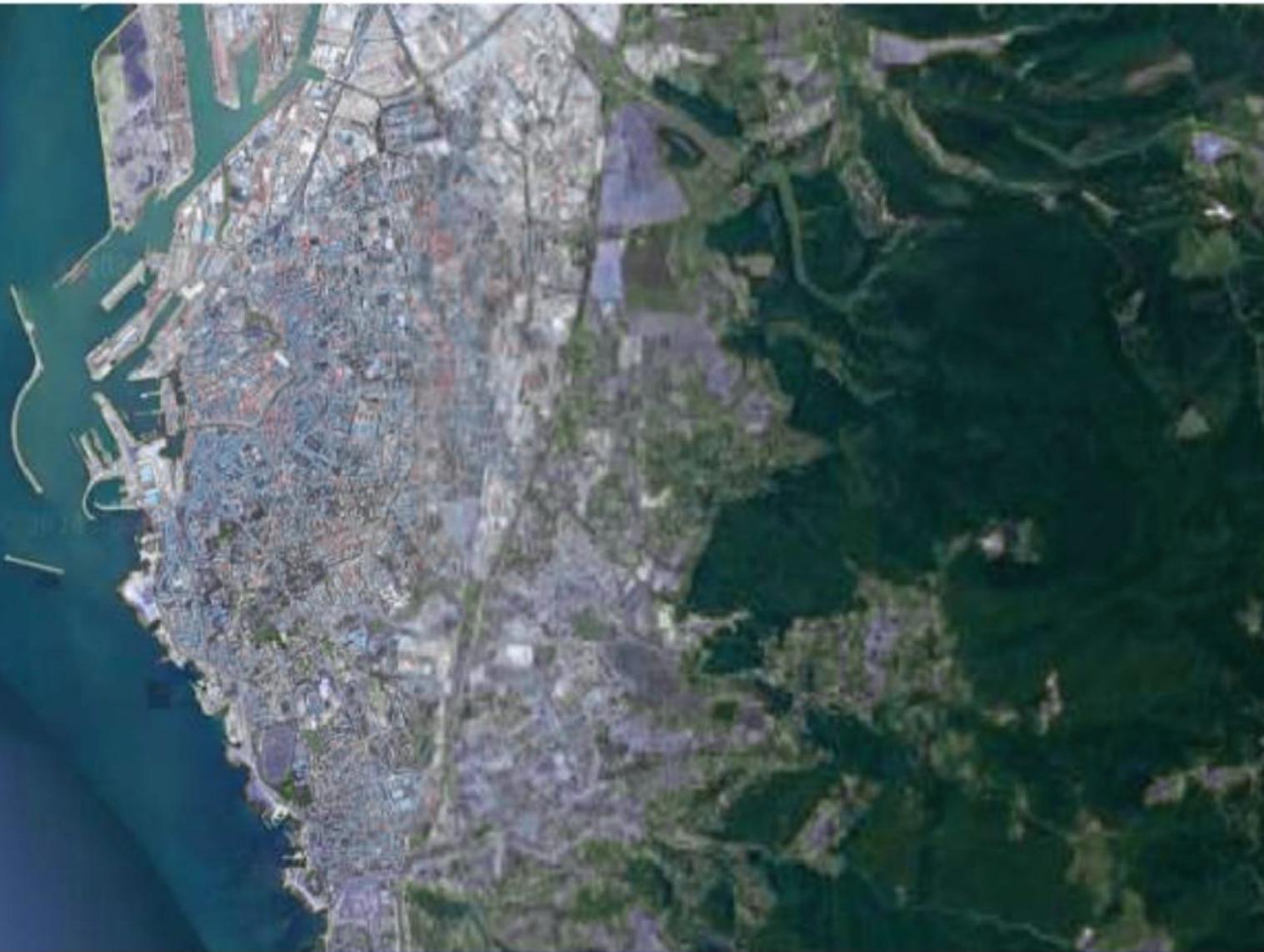


Allegato 1



**RELAZIONE ANNUALE DELLO STATO DELLA
QUALITÀ DELL'ARIA IN TOSCANA**

monitoraggio 2024-Estratto dati Comune di Livorno

INDICE

INTRODUZIONE	1
1. QUADRO CONOSCITIVO QUALITÀ DELL'ARIA E SORGENTI EMISSIVE	1
1.1 PARTICOLATO PM₁₀	6
1.1.1 PM ₁₀ - Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030	7
1.2 PARTICOLATO PM_{2,5}.....	9
1.2.1 PM _{2,5} – Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030	11
1.3 OSSIDI DI AZOTO: NO₂ E NO_x.....	12
1.3.1 Protezione della vegetazione.....	17
1.3.2 NO ₂ – Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030	18
1.4 OZONO O₃	19
1.4.1 Protezione della vegetazione.....	22
1.4.2 O ₃ - Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030	24
1.5 MONOSSIDO DI CARBONIO CO.....	25
1.5.1 CO – Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030	26
1.6 BIOSSIDO DI ZOLFO SO₂.....	26
1.6.1 SO ₂ - Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva Europea 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030	27
1.7 ACIDO SOLFIDRICO H₂S	28
1.8 BENZENE	30
1.8.1 Benzene - Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030	31
1.8.2 Derivati del Benzene.....	32
1.9 INDICATORI 2024 RICAVATI DA INDAGINI DISCONTINUE SULLA RRQA E CONFRONTO CON VALORI LIMITE O OBIETTIVO	33
1.9.1 Benzo(a)pirene nel PM ₁₀	33
1.9.2 Medie annuali Benzo(a)pirene – Anno 2024.....	33
1.9.3 Medie stagionali di Benzo(a)pirene Anno 2024	34
1.9.4 Andamento medie annuali di Benzo(a)pirene	35

1.9.5	Confronto indicatori del Benzo(a)pirene con i limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030	36
1.10	IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	37
1.10.1	Medie annuali degli idrocarburi policiclici aromatici Anno 2024	37
1.10.2	Medie mensili e stagionali degli idrocarburi policiclici aromatici Anno 2024.....	39
1.11	ARSENICO, CADMIO, NICHEL E PIOMBO.....	41
1.11.1	Medie annuali 2024 metalli D. Lgs. 155/2010	41
1.11.2	Confronto indicatori Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030	42
1.11.3	Monitoraggio metalli non normati nel PM ₁₀	42
1.12	CONCLUSIONI SUL MONITORAGGIO	43
1.12.1	Sintesi in riferimento al D. LGS. 155/2010	43
1.12.2	Sintesi generale del confronto tra i limiti previsti dal D. Lgs.155/2010 e i limiti previsti dalla Direttiva Europea 2024/2081 per il 2026 e il 2030.....	44
2.	MONITORAGGIO DI INTERESSE NON REGIONALE	44
3.	ALTRE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO EFFETTUATE NEL COMUNE DI LIVORNO	48
4.	ANALISI AVVEZIONI DI POLVERI ANNO 2024.....	49
4.1	Identificazione degli episodi di intrusione sahariana	49
4.2	Quantificazione degli episodi di avvezione naturale.....	50
4.3	Detrazione dei contributi stimati	51
4.4	Elaborazione sul lungo termine	51

INTRODUZIONE

Il panorama dello stato della qualità dell'aria ambiente della Regione Toscana emerso dall'analisi dei dati forniti dalla Rete Regionale di monitoraggio di qualità dell'aria, dei dati forniti dalle stazioni locali e dall'analisi delle serie storiche ha confermato una situazione complessivamente positiva per la qualità dell'aria in Toscana.

Nel corso del 2024 le 37 stazioni previste per la Toscana dalle nuove modifiche ed integrazioni della DGRT 1626/2020 hanno funzionato a pieno regime per tutti i parametri.

I valori degli indicatori sono stati valutati rispetto:

- al D. Lgs. 155/2010;
- alla Direttiva Europea 2024/2881;

per avere un'idea di quella che potrebbe essere la situazione della qualità dell'aria toscana una volta che verrà recepita la nuova normativa che prevede limiti più stringenti per molti parametri.

La nuova Direttiva Europea 2024/2881 che sostituisce le precedenti norme UE (Direttiva 2008/50 e 2004/107) sulla qualità dell'aria si pone come obiettivo quello di ridurre progressivamente l'inquinamento atmosferico fino a livelli che non siano più nocivi per salute umana ed ecosistemi, entro il **2050**, fissando nuovi **valori limite**, soglie di allarme, obblighi di monitoraggio e di trasparenza.

Entro l'**11 dicembre 2026** gli Stati membri devono recepire la Direttiva nella legislazione nazionale.

