

**REPORT ANNUALE DEI DATI DI QUALITÀ
DELL'ARIA RILEVATI DALLE STAZIONI DI
MONITORAGGIO DELL'AEROPORTO
G. MARCONI BOLOGNA**

ANNO 2024

A cura di: APAM - Servizio sistemi Ambientali

Responsabile SSA: Stefania Ganz

SOMMARIO

INTRODUZIONE	3
LE STAZIONI DI MONITORAGGIO	3
INQUINANTI E MODALITÀ DI MONITORAGGIO	6
RIFERIMENTI E LIMITI NORMATIVI	8
ANALISI DEI DATI	9
MATERIALE PARTICOLATO (PM10)	9
MATERIALE PARTICOLATO (PM2.5)	13
BIOSSIDO D'AZOTO (NO2)	16
BENZENE (C6H6)	20
OZONO (O3)	24
METEOROLOGIA LOCALE	30
VENTILAZIONE	30
TEMPERATURA-UMIDITÀ-PRESSIONE	35
TRAFFICO AEROPORTUALE E INQUINANTI	37
EFFICIENZA DELLA STRUMENTAZIONE	42
SINTESI FINALE	44

INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riporta i dati di qualità dell'aria per l'anno 2024 e il relativo confronto con i dati delle annualità precedenti, monitorati presso le due postazioni di misura allestite dalla Società Aeroporto Marconi di Bologna Spa, di seguito indicate come Postazione A o brevemente Lippo e Postazione B o brevemente Agucchi. Le suddette postazioni sono affidate ad Arpae - Area di Prevenzione Ambientale Metropolitana per quanto concerne la gestione delle apparecchiature e la valutazione dei dati, nel quadro di un'apposita convenzione.

Il monitoraggio, tramite le due stazioni, si pone l'obiettivo di valutare la qualità dell'aria nell'intorno dell'aeroporto di Bologna, con particolare riguardo alle aree abitate situate nelle immediate vicinanze, al fine di studiare l'impatto delle sorgenti aeroportuali (fisse e mobili), e individuare le opportune azioni correttive laddove emergano situazioni di criticità. Ciò presuppone la necessità non solo di misurare la concentrazione degli inquinanti con l'ausilio di adeguata strumentazione ma anche di confrontare i dati registrati con quelli delle stazioni di monitoraggio urbane della rete regionale di monitoraggio qualità dell'Aria (RRQA).

LE STAZIONI DI MONITORAGGIO

La localizzazione delle postazioni di misura è stata stabilita tenendo conto dei requisiti previsti dal DLgs 155/2010, nonché delle finalità del piano di monitoraggio, con particolare riguardo all'esigenza di monitorare l'impatto ambientale nelle aree abitate limitrofe l'aeroporto.

La postazione A è stata installata nell'immediata adiacenza del sedime aeroportuale in prossimità degli edifici residenziali di Lippo di Calderara, a fianco della pista di atterraggio e decollo (Figura 1)



Figura 1 –Ubicazione stazione di Lippo di Calderara

La postazione B è stata installata nell'ambito territoriale del quartiere Navile nell'area del centro sportivo Pizzoli in via Agucchi a Bologna, lungo la direttrice di movimento degli aeromobili in decollo e atterraggio (Figura 2)



Figura 2 –Ubicazione stazione di Via Agucchi

I dati relativi agli inquinanti monitorati dalle due postazioni sono stati confrontati con quelli registrati dalle stazioni di monitoraggio urbane della Rete Regionale di monitoraggio Qualità dell'Aria (RRQA) di Porta San Felice (stazione urbana da traffico), Giardini Margherita (stazione di fondo urbano) e Via Chiarini (stazione di fondo suburbano), tutte e tre collocate all'interno del territorio del Comune di Bologna. (Figura 3)



Figura 3 –Ubicazione stazioni per la rilevazione della qualità dell'aria

Stazione n°	Ubicazione	Proprietà stazione
1	Lippo di Calderara	Aeroporto di Bologna
2	Via Agucchi, Bologna	Aeroporto di Bologna
3	Porta San Felice	RRQA stazione urbana da traffico
4	Via Chiarini	RRQA stazione di fondo suburbano
5	Giardini Margherita	RRQA stazione di fondo urbano

Tabella 1 – Legenda ubicazione stazioni

INQUINANTI E MODALITÀ DI MONITORAGGIO

Gli inquinanti monitorati dalle due stazioni di Lippo e Agucchi sono:

- PM10 - Polveri inalabili con diametro aerodinamico $< 10 \mu\text{m}$
- PM2.5 - Polveri respirabili con diametro aerodinamico $< 2.5 \mu\text{m}$
- NO₂ - Biossido di azoto
- C₆H₆ - Benzene
- O₃ - Ozono (nella sola stazione di Lippo)

Entrambe le stazioni sono dotate di sensori meteorologici per la misura di:

direzione e velocità del vento, temperatura, pressione atmosferica e umidità relativa.

Per quanto concerne gli ossidi di azoto, l'ozono, il benzene ed i parametri meteorologici sono stati misurati valori medi orari; le modalità di campionamento del particolato (PM10 e PM2.5) prevedono invece la misura della concentrazione media giornaliera su 24 ore.

Le elaborazioni vengono effettuate considerando sempre l'ora solare.

Occorre precisare che nelle elaborazioni si riporta il dato (orario o giornaliero) riferito ai valori di visualizzazione indipendentemente dal relativo Limite di Quantificazione della strumentazione (di seguito LDQ, definito come il più basso valore misurabile statisticamente distinguibile da zero). Tale limite viene comunque rappresentato all'occorrenza nei grafici.

La tabella seguente riporta i LDQ attualmente utilizzati dall'Agenzia, per gli inquinanti misurati dalla tipologia di strumentazione utilizzata.

Inquinante	LDQ
PMx	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NOx	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
C ₆ H ₆	0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 2 – Limiti di quantificazione strumentali

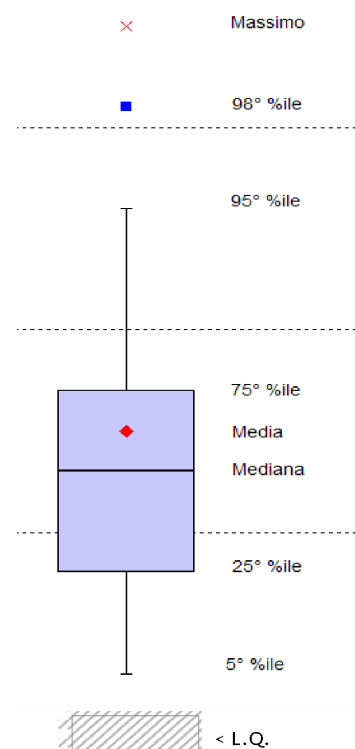
Conformemente a quanto indicato dal D.Lgs. 155/2010, si richiede una copertura minima annuale di dati pari al 90% per ogni parametro misurato (Allegato I del D.Lgs. 155/2010). Tuttavia nell'elaborazione mensile e annuale sono stati presentati, in quanto ritenuti sufficientemente rappresentativi, i valori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

Una media oraria, nell'arco della giornata, potrebbe inoltre risultare mancante per l'esecuzione del necessario controllo automatico di taratura, programmato sistematicamente durante le ore notturne.

Per ogni inquinante monitorato sono riportati:

- una tabella introduttiva relativa agli indicatori statistici dell'anno per ciascuna stazione di misura (elaborati sui valori orari per i gas e sui valori medi giornalieri per il particolato);
- il relativo box-plot che costituisce una descrizione sintetica della distribuzione dei dati.

(Il box-plot fornisce indicazioni sulle caratteristiche salienti della distribuzione dei dati, in particolare per quanto riguarda la simmetria della sua forma. Facendo riferimento alla figura a fianco, la linea interna alla scatola rappresenta la mediana della distribuzione; le linee estreme rappresentano il 25° ed il 75°percentile. Le linee che si allungano dai bordi della scatola (baffi) individuano gli intervalli fino ai valori, rispettivamente, del 5° e 95° percentile. Inoltre vengono evidenziati i punti relativi al valor medio, al 98° percentile e al valore massimo registrato);



- gli andamenti delle medie mensili mediante specifici grafici.
- Per gli inquinanti quali NO_2 , O_3 , C_6H_6 sono mostrati i grafici inerenti agli andamenti dei giorni tipo, con particolare attenzione alle differenze stagionali. Il giorno tipo rappresenta il profilo giornaliero della concentrazione di un inquinante in un determinato periodo, annuale o stagionale e ha lo scopo di evidenziare i comportamenti ricorrenti; si ottiene mediando i valori di concentrazione rilevati alla medesima ora nel periodo considerato.
- I superamenti dei valori limite sono evidenziati nelle rispettive tabelle.

RIFERIMENTI E LIMITI NORMATIVI

- Direttiva 2008/50/CE
- D.Lgs 13/08/2010 n°155 ss.mm.ii.
- Accordo Territoriale per il polo funzionale Aeroporto
- Decreto di VIA relativo all'aggiornamento Masterplan 2016-2030
- DGR 1402/2012

Per quanto riguarda il D.Lgs 13/08/2010 n°155, di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei limiti normativi per gli inquinanti monitorati.

Inquinante	Descrizione	Elaborazione	Soglia	Superamenti consentiti
PM10	Valore limite giornaliero	Media giornaliera	50 µg/m ³	35 volte in un anno
	Valore limite su base annuale	Media annuale	40 µg/m ³	-
PM2.5	Valore limite su base annuale	Media giornaliera	25 µg/m ³	-
NO₂	Valore limite orario	Valore massimo orario	200 µg/m ³	18 volte in un anno
	Valore limite su base annuale	Media annuale	40 µg/m ³	-
	Soglia di allarme	Se rilevata su 3 ore consecutive	400 µg/m ³	-
C₆H₆	Valore limite su base annuale	Media giornaliera	5 µg/m ³	-
O₃	Soglia di informazione	Media oraria	180 µg/m ³	-
	Soglia di allarme	Media oraria	240 µg/m ³	-
	Valore obiettivo	Massima delle medie mobili su 8 ore	120 µg/m ³	25 volte come media in 3 anni

Tabella 3 – Limiti di riferimento per gli inquinanti monitorati (D.Lgs 155/2010)

È necessario precisare che, per le stazioni di Lippo e Agucchi, i limiti posti dalla normativa vigente sono da considerarsi solo come indici rappresentativi della criticità della zona oggetto di indagine, in quanto, ai fini della verifica del rispetto di tali limiti, devono essere esclusivamente analizzati i dati rilevati dalla Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria, di cui queste due stazioni non fanno parte.

ANALISI DEI DATI

MATERIALE PARTICOLATO (PM10)

Il termine PM10 identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 10 μm ¹. Il particolato è l'inquinante atmosferico che provoca i maggiori danni alla salute umana in Europa. Le particelle PM10 penetrano in profondità nel nostro apparato respiratorio. Il loro effetto sulla nostra salute e sull'ambiente dipende dalla loro composizione. Alcune particelle vengono emesse direttamente nell'atmosfera, ma buona parte di esse si forma come risultato di reazioni chimiche che coinvolgono i gas precursori (anidride solforosa, ossidi di azoto, ammoniaca e composti organici volatili). I gas precursori sono emessi dal traffico veicolare, dall'agricoltura, dall'industria e dal riscaldamento domestico.

Gran parte delle particelle emesse direttamente deriva dalle attività umane, principalmente dalla combustione di combustibili fossili e biomasse.

PM10 anno 2024 – Concentrazioni in $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
Stazioni	Minimo	50° %ile	Media	90° %ile	95° %ile	98° %ile	Massimo
LIPPO	< 3	17	21	38	50	63	101
AGUCCHI	< 3	18	23	41	53	69	106

Tabella 4 – PM10: Parametri statistici - anno 2024

La valutazione delle concentrazioni estesa all'intero anno (Tabella 4) mostra che anche nel 2024 le medie annuali ottenute sono inferiori al valore limite annuale di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutti i siti di misura.

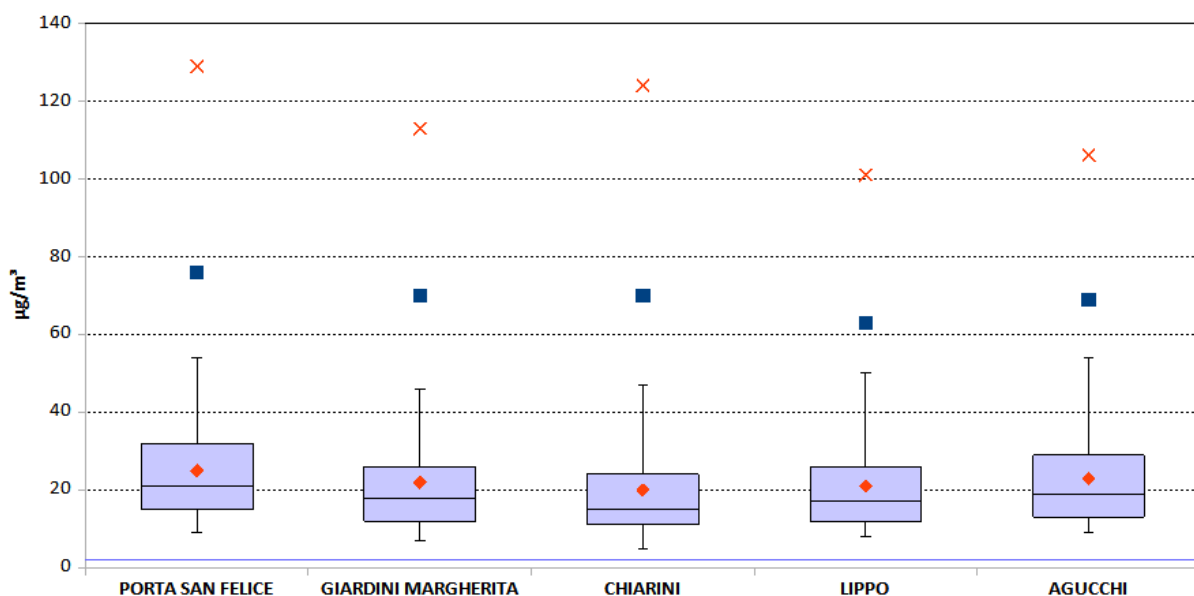


Figura 4 – PM10: Box-Plot parametri statistici - anno 2024

¹ 1 μm = 1 millesimo di millimetro

Dal box plot di Figura 4, che mette a confronto le distribuzioni annuali delle due centraline dell'aeroporto con quelle delle stazioni urbane della RRQA, emerge come le stazioni di Lippo e Agucchi abbiano valori del 98° percentile e massimo inferiori rispetto a tutte le stazioni urbane della RRQA. Per gli altri parametri statistici i valori di Lippo e Agucchi sono superiori rispetto alle due stazioni di fondo, Chiarini e Giardini Margherita, ma restano inferiori a quelli di Porta San Felice.

Le medie mensili presentano un andamento stagionale caratteristico per questo inquinante comune a tutte le stazioni, con concentrazioni più elevate nel periodo autunno-inverno.

Tra le due centraline dell'aeroporto si riscontra una sostanziale similarità tra gli andamenti di concentrazione (Tabella 5), con piccoli scostamenti tra le medie mensili (Figura 5). Nel confronto con le stazioni della RRQA, si può notare come i valori medi mensili risultino sistematicamente inferiori a quelli registrati a Porta San Felice e talvolta più bassi anche rispetto alle centraline di fondo urbano.

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – medie mensili anno 2024												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
LIPPO	32	32	19	15	12	15	16	17	17	19	36	25
AGUCCHI	34	36	20	17	14	17	17	17	17	20	37	28



Percentuale dati validi <90%

Tabella 5 – PM10: Concentrazioni medie mensili - anno 2024

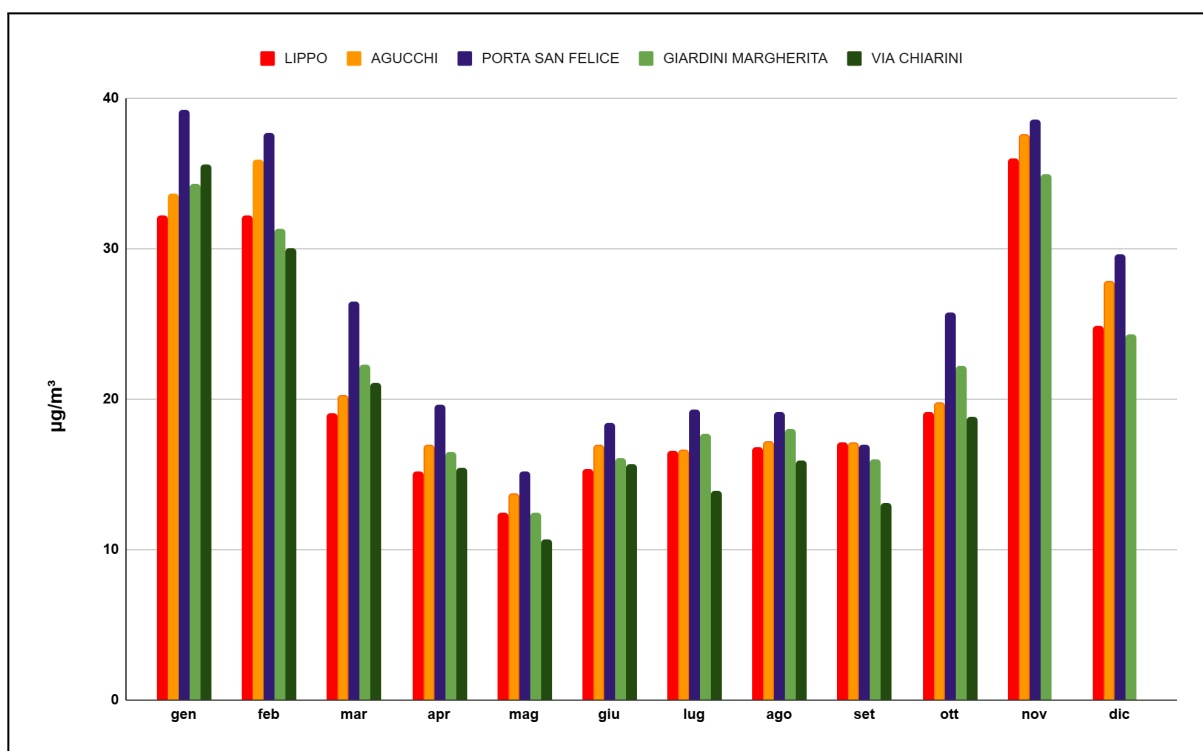


Figura 5 – PM10: Concentrazioni medie mensili - anno 2024

Per quanto riguarda il PM10, è stata fatta un'analisi più approfondita in merito ai superamenti del valore limite posto dalla normativa per la media giornaliera.

Nel grafico seguente (Figura 6) si riportano gli andamenti dei dati giornalieri di PM10 acquisiti nel 2024 presso le due stazioni in esame (la linea rossa continua indica il limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Si evidenzia un periodo più critico per il particolato tra gennaio e fine febbraio, un ulteriore periodo critico nel mese di novembre e due picchi anomali, uno in aprile ed uno in giugno, dovuti a contributi al PM10 di origine sahariana. Si osserva, altresì, come i valori tra le due stazioni siano sostanzialmente sovrapponibili.

