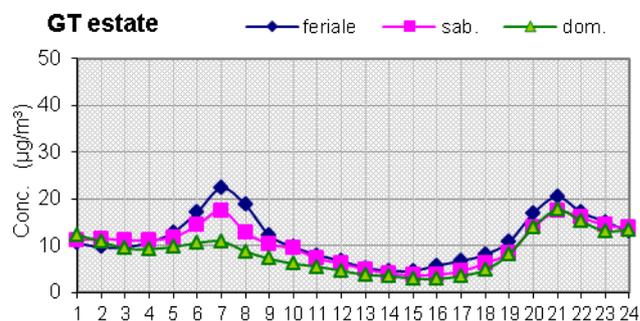
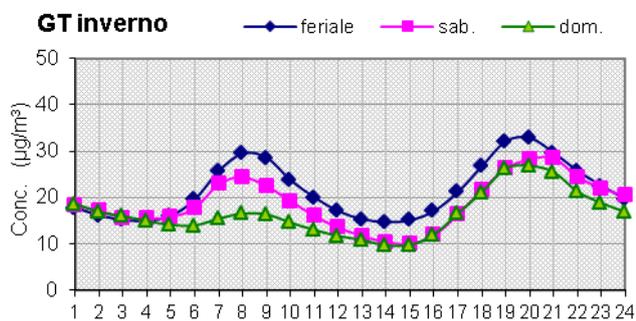
Franchini-Angeloni – Fondo Urbano (FU)



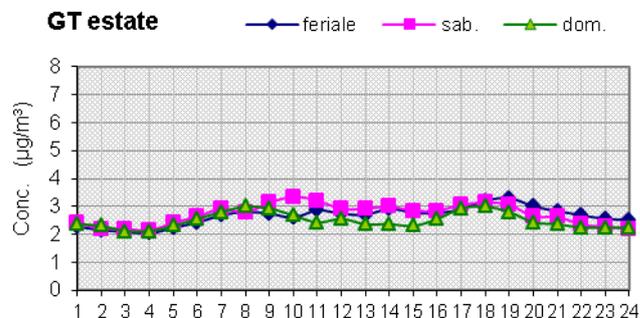
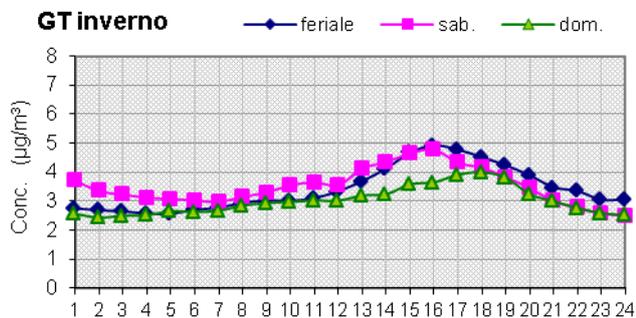
**Parco Resistenza – Fondo Urbano (FU)**



**Roma – Traffico Urbano (TU)**



**Savignano – Fondo Suburbano (FSub-U)**



**Sogliano – Fondo Rurale (F-Rur)**

Figura 4.3 - Biossido di azoto - giorni tipici – stazioni della rete di controllo della qualità dell'aria

Infine, in Tabella 4.3, sono riportati alcuni parametri statistici relativi alle concentrazioni orarie per la serie storica dal 2013 al 2023.

Tabella 4.3 - Andamento temporale di NO<sub>2</sub> dal 2013 al 2023 (concentrazioni espresse in µg/m<sup>3</sup>)

**Stazione: Franchini-Angeloni**

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	23	22	23	23	16	24	23	20	20	19	18
50°Percentile	20	19	21	20	12	21	20	16	17	16	14
90°Percentile	42	42	42	40	33	44	43	39	38	36	37
95°Percentile	49	50	49	46	43	51	52	47	44	42	46
98°Percentile	58	58	56	54	52	59	61	56	53	51	55
Max	88	94	79	97	111	91	91	104	79	89	87
> 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	88	96	96	96	96	100	100	100	100	99	100

**Stazione: Parco Resistenza**

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	17	16	25	n.c.	20	20	21	17	19	17	18
50°Percentile	14	13	22	n.c.	17	16	16	12	15	13	13
90°Percentile	33	31	45	n.c.	40	41	45	39	40	36	38
95°Percentile	39	37	52	n.c.	47	49	53	47	47	43	46
98°Percentile	45	42	61	n.c.	56	56	64	57	56	54	56
Max	80	83	92	n.c.	102	106	106	111	85	92	109
> 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	n.c.	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	98	93	91	53	97	98	98	99	95	100	100

"n.c."= non calcolato in quanto i dati disponibili sono risultati inferiori a quelli previsti dalla normativa (D.Lgs. 155/2010).

**Stazione: Roma**

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	26	22	28	29	30	29	28	24	28	24	25
50°Percentile	24	21	26	26	28	27	25	21	25	22	22
90°Percentile	48	41	49	50	53	52	52	47	52	46	47
95°Percentile	39	37	58	58	53	62	62	55	61	56	56
98°Percentile	45	42	69	70	75	73	74	67	72	67	67
Max	123	104	106	120	130	139	115	123	117	106	139
> 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	90	96	83	88	94	93	97	95	96	97	100

**Stazione: Savignano**

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	15	15	26	24	18	20	22	19	19	17	18
50°Percentile	12	12	24	21	15	16	18	14	15	14	15
90°Percentile	31	29	48	45	35	40	43	40	38	33	37
95°Percentile	38	36	54	55	41	48	50	48	45	40	44
98°Percentile	44	44	63	67	48	56	59	58	53	48	53
Max	73	67	91	111	97	89	106	82	74	89	98
> 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	98	99	88	94	94	98	100	100	97	100	98

**Stazione: Sogliano**

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Media</b>	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
<b>50°Percentile</b>	3	1	2	1	1	2	2	2	2	2	3
<b>90°Percentile</b>	7	5	6	4	4	6	7	9	7	7	6
<b>95°Percentile</b>	9	8	9	7	6	9	11	13	9	10	8
<b>98°Percentile</b>	12	12	13	10	9	14	15	21	12	13	11
<b>Max</b>	35	30	35	30	28	29	40	93	34	32	25
<b>&gt; 200 µg/m<sup>3</sup></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% dati validi</b>	89	92	92	84	90	75	94	94	92	99	98

Nota: il dato in rosso indica che in quell'anno non è stata raggiunta l'efficienza prevista dal D.Lgs 155/2010 per poter procedere all'elaborazione degli indicatori previsti.

Per gli ossidi di azoto (NOx) la normativa indica un valore limite annuale per la protezione della vegetazione pari a 30 µg/m<sup>3</sup> (somma di monossido e biossido di azoto calcolata in ppm ed espressa come biossido di azoto) e dà indicazioni circa il posizionamento delle stazioni in cui verificare il rispetto del limite. In particolare, i punti di campionamento destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione devono essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dagli agglomerati o da impianti industriali e da autostrade.

Nella RRQA della provincia di Forlì-Cesena la stazione che soddisfa questi criteri è quella di fondo rurale "Sogliano" e in questa postazione, la concentrazione media annuale di NOx misurata nel 2023 è inferiore al limite per la protezione della vegetazione (Tabella 4.4).

**Tabella 4.4 - NOx: media annuale 2023**

<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>Riferimenti normativi</b>		<b>Sogliano</b>
<b>D.Lgs. 155/2010</b>	Protezione della vegetazione Media annuale	30 µg/m <sup>3</sup>	3,0 µg/m <sup>3</sup>

## 4.2 Ozono O<sub>3</sub>

L'Ozono O<sub>3</sub> è un gas molto reattivo presente in atmosfera. Negli strati alti (**stratosfera**) è di origine naturale e aiuta a proteggere la vita sulla terra formando uno strato protettivo che filtra i raggi ultravioletti del sole, mentre negli strati più bassi (**troposfera**), se presente in concentrazioni elevate, provoca disturbi irritativi all'apparato respiratorio e danni alla vegetazione.

L'Ozono troposferico si forma sotto l'irraggiamento solare a seguito di reazioni con sostanze precursori quali composti organici volatili (COV) e ossidi di azoto. (NOx).

Le sorgenti di questi inquinanti detti "precursori" dell'ozono sono di tipo sia antropico (i veicoli a motore, le centrali termoelettriche, le industrie, i solventi chimici, i processi di combustione etc. ) che di tipo naturale, quali boschi e foreste, che emettono i "terpeni" sostanze organiche volatili molto reattive.

Le concentrazioni di ozono troposferico sono influenzate da diverse variabili meteorologiche come l'intensità della radiazione solare, la temperatura, la direzione e la velocità del vento: ecco perché si osservano delle sistematiche variazioni stagionali nei valori di ozono. Nei periodi tardo-primaverili ed estivi, le particolari condizioni di alta pressione, elevate temperature e scarsa ventilazione, favoriscono il ristagno e l'accumulo degli inquinanti. Il forte irraggiamento solare innesca una serie di reazioni fotochimiche che determinano concentrazioni di ozono più elevate rispetto al livello naturale, compreso tra i 20 e gli 80 microgrammi per metro cubo di aria. I valori massimi sono raggiunti nelle ore più calde della giornata, dalle 12 alle 18, per poi scendere durante le ore notturne.

La dinamica di formazione dell'ozono e degli altri inquinanti fotochimici è tale per cui grandi masse d'aria possono spostarsi anche a decine/centinaia chilometri di distanza dalle fonti di emissione degli inquinanti precursori.

In prossimità di veicoli a motore e dai grandi impianti di combustione, l'ozono può essere significativamente consumato dalla reazione con il monossido di azoto (NO) formando biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), per questo i valori più elevati di ozono si raggiungono in zone rurali, fuori dai centri urbani.

### Valutazione in sintesi

Tabella 4.5 – O<sub>3</sub>: Sintesi valutazioni anno 2023 e trend decennale

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione in aria a livello del suolo di Ozono	2013 – 2023		
Superamento dei valori obiettivo previsti dalla normativa per l'Ozono	2013 – 2023		

L'ozono viene misurato nelle stazioni di Fondo (urbano, sub-urbano e rurale), dove si prevede che le concentrazioni siano più elevate, in virtù dell'origine secondaria di questo inquinante.