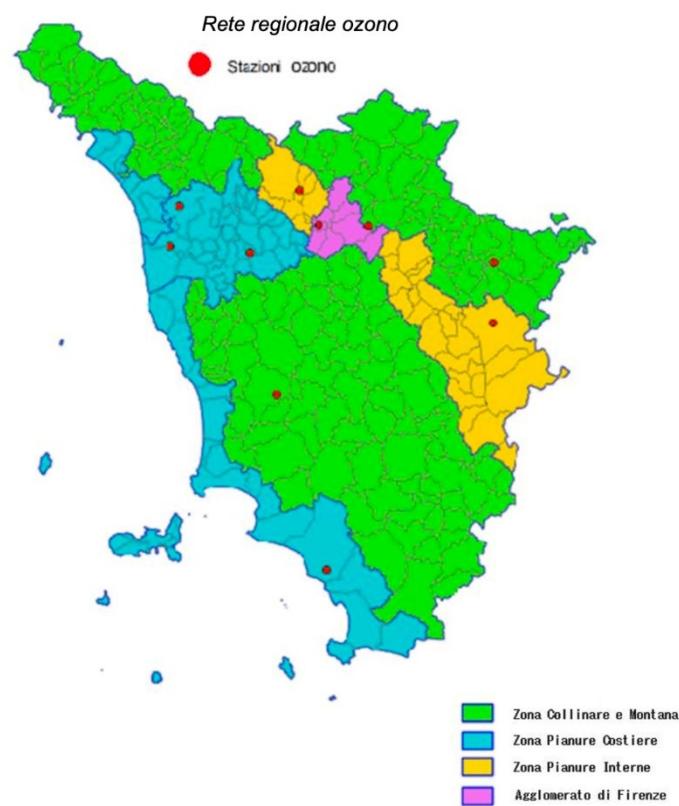
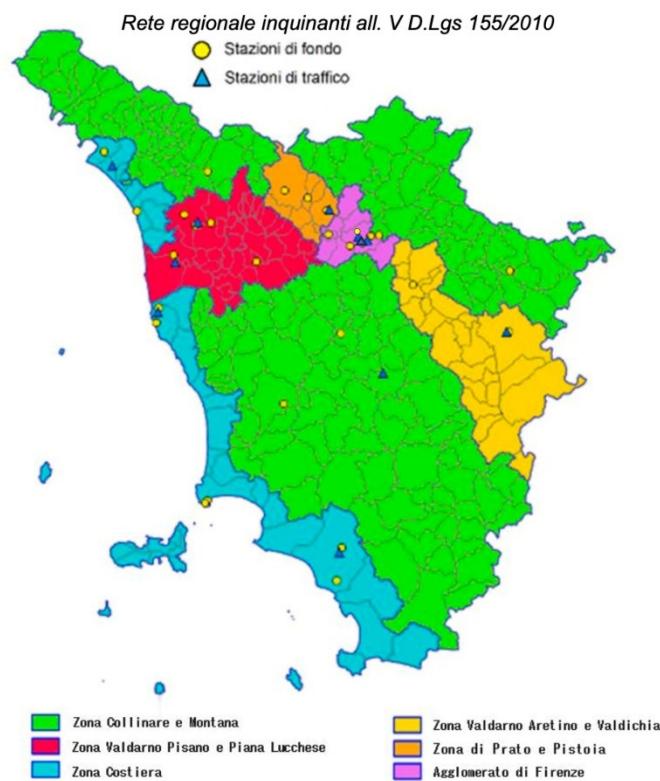
A partire dal 1° gennaio 2030 entrano in vigore i **nuovi limiti più severi** previsti dalla Direttiva per vari inquinanti.

1. QUADRO CONOSCITIVO QUALITÀ DELL'ARIA E SORGENTI EMISSIVE

Il processo di monitoraggio della qualità dell'aria è inserito nel sistema di gestione per la qualità di ARPAT ed è conforme alla UNI EN ISO 9001:2015, certificato da RINA con registrazione n°32671/15/5.

Per il territorio regionale sono state effettuate due distinte zonizzazioni (vedi mappa pagina seguente):

- zonizzazione per gli inquinanti di cui all'allegato V del D.Lgs. 155/2010 (birossido di zolfo, birossido di azoto, particolato PM₁₀ e PM_{2,5}, piombo, benzene, monossido di carbonio, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene), che comprende un agglomerato e cinque zone;
- zonizzazione per l'ozono di cui all'allegato IX del D.Lgs. 155/2010, che comprende tre zone secondo la DGRT n. 1025/2010 e un agglomerato.



Mappa zonizzazione e attuale configurazione della rete regionale di misura della qualità dell'aria
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Il territorio del Comune di Livorno fa parte della “zona costiera”, sia per quanto riguarda la zonizzazione dell'allegato V del D.Lgs.155/2010, che per quanto riguarda la zonizzazione dell'ozono dell'allegato IX del D.Lgs.155/2010.

Le stazioni di monitoraggio della rete regionale presenti nel territorio comunale sono tre e misurano i seguenti inquinanti:

Zonizzazione inquinanti All. V	Tipo stazione	Nome stazione	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	SO ₂	H ₂ S	CO	Benzene	B(a)P	As	Ni	Cd	Pb	O ₂	Class. O ³
Zona Costiera	UF	LI-Cappiello	X	X	X											
	UF	LI-La Pira	X		X	X			X	X	X	X	X	X		
	UT	LI-Carducci	X	X	X			X								

*Stazioni di misura degli inquinanti della rete regionale presenti nel Comune di Livorno
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]*

Nella tabella alla pagina seguente sono stati riassunti i limiti di riferimento per la qualità dell'aria rispetto al D. Lgs.155/2010 e proposta di Direttiva Europea 2024/2881.

Con DGRT n°214 del 24 febbraio 2025 è stata inoltre approvata la zonizzazione per la protezione della vegetazione per quanto riguarda il territorio della Regione Toscana. Di seguito è riportata la mappa con la suddivisione del territorio regionale, risultante dall'allegato A della delibera sopracitata.



*Mappa zonizzazione del territorio della Toscana ai fini della protezione della vegetazione con indicate le stazioni di monitoraggio per i relativi indicatori
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]*

Gli indicatori di RRQA rappresentativi per la protezione della vegetazione in Toscana sono: la media annuale degli ossidi di azoto registrata presso il sito regionale di fondo di AR-Casa Stabbi e l'indicatore AOT40 calcolato sui dati orari registrati dalle 10 stazioni per il monitoraggio dell'ozono.

			D.Lgs 155/2010	2024/2881 DE					
				valori da raggiungere entro 11.12.2026	valori da raggiungere entro 01.01.2030	Valori critici	Soglia di informazione e allarme	Valore obiettivo al 2030	Valore obiettivo al 2050
INQUINANTE	Valore di riferimento	Periodo di mediazione							
PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite per la protezione della salute umana	1 giorno	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile				
		anno civile	media annuale 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
	Soglia di allarme	1 giorno	-	-	-	90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata sulla media giornaliera di 3 giorni consecutivi o meno	-	-	-
	Soglia di informazione	1 giorno	-	-	-	90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-
PM_{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore Limite per la protezione della salute umana	anno civile	media annuale 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	media annuale 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
		1 giorno	-	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile				
	Soglia di allarme	1 giorno	-	-	-	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata sulla media giornaliera di 3 giorni consecutivi o meno			
	Soglia di informazione	1 giorno	-	-	-	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Biossido di azoto NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore Limite per la protezione della salute umana	Media massima oraria	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile				
		Media massima giornaliera	-	-	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile				
		anno civile	media annuale 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
	Soglia di allarme	1 ora	-	-	-	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	Soglia di informazione	1 ora	-	-	-	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Monossido di carbonio CO (mg/m ³)	Valori limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m ³	10 mg/m ³	10 mg/m ³				
		Media massima giornaliera calcolata su 1 giorno	-	-	4 mg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile				
Biossido di zolfo SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite per la protezione della salute umana	1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte per anno civile	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte per anno civile	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile	-			
		1 giorno	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile	-			
		Anno civile	-	-	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
	Soglia di allarme	1 ora	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Riferito 3 medie orarie consecutive	-	-	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	Soglia di informazione	1 ora	-	-	-	275 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	Livelli critici per la protezione della vegetazione degli ecosistemi naturali	Anno civile e stagione invernale (1° ottobre/31 marzo)	-	-	-	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			

			D.Lgs 155/2010	2024/2881 DE					
				valori da raggiungere entro 11.12.2026	valori da raggiungere entro 01.01.2030	Valori critici	Soglia di informazione e allarme	Valore obiettivo al 2030	Valore obiettivo al 2050
INQUINANTE		Valore di riferimento	Periodo di mediazione						
Ozono <i>O₃</i> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni					120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 giorni per anno civile come media su tre anni	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 giorni per anno civile come media su tre anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 5 anni	-	-				6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times h$
	Soglia di informazione	Media massima oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-				
	Soglia di allarme	Media massima oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-				
Acido Solfidrico H₂S ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) *	-	-	-	-	-				
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
Benzo(a)Pirene (ng/m^3)	Concentrazione presente nella frazione PM ₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	Anno civile	1 ng/m^3	1 ng/m^3	1 ng/m^3				
Metalli pesanti ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Arsenico	Valori limite per la protezione della salute umana	Anno civile	6,0 ng/m^3	-	6,0 ng/m^3			
		Valori obiettivo per la protezione della salute umana			6,0 ng/m^3				
	Cadmio	Valori limite per la protezione della salute umana	Anno civile	5,0 ng/m^3	-	5,0 ng/m^3			
		Valori obiettivo per la protezione della salute umana		-	5,0 ng/m^3				
	Nichel	Valori limite per la protezione della salute umana	Anno civile	20,0 ng/m^3		20,0 ng/m^3			
		Valori obiettivo per la protezione della salute umana			20,0 ng/m^3				
Piombo	Valori limite per la protezione della salute umana	Anno civile	500,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$				

* Mancanza di riferimenti normativi per H₂S. Viene preso come riferimento il valore guida indicato dall' Organizzazione per la protezione della salute che è pari ad una media giornaliera di 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella confronto valori di riferimento per la valutazione della QA stabiliti dal D. Lgs. 155/2001 e dalla Direttiva Europea 2024/2881
fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Si riassumono di seguito i risultati del monitoraggio per i vari inquinanti analizzati.