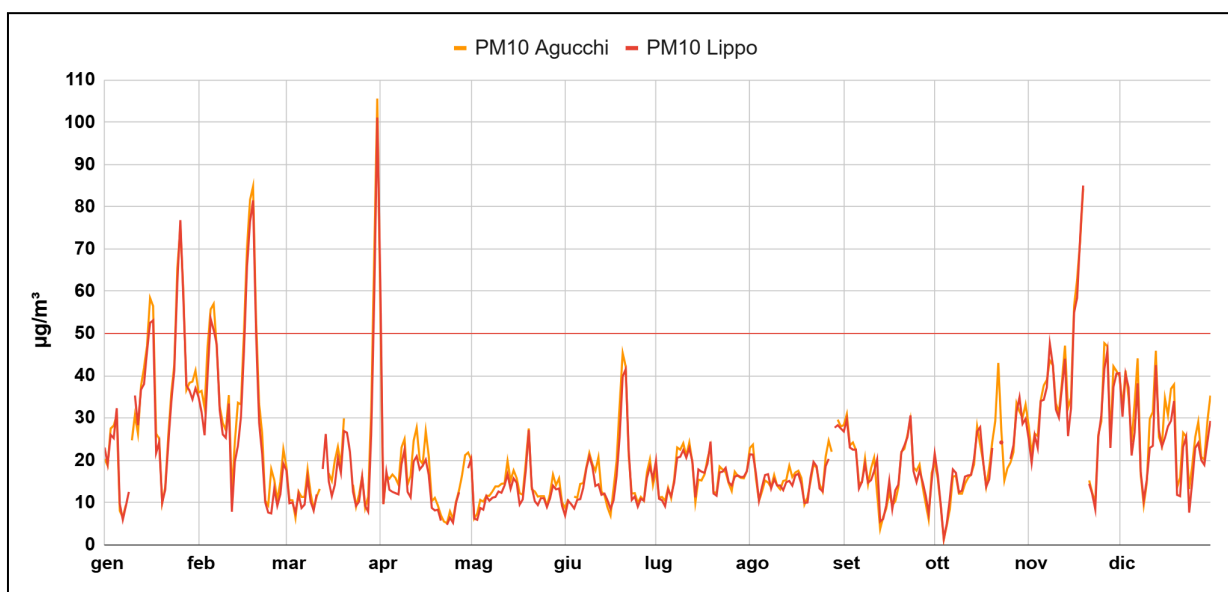


Figura 6 – PM10: Concentrazioni medie giornaliere - anno 2024

Il numero dei giorni di superamento del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nell'anno 2024 è riportato in Tabella 6: per entrambe le stazioni di monitoraggio esso risulta molto inferiore al limite di 35 giorni consentiti dalla normativa. La quasi totalità dei superamenti si è verificata tra gennaio, febbraio e novembre. Ad aprile si è registrato un giorno di superamento per il contributo transfrontaliero sopracitato.

PM10 anno 2024 – numero giorni di superamento del valore limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2024
LIPPO	5	5	2	1	0	0	0	0	0	0	4	0	17
AGUCCHI	5	6	2	1	0	0	0	0	0	0	4	0	18

Tabella 6 – PM10: Numero superamenti per mese valore limite giornaliero - anno 2024

A seguire vengono riportati gli istogrammi di confronto con gli anni precedenti per le concentrazioni medie annuali e il numero di superamenti del valore limite giornaliero per le due stazioni di Lippo e Agucchi (Figura 7 e Figura 8).

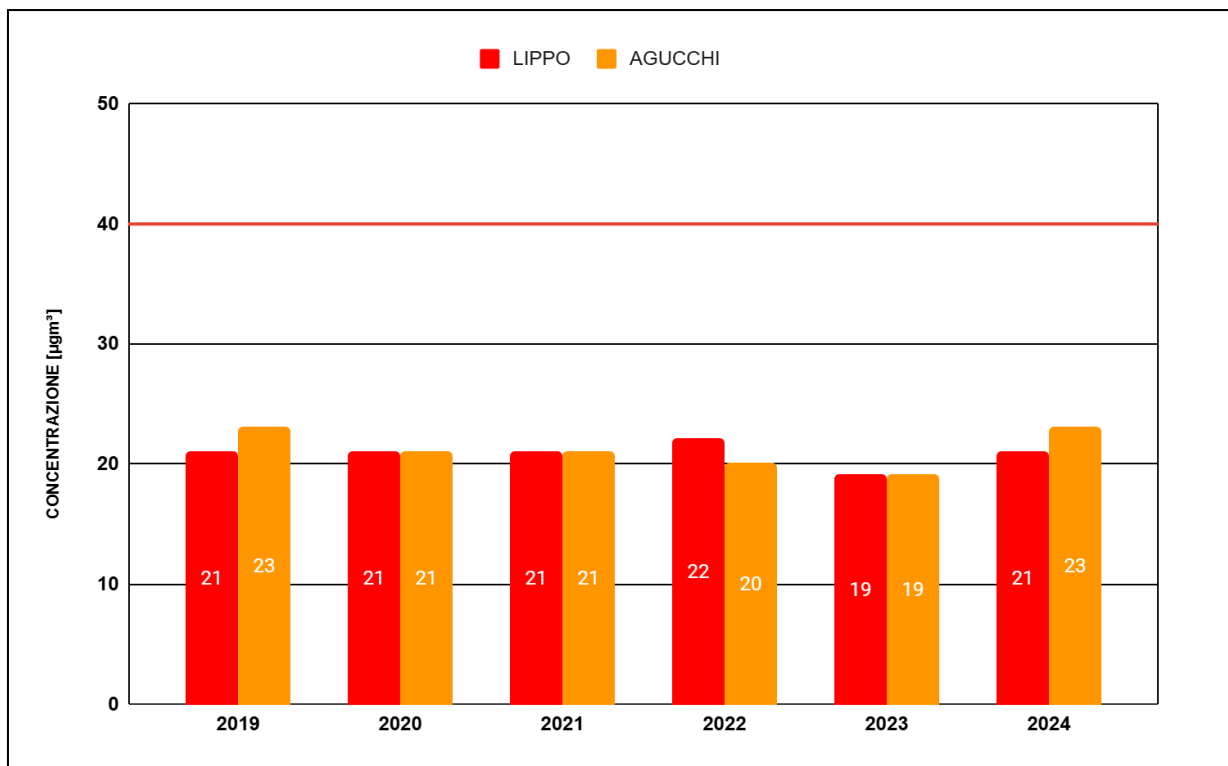


Figura 7 – PM10: medie annuali, confronto anni 2019-2024

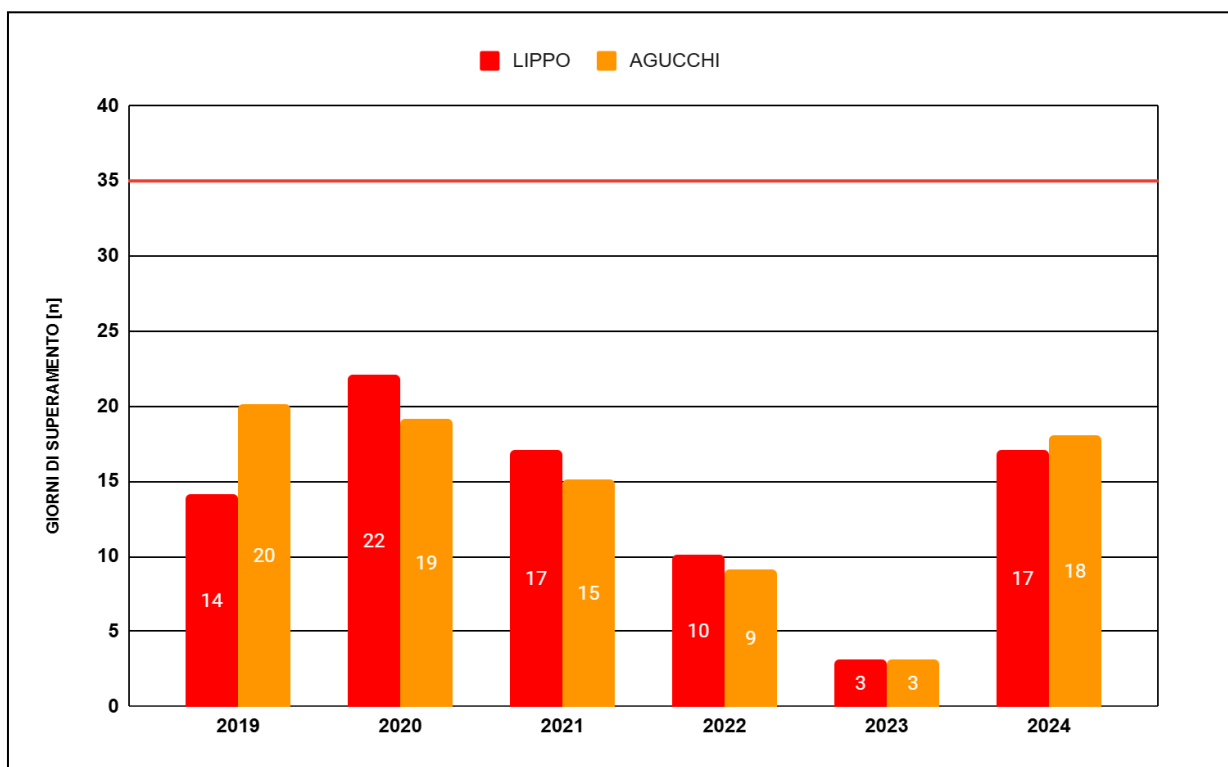


Figura 8 – PM10: numero superamenti del limite giornaliero, confronto anni 2019-2024

Per il 2024 i dati del particolato PM10 mostrano un lieve incremento dei valori di concentrazione media rispetto all'anno precedente, mentre il numero di superamenti complessivi torna a crescere ai livelli del 2021.

MATERIALE PARTICOLATO (PM2.5)

Il termine PM2.5 identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 2,5 μm . L'inquinamento da particolato fine è composto da particelle solide e liquide così piccole che penetrano in profondità nei nostri polmoni per poi passare al flusso sanguigno.

Le concentrazioni medie annue nel 2024 sono risultate inferiori al valore limite di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in entrambe le postazioni.

PM2.5 anno 2024 – Concentrazioni in $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
Stazioni	Minimo	50° %ile	Media	90° %ile	95° %ile	98° %ile	Massimo
LIPPO	< 3	10	13	27	34	47	67
AGUCCHI	< 3	10	14	29	38	49	71

Tabella 7 – PM2.5: Parametri statistici - anno 2024

In Figura 9 il box plot mostra, per le stazioni dell'aeroporto a confronto con le stazioni urbane della RRQA, distribuzioni dei dati molto simili tra loro, coerenti con le caratteristiche chimico-fisiche del PM2.5.

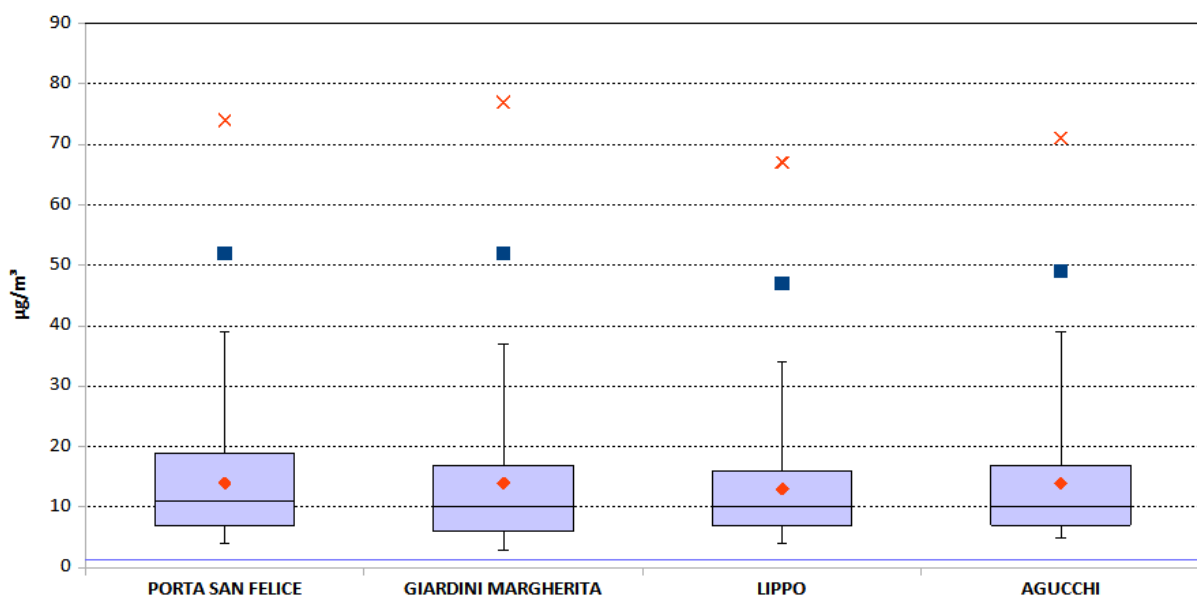


Figura 9 – PM2.5: Box-Plot parametri statistici - anno 2024

In Tabella 8 e in Figura 10 vengono raccolte le medie mensili dei valori di concentrazione del particolato PM2.5 per l'anno 2024. Anche la frazione respirabile del particolato presenta un andamento stagionale analogo a quello del PM10, con concentrazioni maggiori nel periodo autunno-inverno.

PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – medie mensili anno 2024												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
LIPPO	21	21	11	7	7	8	9	10	10	10	27	19
AGUCCHI	26	26	11	9	7	8	9	9	9	10	25	19

xx Percentuale dati validi <90%

Tabella 8 – PM2.5: Concentrazioni medie mensili - anno 2024

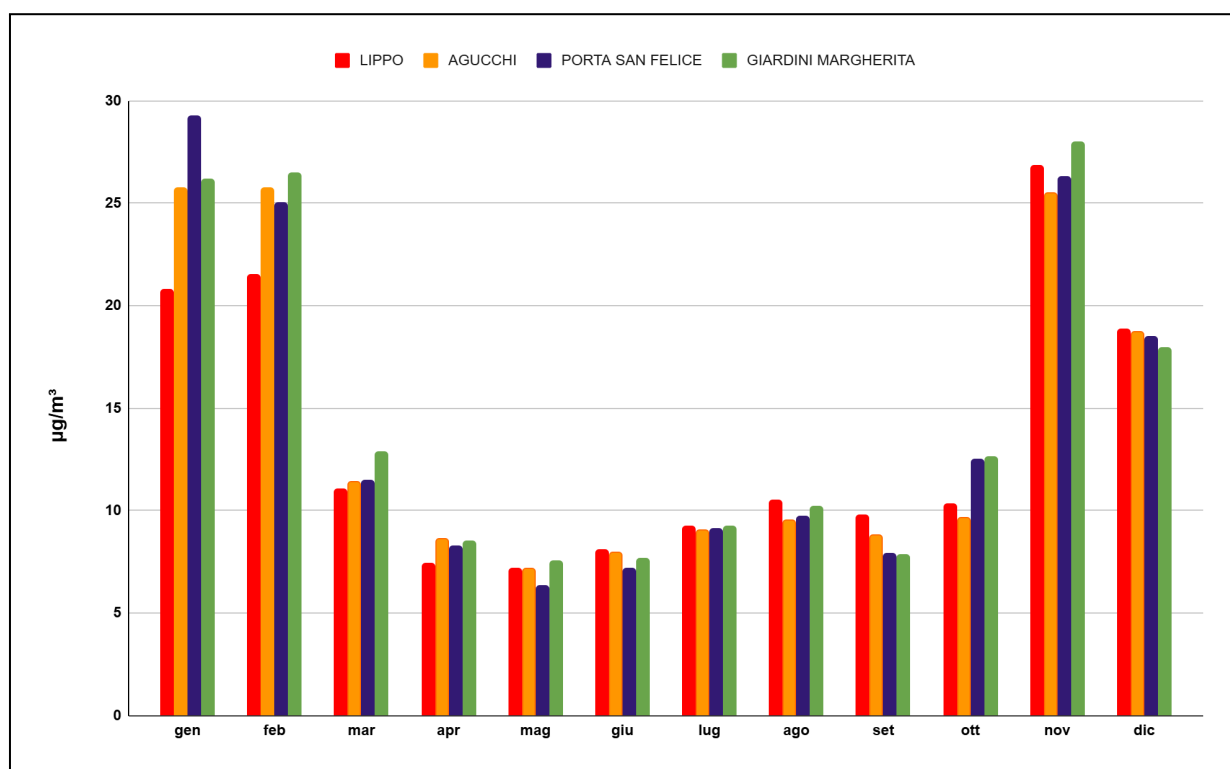


Figura 10 – PM2.5 : Concentrazioni medie mensili - anno 2024

E' stato, infine, valutato il contributo della frazione fine misurata come PM2.5 rispetto al totale del PM10, espresso dall'andamento del rapporto medio mensile PM2.5/PM10 su base annuale (Figura 11 e Figura 12). Da questo tipo di analisi emerge la conferma del fatto che la frazione fine riveste una notevole importanza nello studio dell'inquinamento atmosferico, in quanto rappresenta un'elevata componente di tutto il particolato PM10, specie nei mesi critici invernali, quando aumentano sia la componente secondaria sia la produzione di PM2.5 da parte di fonti primarie.