I valori di ozono misurati nel 2023 confermano il persistere di una situazione critica per questo inquinante, con superamenti dei valori obiettivo per la protezione della salute umana in più stazioni; la concentrazione oraria di 180 µg/m<sup>3</sup>, valore soglia per l'informazione, è stata superata

una volta con la concentrazione oraria di 181  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  il giorno 25 agosto, alle ore 15:00 nella stazione di Parco Resistenza, mentre la soglia di allarme non è stata superata in alcuna stazione. La situazione di criticità, diffusa in tutta la Regione, è riconducibile all'origine fotochimica e alla natura esclusivamente secondaria di questo inquinante, caratteristiche che rendono la riduzione delle concentrazioni di ozono più complessa rispetto a quella di altri inquinanti primari. Infatti, spesso i precursori dell'ozono sono prodotti anche a distanze notevoli rispetto al punto in cui vengono misurate le concentrazioni maggiori di questo inquinante, e questo rende decisamente più difficile intervenire e pianificare azioni di risanamento/mitigazione.

Tabella 4.6 – O<sub>3</sub>: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa

O <sub>3</sub> [L.Q. = 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]				Concentrazioni in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Soglia informazione		Soglia allarme	Valori guida OMS
Stazione	Comune	Tipologia	Efficienza%	Minimo	Massimo	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
						ore di Sup.	giorni di Sup.	ore di Sup	Max Media 8 ore
Parco Resistenza	Forlì	Fondo Urbano	99	< 8	181	1	1	0	160
Savignano	Savignano sul Rubicone	Fondo Suburbano	100	< 8	180	0	0	0	153
Sogliano	Sogliano	Fondo Rurale	98	14	175	0	0	0	156

O <sub>3</sub>	Valori obiettivo per la protezione della salute umana e della vegetazione											
	N. gg superamenti di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ della media massima di 8 h da non superare per più di 25 gg (media 3 anni)										AOT 40 <sup>1</sup> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$ ) 18000 media 5 anni	
Stazione	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	Anno	Media 3 anni	Anno	Media 5 anni
Parco Resistenza	0	0	5	9	9	11	3	0	37	50	23861	24173
Savignano	0	1	1	9	6	9	3	0	29	20	21690	19360
Sogliano	0	0	0	8	6	14	8	1	37	29	19070	19308

1 - Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb → valuta la qualità dell'aria tramite la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (= 40 ppb per l'Ozono) e 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  rilevate da maggio a luglio in orario 8-20.

Il D.Lgs. 155/2010, oltre agli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione, fissa:

- la soglia di informazione (media oraria > 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi della popolazione particolarmente sensibili, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;
- la soglia di allarme (media oraria > 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per tre ore consecutive): livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone l'adozione di provvedimenti immediati.

Come già indicato, l'ozono è un inquinante secondario che si forma a seguito di complesse reazioni fotochimiche (favorite dalla radiazione solare) a partire da inquinanti primari (o precursori) immessi direttamente in atmosfera, quali gli ossidi di azoto e i composti organici volatili; inoltre i massimi di concentrazione di ozono si raggiungono in aree rurali non direttamente esposte a sorgenti di ossidi di azoto.

Per questo motivo, le stazioni in cui misurare l'ozono sono le stazioni di fondo:

Finalità della misurazione	Tipo di stazione	Stazioni RRQA Forlì-Cesena
protezione della salute umana	Fondo Urbano	Resistenza
protezione della salute umana/ protezione della vegetazione	Fondo Sub Urbano Fondo Rurale	Savignano Sogliano

La formazione dell'ozono dipende anche dall'intensità della radiazione solare, pertanto l'andamento delle concentrazioni di ozono troposferico ha una spiccata stagionalità (le più significative si rilevano nel periodo primavera-estate come illustrato in Figura 4.4) ed un caratteristico andamento giornaliero, con il massimo di concentrazione in corrispondenza delle ore di maggiore insolazione (Figura 4.5).

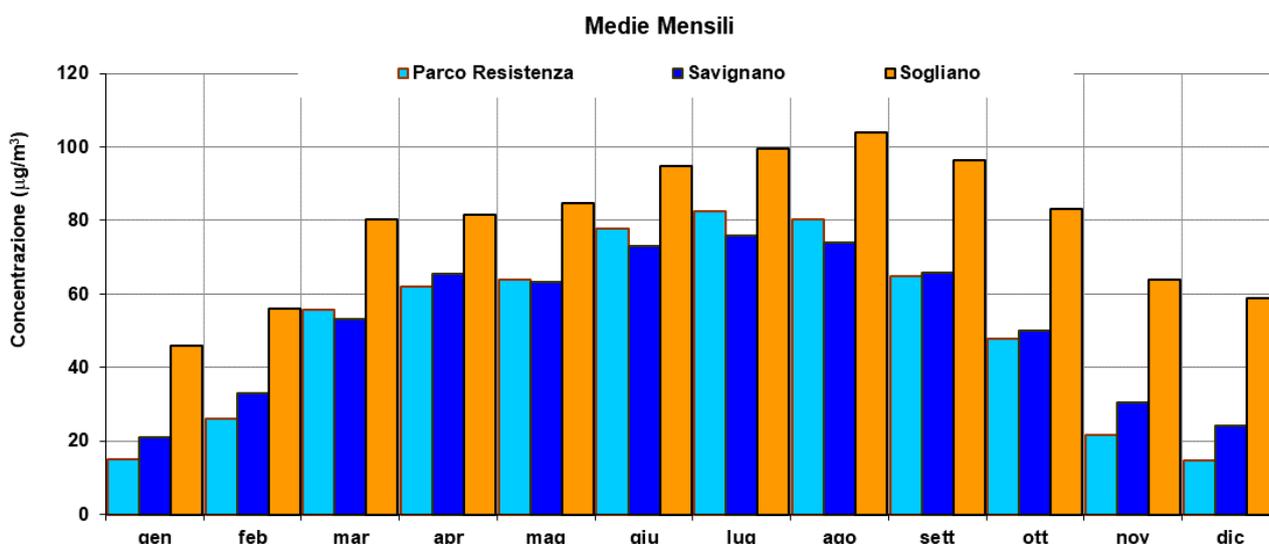
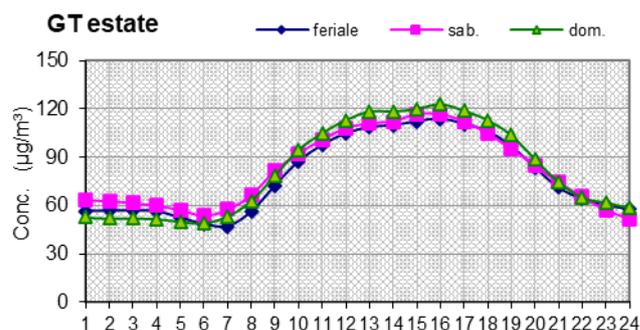
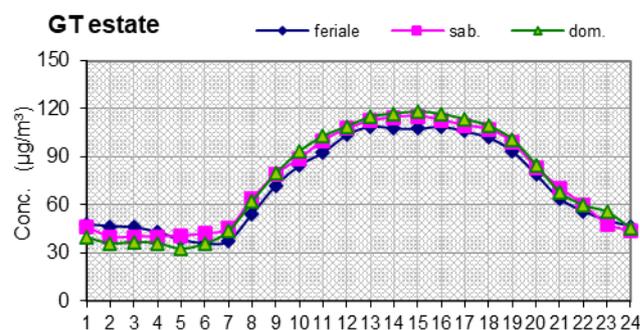


Figura 4.4 - Ozono - Concentrazioni medie mensili Stazioni di Fondo – anno 2023

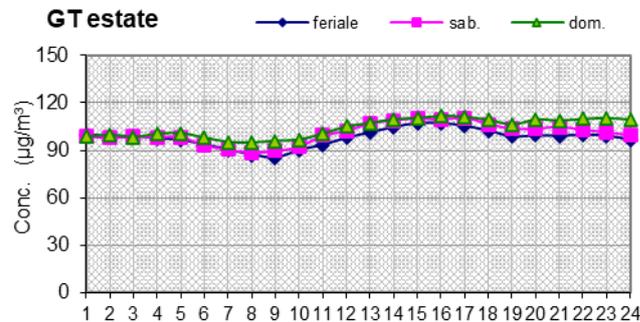
Gli andamenti giornalieri delle concentrazioni di ozono nelle stazioni di Pianura (Parco Resistenza e Savignano) sono molto simili: il minimo è tra le 6 e le 7 del mattino (quando l'ozono prodotto il giorno precedente è completamente diffuso) ed il massimo si riscontra nelle ore centrali del pomeriggio, quando è maggiore l'insolazione e quindi più intensa la formazione dell'inquinante. Diverso è l'andamento nella stazione appenninica (Sogliano), dove non si osserva un'oscillazione giornaliera marcata e le concentrazioni si mantengono su valori mediamente più alti, come tipicamente avviene per le stazioni in quota.



**Ozono - Parco Resistenza – Fondo Urbano (FU)**



**Ozono - Savignano – Fondo Suburbano (FSub-U)**



**Ozono - Sogliano – Fondo Rurale (F-Rur)**

**Figura 4.5 - Ozono: giorni tipici estivi – anno 2023**

Il valore obiettivo per la protezione della salute umana non è raggiunto nella stazione di Fondo urbano (Parco Resistenza) e in quella di Fondo rurale (Sogliano). In queste stazioni, infatti, negli ultimi 3 anni la media dei giorni in cui è avvenuto il superamento del valore di 120 µg/m<sup>3</sup> per la media mobile di 8 ore è superiore ai 25 consentiti dalla normativa. In particolare, la media del triennio dei giorni di superamento corrisponde a 50 per Parco Resistenza, 20 per Savignano e 29 per Sogliano. Prendendo in considerazione i soli superamenti del 2023 essi sono: 37 per Parco Resistenza, 29 per Savignano e 37 per Sogliano.

Il numero di giorni di superamento dei 120 µg/m<sup>3</sup> dal 2013 al 2023, in ogni singolo anno, è riportato in Figura 4.6. I dati mancanti sono dovuti al fatto che il numero di superamenti per quell'anno non è

stato calcolabile in quanto i dati disponibili sono risultati inferiori a quelli previsti dalla normativa (D.Lgs 155/2010).