1.1 PARTICOLATO PM₁₀

I valori limite di legge per il PM₁₀ (allegato XI D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) sono stati confrontati con gli indicatori elaborati sui valori giornalieri validi dell'anno 2024, confermando per entrambi i parametri la situazione degli anni precedenti:

- il valore limite relativo alla media annuale di PM₁₀ di 40 µg/m³ è stato rispettato in tutte e tre le stazioni presenti nel Comune di Livorno così come in tutte le stazioni della Rete Regionale;
- il limite relativo al numero massimo di 35 giorni di superamenti annui della media giornaliera di 50 µg/m³ di PM₁₀ è stato rispettato in tutte e tre le stazioni presenti nel Comune di Livorno così come in tutte le stazioni della Rete Regionale ad eccezione di una.

Zona	Class.	Nome stazione	N° medie giornaliere > 50 µg/m ³			V.L.	Media annuale µg/m ³	V.L.
			Superamenti totali	Superamenti causati da contributo naturale	Superamenti al netto del contributo naturale			
Zona Costiera	UF	LI-Cappiello	4	3	1	35	16	40
	UT	LI-Carducci	7	6	1		22	
	UT	LI-La Pira	5	5	0		19	

PM₁₀ – Anno 2024 - N° superamenti delle medie giornaliere e annuale delle stazioni di Rete Regionale presenti nel Comune di Livorno

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Come si evince dalla tabella sopra:

- **relativamente alla media annuale** i valori rilevati si sono assestati tra i 16 ed i 22 µg/m³ rispettando il valore limite relativo dell'indicatore di 40 µg/m³, con una media delle tre stazioni di 19 µg/m³, in linea con:
 - il valore della media annuale complessiva della rete regionale pari a 21 µg/m³;
 - il valore della media annuale delle stazioni di tipo traffico pari a 24 µg/m³;
- **relativamente alla media giornaliera** si fa presente che nel 2024 ci sono stati 9 episodi di trasporto di polveri per fenomeni naturali che hanno causato dei superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³.

Questi episodi, distribuiti in un arco temporale tra febbraio e giugno, sono stati sottratti dal conteggio finale per il confronto con il valore limite, su indicazione della normativa.

Tutte le stazioni della rete regionale compreso quelle di Livorno sono state coinvolte nei fenomeni di avvezione, con un numero di superamenti attribuibili alle avvezioni registrate dalle stazioni di monitoraggio di Livorno che varia tra 3 e 6.

Come si evince dalla tabella, nonostante gli episodi di avvezione registrati, i valori rilevati in tutte e tre le stazioni presenti sul territorio comunale risultano conformi al limite giornaliero di 50 µg/m³, che non deve essere superato per più di 35 volte in un anno civile.

Nel periodo 2015-2024, come si evince dalle tabelle alla pagina seguente, l'andamento degli indicatori mostra che:

- i valori delle medie annuali registrate negli ultimi 10 anni dalle 3 stazioni della rete di monitoraggio presenti nel territorio comunale, così come in tutte le altre stazioni di Rete Regionale, sono stati inferiori al limite di legge per tutte le tipologie di stazioni.

Classificazione e nome stazione		Medie annuale in mg/m ³ V.L. = 40 mg/m ³									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
UF	Li-Cappiello	18	18	17	17	17	16	16	16	17	16
UT	Li-Carducci	25	24	23	23	23	22	20	22	22	22
UF	Li-La Pira	21	19	19	18	18	17	17	18	20	19

*PM₁₀ – Medie annuali - Andamenti 2015-2024 per le stazioni di Rete Regionale presenti nel Comune di Livorno
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]*

- per le medie **giornaliere** (con n° di superamenti del valore giornaliero di 50 µg/m³) un rispetto per tutte e tre le stazioni presenti nel territorio dei limiti di legge con valori tendenti allo 0.

Classificazione e nome stazione		N° superamenti media giornaliera di 50µg/m ³ V.L. = 35gg/anno									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
UF	LI-Cappiello	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
UT	LI-Carducci	2	2	2	0	1	1	0	0	0	1
UF	LI-La Pira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*PM₁₀ – n° superamenti valore giornaliero di 50 µg/m³ - Andamento 2015-2024 per le stazioni di Rete Regionale presenti nel Comune di Livorno
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]*

1.1.1 PM₁₀ - Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030

Dal confronto tra i **valori di riferimento per la valutazione della qualità dell'aria (QA)** stabiliti dal **D. Lgs. 155/2010** e i **nuovi limiti previsti dalla Direttiva (UE) 2024/2881**, da rispettare entro il **2026** e il **2030**, in relazione ai dati registrati per l'inquinante **PM₁₀** dalle tre centraline di rilevamento presenti nel territorio comunale per gli anni **2023 e 2024**, come si evince dalla tabella a pag. 9, emerge quanto segue:

- in riferimento al **D. Lgs. 155/2010** i valori limite previsti sono stati **rispettati in tutte e tre le stazioni di monitoraggio comunali**, mentre a livello regionale il limite di 35 giorni di superamento del valore medio giornaliero di 50 µg/m³ è stato rispettato in tutti i siti eccetto uno, mentre il limite di 40 µg/m³ come media annuale è stato rispettato in tutti i siti.
- in riferimento alla **Direttiva (UE) 2024/2881**:
 - valori limite da raggiungere per la protezione della salute umana entro l'11 dicembre 2026.**

L'analisi dei dati relativi:

- alle **medie giornaliere** registrate negli ultimi due anni, rispetto al valore limite di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile, mostra che:

- nel **2023** in nessuna delle stazioni della rete di monitoraggio comunale il limite è stato superato così come a livello regionale;
- nel **2024** in nessuna delle stazioni della rete di monitoraggio comunale il limite è stato superato, mentre a livello regionale il limite non è stato rispettato in 1 sito su 34 (3%);
- alle medie annuali indicano che, in tutti i siti, le concentrazioni registrate risultano inferiori al valore limite di riferimento pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- **valori limite da raggiungere per la protezione della salute umana entro il 1° gennaio 2030.**

L'analisi dei dati relativi:

- alle **medie giornaliere** registrate negli ultimi due anni, rispetto al nuovo limite che prevede non più di 18 superamenti per anno civile della media giornaliera di $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mostra che:
 - nel **2023** in nessuna delle stazioni della rete di monitoraggio comunale il limite è stato superato, mentre a livello regionale il limite non è stato rispettato in 12 siti su 34 (35%);
 - nel **2024** in nessuna delle stazioni della rete di monitoraggio comunale il limite è stato superato, mentre a livello regionale il limite non è stato rispettato in 13 siti su 34 (38%);
- alle **medie annuali**, si osserva che in una quota significativa di stazioni a livello regionale le concentrazioni risultano superiori al valore di riferimento di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in particolare:
 - nel **2023** due delle stazioni della rete di monitoraggio comunale rispettano tale valore (LI-La Pira e LI-Cappiello), mentre la stazione di LI-Carducci mostra un superamento di tale limite, mentre a livello regionale il limite non è stato rispettato in 18 siti su 34 (53%);
 - nel **2024** due delle stazioni della rete di monitoraggio comunale rispettano tale valore (LI-La Pira e LI-Cappiello), mentre la stazione di LI-Carducci mostra un superamento di tale limite. A livello regionale il limite non è stato rispettato in 21 siti su 34 (62%).

Inoltre, la Direttiva Europea 2024/2228 prevede alla sez. 4 dell'allegato 1 un valore della soglia di allarme pari a $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolato sulla media giornaliera su tre giorni consecutivi o meno e un valore della soglia di informazione pari a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sul periodo di mediazione di un giorno.