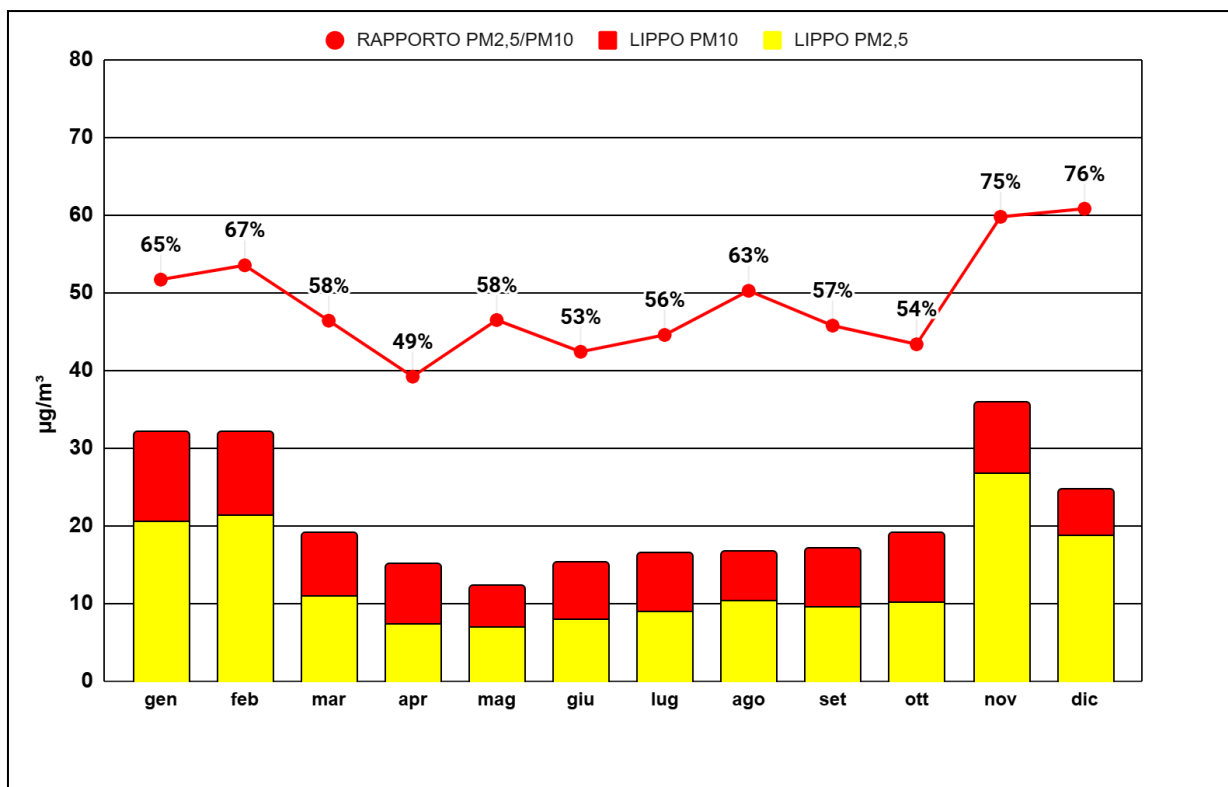


Figura 11 – Rapporto PM2.5/PM10 LIPPO - anno 2024

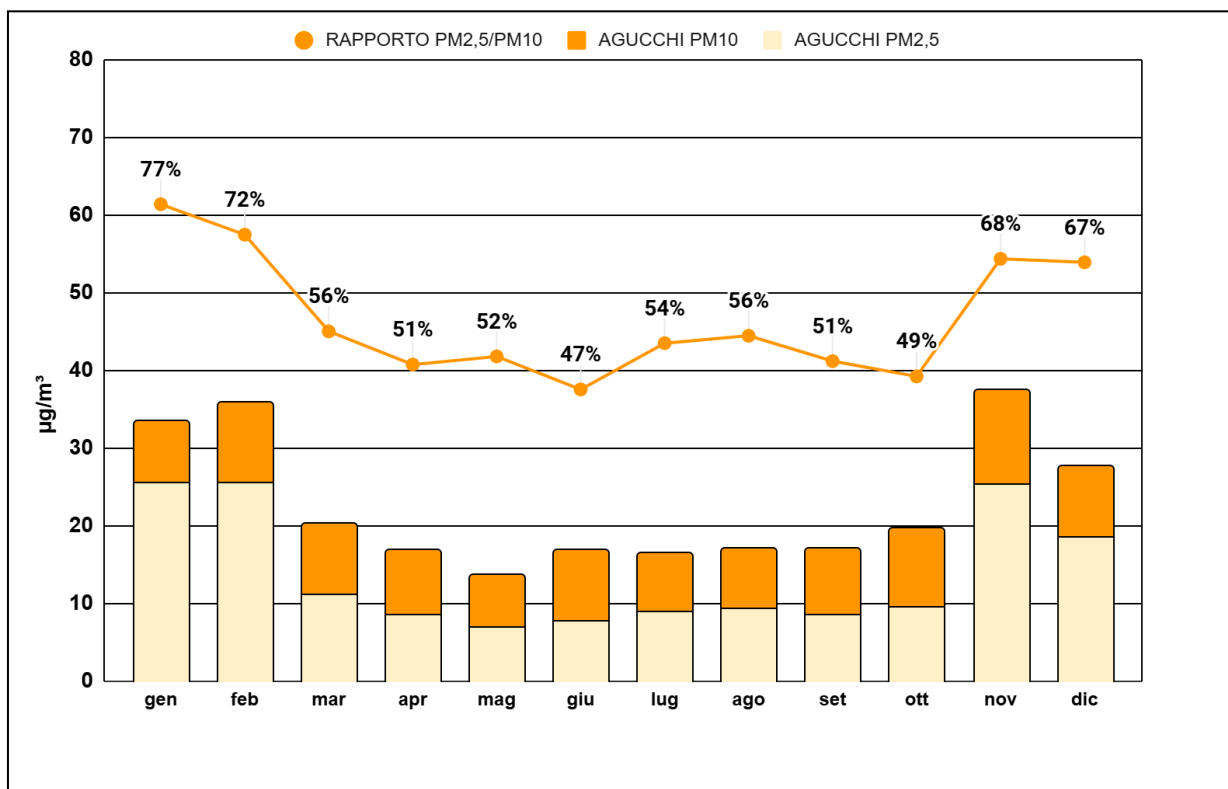


Figura 12 – Rapporto PM2.5/PM10 AGUCCHI - anno 2024

A seguire sono riportati gli istogrammi di confronto con gli anni precedenti per le concentrazioni medie annuali per le due stazioni: Lippo e Agucchi (Figura 13).

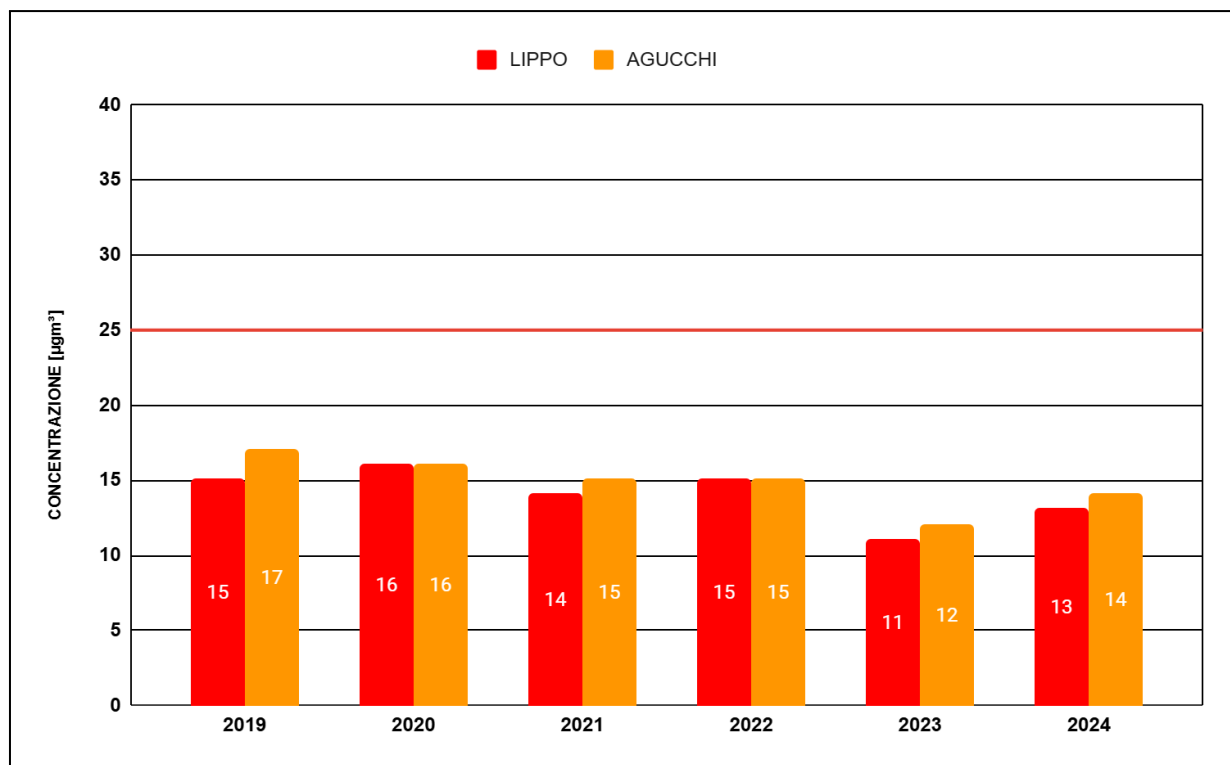


Figura 13 – PM2.5: medie annuali confronto anni 2019-2024

Per il PM2,5 il 2024 ha registrato un modesto incremento della concentrazione media nelle due stazioni rispetto all'anno precedente, mantenendosi comunque sempre ben al di sotto del limite di 25 µg/m³.

BIOSSIDO D'AZOTO (NO₂)

Il biossido di azoto (NO₂) è un gas reattivo, di colore bruno e di odore acre e pungente. L'esposizione a breve termine all'NO₂ può causare diminuzione della funzionalità polmonare, specie nei gruppi più sensibili della popolazione, mentre l'esposizione a lungo termine può causare effetti più gravi come un aumento della suscettibilità alle infezioni respiratorie. Inoltre, tale inquinante determina effetti negativi sugli ecosistemi, contribuendo all'acidificazione e all'eutrofizzazione. E' altresì precursore dell'ozono, del PM10 e del PM2.5.

Le maggiori sorgenti di NO₂ sono i processi di combustione ad alta temperatura (come quelli che avvengono nei motori, specie diesel, o nelle centrali termoelettriche).

I dati di NO₂ rilevati dalle due stazioni oggetto della presente relazione sono stati messi a confronto con quelli delle tre stazioni della RRQA presenti sul territorio comunale di Bologna. In tabella 9 vengono riportati i dati statistici delle distribuzioni di NO₂ per il 2024.

NO ₂ anno 2024 – Concentrazioni in µg/m ³							
Stazioni	Minimo	50° %ile	Media	90° %ile	95° %ile	98° %ile	Massimo
LIPPO	< 8	20	23	45	52	61	84
AGUCCHI	< 8	24	27	52	58	67	93

Tabella 9 – Biossido d'azoto: Parametri statistici - anno 2024

Nella successiva figura, tramite i box-plot le distribuzioni delle serie di dati delle centraline dell'aeroporto vengono poste a confronto con quelle relative alle stazioni della RRQA.

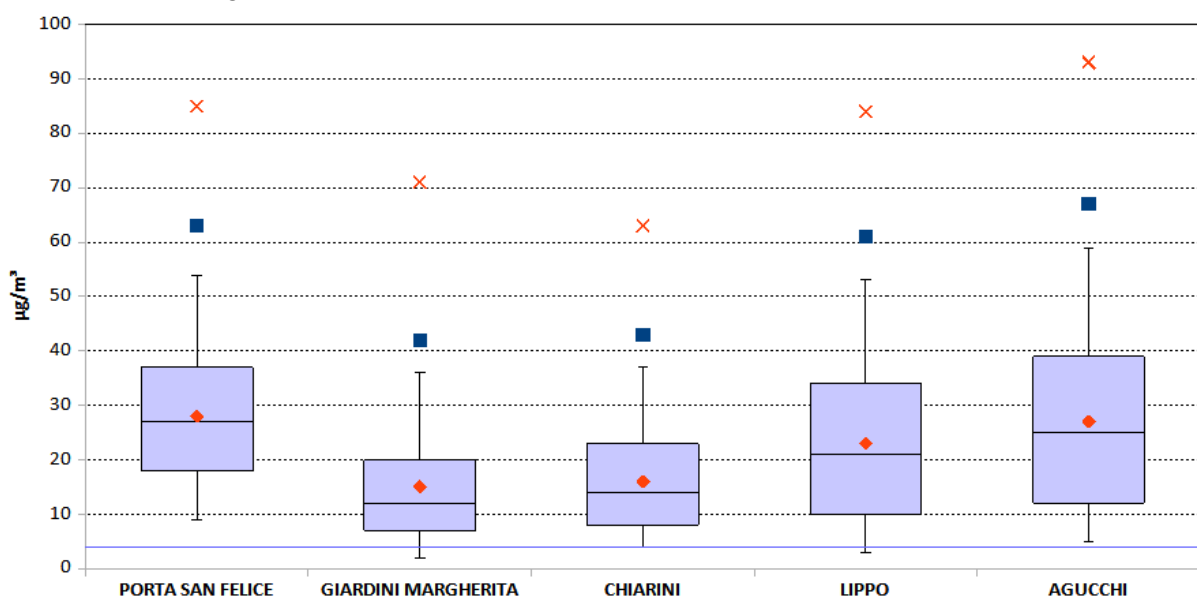


Figura 14 – Biossido di azoto: Box-Plot parametri statistici - anno 2024

Per il 2024 le distribuzioni di Lippo e Agucchi si collocano in una posizione prossima a quella da traffico di Porta San Felice.

Analizzando il grafico delle medie mensili per l'anno 2024 (Figura 15 e Tabella 10), si osserva per le postazioni dell'aeroporto e di fondo urbano della RRQA un caratteristico andamento stagionale, con valori di concentrazione per il biossido di azoto più elevati nei mesi invernali e più bassi nel periodo estivo, mentre la stazione di Porta San Felice risulta avere concentrazioni con un andamento meno variabile nel corso dell'anno e, da settembre a dicembre, più basse rispetto a periodi analoghi. Ciò ha comportato, in alcuni mesi, valori delle medie mensili, in particolare della stazione di Agucchi, superiori rispetto alla postazione RRQA da traffico.

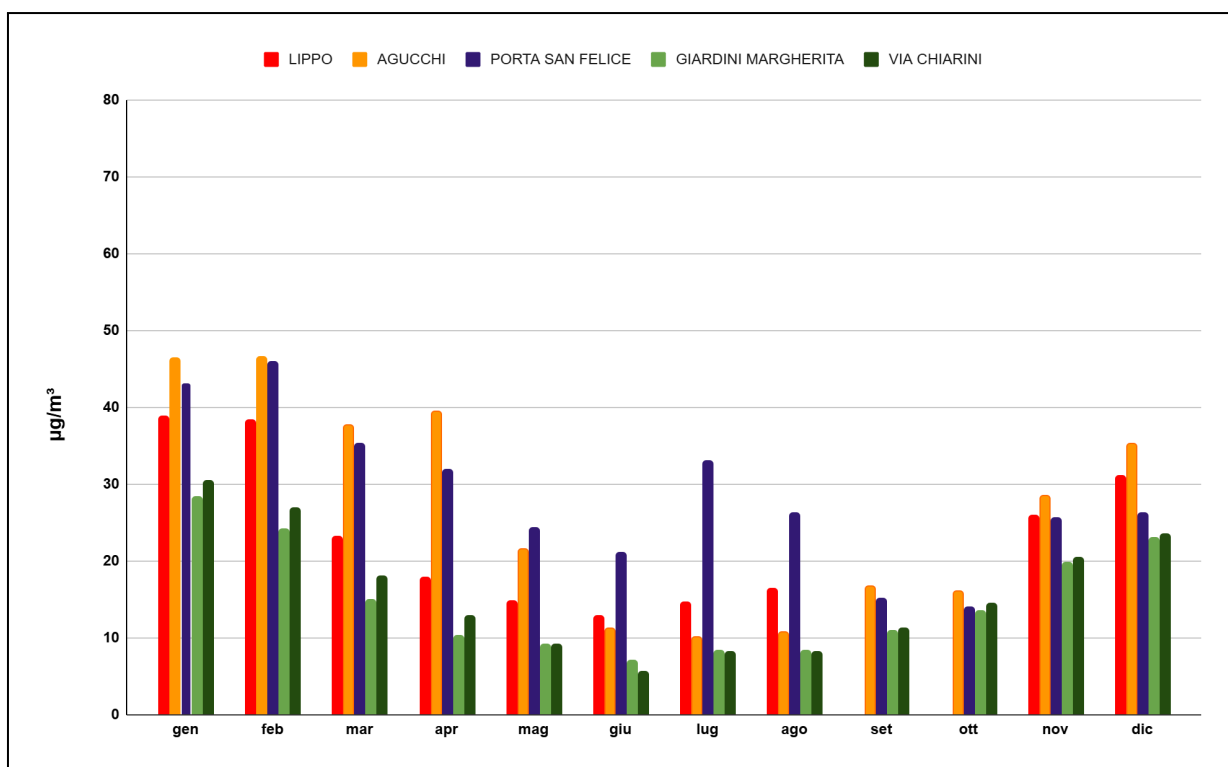


Figura 15 – Biossido di azoto: Concentrazioni medie mensili - anno 2024

NO ₂ (µg/m ³) – medie mensili anno 2024												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
LIPPO	39	38	23	18	15	13	15	16	-	-	26	31
AGUCCHI	46	47	38	39	22	11	10	11	17	16	28	35

xx

Percentuale dati validi <90%

-

Percentuale dati validi <75%
(Rendimenti tabelle 20 e 21)

Tabella 10 – Biossido di azoto: Concentrazioni medie mensili - anno 2024

Per il biossido di azoto la normativa attuale prevede un valore limite orario di concentrazione pari a 200 µg/m³, da non superare per più di 18 volte l'anno. Tale limite non è mai stato raggiunto da nessuna delle stazioni in esame, comprese quelle della RRQA.

Anche il limite di concentrazione media annuale di 40 µg/m³ (vedi Tabella 3) non è mai stato raggiunto nelle due stazioni dell'aeroporto. La media annuale si attesta su 23 µg/m³ per Lippo e 27 µg/m³ per Agucchi.

Utili informazioni sull'andamento giornaliero del dato orario si possono trarre dall'elaborazione del giorno tipo, ripartito tra la stagione invernale e quella estiva, calcolato mediando sul periodo considerato i valori di concentrazione rilevati alla stessa ora del giorno (Figura 16).

In inverno (gennaio, febbraio, dicembre dello stesso anno), l'andamento delle stazioni di Lippo e Agucchi, mostra i due picchi tipici della distribuzione oraria di questo inquinante, simili all'andamento di Porta San Felice. La stazione di Agucchi ha valori quasi sempre più alti rispetto a quella di Lippo e, nel 2024, anche rispetto a porta San Felice.

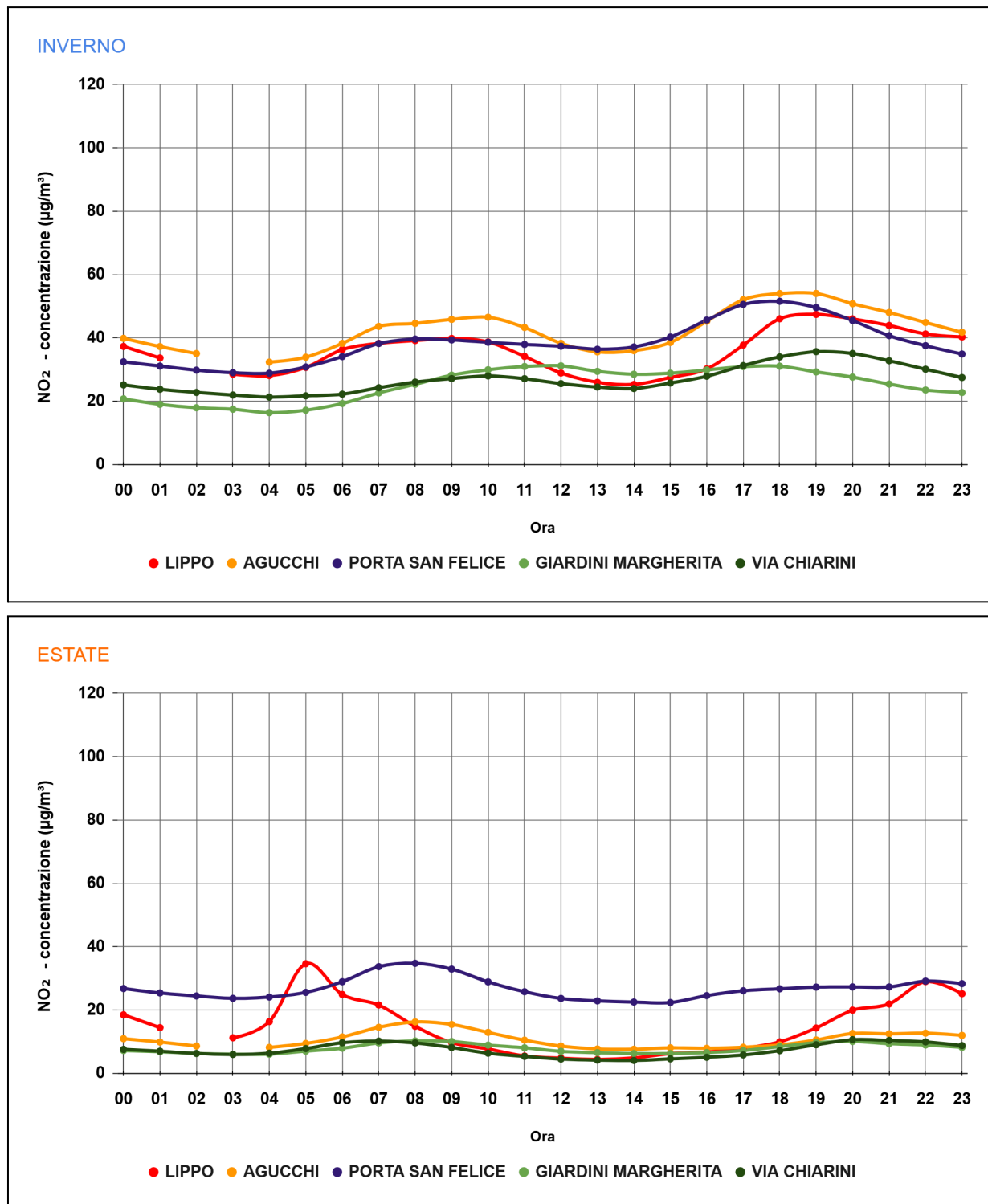


Figura 16 – Biossido di azoto: giorno tipo stagionale (inverno-estate) - anno 2024

In estate (giugno, luglio, agosto) tutti i valori di concentrazione sono molto più bassi; in particolare, si osserva che le stazioni di Lippo ed Agucchi, pur sovrapponendosi per la maggior parte con gli andamenti delle stazioni di fondo urbano, mantengono comunque due picchi (più evidenti nella stazione di Lippo).