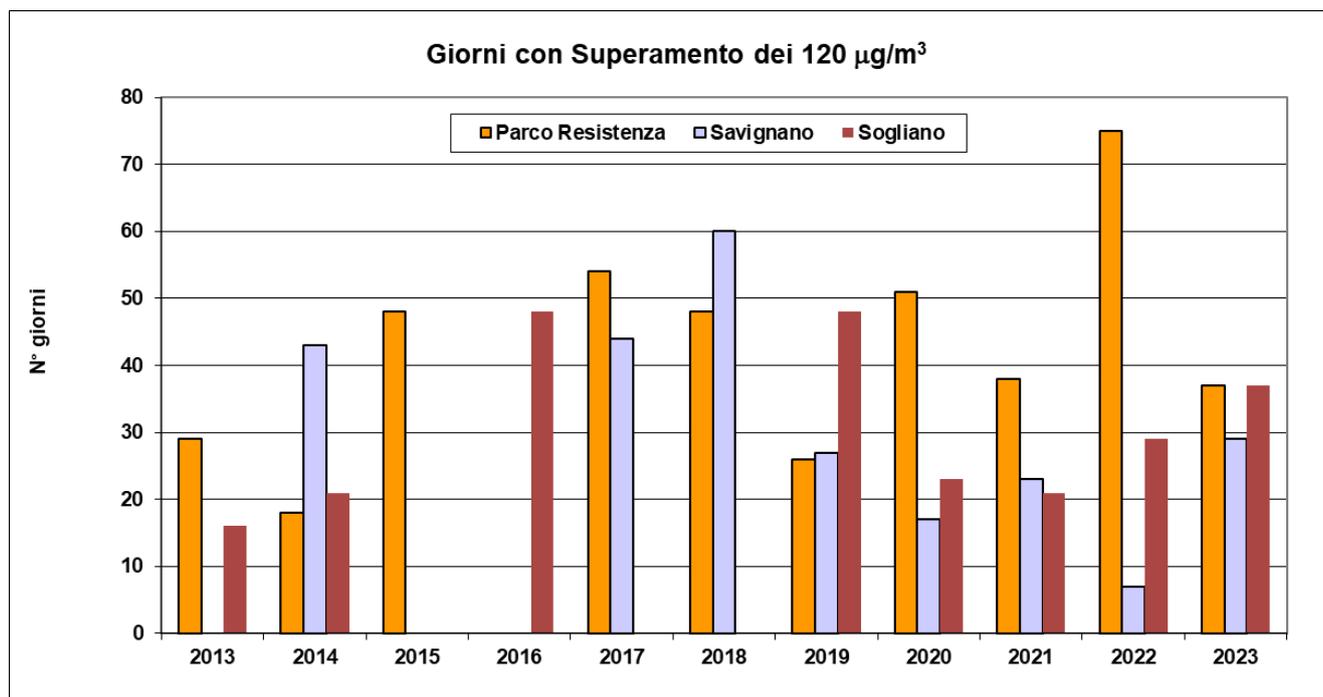


Figura 4.6 – Ozono - Giorni con superamento dei 120 µg/m³ - periodo 2013 - 2023

Infine, si riportano in Tabella 4.7 alcuni parametri statistici relativi all'ozono, calcolati nel periodo dal 2013 al 2023.

Tabella 4.7 - Andamento temporale dell'ozono dal 2013 al 2023 (concentrazioni espresse in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Stazione: Parco Resistenza**

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	41	42	45	43	52	48	43	51	51	54	51
50°Percentile	32	35	40	38	47	42	39	49	48	50	49
90°Percentile	92	95	97	95	107	104	89	106	100	113	103
95°Percentile	111	108	113	112	124	121	108	120	115	129	116
98°Percentile	131	123	133	131	144	136	126	136	131	140	129
Max orario $\mu\text{g}/\text{m}^3$	187	189	169	183	203	184	163	191	173	196	181
N° giorni sup 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	29	18	48	n.c.	54	48	26	51	38	75	37
N° giorni sup 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3	1	5	1	7	3	0	3	0	6	1
N° giorni sup 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	97	91	97	96	98	98	100	100	100	100	99

**Stazione: Savignano**

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	29	48	49	45	51	54	44	47	48	47	52
50°Percentile	25	42	43	38	45	49	36	42	42	40	47
90°Percentile	63	106	101	100	106	111	97	99	99	97	104
95°Percentile	70	120	117	118	119	125	112	112	110	107	115
98°Percentile	77	134	136	135	136	140	128	122	123	116	126
Max orario $\mu\text{g}/\text{m}^3$	98	185	186	184	202	196	175	156	158	164	180
N° giorni sup 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n.c.	43	n.c.	n.c.	44	60	27	17	23	7	29
N° giorni sup 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	2	7	1	3	2	0	0	0	0	0
N° giorni sup 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	79	98	92	96	98	96	97	99	96	99	100

**Stazione: Sogliano**

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	70	74	83	76	85	79	85	74	73	73	79
50°Percentile	69	75	79	73	83	79	84	74	73	72	78
90°Percentile	102	106	120	113	117	111	115	106	103	107	112
95°Percentile	111	115	133	125	127	120	125	114	111	117	121
98°Percentile	120	129	145	136	139	130	136	124	122	127	128
Max orario $\mu\text{g}/\text{m}^3$	185	169	180	182	187	164	178	164	152	158	175
N° giorni sup 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16	21	n.c.	48	n.c.	n.c.	48	23	21	29	37
N° giorni sup 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	0	5	1	4	0	0	0	0	0	0
N° giorni sup 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% dati validi	93	98	96	97	94	94	100	97	99	99	98

"n.c."= non calcolato in quanto i dati disponibili sono risultati inferiori a quelli previsti dalla normativa (D.Lgs. 155/2010).

Nota: il dato in rosso indica che in quell'anno non è stata raggiunta l'efficienza prevista dal D.Lgs 155/2010 per poter procedere all'elaborazione degli indicatori previsti.

### 4.3 Benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Il benzene è una sostanza che a temperatura ambiente e pressione atmosferica si presenta sotto forma di liquido volatile e incolore dal caratteristico odore pungente.

È il più comune e il più largamente utilizzato degli idrocarburi aromatici ed è impiegato come antidetonante nelle benzine. I veicoli a motore rappresentano infatti la principale fonte di emissione per questo inquinante che viene immesso nell'aria con i gas di scarico. Un'altra sorgente di benzene è rappresentata dalle emissioni di solventi prodotte da attività artigianali ed industriali come ad esempio: produzione di plastiche, resine, detersivi, vernici, collanti, inchiostri, adesivi, prodotti per la pulizia, ecc.

Oltre ad essere uno dei composti aromatici più utilizzati è anche uno dei più tossici, classificato dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) come cancerogeno di classe I per l'uomo.

#### Valutazione in sintesi

**Tabella 4.8 - Benzene: Sintesi valutazioni anno 2022 e trend decennale**

Indicatore	Copertura temporale	Stato attuale indicatore	Trend
Concentrazione media annuale di Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	2013 – 2023		

Nel 2023 le concentrazioni medie annue del benzene sono inferiori ai limiti normativi, con valori simili a quelli rilevati negli ultimi anni.

La situazione, in relazione al rispetto del limite di legge, non è critica ma, considerata l'accertata cancerogenicità del composto e le concentrazioni comunque significative che si possono registrare durante i mesi invernali, la valutazione dello stato dell'indicatore non può essere considerata del tutto positiva.

In Tabella 4.9 sono riassunti i parametri statistici relativi alle concentrazioni di benzene rilevate a Forlì mediante monitoraggio con strumentazione in continuo.

**Tabella 4.9 - Benzene: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa**

<b>Benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b> [L.Q. = 0,1 µg/m <sup>3</sup> ]				<b>Concentrazioni</b> in µg/m <sup>3</sup>				<b>Limite Normativo</b>
Stazione	Comune	Tipologia	Efficienza %	Minimo orario	Massimo orario	Max Media giornaliera	Max Media settimanale	5,0 µg/m <sup>3</sup>
								Media annuale
Roma	Forlì	Traffico	99	< 0,1	15,3	4,5	2,7	0,9

Per il benzene il limite per la protezione della salute umana, entrato in vigore il 1° gennaio 2010, è pari a 5,0 µg/m<sup>3</sup> come media annuale.

La concentrazione del benzene è inferiore al limite normativo, con un valore medio annuo pari a 0,9 µg/m<sup>3</sup>, in linea con quelli registrati negli anni precedenti.

In Figura 4.7 sono rappresentate le concentrazioni medie annuali a partire dal 2013: il valore limite, entrato in vigore nel 2010, è sempre stato rispettato e la concentrazione annuale è stabilmente inferiore a 1 µg/m<sup>3</sup> negli ultimi cinque anni.

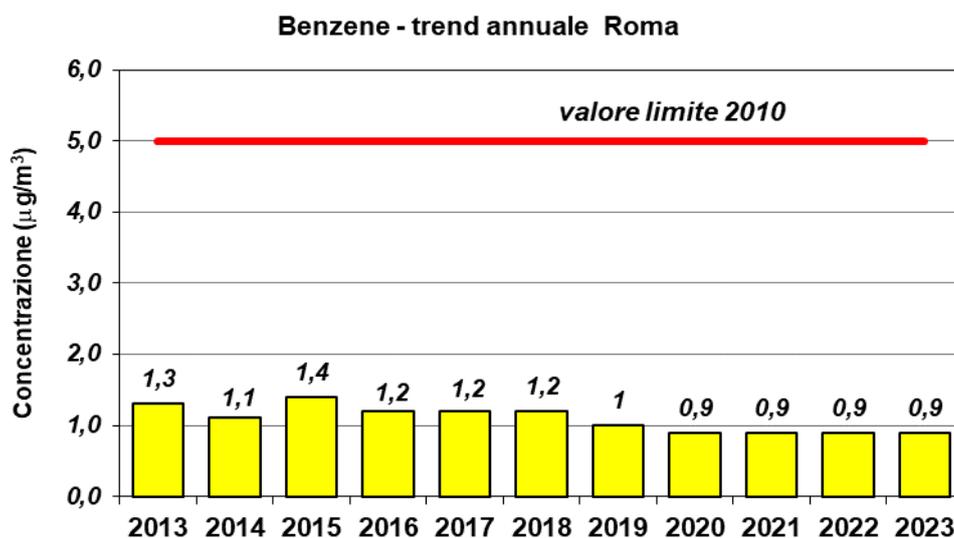


Figura 4.7 – Benzene: Confronto con i valori limite D.lgs. 155/10 – Anno 2023

Il grafico successivo (Figura 4.8) riporta le concentrazioni medie mensili: i valori più alti, si rilevano nella stagione invernale, periodo in cui anche gli altri inquinanti (ad esclusione dell'ozono) manifestano le concentrazioni più elevate.