Valori di riferimento per la valutazione della QA stabiliti dal D.Lgs 155/2010				Dir (UE) 2024/2881					
				valori da raggiungere entro 11.12.2026	valori da raggiungere entro 1.01.2030	Valore di soglia di allarme/informazione	Nome Stazione	Anno 2023 Valore registrato $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anno 2024 Valore registrato $\mu\text{g}/\text{m}^3$
INQUINANTE	Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Valori limite	Valori limite	Valori limite	Valore di soglia di allarme/informazione	Nome Stazione	Anno 2023 Valore registrato $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anno 2024 Valore registrato $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Particolato atmosferico PM ₁₀	Valore limite per la protezione della salute umana	1 giorno	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile		Li- Cappiello	1	7
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	media annuale 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Li- Carducci	1	9
	Soglia di allarme	1 giorno	-	-	-	90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata sulla media giornaliera di 3 giorni consecutivi o meno	Li- La Pira	1	6
	Soglia di informazione	1 giorno	-	-	-	90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Li- Cappiello	17	16
							Li- Carducci	22	22
							Li- La Pira	20	19

Tabella PM₁₀ - confronto valori previsti dal D.Lgs. 155/2010 con la Direttiva (UE) 2024/2881
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.2 PARTICOLATO PM_{2,5}

Analogamente al PM₁₀ anche per il PM_{2,5} i parametri presi in considerazione per la tutela della salute sono la media annuale ed i valori medi giornalieri.

Nello specifico il D.Lgs.155/2010 prende in considerazione solamente il valore della media annuale per il confronto con il valore limite pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nell'anno 2024 tale valore relativo alla media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni presenti nel Comune di Livorno, in linea con tutte le stazioni di traffico e di fondo presenti su tutto il territorio regionale.

Zona	Classificazione	Provincia e Comune		Nome stazione	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	V.L.
Zona Costiera	UF	LI	Livorno	LI-Cappiello	8	25
	UT	LI	Livorno	LI-Carducci	10	

PM_{2,5} Anno 2024 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale presenti nel Comune di Livorno
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Tali valori registrati dalle centraline presenti nel territorio comunale risultano essere inferiori alla:

- media regionale PM_{2,5} pari a 12.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- media regionale PM_{2,5} stazioni di tipo fondo 12.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- media regionale PM_{2,5} stazioni di tipo traffico 12.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel periodo 2015-2024 l'andamento degli indicatori delle medie annuali dimostra un trend con valori in diminuzione delle medie annuali da $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la stazione di Li-Cappiello e da $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la stazione di Li-Carducci con un rispetto dei limiti di legge così come per tutte le altre stazioni di traffico e fondo della Rete Regionale.

Classificazione e nome stazione		Medie annuale in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ V.L.= $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
UF	LI-Cappiello	11	10	9	9	9	8	8	8	8	8
UT	LI-Carducci	15	13	13	13	12	11	10	11	10	10

$\text{PM}_{2,5}$ Medie annuali - Andamento 2015-2024 per le stazioni di Rete Regionale presenti nel Comune di Livorno
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Esaminando il **rappporto % tra $\text{PM}_{2,5}$ e PM_{10}** delle stazioni di fondo della Rete Regionale, come dal grafico sottostante, possiamo notare che la stazione di LI-Cappiello ubicata nel nostro territorio presenta la percentuale più bassa insieme alle stazioni di FI-Bassi e AR-Casa-Stabbi.

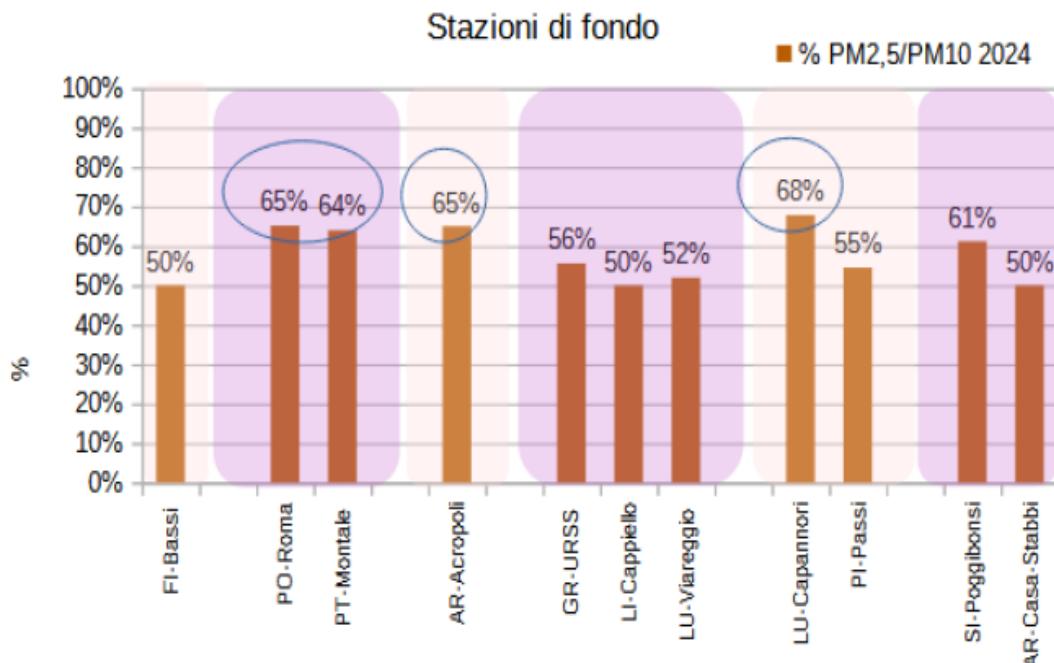


Grafico Rapporto % tra $\text{PM}_{2,5}$ e PM_{10} nelle stazioni di fondo di Rete Regionale - Anno 2024
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Per quanto riguarda le stazioni di traffico della rete regionale, esaminando il grafico alla pagina seguente si evince che per la stazione di Li-Carducci il valore % $\text{PM}_{2,5}/\text{PM}_{10}$ relativo all'anno 2024 risulta essere inferiore alle altre stazioni della rete regionale.

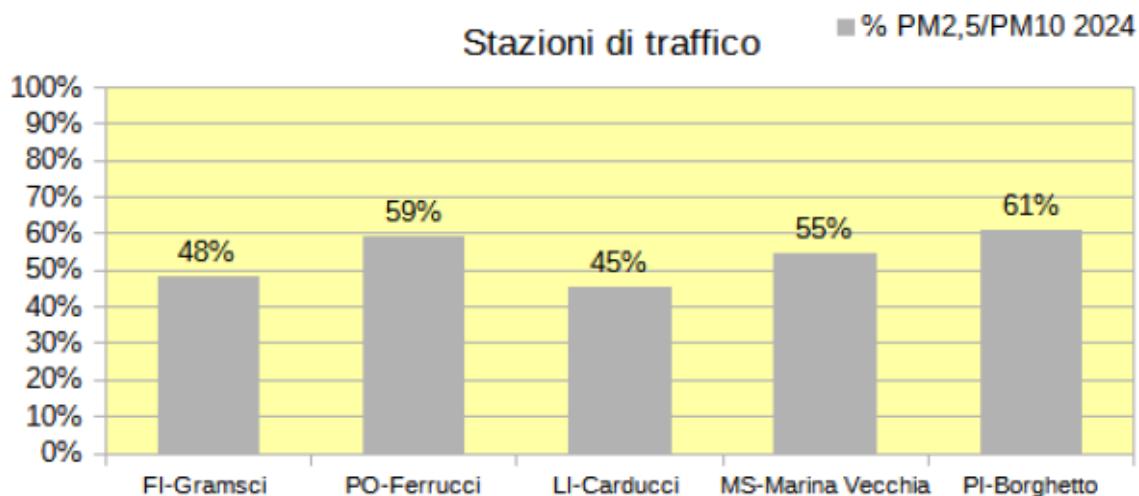


Grafico Rapporto % tra PM_{2,5} e PM₁₀ nelle stazioni di traffico di Rete Regionale - Anno 2024
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Da un confronto tra il Rapporto % tra PM_{2,5} e PM₁₀ negli ultimi 7 anni (2018-2024) le % di PM_{2,5} nel PM₁₀ sono tendenzialmente diminuite, suggerendo con ciò la diminuzione del contributo della componente secondaria delle polveri PM₁₀ (vedi tabella sotto).