Il confronto tra le medie annuali dal 2019 (Figura 17) mostra valori delle concentrazioni medie di NO₂ paragonabili con quelli degli anni precedenti per entrambe le stazioni dell'aeroporto.

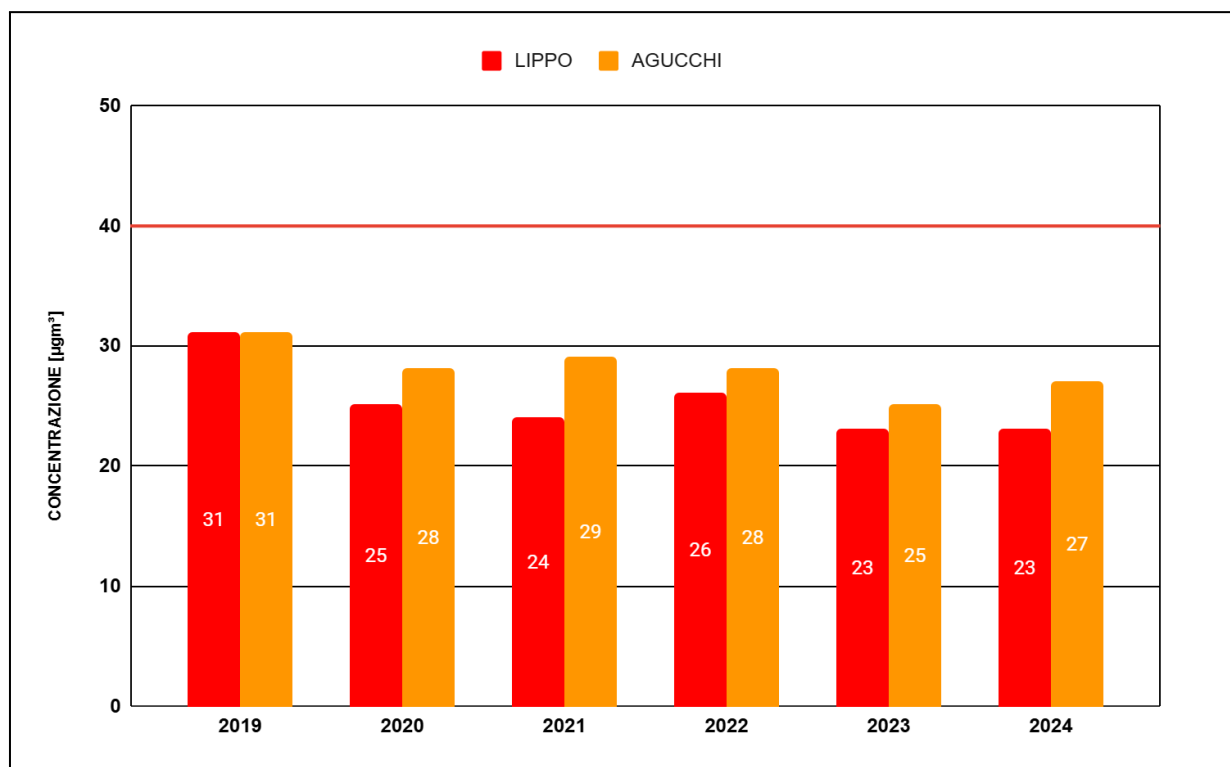


Figura 17 – Biossido di azoto: medie annuali confronto anni 2019-2024

BENZENE (C₆H₆)

Il benzene (C₆H₆) è una sostanza chimica incolore dal caratteristico odore aromatico pungente. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I.

La maggior parte del benzene oggi prodotto (85%) trova impiego nell'industria chimica; il benzene è inoltre contenuto come additivo nelle benzine.

Come evidenziato in tabella 11, i valori medi annuali misurati presso tutte le stazioni risultano significativamente inferiori al valore limite di 5 µg/m³. La distribuzione dei dati delle due stazioni presenta valori entro il 98° percentile inferiori al limite annuale per entrambe le stazioni, come del resto anche la distribuzione della stazione da traffico urbana di Porta San Felice (Figura 18).

C ₆ H ₆ anno 2024 – Concentrazioni in µg/m ³							
Stazioni	Minimo	50° %ile	Media	90° %ile	95° %ile	98° %ile	Massimo
LIPPO	< 0,1	0,4	0,7	1,9	2,4	3,2	4,9
AGUCCHI	< 0,1	0,3	0,6	1,4	2,0	2,7	6,2

Tabella 11 – Benzene: Parametri statistici - anno 2024

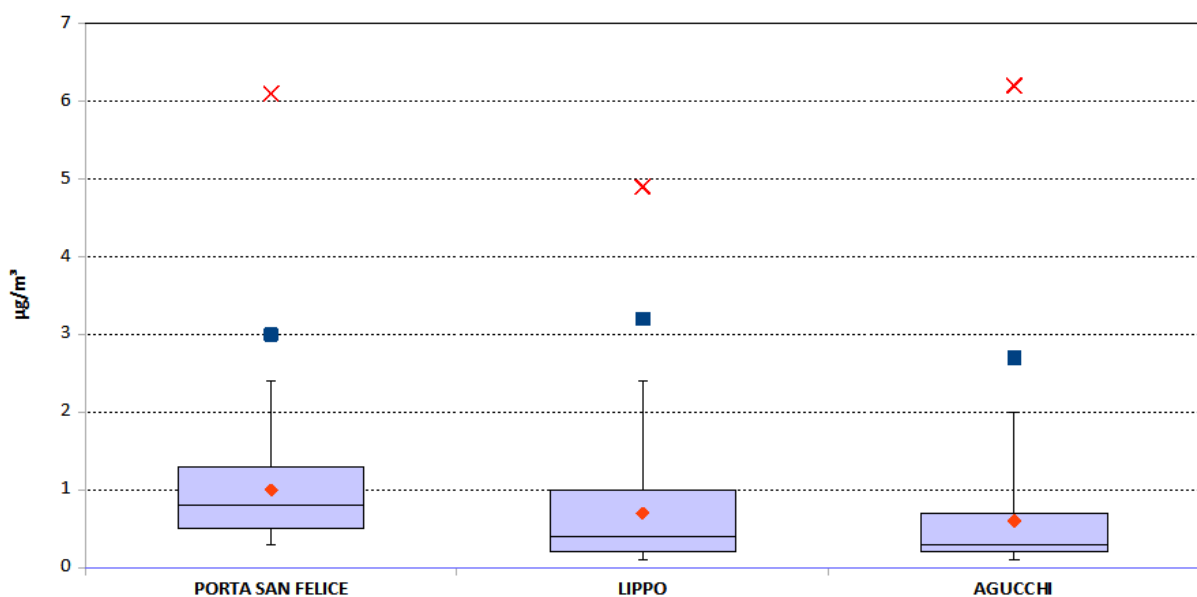


Figura 18 – Benzene: Box-Plot parametri statistici - anno 2024

Nella Tabella 12 e nel grafico di Figura 19 sono riportate le concentrazioni medie mensili. Risulta evidente anche per questo inquinante l'andamento stagionale, che vede una forte riduzione nel periodo estivo e una ripresa nel periodo autunno-inverno.

C ₆ H ₆ (µg/m ³) – medie mensili anno 2024												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
LIPPO	1,6	1,0	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,8	1,5	1,8
AGUCCHI	1,4	1,1	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,9	1,1

xx

Percentuale dati validi <90%

Tabella 12 – Benzene: Concentrazioni medie mensili - anno 2024

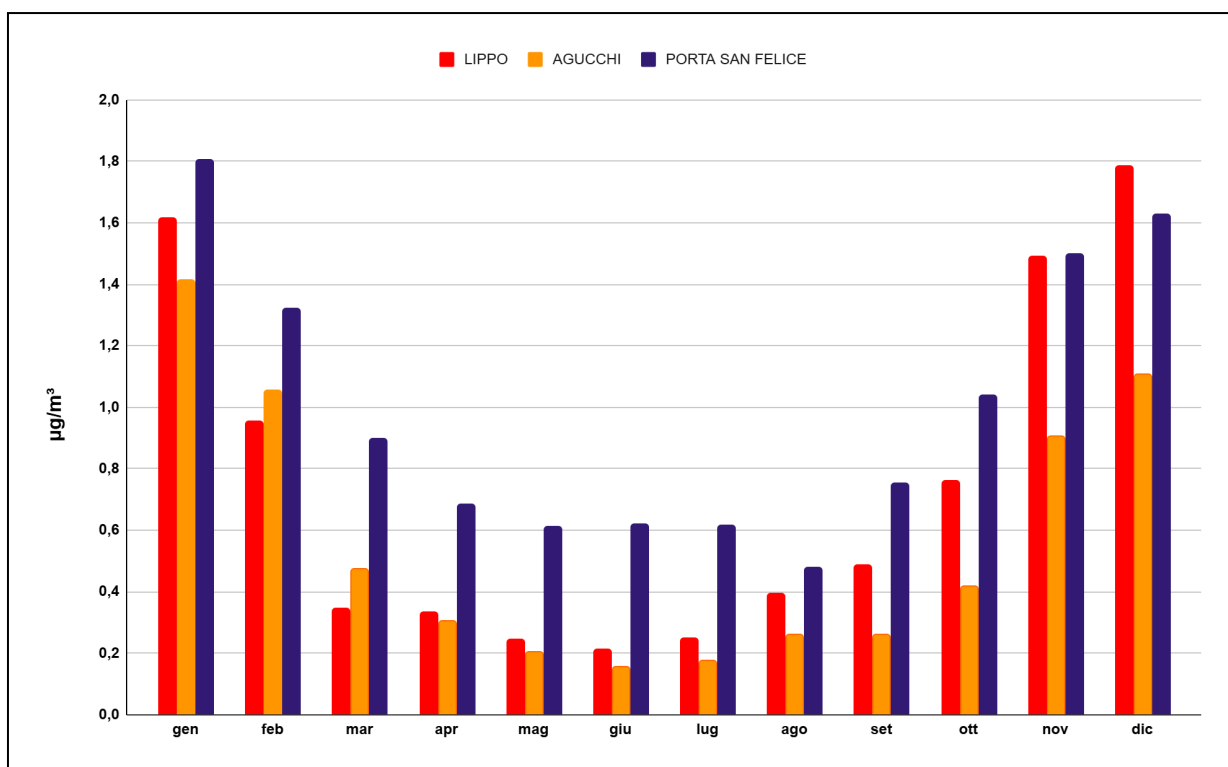


Figura 19 – Benzene: Concentrazioni medie mensili - anno 2024

Nel confronto diretto tra le due stazioni dell'aeroporto, si osservano concentrazioni di Lippo superiori ad Agucchi per la maggior parte dell'anno. Nei mesi invernali la concentrazione di benzene a Lippo è risultata paragonabile a quella della stazione da traffico della RRQA. Viceversa, nel periodo primavera-estate i valori di concentrazione sia di Lippo che di Agucchi calano considerevolmente sia per il previsto andamento stagionale, ma anche nel confronto diretto con la stazione di Porta San Felice.

I grafici successivi (Figura 20) illustrano il giorno tipo invernale ed estivo per le stazioni considerate.

Gli andamenti evidenziano massimi orari nelle ore di punta del traffico veicolare diurne e serali accentuati nella stagione invernale. L'andamento di Porta San Felice è mediamente superiore a quello delle due stazioni dell'aeroporto.

In estate i valori diminuiscono in tutte le stazioni, presentando un andamento più costante durante l'arco della giornata. Per le due stazioni dell'aeroporto c'è un sostanziale appiattimento della curva sul minimo valore rilevabile strumentalmente.

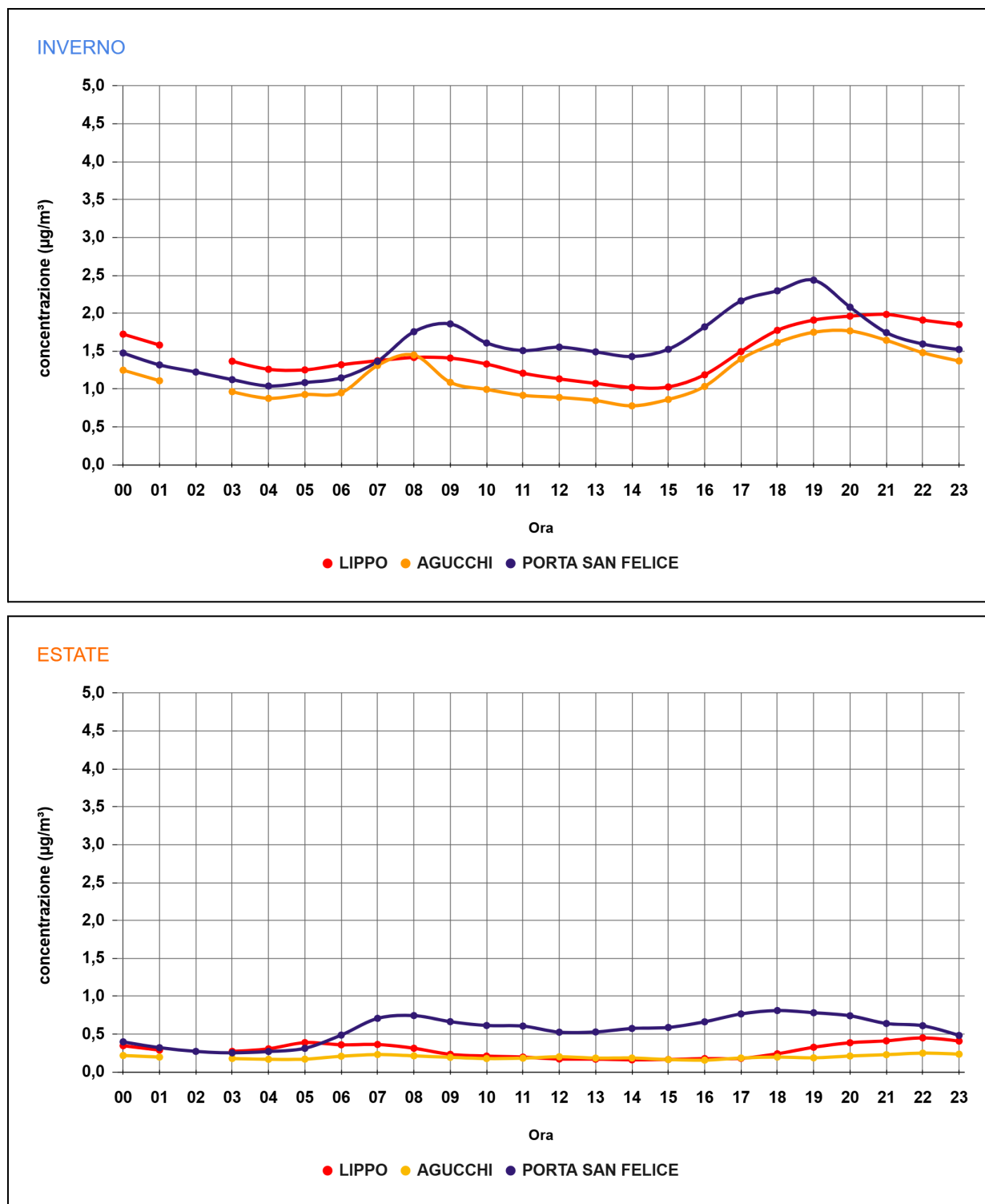


Figura 20 – Benzene: giorno tipo stagionale (inverno ed estate) - anno 2024

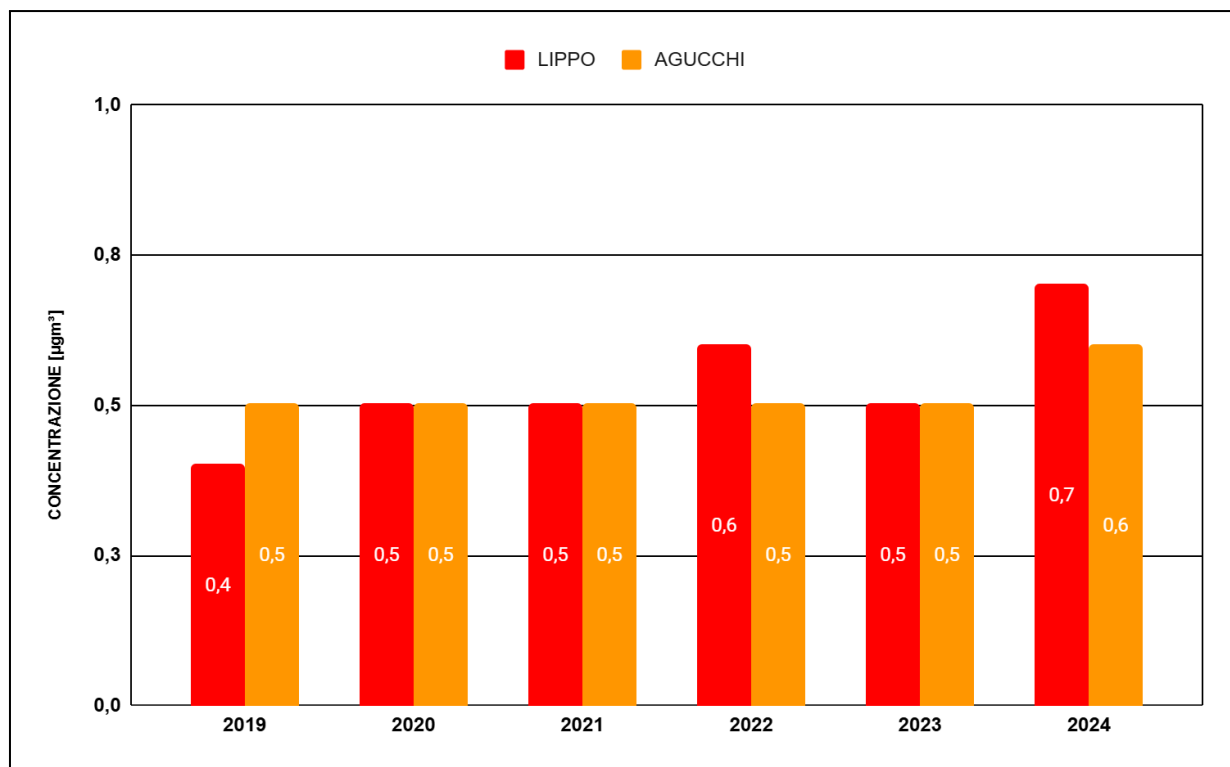


Figura 21 – Benzene: medie annuali confronto anni 2019-2024

Il confronto delle medie annuali del benzene nel periodo 2019-2024 (Figura 21) mostra valori leggermente più alti per l'anno in esame ma comunque inferiori di un ordine di grandezza rispetto al limite normativo (Tabella 3).

OZONO (O₃)

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

Oltre che in modo naturale, per effetto di reazioni chimiche che coinvolgono i composti organici emessi in natura, gli ossidi di azoto e l'ossigeno sotto l'irraggiamento solare, l'ozono si produce anche per effetto dell'immissione di composti organici e ossidi di azoto dalle attività umane. L'immissione di inquinanti primari (prodotti in modo diretto dal traffico, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione di carburanti etc.) favorisce quindi la produzione di un eccesso di ozono rispetto alle quantità altrimenti presenti in natura durante i mesi estivi. L'ozono è quindi definito tipicamente come inquinante di origine secondaria, con una connotazione fortemente stagionale.