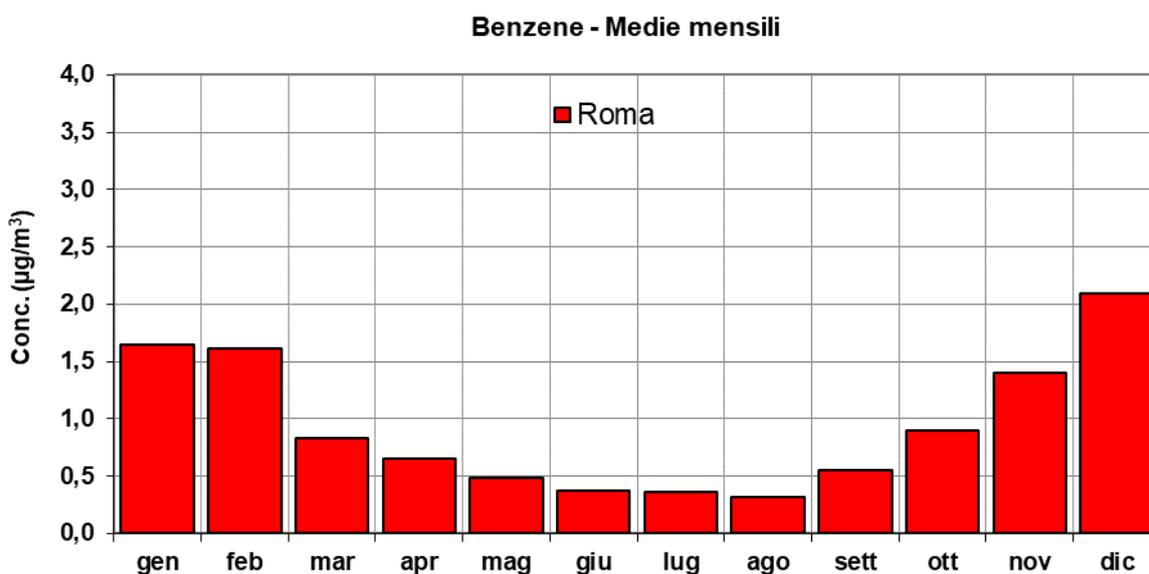


Figura 4.8 – Benzene: Concentrazioni medie mensili: Roma - Anno 2023

La Tabella 4.10 riporta alcuni parametri statistici delle concentrazioni di benzene a partire dal 2013. Si osserva, negli anni, una progressiva diminuzione della concentrazione e, ad oggi, il dato risulta stabile su valori contenuti. Tale riduzione è essenzialmente riconducibile alla limitazione del contenuto massimo di benzene e degli idrocarburi aromatici nelle benzine<sup>1</sup>.

Tabella 4.10 - Andamento temporale di Benzene dal 2013 al 2023 (concentrazioni espresse in µg/m<sup>3</sup>)

**Stazione: Roma**

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Media</b>	1,3	1,1	1,4	1,2	1,2	1,2	1	0,9	0,9	0,9	0,9
<b>50°Percentile</b>	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	0,9	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6
<b>90°Percentile</b>	2,6	2,4	2,9	2,6	2,6	2,4	2,1	2,0	1,9	2,0	2,0
<b>95°Percentile</b>	3,4	2,9	3,9	3,3	3,4	2,9	2,8	2,7	2,5	2,4	2,7
<b>98°Percentile</b>	4,4	3,7	5,2	4,3	4,6	3,6	3,6	3,6	3,2	3,1	3,7
<b>Max</b>	12,1	7,5	11,4	8,3	10,8	7,7	9,3	7,1	14,5	8,7	15,3
<b>N° giorni &gt; 5 µg/m<sup>3</sup></b>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>N° giorni &gt;10 µg/m<sup>3</sup></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% dati validi</b>	94	95	91	91	98	99	99	96	97	98	99

<sup>1</sup> Già la legge 413/97 fissava per il benzene e per gli aromatici limiti massimi in percentuale volumetrica (1% in vol per il benzene e 40% in vol per gli aromatici). Il Decreto Legislativo n.66/2005 (recepimento Direttiva 98/70/CE) prevedeva per le benzine i seguenti valori massimi:

- tenore di Piombo: 0.005 g/l,
- contenuto di benzene: 1 % vol;
- contenuto di zolfo: 150 mg/kg fino al 31/12/2004, poi dal 1/1/2005: 50 mg/kg;
- contenuto di aromatici: 42% vol. fino al 31/12/2004, poi dal 1/1/2005, il 35% vol.

Il D.Lgs. n.55/2011 (recepimento della direttiva 2009/30/CE) ha poi stabilito le *specifiche ecologiche* della benzina. Fra queste, i seguenti limiti:

Analisi degli idrocarburi: olefinici 18,0% (v/v) – aromatici 35,0% (v/v) - benzene) 1,0% (v/v)  
 Tenore di zolfo: 10,0 mg/kg Tenore di piombo: 0,005 g/l

## 4.4 Toluene (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>) e Xileni (C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>)

Il Toluene è un liquido volatile ed incolore dall'odore fruttato e pungente; è un idrocarburo aromatico principalmente utilizzato come sostituto del benzene, sia come reattivo che come solvente. Come solvente viene impiegato per sciogliere resine, grassi, oli, vernici, colle, coloranti e molti altri composti, E' contenuto anche nelle benzine,

Il termine Xileni si riferisce alla miscela di tre composti isomeri derivati dal benzene, chiamati rispettivamente orto-xilene, meta-xilene e para-xilene, le cui proprietà chimiche variano leggermente da isomero a isomero.

Gli Xileni si presentano a temperatura e pressione ambientale in forma di liquido incolore avente un odore lievemente dolce; sono anch'essi idrocarburi aromatici infiammabili e nocivi. Si trovano naturalmente nel petrolio e nel catrame: le industrie chimiche producono Xileni a partire dal petrolio ed sono utilizzati come solvente nella stampa, per la lavorazione delle gomme e del cuoio, come agente pulente per acciai, e come diluente per vernici. Il p-xilene viene usato anche nel confezionamento di alimenti. Si possono formare anche negli incendi boschivi.

### Valutazione in sintesi

Tabella 4.11 – Toluene e Xileni: Sintesi valutazione anno 2022 e trend decennale

Indicatore	Copertura temporale	Stato attuale indicatore	Trend
Concentrazione media annuale di Toluene (C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> ) e Xileni (C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> )	2013 – 2023		

La normativa nazionale non fissa valori limite di qualità dell'aria per Toluene e Xileni, mentre l'OMS indica dei valori guida, che corrispondono alle concentrazioni al di sopra delle quali si possono riscontrare effetti sulla salute della popolazione non esposta professionalmente, Toluene e Xileni vengono misurati nelle stesse stazioni in cui si effettua la misura del benzene quindi, nella stazione di Traffico urbano (Roma).

Nel 2023 i valori di Toluene e Xileni misurati in tutte le postazioni hanno concentrazioni massime ben al di sotto dei valori guida dell'OMS.

In modo analogo al benzene, a partire dal 2013 le concentrazioni di entrambi gli inquinanti sono progressivamente diminuite in tutte le stazioni.

Tabella 4.12 - Toluene e Xileni: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa

<b>Toluene C<sub>7</sub>H<sub>8</sub></b>				<b>Concentrazioni in µg/m<sup>3</sup></b>				<b>OMS</b>
Stazione	Comune	Tipologia	Efficienza%	Massimo orario	Max Media giornaliera	Max Media settimanale	Media annuale	260 µg/m <sup>3</sup>
								Media settimanale
Roma	Forlì	Traffico	99	129,4	17,3	5,9	3,0	5,9
<b>Xileni C<sub>8</sub>H<sub>10</sub></b>				<b>Concentrazioni in µg/m<sup>3</sup></b>				<b>OMS</b>
Stazione	Comune	Tipologia	Efficienza%	Massimo orario	Max Media giornaliera	Max Media settimanale	Media annuale	4800 µg/m <sup>3</sup>
								Media 24 ore
Roma	Forlì	Traffico	96	17,3	5,1	3,6	1,6	5,1

Relativamente allo Xilene, si misurano 3 isomeri: m-Xilene, p-Xilene e o-Xilene,

La Tabella 4.12 sintetizza le elaborazioni statistiche relative a tutti i campionamenti effettuati e la Figura 4.9 riporta le medie mensili.

Le concentrazioni massime rilevate in tutte le postazioni sono ben al di sotto dei valori guida dell'OMS (riportati in verde nell'ultima colonna in Tabella 4.12).

Toluene e Xileni presentano un andamento stagionale meno marcato rispetto al Benzene anche se, anche per questi inquinanti, le concentrazioni sono più alte in inverno e più contenute in estate.

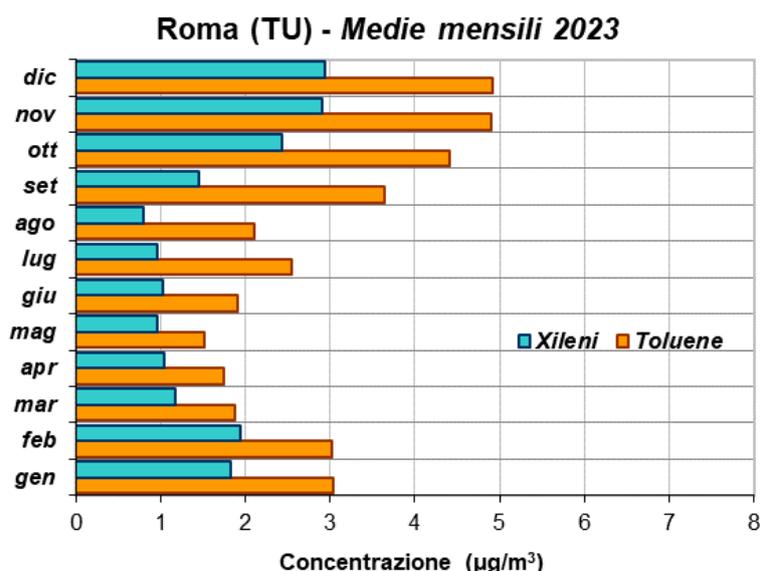


Figura 4.9 -Toluene e Xileni: concentrazioni medie mensili – anno 2023

In Tabella 4.13 sono riportati alcuni parametri statistici relativi a Toluene e Xileni per la serie storica dal 2013 al 2023.

Tabella 4.13 - Andamento temporale di Toluene e Xileni dal 2013 al 2023 (concentrazioni espresse in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Stazione: Roma**

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Toluene</b>											
<b>% dati validi</b>	94	95	91	91	98	99	99	96	97	98	99
<b>Media</b>	3,7	3,9	4,7	3,8	3,4	3,5	3,4	2,5	2,5	2,5	3,0
<b>Max orario</b>	40,3	33,3	48,1	27,6	32,4	38,4	31,3	32,4	45,2	25,6	129,4
<b>Xileni</b>											
<b>% dati validi</b>	94	95	91	91	98	99	99	96	97	98	96
<b>Media</b>	2,1	1,9	2,6	2,2	2,0	1,9	1,7	1,2	1,3	1,4	1,6
<b>Max orario</b>	25,6	19,4	29,1	20,6	27,9	18,1	24,0	17,6	30,9	16,5	17,3

## 4.5 Particolato PM10

Con il termine PM10 si intende l'insieme di particelle atmosferiche solide e liquide aventi diametro aerodinamico inferiore o uguale a 10 µm, In generale il particolato di queste dimensioni permane in atmosfera per lunghi periodi e può essere trasportato anche a distanza considerevole dal punto di emissione, Il PM10, che ha una natura chimica particolarmente complessa e variabile, è in grado di penetrare nell'apparato respiratorio umano e avere effetti negativi sulla salute.