% PM _{2,5} /PM ₁₀								
Classificazione e nome stazione		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
UF	LI-Cappiello	53%	53%	50%	50%	50%	47%	50%
UT	LI-Carducci	57%	52%	50%	50%	50%	45%	45%

Confronto dati % PM_{2,5} nel PM₁₀ ultimi 7 anni delle centraline del Comune di Livorno
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.2.1 PM_{2,5} – Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE)

2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030

Dal confronto tra i valori di riferimento per la valutazione della qualità dell'aria (QA) stabiliti dal D. Lgs.155/2010 e i nuovi limiti previsti dalla Direttiva (UE) 2024/2881, da rispettare entro il 2026 e il 2030, in relazione ai dati registrati per l'inquinante PM_{2,5} dalle tre centraline di rilevamento presenti nel territorio comunale per gli anni 2023 e 2024, come si evince dalla tabella alla pagina seguente, emerge quanto segue:

- in riferimento al **D. Lgs.155/2010** i valori limite previsti sono stati rispettati in tutte e tre le stazioni di monitoraggio comunali, così come a livello regionale;
- in riferimento alla **Direttiva (UE) 2024/2881**:

- **Valori limite da raggiungere per la protezione della salute umana entro l'11 dicembre 2026**

L'analisi dei dati relativi:

- alle **medie annuali** indicano che, in tutte le stazioni della rete di monitoraggio regionale le concentrazioni registrate negli ultimi due anni risultano inferiori al valore limite di riferimento pari a 25 µg/m³.

- **Valori limite da raggiungere per la protezione della salute umana entro il 1° gennaio 2030**

L'analisi dei dati relativi:

- alle **medie giornaliere** registrate negli ultimi due anni, rispetto al nuovo limite che prevede non più di 18 superamenti della media giornaliera di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mostra che:
 - nel **2023** tale valore non è stato superato in nessuna delle 2 stazioni della rete di monitoraggio comunale (LI-Cappiello e LI- Carducci) mentre a livello regionale in 9 siti su 15 (60%) il limite è stato superato;
 - nel **2024** tale valore non è stato superato in nessuna delle 2 stazioni della rete di monitoraggio comunale (LI-Cappiello e LI- Carducci) mentre a livello regionale in 10 siti su 16 (62,5%) il limite è stato superato;
- alle **medie annuali**, si osserva che in una quota significativa di siti a livello regionale le concentrazioni risultano superiori al valore di riferimento di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$:
 - nel **2023** tale valore non è stato superato in nessuna delle 2 stazioni della rete di monitoraggio comunale (LI-Cappiello e LI- Carducci) mentre a livello regionale in 12 siti su 15 (80%) il limite è stato superato;
 - nel **2024** tale valore non è stato superato in nessuna delle 2 stazioni della rete di monitoraggio comunale (LI-Cappiello e LI- Carducci) mentre a livello regionale in 12 siti su 16 (75%) il limite è stato superato.

D.Lgs. 155/2010				Dir (UE) 2024/2881					
				valori da raggiungere entro 11.12.2026	valori da raggiungere entro 1.01.2030	Soglia di allarme e di informazione	Nome Stazione	Anno 2023 Valore registrato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anno 2024 Valore registrato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM_{2,5}	la protezione della salute umana	1 giorno	-	-	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile		LI-Cappiello	0	2
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana						LI-Carducci	4	3
	Soglia di allarme	anno civile	media annuale $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$		LI-Cappiello	8	8
	Soglia di informazione						LI-Carducci	10	10

Tabella PM_{2,5} - Confronto valori di riferimento per la valutazione della QA previsti dal D.Lgs. 155/2010 con quelli previsti dalla DE 2024/2881

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.3 OSSIDI DI AZOTO: NO₂ E NO_x

I valori limite di legge (D. Lgs.155/2010) per il biossido di azoto sono:

- il numero massimo di 18 superamenti per le medie orarie con concentrazione superiore a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- la media annuale: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dal confronto con i valori limite di legge, per il Biossido di Azoto si evince che per l'anno 2024, come avviene da diversi anni, le medie annuali sono state inferiori al limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutte

le stazioni di fondo e di traffico del territorio comunale così come per le altre stazioni della rete regionale con qualche eccezione (vedi grafico sottostante).

Non si è verificato invece alcun episodio di superamento della media oraria di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettando pienamente il limite di 18 superamenti, come avviene già da diversi anni.

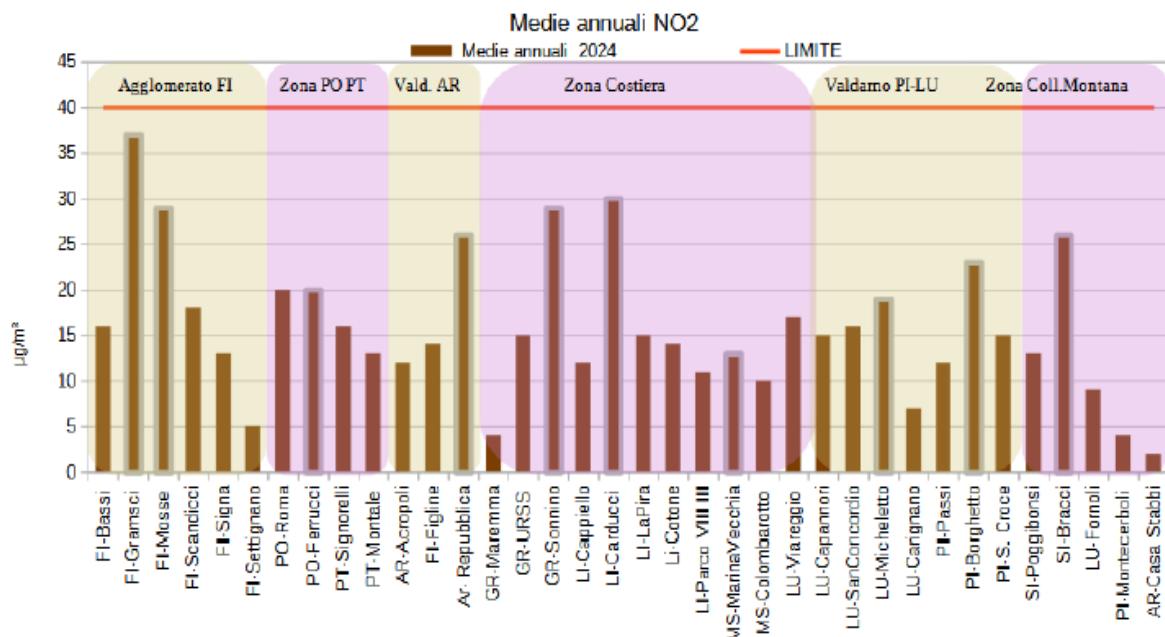


Grafico Biossido di azoto - Anno 2024 - Medie annuali NO_2
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

In particolare come si evince dalla tabella alla pagina seguente:

- I valori delle medie annuali di NO_2 registrati dalle centraline presenti nel territorio comunale risultano pari a:
 - $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la stazione di fondo urbano **LI-Cappiello**;
 - $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la stazione di fondo urbano **LI-La Pira**;
 - $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la stazione di traffico **LI-Carducci**.
- La **media annuale complessiva della Rete Regionale**, riferita all'**anno 2024**, è pari a $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il confronto tra tale valore e le medie annuali rilevate dalle stazioni comunali evidenzia che:

- la stazione **LI-Carducci** presenta un valore **significativamente superiore** alla media regionale;
- le stazioni **LI-Cappiello** e **LI-La Pira** registrano valori **inferiori** alla media regionale.

Zona	Classificazione	Provincia e Comune	Nome stazione	Superamenti media oraria di 200 µg/m³	V.L.	Media annuale µg/m³	V.L.	
Zona costiera	UF	LI-Livorno	LI-Cappiello	0	18	12	40	
	UT	LI-Livorno	LI-Carducci	0		30		
	UF	LI-Livorno	LI-La Pira	0		15		
Media annuale complessiva Rete Regionale (µg/m³)						16		
Media annuale di NO₂ stazioni di tipo fondo urbano e periferico (µg/m³)						13		
Media annuale di NO₂ stazioni di tipo traffico (µg/m³)						25		

Tabella NO₂ - Anno 2024 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale presenti nel Comune di Livorno e confronto con le medie regionali.

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Considerando inoltre le **medie annuali regionali per tipologia di stazione** (vedi tabelle seguenti), pari a **13 µg/m³** per le stazioni di fondo urbano e periferico e **25 µg/m³** per le stazioni di traffico urbano, si rileva quanto segue:

- la stazione **LI-Cappiello** (12 µg/m³) mostra un **valore lievemente inferiore** alla media regionale delle stazioni di fondo;
- la stazione **LI-La Pira** (15 µg/m³) mostra un **valore lievemente superiore** alla corrispondente media regionale;
- la stazione **LI-Carducci** (30 µg/m³) mostra un **valore superiore** alla media regionale delle stazioni di traffico, collocandosi tra i valori più elevati a livello regionale.