O ₃ anno 2024 – Concentrazioni in µg/m ³							
Stazioni	Minimo	50° %ile	Media	90° %ile	95° %ile	98° %ile	Massimo
LIPPO	< 8	34	40	91	108	123	162

Tabella 13 – Ozono: Parametri statistici - anno 2024

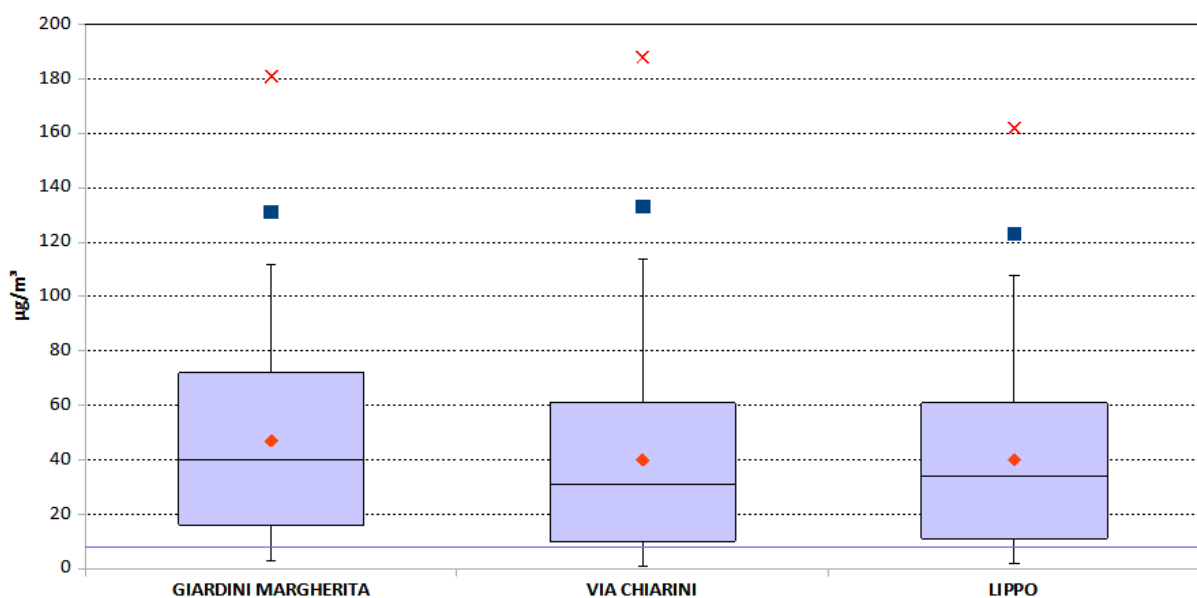


Figura 22 – Ozono: Box-Plot parametri statistici - anno 2024

La distribuzione dei dati della stazione di Lippo è posta a confronto con quelle delle stazioni di fondo RRQA di Giardini Margherita e via Chiarini, dove sono collocati gli analizzatori di ozono (Tabella 13).

Il grafico a box (Figura 22) evidenzia una certa omogeneità per tutte le distribuzioni dei dati. Si osservano valori medi e percentili molto simili tra loro, con una differenza più ampia a partire dal 95° percentile. Tra i valori massimi, quello registrato presso la stazione di Lippo è stato il più basso, con un valore di concentrazione pari a 162 µg/m³.

Dall'analisi delle concentrazioni medie mensili calcolate per l'anno 2024 (Figura 23 e Tabella 14) è possibile mettere in evidenza l'andamento stagionale dell'ozono, concorde in tutte le stazioni in cui questo parametro è stato rilevato, con una crescita più graduale nella transizione inverno-estate ed un più rapido calo nel passaggio estate-inverno.

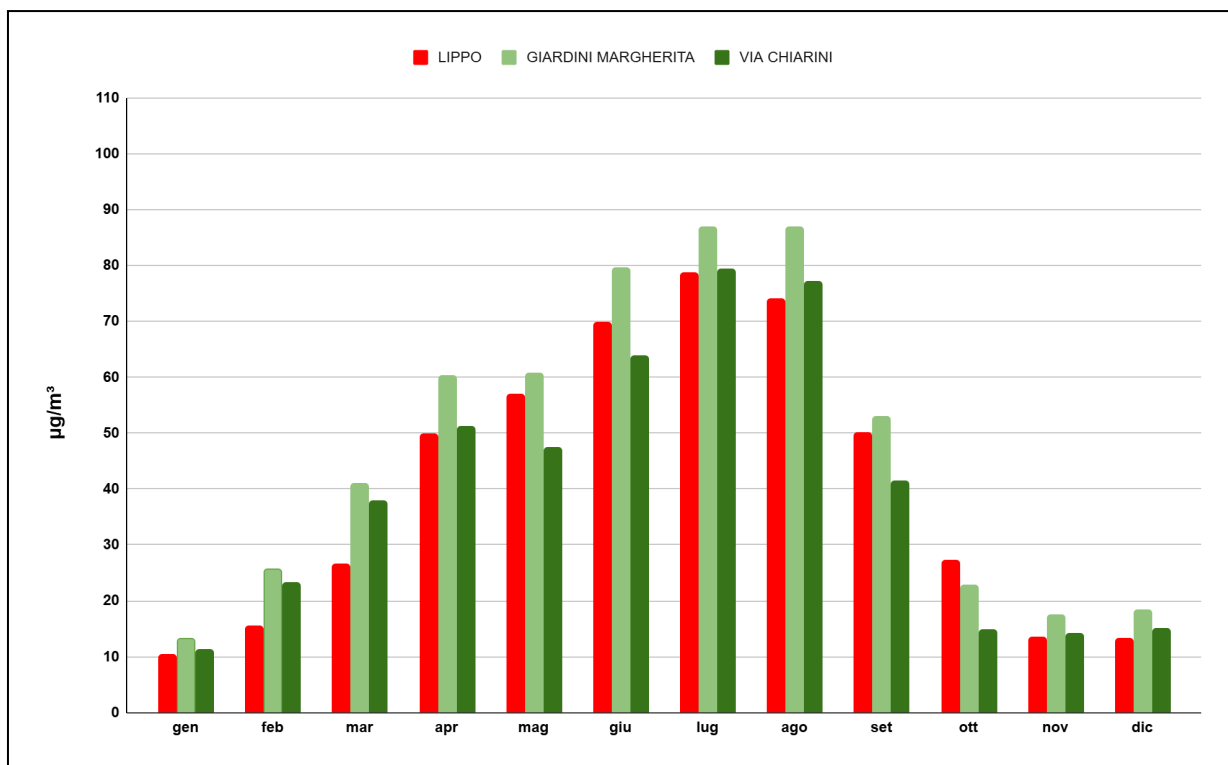


Figura 23 – Ozono: Concentrazioni medie mensili - anno 2024

O ₃ (µg/m ³) – medie mensili anno 2024												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
LIPPO	10	15	27	50	57	70	79	74	50	27	13	13

xx Percentuale dati validi <90%

Tabella 14 – Ozono: Concentrazioni medie mensili - anno 2024

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

Per il breve periodo sono definite 2 soglie di concentrazione limite:

- la "soglia di informazione", pari a 180 µg/m³ di ozono misurato in aria come media oraria;
- la "soglia di allarme", pari a 240 µg/m³ di ozono misurato in aria come media oraria.

Secondo quanto previsto dalla normativa, il calcolo del numero di superamenti nell'anno richiede una percentuale del 90% di dati validi per cinque mesi su sei nella stagione estiva (da aprile a settembre), condizione verificatasi anche per la stazione di Lippo.

In Tabella 15 sono riportate le ore di superamento per la soglia di informazione con una suddivisione mensile. Per il 2024 nella stazione di Lippo non si è avuto nessun superamento di tale soglia.

O ₃ anno 2024 – numero ore di superamento soglia di informazione (180 µg/m ³)													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2024
LIPPO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 15 – Ozono: Superamenti soglia di informazione mensili - anno 2024

Anche per quanto riguarda la soglia di allarme, a Lippo non sono stati registrati superamenti, così come in nessuna delle stazioni in esame.

Per la protezione della salute umana sul medio e lungo periodo il Decreto Legislativo 155/2010 prevede:

- il valore obiettivo pari a 120 µg/m³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni. Se non è possibile determinare le medie su tre anni in base ad una serie intera e consecutiva di dati annui, la valutazione della conformità ai valori obiettivo si può riferire, come minimo, ai dati relativi a un anno;
- l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana è calcolato come media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile, pari a 120 µg/m³.

Il numero di superamenti mensili riferiti all'ultimo anno sono quelli riportati in Tabella 16.

O ₃ anno 2024 – numero giorni di superamento obiettivo a lungo termine (120 µg/m ³)													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2024
LIPPO	0	0	0	0	0	2	11	11	0	0	0	0	24

Tabella 16 – Ozono: Superamenti obiettivo lungo termine mensili - anno 2024

In Tabella 17 è riportato il numero di superamenti del valore obiettivo nell'anno considerato per la stazione di Lippo. Tale valore, ottenuto dalla media degli ultimi tre anni, è stato pari a 18 µg/m³, inferiore al limite normativo previsto per questo indicatore (25 superamenti come media in tre anni, Tabella 3).

O ₃ anni 2022-2024 numero giorni di superamento valore obiettivo (120 µg/m³)			
Stazione	Periodo riferimento		Valore
LIPPO	2022		17
	2023		12
	2024		24
	giorni superamento obiettivo		media

Tabella 17 – Ozono: Superamenti obiettivo - anni 2022-2024 e media tre anni

Le rappresentazioni del giorno tipo stagionale (Figura 24) evidenziano per la stagione estiva (quella significativa per questo inquinante) un andamento che segue il processo di formazione dell'ozono: le concentrazioni, infatti, risultano più elevate nelle ore centrali della giornata, caratterizzate da maggiore intensità della radiazione solare. Per stagione estiva viene convenzionalmente inteso il periodo che va dal 1 giugno al 31 agosto.

Gli andamenti medi orari delle stazioni sono concordi. La concentrazione oraria della stazione di Lippo risulta, nel suo picco, inferiore rispetto a quelle delle due stazioni di confronto della RRQA.

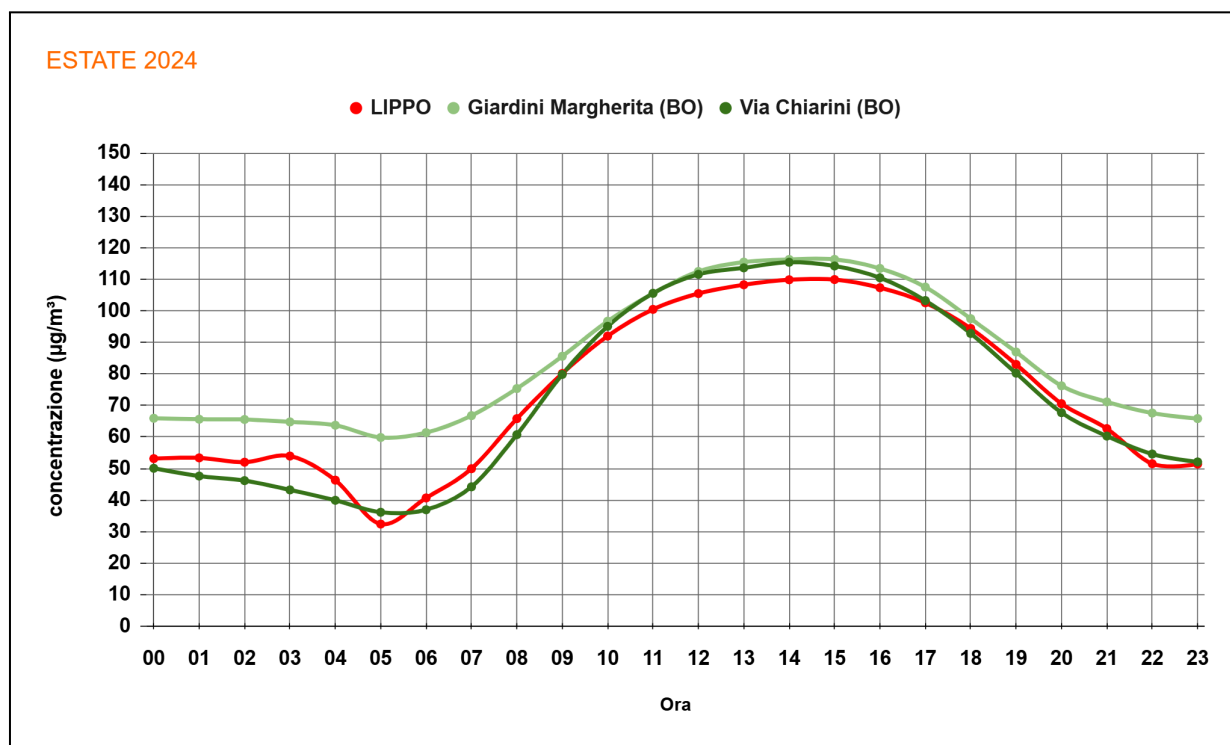


Figura 24 – Ozono: giorno tipo stagionale (estate) - anno 2024

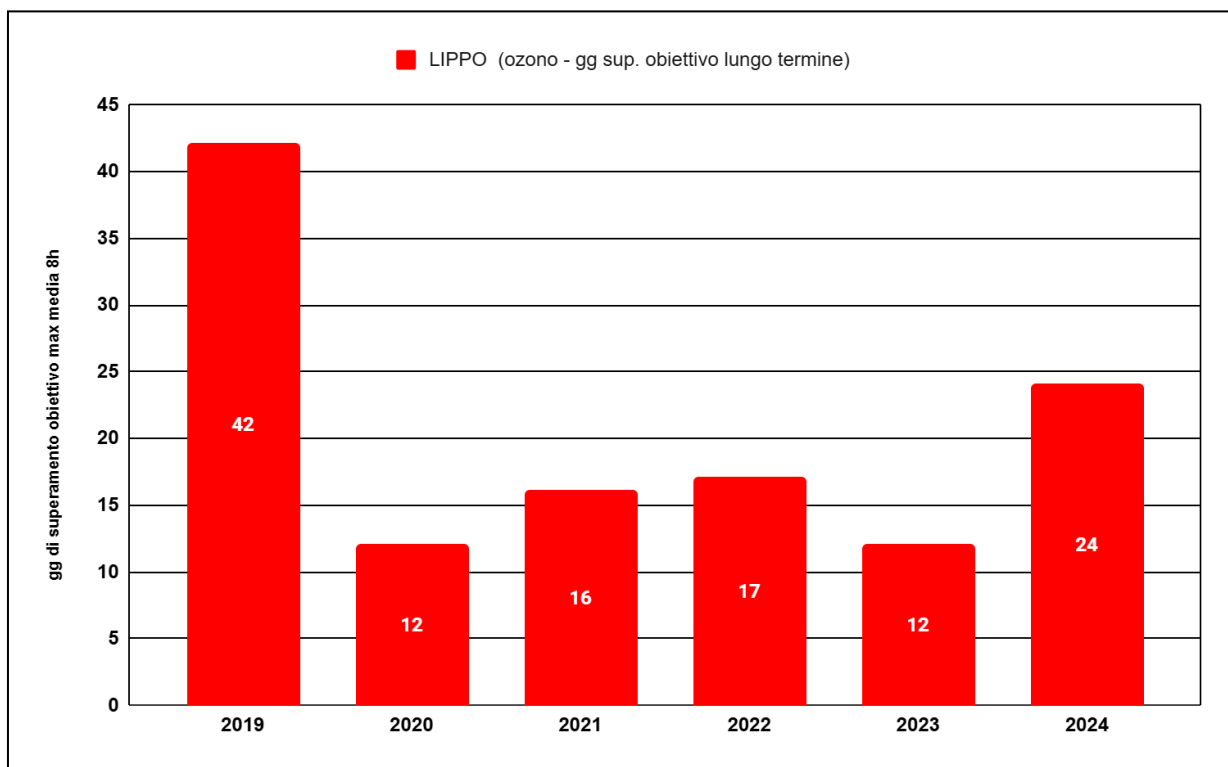
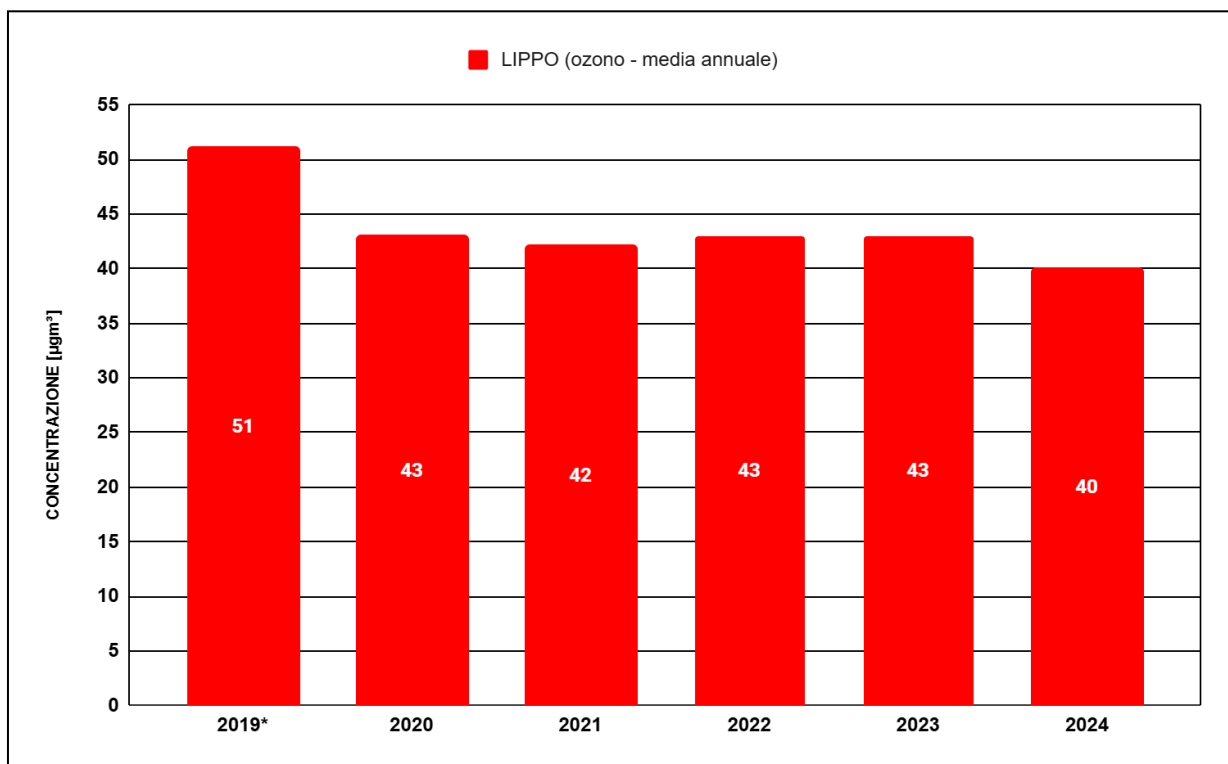


Figura 25a– Ozono: numero giorni di superamento confronto anni 2019-2024



*l'analizzatore è entrato in funzione solo dal mese di maggio del 2019

Figura 25b– Ozono: media annuale confronto anni 2019-2024

Il confronto negli anni di operatività dello strumento tra i giorni di superamento del valore obiettivo (Figura 25a) mostra, dopo un calo nel 2023, un nuovo incremento nel 2024.

Il confronto per le concentrazioni medie di ozono (Figura 25b) invece, mostra una sostanziale stabilità. Occorre precisare che nel 2019 l'analizzatore è entrato in funzione a partire dal mese di maggio.

METEOROLOGIA LOCALE

A completamento della valutazione dei dati di qualità dell'aria, si riporta di seguito l'analisi dei principali parametri meteorologici rilevati dalle due centraline di Lippo e Agucchi nell'anno 2024. La meteorologia influisce profondamente sui complessi meccanismi di trasporto e rimescolamento delle sostanze inquinanti in atmosfera, nonché sulla loro trasformazione e rimozione. Si ricorda che presso le due centraline di Lippo e Agucchi sono attualmente installati sensori di velocità e direzione vento, temperatura, umidità e pressione atmosferica.