Il particolato può essere emesso direttamente dalle sorgenti in atmosfera (primario) oppure formarsi in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie di inquinanti, come ad esempio gli ossidi di zolfo e di azoto, i composti organici volatili (COV) e l'ammoniaca (particolato secondario).

Il PM10 può essere emesso da sorgenti naturali: eruzioni vulcaniche, erosione dei venti sulle rocce, incendi boschivi, o da sorgenti antropiche: tra queste una delle più significative è il traffico veicolare.

Questo inquinante è oggetto di numerosi studi a livello internazionale per la valutazione dell'impatto sanitario, ricerche che hanno portato l'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) a affermare che «vi è una stretta, relazione quantitativa tra l'esposizione ad alte concentrazioni di particolato (PM10 e PM2.5) e un aumento della mortalità e morbilità, sia quotidiana sia nel tempo, [...] Il particolato fine ha effetti sulla salute, anche a concentrazioni molto basse, infatti non è stata identificata una soglia al di sotto della quale non si osservano danni alla salute». Pertanto, l'OMS, pur indicando dei valori guida (per il PM10: 15 µg/m<sup>3</sup> come media annuale e 45 µg/m<sup>3</sup> come media sulle 24 ore), pone l'obiettivo di raggiungere «le più basse concentrazioni di PM possibile».

### Valutazione in sintesi

Tabella 4.14 - PM10: Sintesi valutazione anno 2023 e trend

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione media annuale di particolato PM10	2018 – 2023		
Numero superamenti del limite giornaliero per particolato PM10	2018 – 2023		

Il PM10 viene misurato in tutte le stazioni della rete.

Nel 2023 il limite della media annuale del PM10 (40 µg/m<sup>3</sup>) e il limite giornaliero (media giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno) sono stati rispettati in tutte le stazioni della Provincia di Forlì-Cesena.

Il valore guida dell'OMS di 15 µg/m<sup>3</sup> come media annuale è stato superato in tutte le stazioni, tranne in quella di Sogliano (Fondo rurale), mentre il valore guida di 45 µg/m<sup>3</sup> come concentrazione sulle 24 ore è stato superato in tutte le stazioni.

La media annuale, già da diversi anni, si attesta attorno al valore di 20-25 µg/m<sup>3</sup>; tuttavia, il PM10 resta un inquinante critico sia per i diffusi superamenti del limite di breve periodo sia per gli importanti effetti che è stato dimostrato avere sulla salute.

Considerata la classificazione data a questo inquinante dallo IARC e le concentrazioni significative misurate, soprattutto in periodo invernale, la valutazione dello stato dell'indicatore non può essere considerata del tutto positiva, anche alla luce della nuova Direttiva sulla Qualità dell'Aria, al

momento in fase di approvazione, la quale fisserà limiti più stringenti rispetto a quelli attualmente in vigore.

Tabella 4.15 - PM10: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa

<b>PM10</b> [L.Q. = 3 µg/m <sup>3</sup> ]				<b>Concentrazioni in µg/m<sup>3</sup></b>		<b>Limiti Normativi</b>	
<i>Stazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Efficienza %</i>	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>	<i>40 µg/m<sup>3</sup></i> <i>Valore guida OMS: 15 µg/m<sup>3</sup></i>	<i>Max 35</i> <i>Valore guida OMS: 45 µg/m<sup>3</sup> da non superare mai</i>
						<i>Media anno</i>	<i>N° giorni Sup, 50µg/m<sup>3</sup></i>
<b>Franchini-Angeloni</b>	Cesena	Fondo Urbano	99	<3	76	23	11 (OMS 20)
<b>Parco Resistenza</b>	Forlì	Fondo Urbano	99	<3	73	21	7 (OMS 14)
<b>Roma</b>	Forlì	Traffico	100	3	79	23	14 (OMS 21)
<b>Savignano</b>	Savignano sul Rubicone	Fondo Suburbano	100	<3	77	23	21 (OMS 32)
<b>Sogliano</b>	Sogliano	Fondo Rurale	97	<3	51	12	1 (OMS 1)

Nel 2023, quindi, il limite della media annuale è stato rispettato in tutte le postazioni, così come il limite giornaliero (media giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno) (Tabella 4.15).

Le Figure 4.10 e 4.11 riportano l'andamento negli ultimi sei anni rispettivamente della media annuale e del numero di giorni con concentrazioni superiori a 50 µg/m<sup>3</sup>: nel 2023 la media annuale è in linea con quella degli anni precedenti, mentre il numero di superamenti è inferiore.

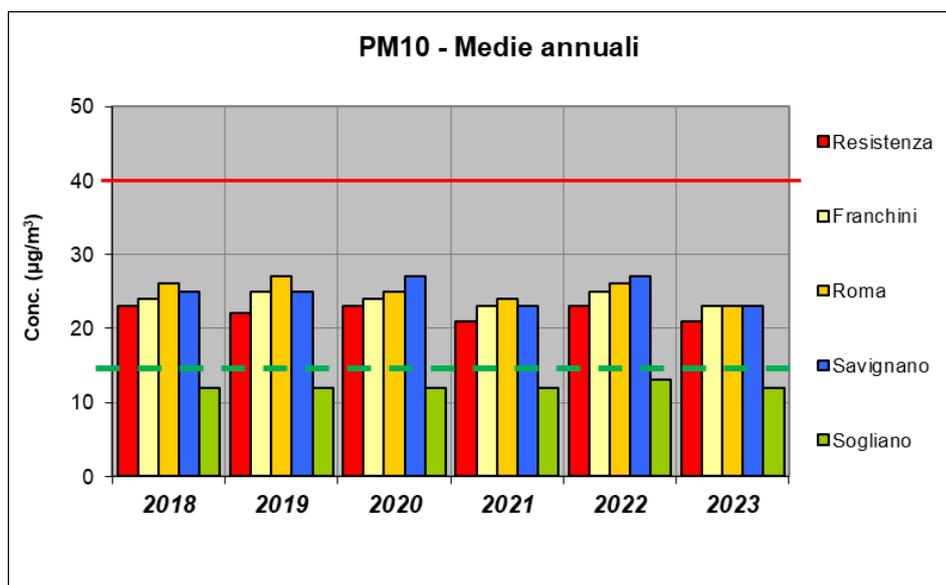


Figura 4.10 – PM10 medie annuali

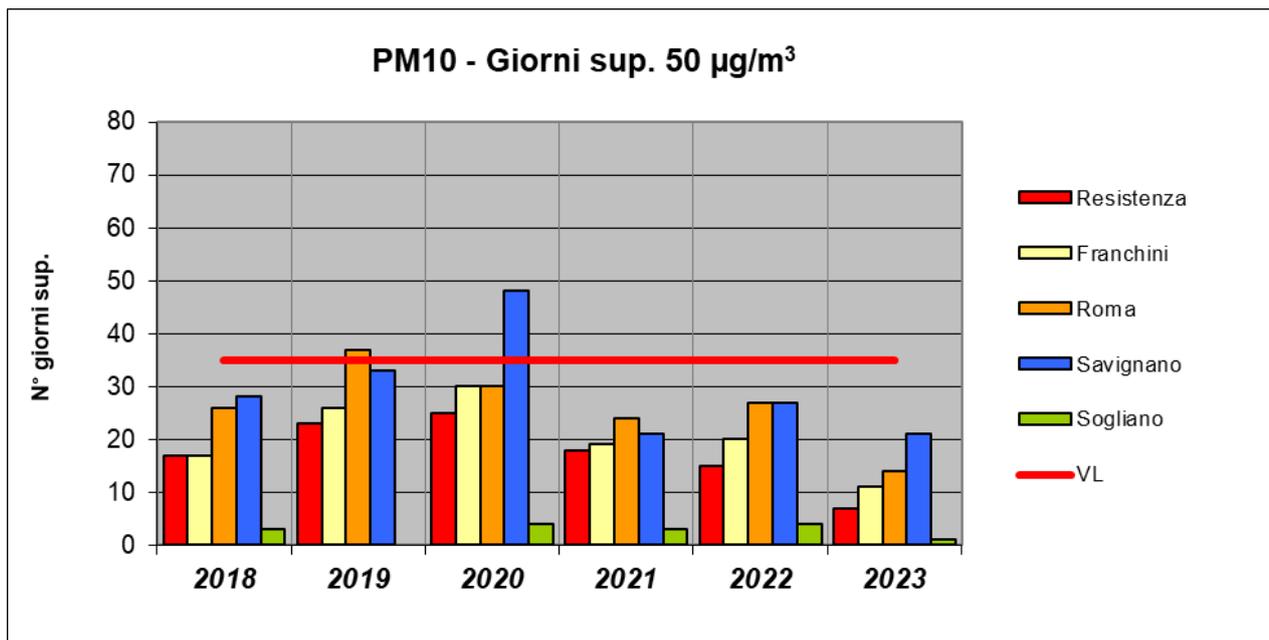


Figura 4.11 – PM10 giorni con superamento dei 50 µg/m³

Il grafico di Figura 4.12 (superamenti cumulati) consente di visualizzare fino a quale giorno dell'anno, nelle diverse stazioni, il limite di breve periodo è stato rispettato; nel 2023 il limite è stato sempre rispettato.