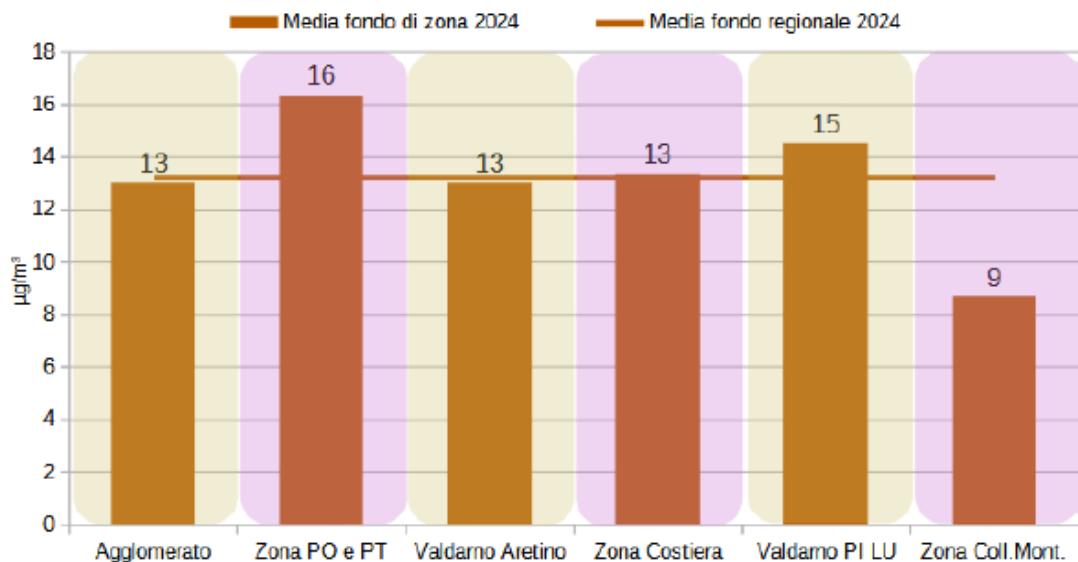


Grafico NO₂ – Anno 2024 - Medie annuali di NO₂ - Stazioni di fondo U e P

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

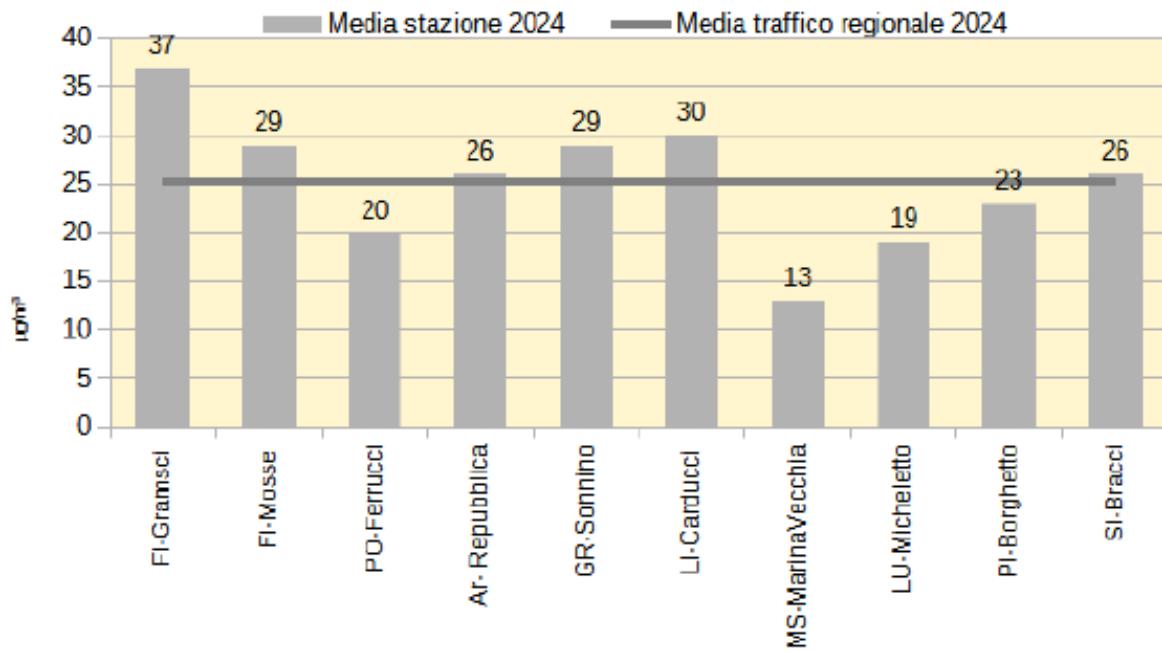


Grafico NO_2 – Anno 2024 - Medie annuali di NO_2 - Stazioni di traffico
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Nel periodo 2015-2024 se si esaminano i dati nella tabella e grafico seguente si nota che i trend delle medie annuali di biossido di azoto degli ultimi anni tendono a diminuire, sia per la stazione di traffico che per quelle di fondo in linea con le altre stazioni della rete regionale.

Classificazione Zona e stazione		Medie annuale in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ V.L.= 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
UF	LI-Cappiello	19	16	16	14	16	15	13	13	12	12
UT	LI-Carducci	40	33	36	39	*	33	34	35	32	30
UF	LI-La Pira	23	21	22	17	19	16	16	17	16	15

Tabella NO_2 –Medie annuali - Andamenti 2014-2024 per le stazioni di Rete Regionale presenti nel Comune di Livorno
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

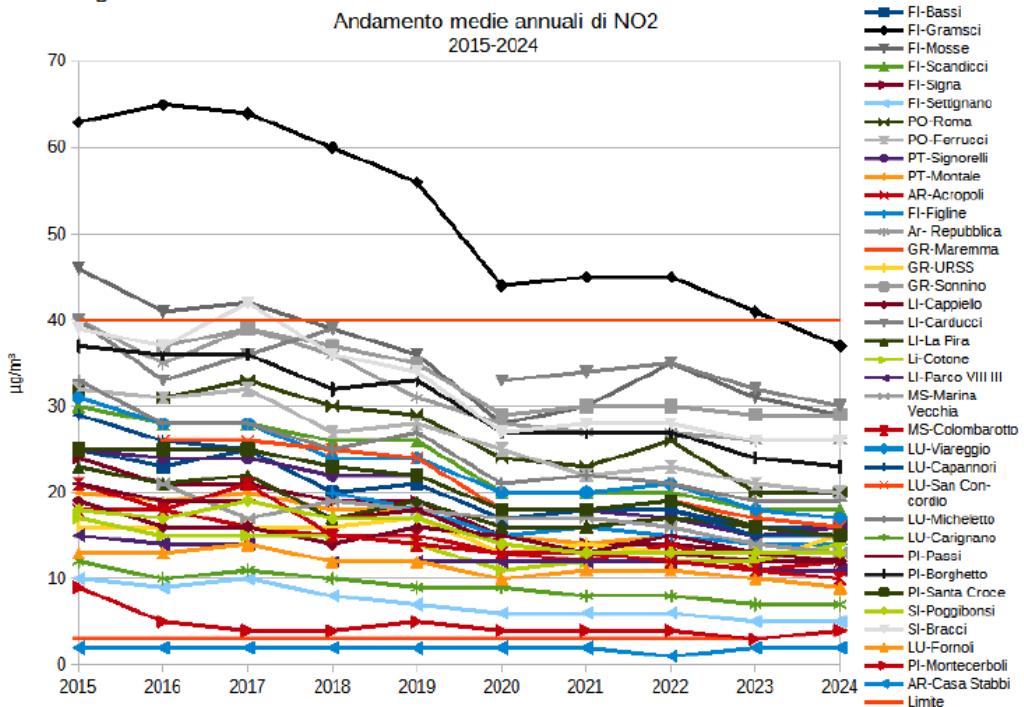


Grafico Biossido di azoto – Andamenti medie annuali 2015-2024 per le stazioni della Rete Regionale
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

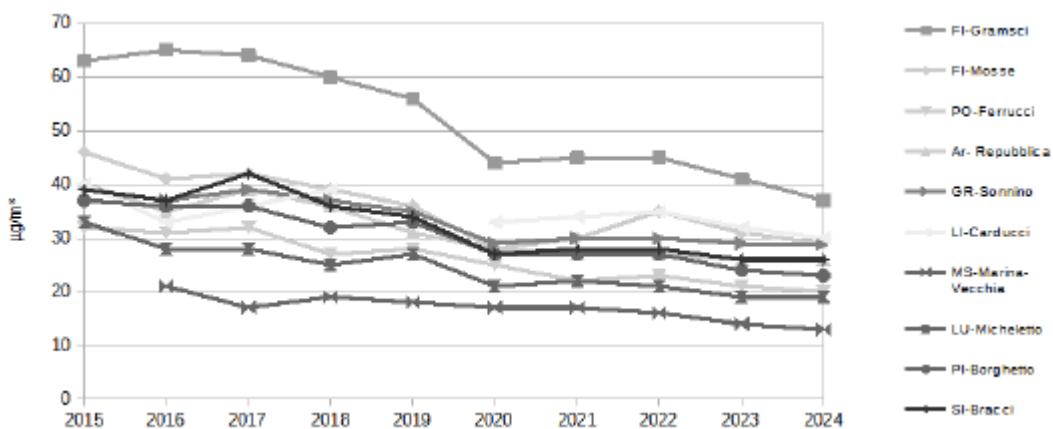


Grafico Biossido di azoto – Andamenti medie annuali 2014-2024 per le stazioni di traffico della Zona Costiera
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