VENTILAZIONE

Il vento entra in gioco nei processi di trasporto degli inquinanti e può fornire indicazioni circa l'efficacia dei meccanismi di dispersione o, viceversa, di accumulo.

La rosa dei venti è una rappresentazione grafica sintetica della distribuzione e della frequenza delle classi di velocità per direzione di provenienza. I dati acquisiti dalle centraline sono stati raggruppati in questa forma grafica per evidenziare le caratteristiche stagionali dell'anno in esame (figura 26a e figura 26b). Per quanto riguarda la stazione di Lippo, a causa di un guasto elettrico provocato da un fulmine, non è stato possibile acquisire i dati di velocità e direzione del vento della stagione estiva.

Va considerato che, pur non essendo le due centraline molto distanti tra loro (circa 2 km), le caratteristiche dei siti di posizionamento delle centraline sono diverse: mentre la stazione di Lippo è posizionata in un'area più aperta anche se con presenza di alberature, con pochi edifici da uno o due piani, la centralina posizionata in via Agucchi si trova inserita in un contesto più urbanizzato, con edifici limitrofi che condizionano in modo evidente la circolazione della ventilazione. Questo spiega in buona parte le differenze piuttosto marcate tra le rose dei venti delle due stazioni sia nell'intensità che nella direzione.

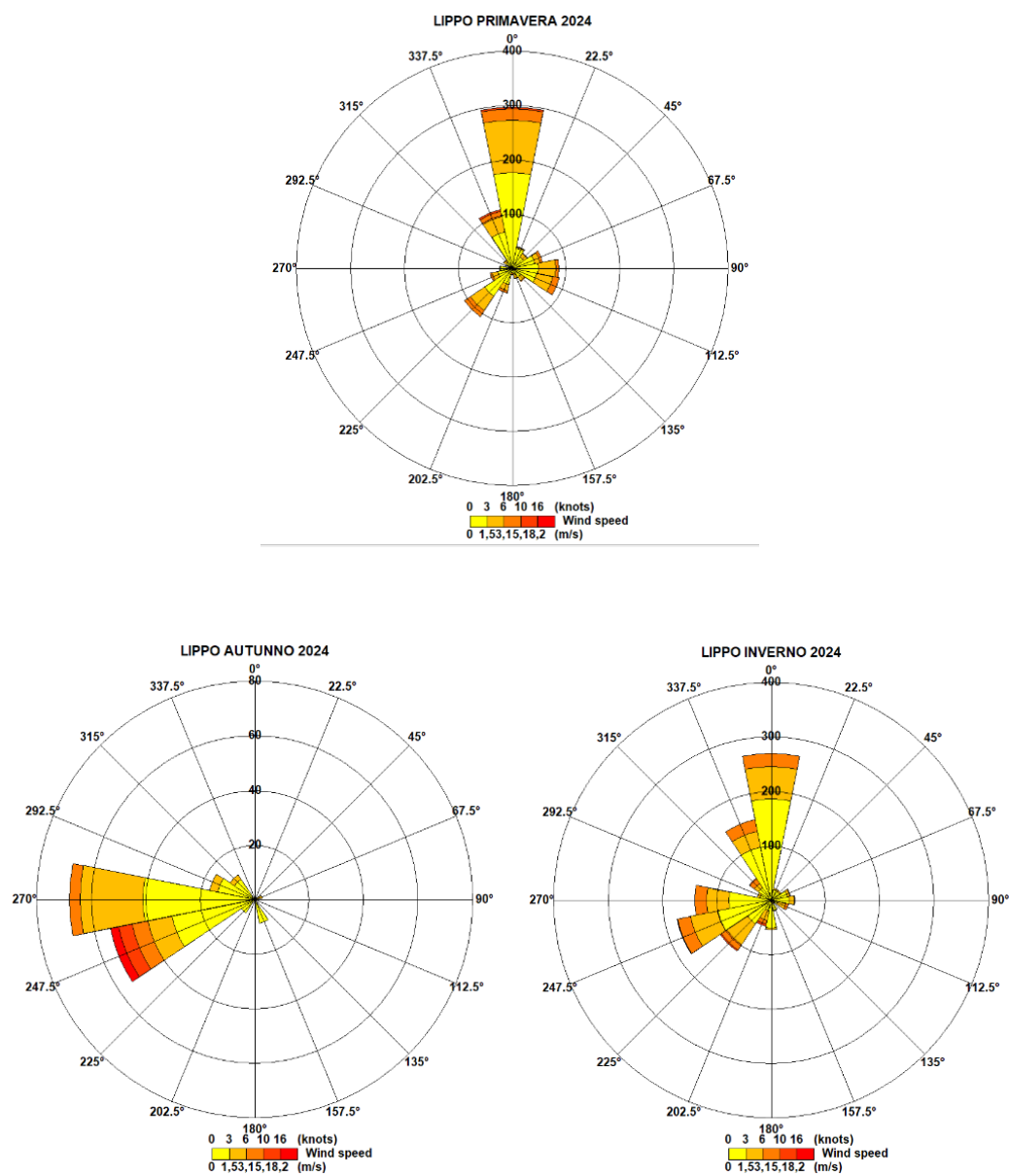


Figura 26a – rose dei venti: ripartizione stagionale Lippo* 2024

** I dati della stagione estiva non sono disponibili a causa di un guasto alla stazione di Lippo provocato da un fulmine*

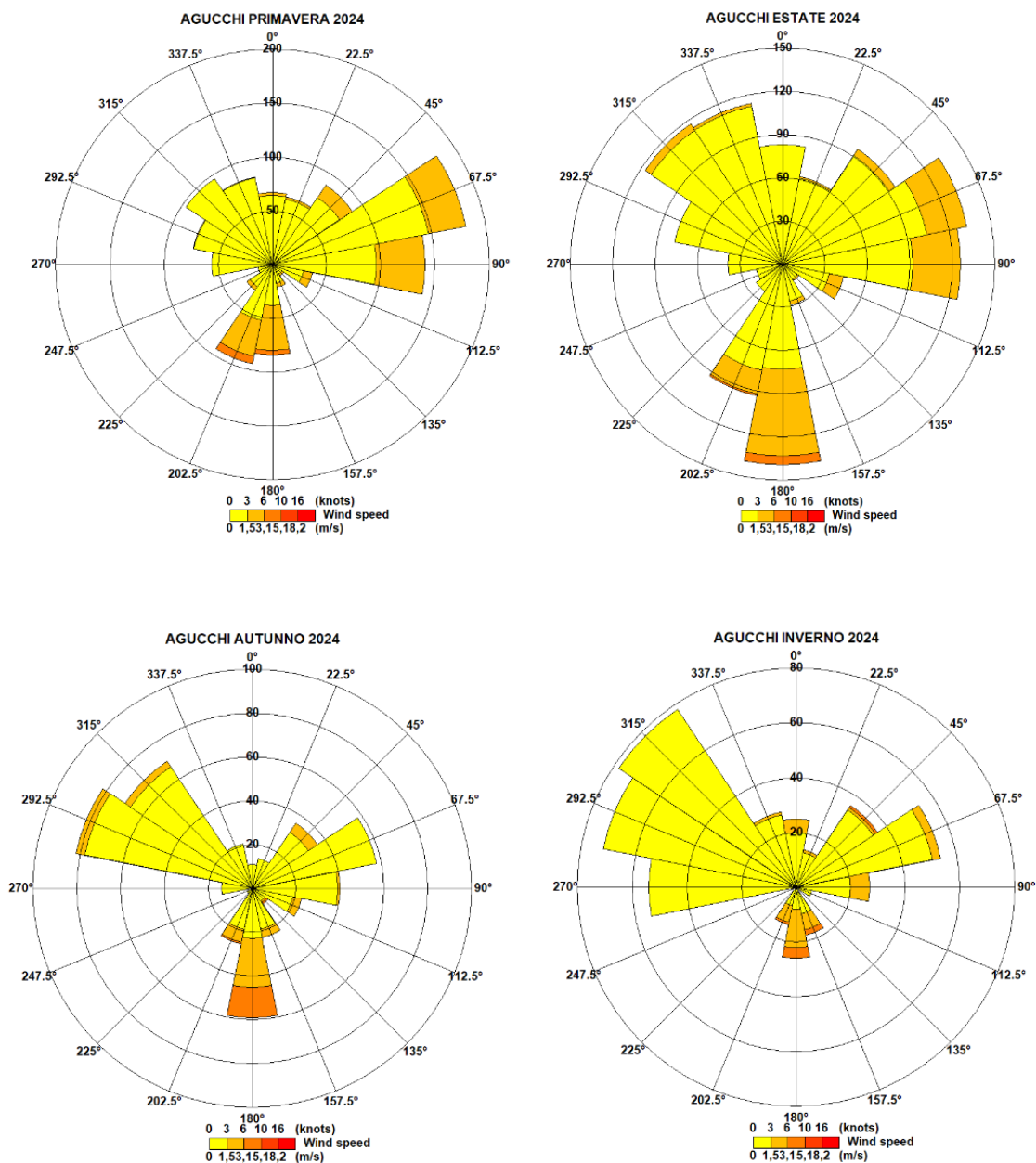


Figura 26b – rose dei venti: ripartizione stagionale Agucchi 2024

Nel successivo grafico (figura 27) viene rappresentato l'andamento delle velocità medie mensili; la stazione di Lippo ha sempre medie superiori rispetto alla stazione di Agucchi. Novembre rappresenta il mese con velocità media più bassa per Agucchi.

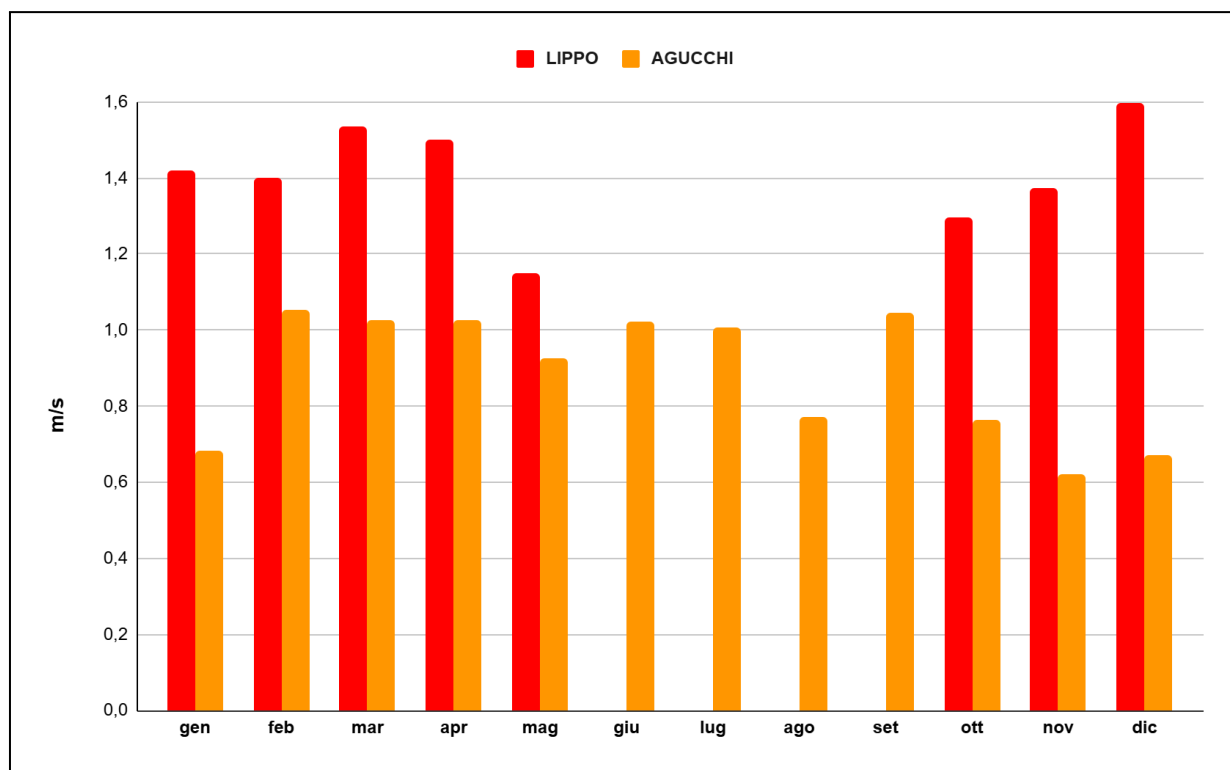


Figura 27 – Velocità del vento: medie mensili Lippo/Agucchi - anno 2024

Nelle successive tabelle (tabella 18a e tabella 18b) sono riportate le suddivisioni dei dati medi orari di velocità del vento secondo la scala Beaufort, rilevati dalla stazione di Lippo e da quella di Agucchi.

In generale, nel 2024 la velocità del vento per entrambe le stazioni (tabelle 18a e 18b) risulta quasi totalmente distribuita tra le classi di “calma di vento” e “brezza leggera”.

Lippo presenta valori in generale più elevati e con direzione prevalente più definita (Nord e Ovest) rispetto ad Agucchi. Il valore massimo si è registrato a Lippo in novembre pari a 9,6 m/s.

Presso la stazione di Agucchi (tabella 18b), i dati sono distribuiti su classi con intensità più bassa. Più del 60% dei dati sono compresi nella classe “calma” con valori tra 0 e 0,2 m/s.

Termini descrittivi	Calma	Bava di vento	Brezza leggera	Brezza tesa	Vento moderato	Vento teso	Vento fresco	Vento forte	(omissis)
Grado Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	...
m/s	0.0 - 0.2	0.3 - 1.5	1.6 - 3.3	3.4 - 5.4	5.5 - 7.9	8.0 - 10.7	10.8 - 13.8	13.9 - 17.1	...
GEN	43,8%	37,6%	14,5%	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
FEB	51,5%	33,5%	11,0%	3,2%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	...
MAR	30,9%	41,4%	23,5%	3,9%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	...
APR	40,1%	37,3%	17,7%	4,8%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	...
MAG	45,5%	42,2%	11,6%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
GIU	...	...	...	...	...	...	...	...	...
LUG	...	...	...	...	...	...	...	...	...
AGO	...	...	...	...	...	...	...	...	...
SET	...	...	...	...	...	...	...	...	...
OTT	59,1%	27,8%	11,7%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
NOV	60,1%	27,9%	9,7%	1,3%	0,6%	0,4%	0,0%	0,0%	...
DIC	37,0%	36,3%	21,9%	4,7%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	...
ANNO	45,7%	35,1%	15,6%	3,2%	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	...

frequenza percentuale:



0-5%



5-45%



> 45%

Tabella 18a – Scala Beaufort: ventilazione Lippo - anno 2024

Termini descrittivi	Calma	Bava di vento	Brezza leggera	Brezza tesa	Vento moderato	Vento teso	Vento fresco	Vento forte	(omissis)
Grado Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	...
m/s	0.0 - 0.2	0.3 - 1.5	1.6 - 3.3	3.4 - 5.4	5.5 - 7.9	8.0 - 10.7	10.8 - 13.8	13.9 - 17.1	...
GEN	79,0%	19,9%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
FEB	73,7%	20,8%	4,7%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
MAR	51,7%	39,1%	8,9%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
APR	45,1%	44,3%	10,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
MAG	46,4%	45,2%	8,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
GIU	35,7%	51,7%	12,1%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
LUG	40,1%	51,1%	8,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
AGO	59,7%	38,0%	2,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
SET	61,5%	31,5%	5,7%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
OTT	79,7%	18,4%	1,7%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
NOV	91,4%	8,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
DIC	84,4%	14,8%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...
ANNO	62,4%	32,0%	5,4%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	...

frequenza percentuale:



0-5%



5-45%



> 45%

Tabella 18b – Scala Beaufort: ventilazione Agucchi- anno 2024

TEMPERATURA-UMIDITÀ-PRESSIONE

Per quanto riguarda i fattori temperatura, umidità e pressione atmosferica, si riscontrano valori molto simili tra le due stazioni, pertanto, l'analisi di questi parametri è stata condotta mediando i valori orari tra le due stazioni. Si ottiene in questa maniera un unico grafico per ogni parametro.

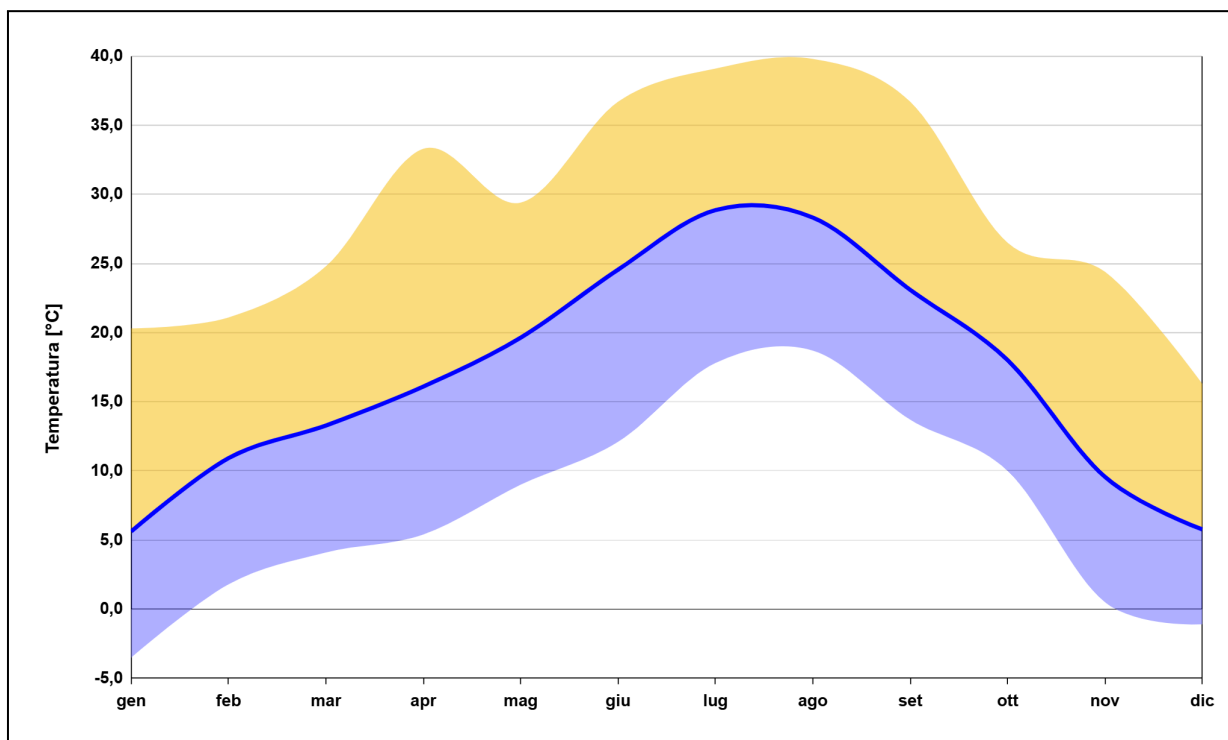


Figura 28 – Temperature:valore minimo, medio e massimo mensile Lippo/Agucchi-2024

L'andamento mensile delle temperature (figura 28) registrate nel 2024 presenta un valore minimo di -3,5°C registrato in gennaio a Lippo ed un valore massimo di 39,8°C registrato nel mese di agosto ad Agucchi.

L'umidità relativa percentuale (figura 29) si mantiene mediamente elevata, in particolare nei mesi più freddi dell'anno ed in primavera.

Infine, la pressione atmosferica (figura 30), registrata presso le due centraline, presenta valori più bassi nel periodo invernale.