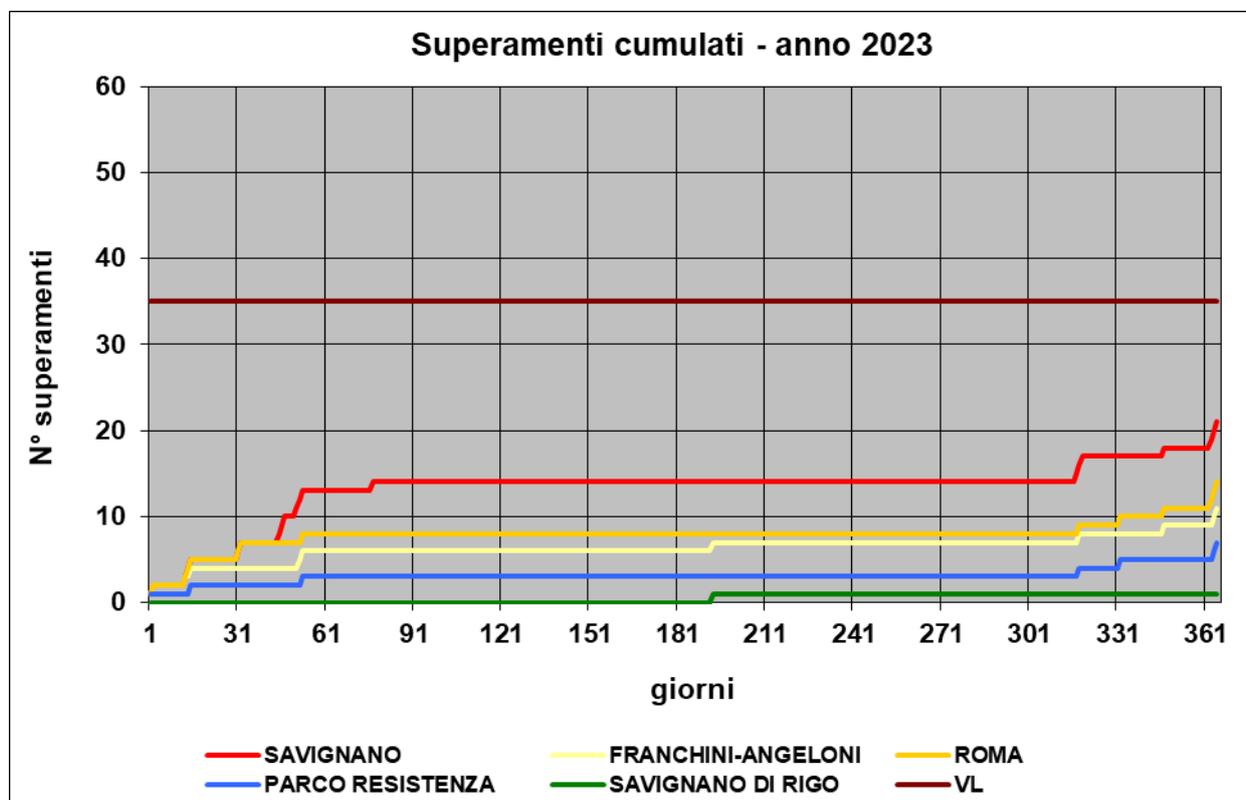


Figura 4.12 – PM10 Superamenti cumulati

Le medie mensili di PM10 (Figura 4.13), come prevedibile, sono più elevate nei mesi invernali. In generale le concentrazioni più basse sono state misurate a Sogliano (Fondo rurale).

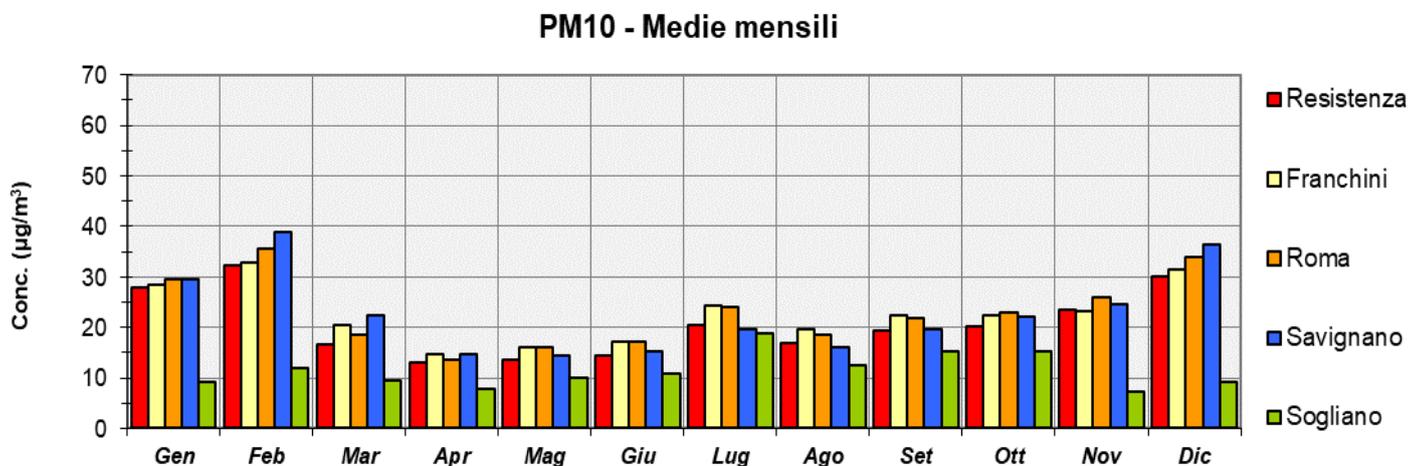


Figura 4.13 - PM10 medie mensili – Anno 2023

Infine, la Tabella 4.16 riporta alcuni parametri relativi al PM10, calcolati a partire dal 2018.

Tabella 4.16 – Andamento temporale PM10 dal 2018 al 2023 (dati giornalieri in µg/m<sup>3</sup>)

**Stazione: Franchini-Angeloni**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	24	25	24	23	25	23
50°Percentile	21	21	19	19	22	20
90°Percentile	41	44	46	42	44	36
95°Percentile	50	56	60	53	52	47
98°Percentile	58	71	80	60	60	56
Max	78	81	127	100	75	76
> 50 µg/m <sup>3</sup>	17	26	30	19	20	11
% dati validi	98	98	98	98	99	99

**Stazione: Parco Resistenza**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	23	22	23	21	23	21
50°Percentile	20	18	17	17	20	19
90°Percentile	42	43	44	38	43	34
95°Percentile	49	53	59	50	49	43
98°Percentile	57	65	74	61	57	50
Max	78	79	105	97	73	73
> 50 µg/m <sup>3</sup>	17	23	25	18	15	7
% dati validi	97	97	98	98	96	99

**Stazione: Roma**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	26	27	25	24	26	23
50°Percentile	22	22	20	20	23	20
90°Percentile	45	52	47	44	47	38
95°Percentile	56	60	63	50	55	46
98°Percentile	65	70	80	61	63	54
Max	94	87	105	104	80	79
> 50 µg/m <sup>3</sup>	26	37	30	24	27	14
% dati validi	98	98	98	99	98	100

**Stazione: Savignano**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	25	25	27	23	27	23
50°Percentile	21	21	19	19	24	19
90°Percentile	46	49	57	43	48	42
95°Percentile	54	62	71	55	56	52
98°Percentile	63	69	85	62	65	60
Max	82	86	133	105	79	77
> 50 µg/m <sup>3</sup>	28	33	48	21	27	21
% dati validi	99	97	95	91	98	100

**Stazione: Sogliano**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	12	12	12	12	13	12
50°Percentile	11	10	10	9	11	10
90°Percentile	22	22	21	21	24	21
95°Percentile	26	28	26	26	27	24
98°Percentile	32	36	35	36	35	29
Max	62	45	126	67	65	51
> 50 µg/m <sup>3</sup>	3	0	4	3	4	1
% dati validi	97	94	95	94	98	97

## 4.6 Particolato PM2.5

Con il termine particolato fine PM2.5, si intende l'insieme di particelle atmosferiche solide e liquide aventi diametro aerodinamico medio inferiore a 2,5 µm. In generale il particolato di queste dimensioni microscopiche e inalabili penetra in profondità attraverso l'apparato respiratorio, dai bronchi sino agli alveoli polmonari e riesce anche, attraverso la mucosa, ad arrivare al sangue.

Il particolato PM2.5 può essere di origine primaria, quando è emesso direttamente dalle sorgenti in atmosfera o secondario, quando si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altri composti, come ad esempio gli ossidi di zolfo e di azoto, i composti organici volatili (COV) e l'ammoniaca.

Il particolato fine può essere emesso da sorgenti naturali, ad esempio eruzioni vulcaniche, erosione del suolo, incendi boschivi e aerosol marino, o da sorgenti antropiche, tra le quali traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, combustibili liquidi, rifiuti, legno, rifiuti agricoli) e emissioni industriali (cementifici, fonderie).

Questo inquinante – come il PM10 - è oggetto di numerosi studi a livello internazionale per la valutazione dell'impatto sulla salute umana: queste ricerche hanno portato l'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) a affermare che «La maggior parte delle particelle che danneggiano la salute sono quelle con un diametro di 10 micron o meno, (PM10), che possono penetrare e depositarsi in profondità nei polmoni, L'esposizione cronica alle particelle contribuisce al rischio di sviluppare malattie cardiovascolari e respiratorie, nonché di cancro ai polmoni, [...] Vi è una stretta relazione quantitativa tra l'esposizione ad alte concentrazioni di particolato fine e un aumento della mortalità e morbilità, sia quotidiana sia nel tempo, [...] Il particolato fine ha effetti sulla salute anche a concentrazioni molto basse, infatti non è stata identificata una soglia al di sotto della quale non si osservano danni alla salute», Pertanto, l'OMS, pur indicando dei valori guida (per il PM2.5: 5 µg/m<sup>3</sup> come media annuale e 25 µg/m<sup>3</sup> come media sulle 24 ore), pone l'obiettivo di raggiungere «le più basse concentrazioni di PM possibile».

### Valutazione in sintesi

Tabella 4.17 – PM2.5: Sintesi valutazione anno 2023 e trend

<i>Indicatore</i>	<i>Copertura temporale</i>	<i>Stato attuale indicatore</i>	<i>Trend</i>
Concentrazione media annuale di Particolato fine (PM2.5)	2018– 2023		

Il PM2.5, data la sua origine prevalentemente secondaria, si misura nelle stazioni di Fondo.

Nel 2023 il valore limite della media annuale del PM2.5 (25 µg/m<sup>3</sup>) è stato rispettato in tutte le postazioni, così come il “limite indicativo” (20µg/m<sup>3</sup>): situazione da consolidare, e possibilmente migliorare, anche nei prossimi anni, considerato l'impatto che l'inquinante ha sulla salute.

I valori più elevati si sono registrati nella stazione di Savignano. La stagione più critica è sempre quella invernale, quando le concentrazioni di PM2.5 rappresentano oltre il 65% di quelle di PM10. Considerata la classificazione di questo inquinante da parte dell'OMS e le concentrazioni significative che si rilevano - se confrontate con i valori guida dell'OMS - la valutazione dello stato dell'indicatore – nonostante il rispetto del limite - non può essere considerata del tutto positiva, anche alla luce della nuova Direttiva sulla Qualità dell'Aria, al momento in fase di approvazione, la quale fisserà limiti più stringenti rispetto a quelli attualmente in vigore.

Tabella 4.18 - PM2.5: parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa

<b>PM2.5</b> [L.Q. = 3 µg/m <sup>3</sup> ]				<b>Concentrazioni in µg/m<sup>3</sup></b>		<b>Limite Normativo</b>	<b>Limite indicativo</b>
<b>Stazione</b>	<b>Comune</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Efficienza%</b>	<b>Minimo</b>	<b>Massimo</b>	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b> <i>Valore guida OMS: 5 µg/m<sup>3</sup></i>	<b>20 µg/m<sup>3</sup></b>
						<b>Media anno</b>	<b>Media anno</b>
<b>Parco Resistenza</b>	Forlì	Fondo Urbano	99	<3	62	13	13
<b>Savignano</b>	Savignano sul Rubicone	Fondo Suburbano	94	<3	63	14	14

Nelle stazioni della Rete regionale di Forlì-Cesena il PM2.5 viene monitorato nelle centraline di Fondo Urbano (Parco Resistenza), Fondo Suburbano (Savignano).