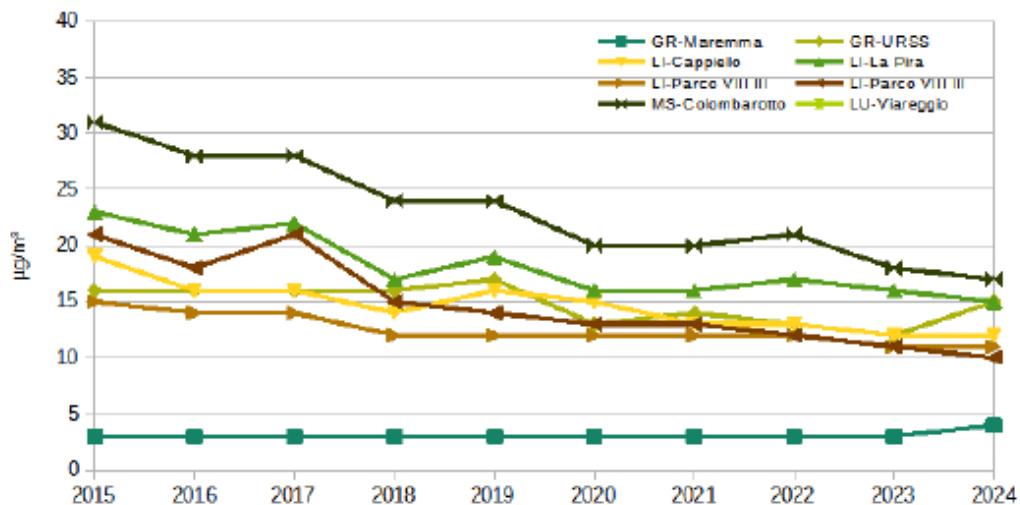


Grafico Biossido di azoto – Andamenti medie annuali 2014-2024 per le stazioni di fondo della Zona Costiera
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.3.1 Protezione della vegetazione

L'indicatore rappresentativo per la protezione della vegetazione in Toscana, come previsto dalla DGRT n° 214 del 24 febbraio 2025 è calcolato come media annuale degli ossidi di azoto NO_x, registrata presso il sito regionale di fondo di AR-Casa Stabbi, presso la quale i valori di NO_x sono costantemente molto bassi ed a livelli nettamente inferiori al valore critico di 30 µg/m³.

Classificazione Stazione		Provincia e Comune		Nome stazione	Media annuale 2024 (ng/m ³)	Valore limite (ng/m ³)
R reg	F	AR	Chitignano	AR- Casa Stabbi	3	30

Tabella NOx - Anno 2024 - Indicatori relativi alla stazione di Rete Regionale
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

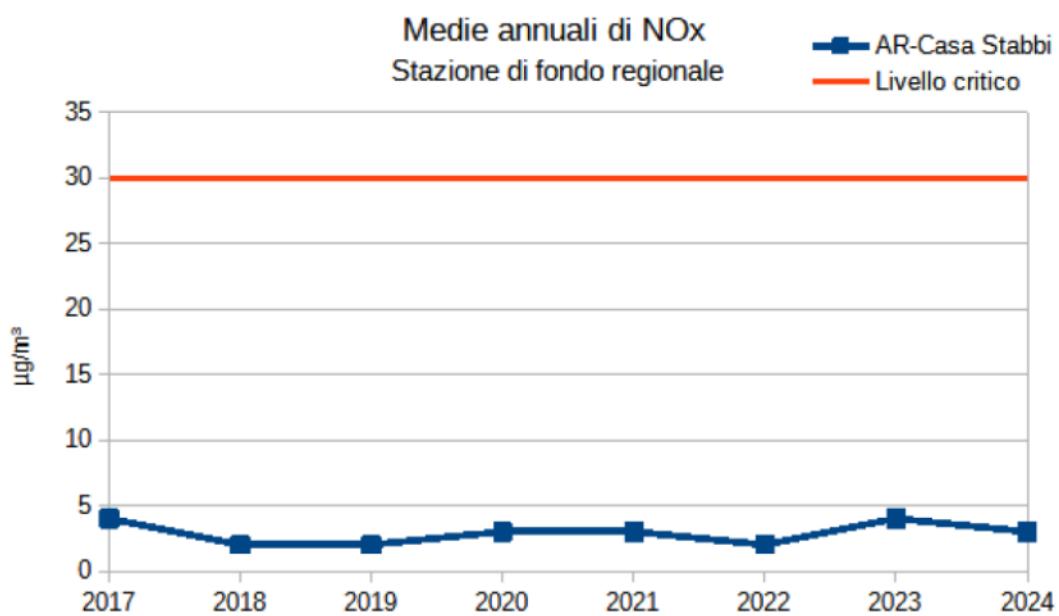


Grafico NOx – Andamento medie annuali della stazione di fondo regionale
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.3.2 NO₂ – Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE)

2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030

Dal confronto tra i valori di riferimento per la valutazione della qualità dell'aria stabiliti dal D. Lgs.155/2010 e i nuovi limiti previsti dalla Direttiva (UE) 2024/2881, da rispettare entro il 2026 e il 2030, in relazione ai dati registrati per l'inquinante NO₂ dalle tre centraline di rilevamento presenti nel territorio comunale per gli anni 2023 e 2024, come si evince dalla tabella alla pagina successiva, emerge quanto segue:

- **in riferimento al D. Lgs. 155/2010** i valori limite previsti sono stati rispettati in tutte e tre le stazioni di monitoraggio comunali mentre a livello regionale:
 - per il **2023** il valore limite di 40 µg/m³ come media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni, eccetto che in una stazione di traffico, mentre il limite massimo di 18 superamenti della media oraria di 200 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni. Inoltre non si è verificato alcun episodio di superamento della soglia di allarme per il biossido di azoto.
 - per il **2024** per il primo anno sono stati rispettati in tutte le stazioni della Rete Regionale entrambi i limiti, sia il limite massimo di 18 superamenti della media oraria di 200 µg/m³, che il valore limite di 40 µg/m³ come media annuale. Non si sono verificati episodi di superamento della soglia di allarme per il biossido di azoto.
- **in riferimento alla Direttiva (UE) 2024/2881:**
 - **Valori limite da raggiungere per la protezione della salute umana entro l'11 dicembre 2026.**

L'analisi dei dati relativi:

- alle **medie annuali** indicano che negli ultimi due anni (2023-2024), in tutte e tre le stazioni della rete di monitoraggio comunale il nuovo limite è stato rispettato, mentre a livello regionale le concentrazioni registrate dalle stazioni di monitoraggio mostrano che nel 2023 solamente una stazione su 36 (2,7%) ha superato il limite, mentre nel 2024 nessuna stazione ha superato il valore limite di riferimento pari a 40 µg/m³;
- alle **medie orarie** indicano che negli ultimi due anni (2023-2024), in tutte e tre le stazioni della rete di monitoraggio comunale il nuovo limite è stato rispettato, così come a livello regionale le concentrazioni registrate dalle stazioni di monitoraggio non mostrano alcun superamento del limite di 200 µg/m³.

- **Valori limite da raggiungere per la protezione della salute umana entro il 1° gennaio 2030**

L'analisi dei dati relativi:

- alle **medie annuali** indicano che negli ultimi due anni (2023-2024), il nuovo valore di 20 µg/m³ è stato rispettato in due stazioni della rete di monitoraggio comunale (LI-Cappiello e LI-La Pira), riscontrando invece un valore superiore per la stazione di traffico di LI-Carducci, mentre a livello regionale le concentrazioni registrate dalle stazioni di monitoraggio mostrano che:

- nel **2023** è stato superato in 8 stazioni di monitoraggio su 36 (22%) esclusivamente le stazioni di traffico (80% del totale delle stazioni di traffico) hanno superato il limite;
- nel **2024** il valore limite è stato superato in 7 stazioni di monitoraggio su 36 (pari al 19% del totale).

Trattasi tutte di stazioni di traffico e rappresentano il 70% del totale delle stazioni di traffico complessivamente presenti nella rete regionale.

- alle **medie giornaliere** indicano che il nuovo valore di 50 µg/m³:

- a **livello comunale** le concentrazioni registrate dalle stazioni di monitoraggio mostrano che:
 - ◆ nel **2023** è stato rispettato in due stazioni della rete di monitoraggio comunale (LI-Cappiello e LI-La Pira) mostrando invece un valore superiore al limite per la stazione di traffico di LI- Carducci;
 - ◆ nel **2024** è stato rispettato in tutte e tre le stazioni della rete di monitoraggio comunale (LI-Cappiello e LI-La Pira);
- a **livello regionale** le concentrazioni registrate dalle stazioni di monitoraggio mostrano che:
 - ◆ nel **2023**, è stato superato in 2 stazioni su 36 (5,5%), entrambe di traffico tra cui quella di LI- Carducci;
 - ◆ nel **2024** è stato superato in 1 stazione su 36 (2,8%), anch'essa di traffico;
- alla **media oraria** indicano che negli ultimi due anni (2023-2024), il nuovo valore di 350 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni della rete di monitoraggio comunale, così come a livello regionale.