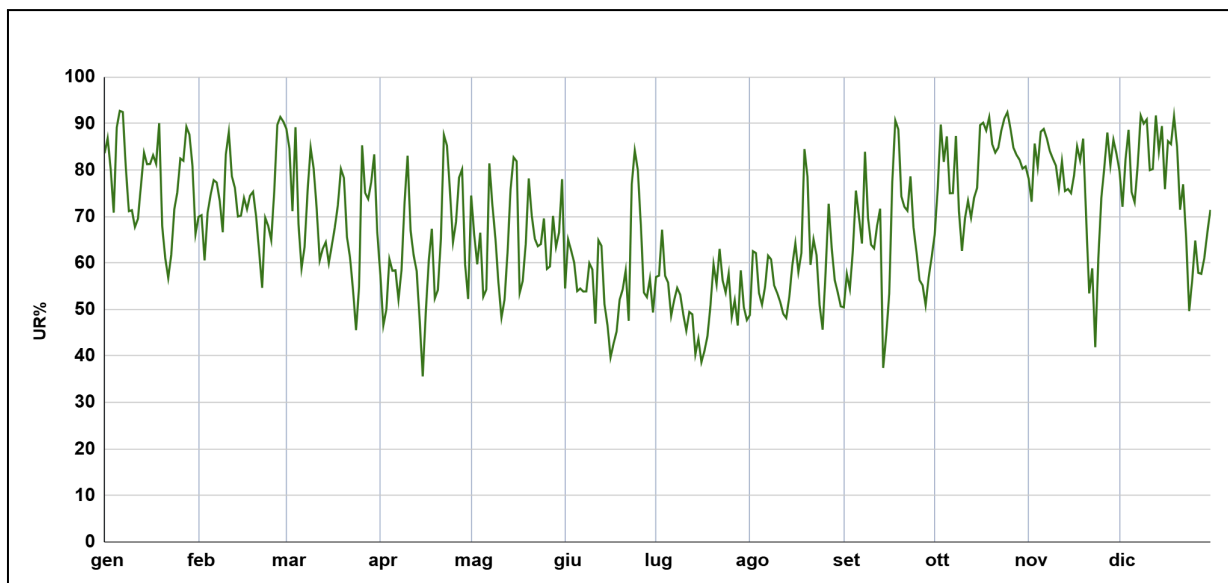


Figura 29 – Umidità relativa: Lippo/Agucchi-2024

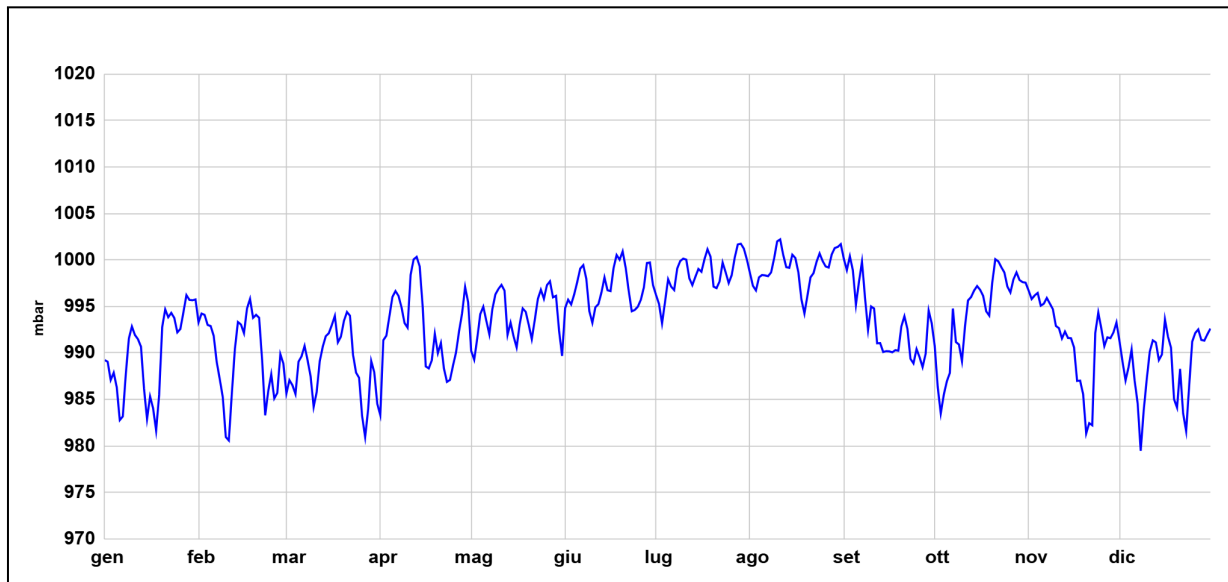


Figura 30 – Pressione atmosferica: Lippo/Agucchi-2024

TRAFFICO AEROPORTUALE E INQUINANTI

I dati di traffico aeroportuale², permettono un'aggregazione temporale mensile suddivisa per atterraggi e decolli. La figura 31 mostra il confronto dei dati di traffico dal 2019 al 2024. con un dettaglio mensile per gli ultimi tre anni. Sono stati tralasciati i sorvoli dell'area aeroportuale. Occorre ricordare che i dati del 2020 e 2021 sono fortemente influenzati dalla pandemia di Covid

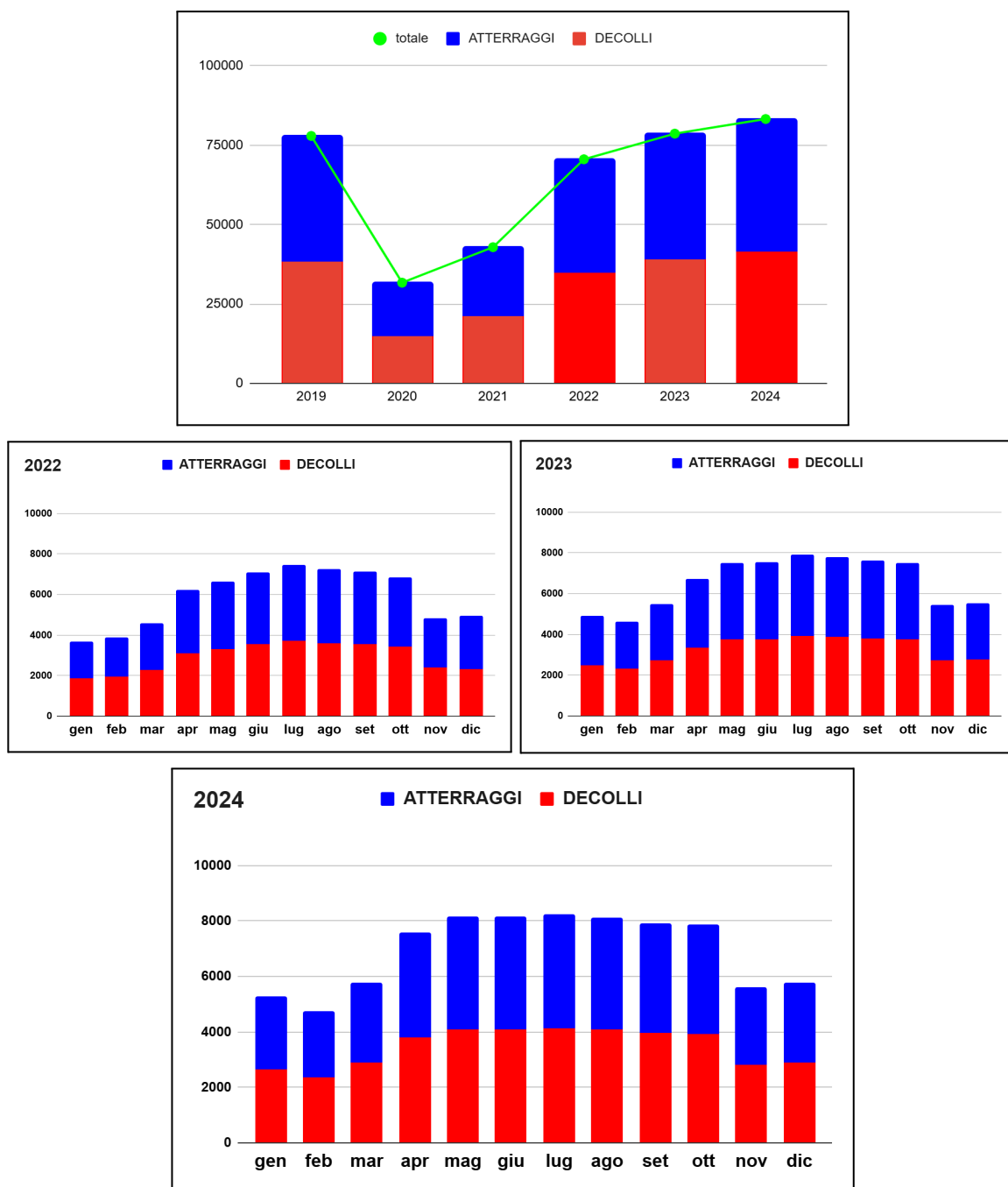


Figura 31 - Atterraggi e decolli 2019-2024 e dettaglio mensile ultimi 3 anni

² Dati di traffico aeroportuale forniti da Aeroporto di Bologna S.p.A

Viene proposta di seguito un'analisi riassuntiva di comparazione degli ultimi tre anni (in quanto rappresentano un andamento omogeneo in termini di traffico aereo), in cui la concentrazione media mensile dei principali inquinanti è sovrapposta al numero di voli su base mensile. Si precisa che le considerazioni di seguito esposte riguardano una correlazione tra distribuzione dei principali inquinanti e tutte le attività lavorative e di mobilità dell'aeroporto.

La rappresentazione grafica di Figura 32 mostra il confronto tra gli andamenti delle concentrazioni medie mensili di NO_2 .

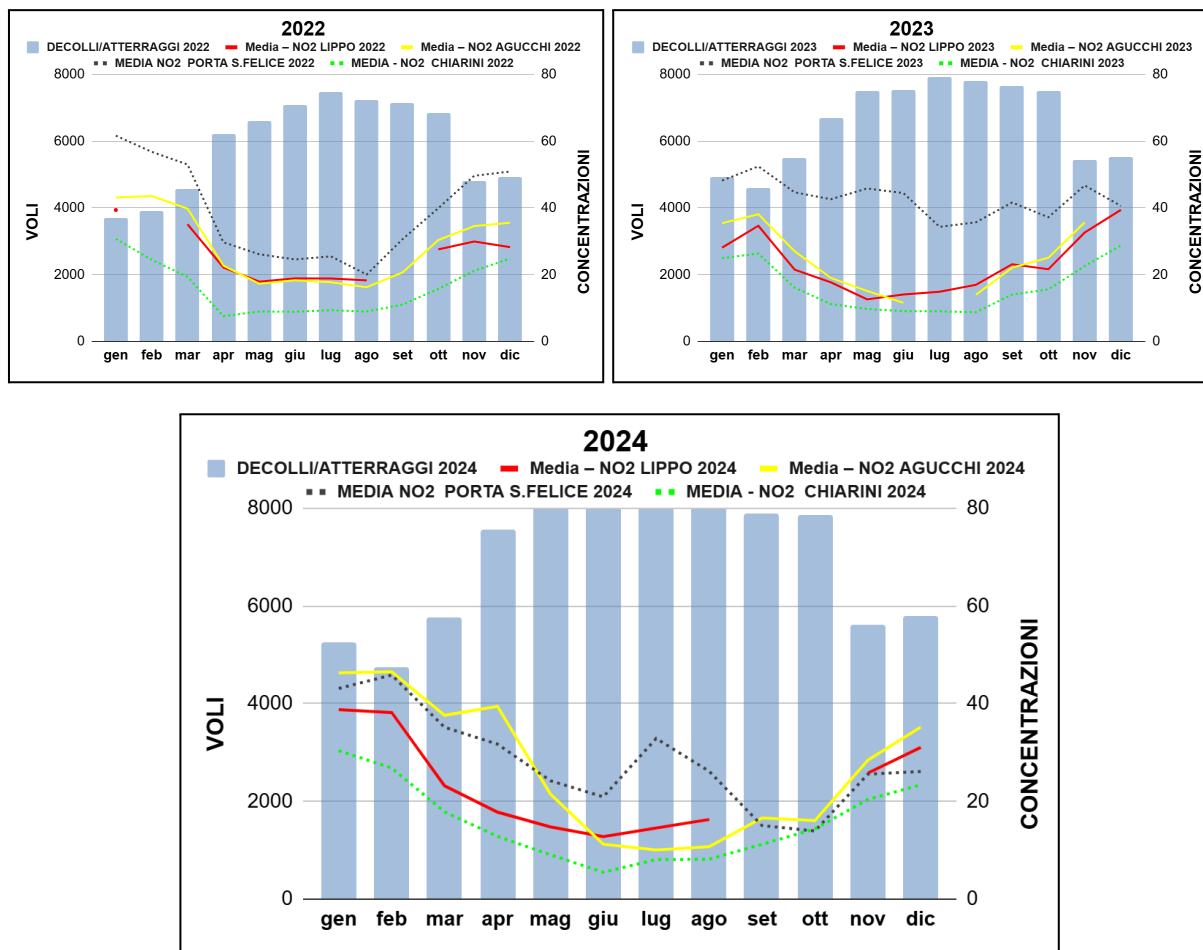


Figura 32 - Atterraggi/decolli e confronto concentrazioni NO_2 mensili 2022-2024

Per le stazioni dell'aeroporto e del fondo urbano della RRQA prevale sempre l'andamento stagionale caratteristico di questo inquinante. Gli andamenti di Lippo e Agucchi restano compresi tra quelli di Chiarini e Porta San Felice sia nel 2022 che nel 2023. Nel 2024 quest'ultima presenta un andamento mediamente più basso rispetto agli anni precedenti; ciò ha comportato in alcuni mesi dell'anno, in particolare quelli invernali, valori di concentrazione di NO_2 delle stazioni di Lippo e Agucchi superiori a quelli di Porta san Felice.

Non emerge una correlazione diretta tra concentrazioni di NO_2 e traffico aeroportuale.

In figura 33 viene mostrata la comparazione delle concentrazioni medie mensili del PM10 dal 2022 al 2024.

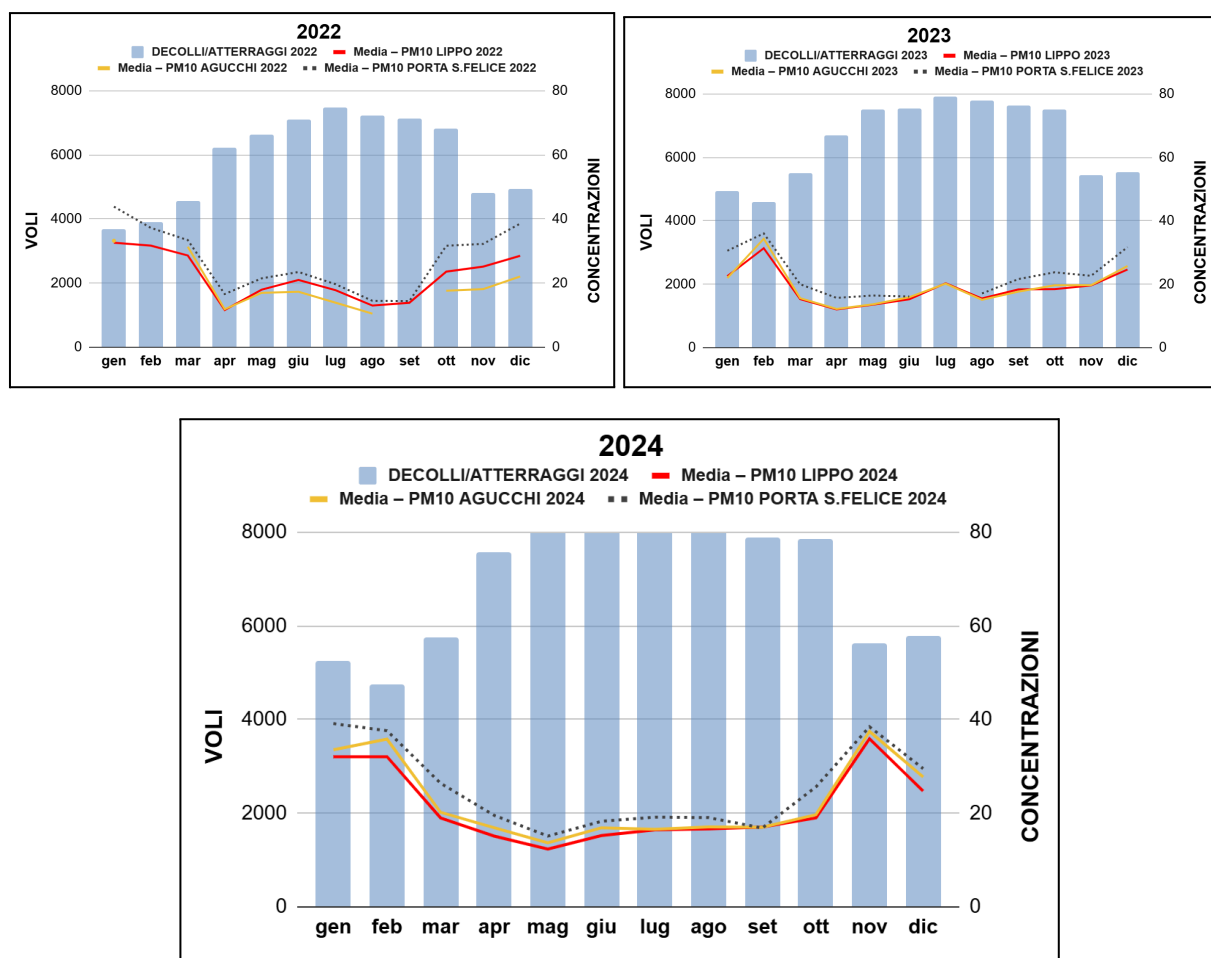


Figura 33 - Atterraggi/decolli e confronto concentrazioni PM10 mensili 2022-2024

L'andamento del PM10 su scala mensile delle stazioni dell'aeroporto segue in maniera quasi sovrapponibile quello della stazione di Porta San Felice, pur mantenendosi quest'ultima sempre leggermente superiore in termini di concentrazione, in special modo nei mesi invernali. Le medie mensili del particolato non hanno avuto in questo arco di tempo un andamento strettamente correlabile con le attività sia aeroportuali che della mobilità in generale. Ciò conferma che altri fattori influenzano la distribuzione di questo inquinante, tra cui certamente in modo preponderante quello meteorologico.