Il D.Lgs. 155/2010, relativamente al PM 2.5, contempla due Fasi:

- Fase 1: a partire dal 1/1/ 2015, il valore limite della media annuale del PM2.5 è 25 µg/m<sup>3</sup>;
- Fase 2: dal 1/1/2020, doveva essere raggiunto un “Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell’articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m<sup>3</sup> e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull’ambiente, la fattibilità tecnica e l’esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri”. Tale decreto ad oggi, non è stato emanato e pertanto il valore di 20 µg/m<sup>3</sup> viene di seguito riportato come “limite indicativo”.

Nel 2023, nella rete di Forlì-Cesena, in tutte le stazioni è rispettato sia il valore limite della media annuale (25 µg/m<sup>3</sup>), sia il “limite indicativo” (20 µg/m<sup>3</sup>).

Non è invece rispettato in nessuna postazione il valore guida dell’OMS, più restrittivo (5 µg/m<sup>3</sup>) (Tabella 4.18).

Di seguito si riporta il grafico con le medie mensili (Figura 4.14): solo nei mesi estivi (aprile-settembre) le concentrazioni nelle stazioni di fondo sono inferiori a 10 µg/m<sup>3</sup>.

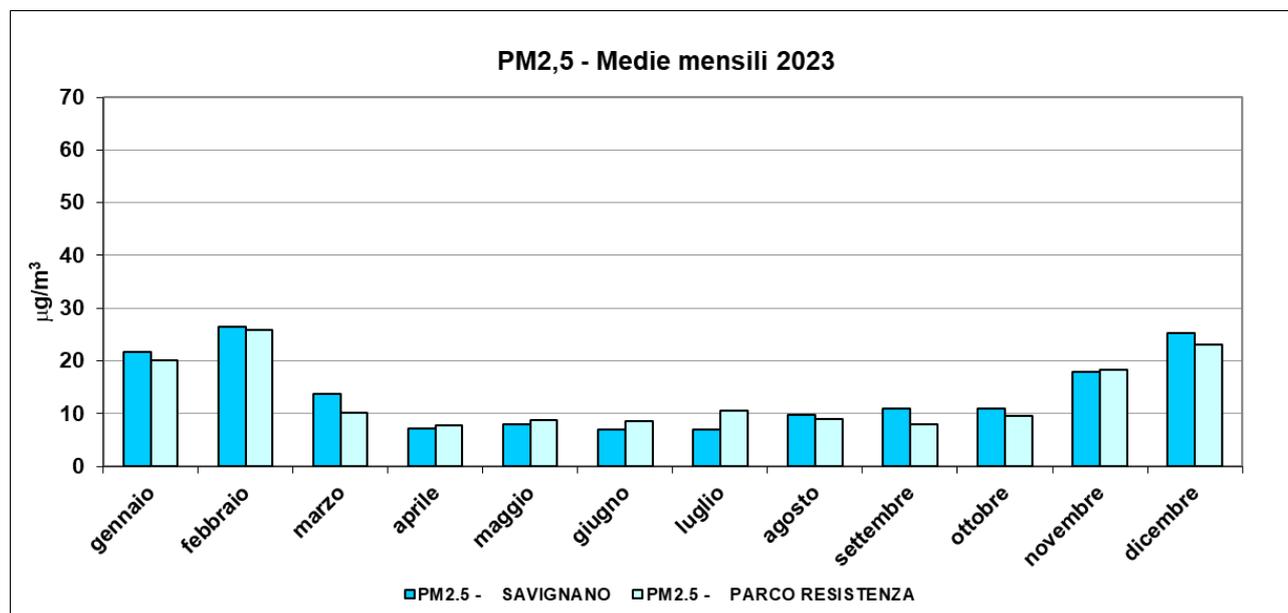


Figura 4.14 - PM2.5: medie mensili 2023

In Figura 4.15a sono riportate le medie annuali rilevate dal 2018 nelle stazioni provinciali della RRQA, messe a confronto con il limite previsto dalla normativa ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  – linea rossa), il valore indicativo della fase 2 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  – linea nera) e il valore guida dell'OMS ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - linea verde).

Negli ultimi sei anni, nessuna stazione ha superato né il limite normativo né quello indicativo, mentre il valore guida dell'OMS continua ad essere superato abbondantemente in tutte le postazioni.

Indicativo, anche se non costituisce un limite di legge, è il numero di superamenti della media giornaliera raccomandata dall'OMS-AQG. Fino al 2020 tale valore guida era fissato a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mentre dal 2021 è stato ristretto a  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, da tale anno il numero di superamenti è maggiore rispetto agli anni precedenti (Figura 4.15b).

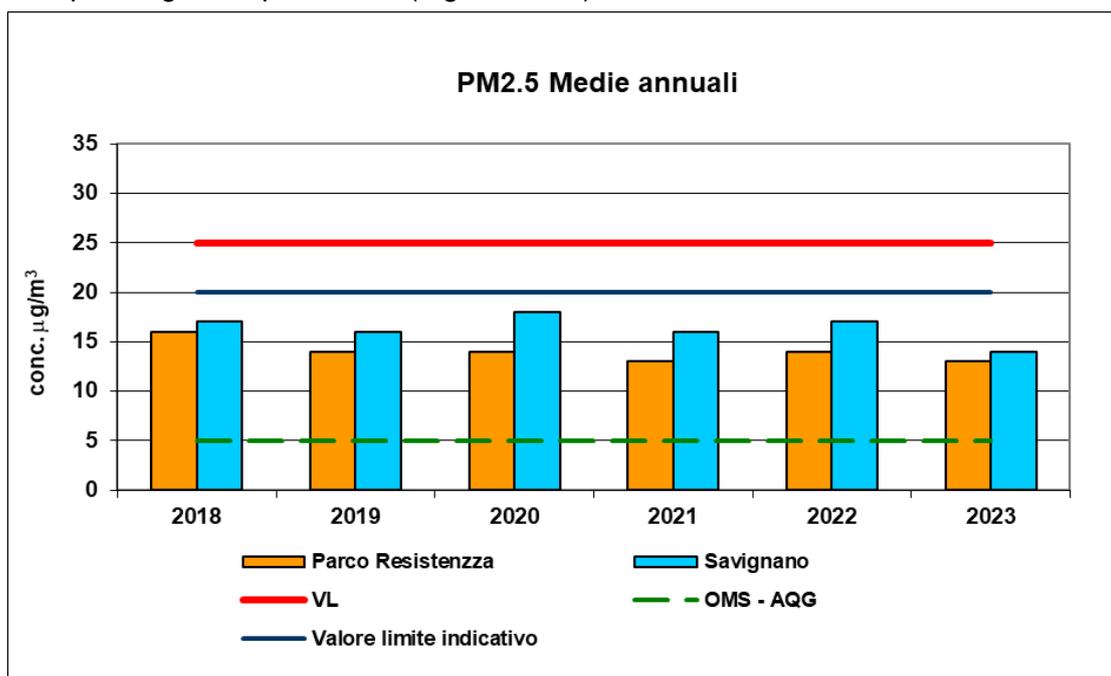


Figura 4.15a - PM2.5: medie annuali nell'intervallo 2018 – 2023

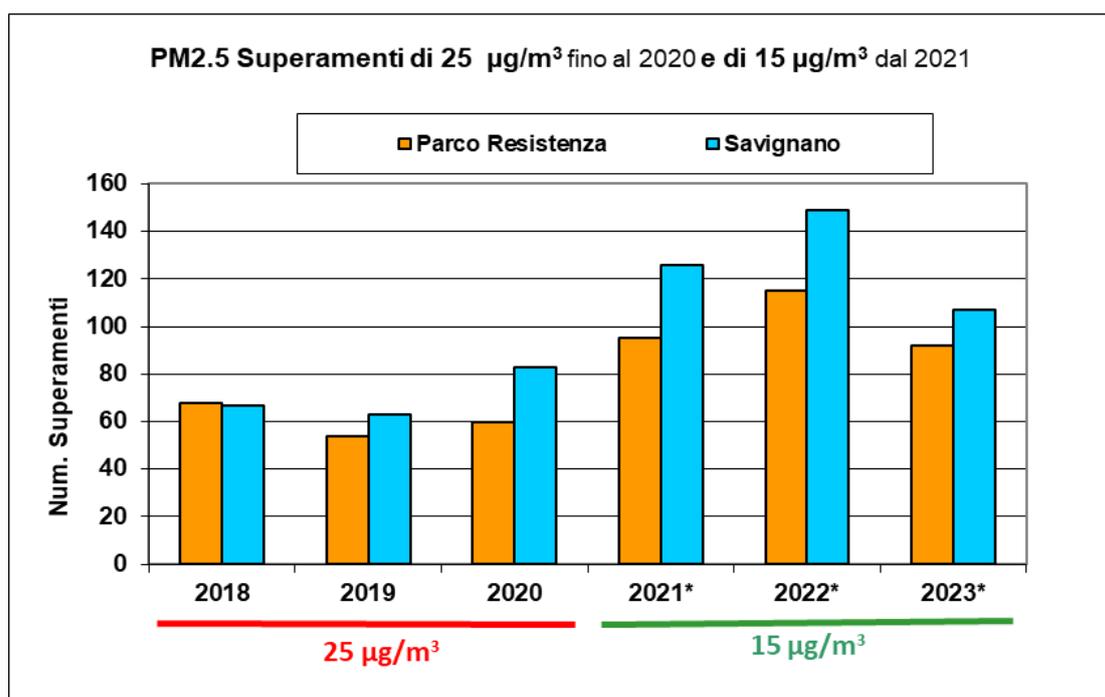


Figura 4.15b - PM2.5: N° superamenti della media giornaliera di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nell'intervallo 2018 – 2020 e di  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dal 2021

Nelle stazioni di Parco Resistenza e Savignano sono presenti due strumenti per la misurazione di particolato PM10 e PM2.5; per ogni stazione è stata calcolata, e riportata in grafico, la media mensile del rapporto percentuale giornaliero delle concentrazioni delle due frazioni granulometriche, PM2.5/PM10 (Figura 4.16).