Il confronto con le concentrazioni di ozono è il tema di Figura 34:

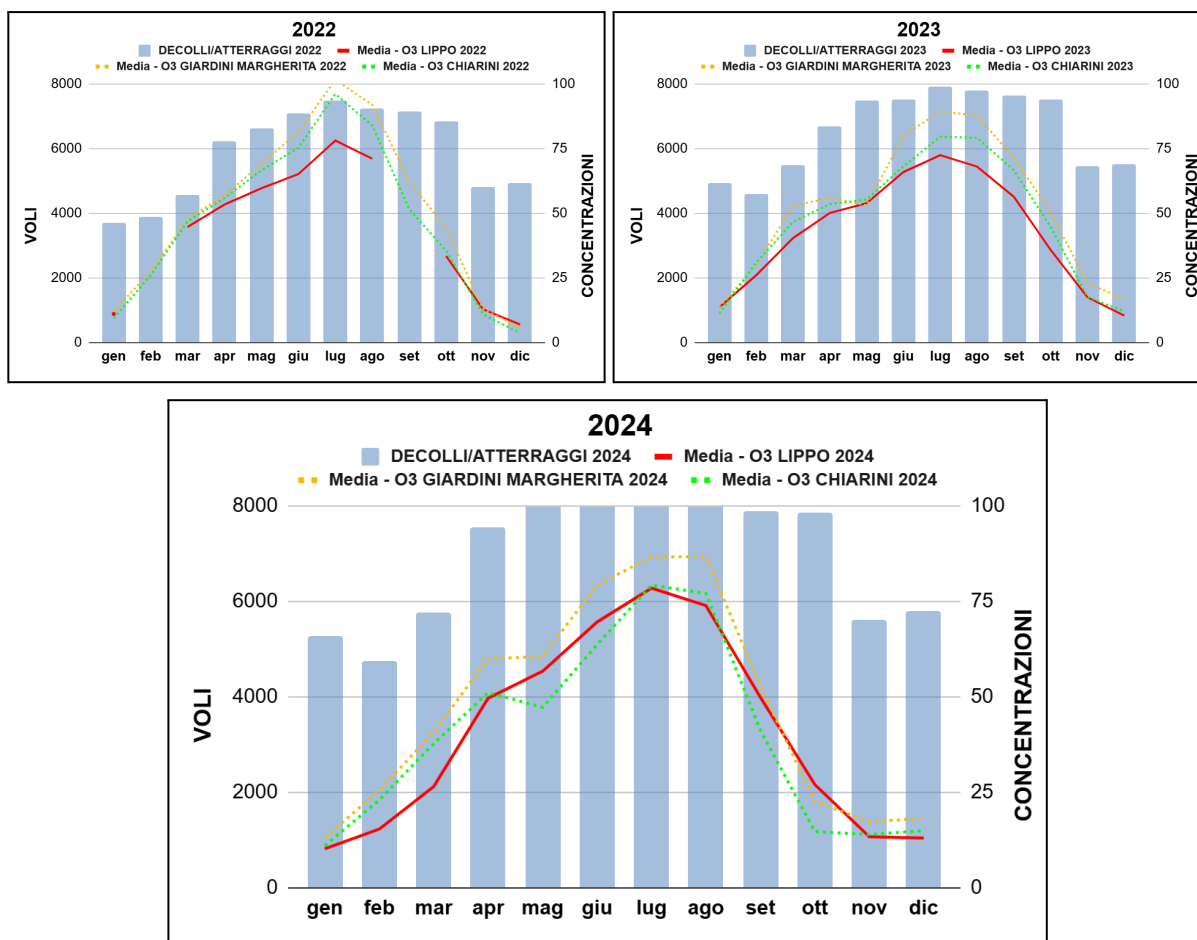


Figura 34 - Atterraggi/decolli e confronto concentrazioni O₃ mensili 2022-2024

Anche nella postazione di Lippo, la distribuzione mensile presenta un caratteristico picco estivo, pur rimanendo al di sotto dei valori delle stazioni di confronto di Chiarini e Giardini Margherita anche nel 2024.

I valori medi restano confrontabili tra loro nelle varie annualità.

Infine, viene proposto il confronto con l'andamento del benzene (Figura 35).

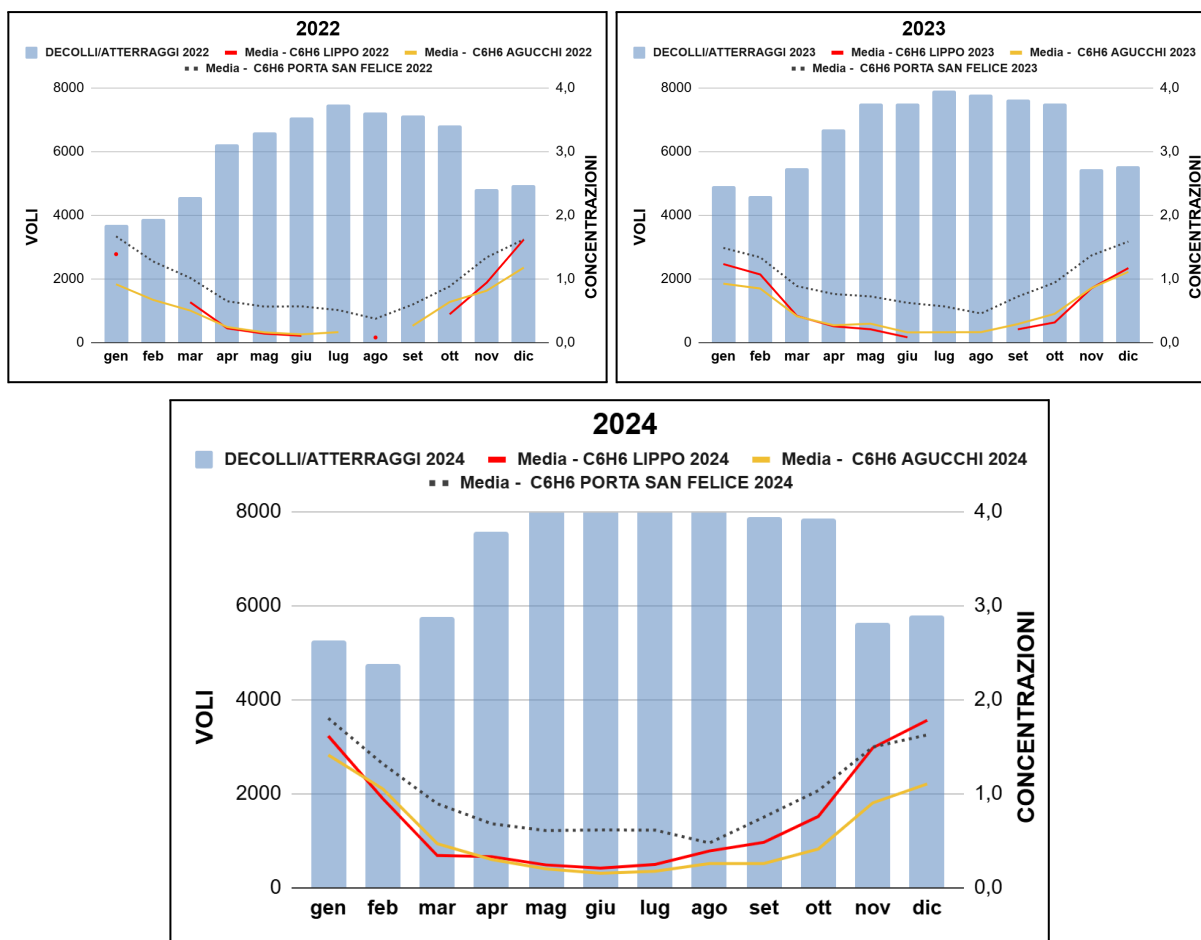


Figura 35 - Atterraggi/decolli e confronto concentrazioni C₆H₆ mensili 2022-2024

Oltre al tipico andamento stagionale di questo inquinante, si osserva come, in tutti gli anni considerati, le distribuzioni delle due stazioni dell'aeroporto siano molto concordi tra loro e quasi sempre inferiori alla stazione di confronto di Porta San Felice, la quale a sua volta è ben lontana dal superare il limite normativo per tale inquinante.

Nel 2024, tuttavia, per le due stazioni dell'aeroporto, si è registrato un modesto incremento di questo inquinante.

EFFICIENZA DELLA STRUMENTAZIONE

In questo paragrafo vengono elencati brevemente i parametri più significativi dello stato di efficienza della dotazione strumentale delle stazioni dell'aeroporto. Nelle tabelle 20 e 21 sono indicati mensilmente e riepilogati per l'anno in esame i rendimenti degli strumenti intesi come rapporto percentuale tra i dati validi ottenuti e i dati attesi nei periodi indicati. La sensoristica meteo è stata raggrupata, per brevità, in un'unica voce.

I valori inferiori al 75%, che quindi pregiudicano l'utilizzo dei dati ai fini della reportistica statistica, hanno riguardato la stazione di Lippo dove, a causa di un fulmine, un guasto prolungato alla stazione meteo e al sistema elettrico in generale ha determinato una cospicua perdita di dati tra maggio ed ottobre alla stazione meteo ed all'analizzatore di ossidi di azoto.

RENDIMENTO DELLA STRUMENTAZIONE MENSILE (DATI VALIDI/DATI ATTESI) - LIPPO													
Strumento	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2024
CAMP. PM10	97%	100%	97%	89%	100%	100%	100%	97%	100%	87%	96%	100%	97%
CAMP. PM2,5	97%	100%	94%	89%	100%	100%	100%	97%	100%	87%	96%	100%	97%
AN. NOX	99%	84%	99%	94%	83%	99%	100%	90%	0%	70%	99%	99%	82%
AN. C6H6	99%	100%	98%	88%	100%	100%	100%	99%	100%	96%	89%	100%	94%
AN. O3	100%	100%	100%	100%	85%	100%	100%	100%	100%	91%	100%	100%	96%
SENSORI METEO	98%	99%	97%	94%	71%	60%	60%	60%	24%	76%	99%	98%	78%

Tabella 20 – Rendimento della strumentazione: Lippo - anno 2024

RENDIMENTO DELLA STRUMENTAZIONE MENSILE (DATI VALIDI/DATI ATTESI) - AGUCCHI													
Strumento	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2024
CAMP. PM10	97%	100%	87%	100%	100%	97%	100%	97%	100%	100%	97%	100%	98%
CAMP. PM2,5	97%	100%	87%	100%	100%	97%	100%	90%	100%	94%	97%	100%	97%
AN. NOX	93%	100%	90%	98%	90%	100%	99%	91%	90%	99%	96%	99%	92%
AN. C6H6	90%	100%	93%	99%	75%	100%	99%	99%	100%	100%	97%	98%	92%
SENSORI METEO	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabella 21 – Rendimento della strumentazione: Agucchi - anno 2024

La tabella 22 e i grafici di figura 36 e 37 rappresentano le segnalazioni di problemi riguardanti la strumentazione agli addetti alla manutenzione da parte dei tecnici di Arpae. Nei due grafici viene fatta la ripartizione percentuale per stazione e per tipologia di strumento interessato.

Durante tutto il 2024 non sono stati installati strumenti sostitutivi presso le due centraline in esame, ma sono stati sostituiti i sensori meteo di velocità e direzione vento a Lippo.

NUMERO DI APERTURE SEGNALAZIONI/TICKET													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2024
LIPPO	4	0	4	2	4	1	3	2	2	5	2	2	31
AGUCCHI	0	2	3	5	4	0	1	3	0	10	4	1	33

Tabella 22 – Numero di ticket manutenzione straordinaria - anno 2024

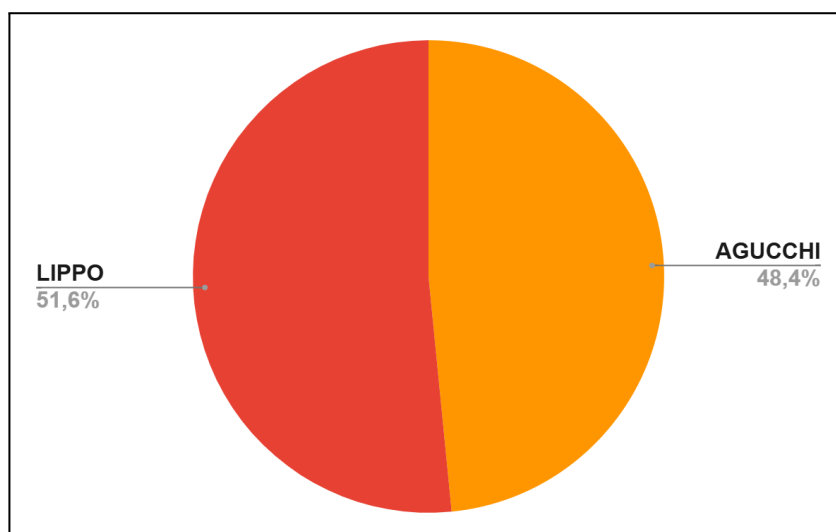


Figura 36- Ripartizione ticket manutenzione per stazione - anno 2024

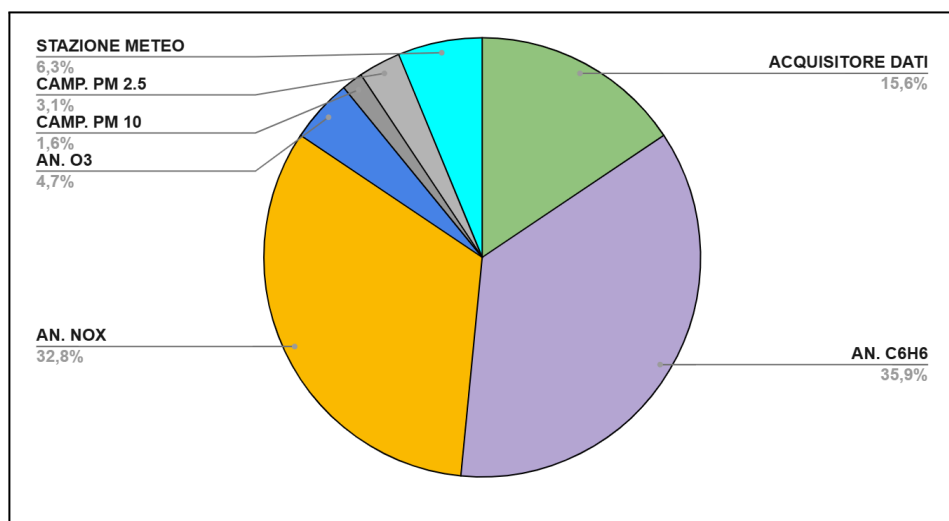


Figura 37 - Ripartizione ticket manutenzione per tipologia di strumento - anno 2024

SINTESI FINALE

In questa relazione tecnica si traggono alcune considerazioni di carattere locale, a seguito del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato presso le stazioni di Lippo e Agucchi in dotazione all'Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna nel corso dell'anno 2024.

I dati rilevati sono posti a confronto con quelli registrati dalle stazioni della Rete Regionale per la Qualità dell'Aria (RRQA).

I parametri monitorati, normati dal D.Lgs. 155/2010 e oggetto della prescrizione di VIA Ministeriale, sono gli inquinanti prodotti sia a breve che a larga scala da tutte le sorgenti di inquinamento urbano, quali in particolare il traffico veicolare, il riscaldamento e le attività aeroportuali.

Di seguito viene esposta una breve sintesi di quanto riscontrato.

Particolato PM10

Gli andamenti dei dati rilevati dalle due centraline oggetto di studio sono confrontabili con quelli della RRQA. Le distribuzioni annuali del particolato delle stazioni di Lippo e Agucchi si collocano tra quelle di Chiarini-Giardini Margherita e la distribuzione di Porta San Felice.

Si riscontra un andamento stagionale per il PM10 con valori generalmente più alti nei mesi invernali.

Il massimo valore di concentrazione giornaliera nel corso dell'anno, pari a $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è stato registrato presso la stazione di Agucchi in aprile.

Nel corso del 2024 si sono registrati 18 superamenti del limite normativo giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ad Agucchi e 17 a Lippo (ampiamente inferiori al limite normativo di 35 giorni).

La media annuale è stata di $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Lippo e $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ad Agucchi (poco più della metà del limite normativo di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Per quanto riguarda le stazioni della RRQA utilizzate come confronto, presso la stazione da traffico di Porta San Felice a Bologna si è registrata nel 2024 la media più elevata (pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Il numero di giorni di superamento del limite normativo più alto si è ottenuto sempre presso la stazione di Porta San Felice (pari a 26).

Le concentrazioni di questo inquinante, oltre che dalle fonti emissive che possono variare nel corso dell'anno, sono particolarmente influenzate da fluttuazioni meteorologiche. Più in generale, le concentrazioni medie mensili risultano seguire prevalentemente il tipico andamento stagionale piuttosto che apparire correlate alle variazioni del numero di atterraggi e decolli presso l'aeroporto.

Particolato PM2.5

Anche per questo inquinante le medie mensili presentano un andamento stagionale simile a quello del PM10. I valori relativi al 2024 per le due stazioni sono in gran parte confrontabili sia tra loro che con quelli delle stazioni della RRQA considerate, collocate nell'area del Comune di Bologna: ciò dipende dall'origine prevalentemente secondaria di questo inquinante che lo rende ubiquitario su vasta scala.

Come per gli anni precedenti, sia per le stazioni dell'aeroporto che per quelle della RRQA le medie annuali risultano sensibilmente inferiori al corrispondente valore limite di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In particolare, il valore medio delle concentrazioni del PM_{2.5} si è attestato a $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per Lippo e $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per Agucchi.

Per le stazioni della RRQA di confronto, il valore medio più alto si è ottenuto sia a Porta San Felice che a Giardini Margherita ed è risultato pari a $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'analisi del rapporto percentuale tra le due frazioni del particolato conferma l'importanza del PM_{2.5} in quanto significativa componente sul totale in massa del PM₁₀, in particolare nei mesi invernali, quando aumenta la componente di PM_{2.5} sia direttamente da fonti primarie, sia come risultato di aggregazioni corpuscolari con un diametro aerodinamico inferiore e quindi come inquinante di origine secondaria.

Biossido di azoto NO₂

Anche il Biossido di azoto è un inquinante che presenta un andamento stagionale.

Analizzando il grafico delle medie mensili per l'anno 2024 si osserva, per le postazioni dell'aeroporto e per quelle di fondo urbano di Bologna, il caratteristico andamento con valori di concentrazione più elevati nei mesi invernali e più bassi nel periodo estivo. Le distribuzioni di Lippo e Agucchi si collocano in una posizione prossima a quella da traffico di Porta San Felice. La stazione di Porta San Felice, infatti, risulta avere, nel 2024, concentrazioni con un andamento meno variabile nel corso dell'anno ed inferiori ad anni precedenti. Ciò ha comportato in alcuni mesi valori delle medie delle stazioni dell'aeroporto, in particolare della stazione di Agucchi, superiori rispetto alla postazione RRQA da traffico.

Rispetto all'andamento degli anni precedenti, le concentrazioni medie annuali di NO₂ delle stazioni dell'aeroporto nel 2024 presentano valori sostanzialmente stabili e sempre inferiori al limite normativo di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Per tutte le postazioni monitorate, il valore limite sulla media oraria di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare per più di 18 ore nel corso di un anno, non è mai stato raggiunto da nessuna delle centraline considerate.

Conseguentemente, anche per il 2024 la soglia di allarme di $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è mai stata raggiunta da nessuna centralina, a conferma che gli episodi acuti legati a concentrazioni orarie elevate di NO₂ non rappresentano un elemento di criticità.

Benzene C₆H₆

Anche questo inquinante segue un andamento annuale caratterizzato da valori più elevati in inverno e più bassi d'estate. I valori di concentrazione medi delle due postazioni dell'aeroporto differiscono poco tra loro e sono ampiamente sotto il limite normativo. Le medie mensili di entrambe le centraline risultano, inoltre, inferiori ai valori registrati presso Porta San Felice a Bologna, dove anche in questo caso il limite normativo annuale viene ampiamente rispettato. Confrontando le medie annuali tra il 2019 e il 2024, i valori di concentrazione del benzene sono rimasti sostanzialmente confrontabili tra loro con un lieve incremento nell'anno in esame.

Ozono O₃

L'ozono è un inquinante secondario, cioè non prodotto direttamente da una fonte inquinante, ma risultato di reazioni chimiche complesse tra gas precursori, come gli ossidi di azoto e i composti organici volatili, avviate dalla radiazione solare. Presenta un andamento stagionale tendenzialmente opposto rispetto al biossido di azoto, con concentrazioni significative e più elevate nel periodo più caldo dell'anno (tra aprile e settembre).

Anche nella postazione di Lippo (dove è installato l'analizzatore di O₃), la distribuzione mensile delle concentrazioni di ozono presenta un caratteristico picco estivo, pur rimanendo al di sotto dei valori delle stazioni di confronto di Chiarini e Giardini Margherita.

Anche il grafico a box-plot evidenzia una certa omogeneità delle distribuzioni dei dati registrati in tutte le stazioni di monitoraggio.

Durante il 2024, come per l'anno precedente, presso la stazione di Lippo non si è registrato alcun superamento né della soglia di allarme, né della soglia di informazione.

Considerando la media dei tre anni dal 2022 al 2024, non si è avuto il superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana, in quanto si è registrata una media di 18 superamenti del valore di 120 µg/m³ calcolato come media massima giornaliera su 8 ore.