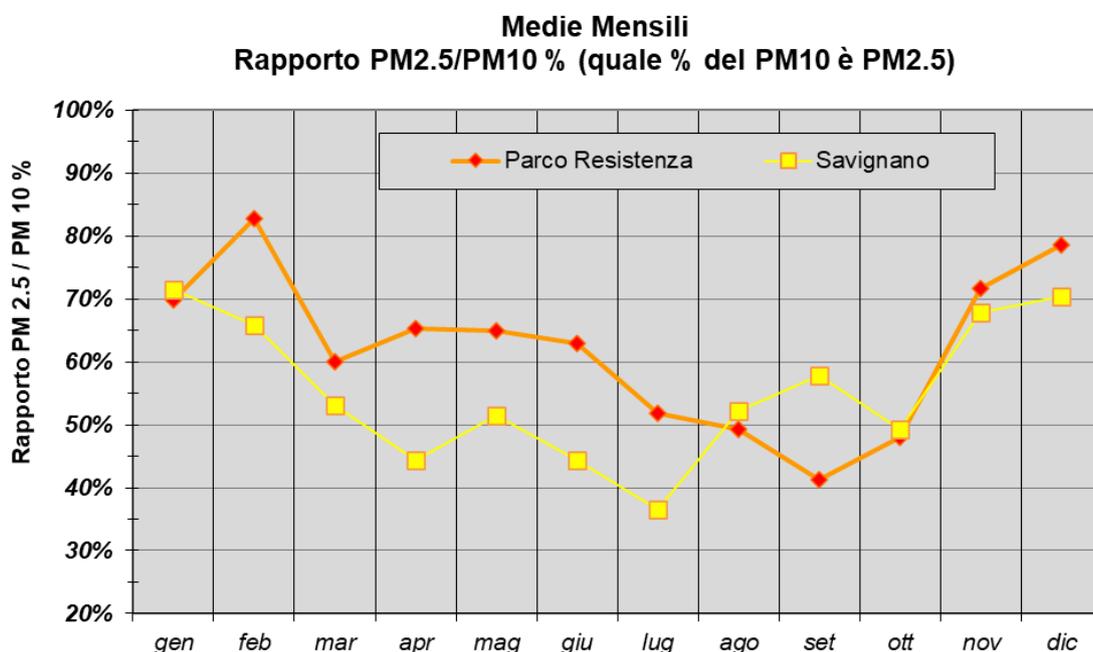


Figura 4.16 – Rapporto PM2.5/PM10: medie mensili 2023 (quale % del PM10 è PM2.5) – Anno 2023

Dagli andamenti del rapporto si osserva una spiccata stagionalità: la quota di particolato fine (PM 2.5) è maggiore nei mesi invernali quando occasionalmente arriva a superare anche il 70%.

Il PM10 è generato, per una quota significativa, per azione meccanica mentre il particolato più fine (PM2.5) deriva prevalentemente dalla combustione e/o è di origine secondaria, cioè, è prodotto in atmosfera a partire da precursori gassosi quali ossidi di azoto (nitrati), ossidi di zolfo (solfati), ammoniaca, composti organici volatili.

La maggior quota di particolato PM2.5 durante i mesi invernali può, quindi, essere in relazione con:

- l'aumento delle emissioni primarie derivanti dai processi di combustione (traffico, riscaldamento), quantitativamente più rilevanti in questo periodo dell'anno;
- l'incremento della componente secondaria legata ad una maggiore presenza di precursori in atmosfera.

Infine, la Tabella 4.19 riporta alcuni parametri statistici relativi al PM2.5, calcolati a partire dal 2018.

Tabella 4.19 - Andamento temporale PM2.5 dal 2018 al 2023 (dati giornalieri in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Stazione: Parco Resistenza**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	16	14	14	13	14	13
50°Percentile	12	10	9	9	10	10
90°Percentile	34	33	33	27	30	27
95°Percentile	41	40	42	34	37	34
98°Percentile	51	50	53	45	44	46
Max	78	63	79	76	54	62
> 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2018-2020)	68	54	60	-	-	-
> 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2021)	-	-	-	95	115	92
% dati validi	97	99	98	98	99	99

**Stazione: Savignano**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Media	17	16	18	16	17	14
50°Percentile	12	11	10	12	12	10
90°Percentile	37	38	45	35	35	29
95°Percentile	45	46	53	42	39	38
98°Percentile	50	53	66	53	48	47
Max	70	61	94	79	62	63
> 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2018-2020)	67	63	83	-	-	-
> 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2021)	-	-	-	126	149	107
% dati validi	90	96	97	98	98	94

## 5 - CONCLUSIONI

Si riporta di seguito una descrizione sintetica dell'andamento dei principali inquinanti per l'anno 2023 in relazione al rispetto o meno dei limiti normativi.

### Biossido di Azoto NO<sub>2</sub>

Il biossido di Azoto viene misurato in tutte le stazioni della Rete di Forlì-Cesena.

Il valore limite orario (200 µg/m<sup>3</sup>) e della media annuale (40 µg/m<sup>3</sup>), nel 2023, sono rispettati in tutte le stazioni.

Analizzando il trend storico di questo inquinante possiamo affermare che la media annuale, già da diversi anni, si mantiene inferiore al valore di 20 µg/m<sup>3</sup> per le stazioni di fondo urbano e suburbano, quindi, al di sotto del limite di legge (40 µg/m<sup>3</sup>). Per la stazione di traffico di viale Roma la media annuale per il 2023 è stata pari a 25 µg/m<sup>3</sup>, di poco superiore alla metà del limite normativo ed è il valore più alto della media annuale per il 2023 è pari a 25 µg/m<sup>3</sup>, di poco superiore alla metà del limite normativo, e dal 2018 si mantiene stabilmente inferiore a 30 µg/m<sup>3</sup> anche in questo caso con un seppur lieve trend in diminuzione. In questa stazione si è registrato il massimo orario più alto pari a 139 µg/m<sup>3</sup>.

Il valore dell'OMS (10 µg/m<sup>3</sup>) è stato rispettato solo nella stazione di Fondo Rurale (Sogliano) che presenta valori più bassi, rispetto alle stazioni urbane e suburbane.

È importante mantenere alta l'attenzione su questo inquinante, sia perché l'NO<sub>x</sub> è uno dei precursori del particolato secondario e del O<sub>3</sub>, sia per le criticità ancora riscontrate a livello regionale, in particolar modo, nelle concentrazioni medie annuali.

### Ozono O<sub>3</sub>

L'ozono viene misurato nelle stazioni di Fondo Urbano, Suburbano e Rurale, dove è previsto che le concentrazioni siano più elevate, in virtù dell'origine esclusivamente secondaria di questo inquinante.

I valori misurati nel corso dell'anno 2023 confermano il persistere di una situazione critica per questo inquinante, con superamenti dei valori obiettivo per la protezione della salute umana (superamento della media massima giornaliera su 8h di 120 µg/m<sup>3</sup> per più di 25 giorni, calcolata come media degli ultimi tre anni) e della soglia di informazione (concentrazione oraria di 180 µg/m<sup>3</sup>).

La soglia di allarme (concentrazione oraria di 240 µg/m<sup>3</sup> da non superare per più di tre ore consecutive) non è stata superata in alcuna stazione.

Il superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana, per il 2023, è stato rilevato nella stazione di Fondo Urbano (Parco Resistenza) e in quella di Fondo Suburbano (Savignano); la soglia di informazione è stata superata una volta nella stazione di Parco Resistenza.

La situazione di criticità, diffusa in tutta la Regione, è riconducibile all'origine fotochimica e alla natura esclusivamente secondaria di questo inquinante, caratteristiche che rendono la riduzione delle concentrazioni di ozono più complessa rispetto a quella di altri inquinanti primari. Infatti, spesso i precursori dell'ozono sono prodotti anche a distanze notevoli rispetto al punto in cui vengono misurate le concentrazioni maggiori di questo inquinante, e questo rende decisamente più difficile intervenire e pianificare azioni di risanamento/mitigazione.

## Benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Il benzene è classificato dalla IARC come cancerogeno di classe 1, all'interno della Rete di Forlì-Cesena viene misurato nella stazione da Traffico (Roma).

La concentrazione media annua del benzene è inferiore al limite normativo (limite per la protezione della salute umana pari a 5,0 µg/m<sup>3</sup>), con un valore pari a 0,9 µg/m<sup>3</sup>, in linea con quelli registrati negli anni precedenti; la concentrazione annuale è, infatti, stabilmente inferiore a 1 µg/m<sup>3</sup> oramai da diversi anni.

## Particolato PM10

Il PM10 viene misurato in tutte le stazioni della Rete di Forlì-Cesena.

Nel 2023 il limite della media annuale del PM10 (40 µg/m<sup>3</sup>) e il limite giornaliero (media giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno) sono stati rispettati in tutte le stazioni della Rete.

Il valore guida dell'OMS di 15 µg/m<sup>3</sup> come media annuale è stato superato in tutte le stazioni, tranne in quella di Sogliano (Fondo Rurale), mentre il valore guida di 45 µg/m<sup>3</sup> come concentrazione massima sulle 24 ore è stato superato in tutte le stazioni.

Analizzando l'andamento di questo inquinante nel corso degli ultimi sei anni relativamente alla media annuale e al numero di giorni con concentrazioni superiori a 50 µg/m<sup>3</sup> si osserva che, nel 2023, la media annuale delle stazioni della Rete è in linea con quella degli anni precedenti, mentre il numero di superamenti rilevati è diminuito; tuttavia, il PM10 resta un inquinante critico, soprattutto in periodo invernale, sia per i diffusi superamenti del limite di breve periodo sia per gli importanti effetti che è stato dimostrato avere sulla salute umana. Sono sempre più frequenti, infatti, episodi di superamenti protratti del valore limite giornaliero (50 µg/m<sup>3</sup>), dovuti a condizioni meteorologiche favorevoli all'aumento delle concentrazioni degli inquinanti, quali quelli occorsi nei primi mesi del 2023.

## Particolato PM2.5

Il PM2.5, data la sua origine prevalentemente secondaria, si misura nelle stazioni di Fondo; le stazioni della Rete di Forlì-Cesena dove viene misurato sono "Parco Resistenza" (Fondo Urbano) e "Savignano" (Fondo Suburbano).

Nel 2023 il valore limite della media annuale del PM2.5 (25 µg/m<sup>3</sup>) è stato rispettato in tutte le postazioni, così come il "limite indicativo" (20 µg/m<sup>3</sup>).

La stagione più critica per il PM2.5 è sempre quella invernale, infatti, solo nei mesi estivi (aprile-settembre) le concentrazioni di PM2.5 nelle stazioni di fondo sono inferiori a 10 µg/m<sup>3</sup>

In nessuna postazione c'è il rispetto del valore guida dell'OMS-AQG, molto più restrittivo (5 µg/m<sup>3</sup> come media annuale) pertanto, considerata anche la classificazione di questo inquinante da parte dell'OMS, possiamo affermare che il PM2.5 resta un inquinante critico per il nostro territorio.