Inoltre la Direttiva Europea 2024/2228 prevede alla sez. 4 dell'allegato 1 un valore della **soglia di allarme** pari a 200 µg/m³ calcolato sulla media oraria di 3 ore consecutive e un valore della **soglia di informazione** pari a 150 µg/m³ sul periodo di mediazione di un'ora.

INQUINANTE	Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Valori limite	Dir (UE) 2024/2881			Nome Stazione	Anno 2023 µg/m ³	Anno 2024 µg/m ³
				valori da raggiungere entro 11.12.2026	valori da raggiungere entro 1.01.2030	Soglia di allarme e di informazione			
Biossido di Azoto NO ₂	Protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile		LI-Cappiello	0	0
			-	-			LI-Carducci	22	14
		1 giorno	-	-			LI-La Pira	0	0
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	40 µg/m ³	20 µg/m ³		LI-Cappiello	12	12
							LI-Carducci	32	30
							LI-La Pira	16	15
	Soglia di allarme	1 ora	-	-	-	200 µg/m ³			
	Soglia di informazione	1 ora				150 µg/m ³			

Tabella NO₂ e NO_x - Confronto valori di riferimento per la valutazione della QA previsti dal D.Lgs. 155/2010 con quelli previsti dalla DE 2024/2881

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.4 OZONO O₃

I parametri di riferimento per l'ozono indicati dalla normativa sono:

- il **valore obiettivo per la protezione della salute umana** pari al numero di medie massime giornaliere di 8 ore superiori a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$; l'obiettivo è la media dei valori degli ultimi tre anni pari a 25;
- il **valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40** il cui valore è calcolato come media degli ultimi 5 anni pari a $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$;
- la **soglia di informazione** pari alla media oraria di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- la **soglia di allarme** pari alla media oraria di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per questo parametro sussistono attualmente criticità diffuse per il rispetto di entrambi i valori obiettivo sia per la protezione della popolazione che per la protezione della vegetazione.

Sul territorio comunale non sono presenti centraline della rete regionale di rilevamento dell'ozono.

Confrontando gli indicatori 2024 con i parametri di riferimento per l'ozono indicati dalla normativa vigente, emerge che anche nel 2024 nel 40% dei siti regionali non è stato rispettato il valore obiettivo per la protezione della popolazione.

Per quanto riguarda le **soglie di attenzione e di allarme**, nel 2024 non sono stati registrati episodi di superamento in nessuna stazione di Rete Regionale.

Indicatori Ozono Anno 2023					Valore obiettivo protezione salute umana: 25 superamenti della media giornaliera di 8 ore di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
Zona	Class.	Provincia e comune		Stazione	Superamenti 2024	Media 2022-2023-2024
Agglomerato Firenze	S	FI	Firenze	FI-Settignano	22	26
	U	FI	Signa	FI-Signa	27	33
Zone Pianure interne	S	AR	Arezzo	AR-Acropoli	7	4
	S	PT	Montale	PT-Montale	29	34
Zona Pianure costiere	R	GR	Grosseto	GR-Maremma	18	19
	S	LU	Lucca	LU-Carignano	23	31
	S	PI	Pisa	PI-Passi	7	7
	S	PI	Santa Croce sull'Arno	PI-Santacroce	5	7
Zona Collinare Montana	RF	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	7	10
	S	PI	Pomarance	PI-Montecerboli	14	22

Tabella Anno 2024 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale: valore obiettivo per la protezione della popolazione
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

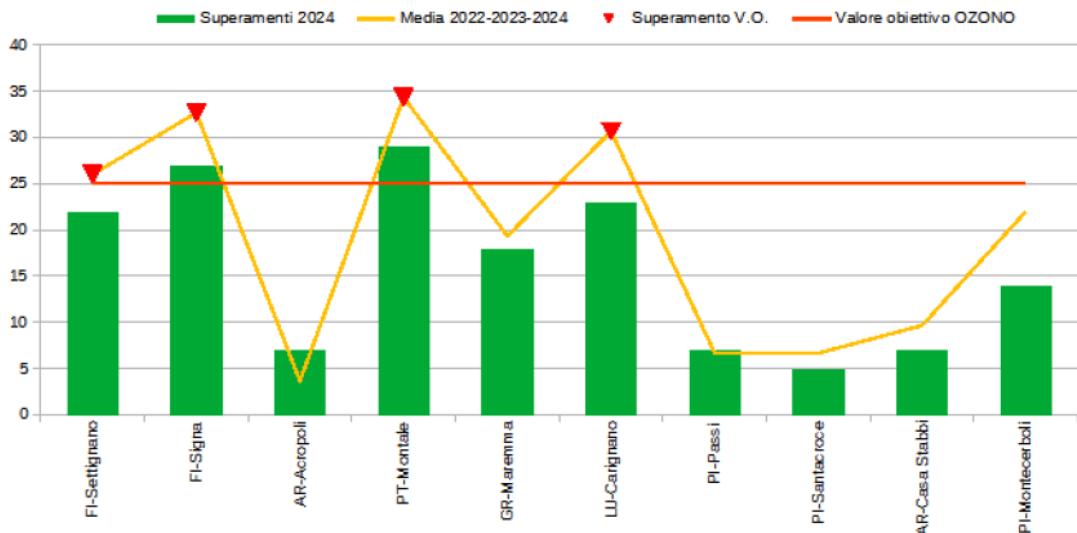


Grafico O₃ - Anno 2024 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale – Valore obiettivo per la protezione della popolazione- n° di superamenti della media massima giornaliera di 8 ore
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Da una valutazione degli indicatori rilevati nel 2024 rispetto alla futura direttiva europea (come da tabella e grafico sopra) emerge che:

- attualmente in Toscana l'Ozono rappresenta il parametro più critico nei confronti del rispetto dalla normativa, nonostante le concentrazioni di ozono registrate negli ultimi anni siano leggermente inferiori ai valori critici di alcuni anni precedenti;
- nel 2024 in 2 siti di monitoraggio regionali sono stati registrati più di 25 giorni con valore massimo su 8 ore superiore a 120 µg/m³ eccedendo quindi il **valore obiettivo per la protezione della salute umana**;
- considerando invece il valore obiettivo calcolato come **media triennale** (periodo 2022-2023-2024), il superamento si riscontra in quattro stazioni su dieci appartenenti all'Agglomerato di Firenze, alla Zona delle Pianure Interne e alla Zona delle Pianure Costiere.

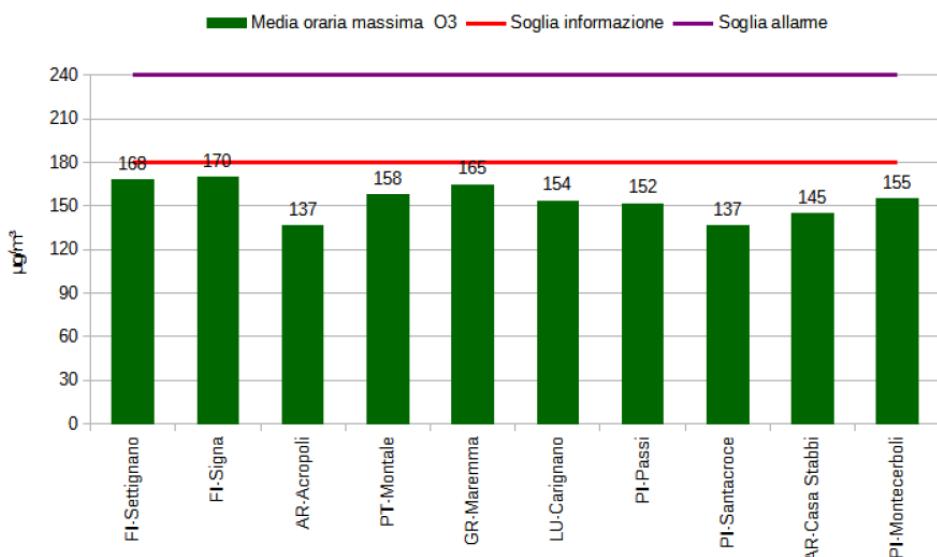


Grafico O₃ - Anno 2024 – Massime medie orarie giornaliere e confronto con le soglie di informazione e di allarme
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Da una lettura del grafico sopra si evince che nel 2024 in nessuna delle stazioni della Rete di monitoraggio è stata superata la soglia di informazione e la soglia di attenzione.

Se si considera l'andamento del periodo 2015-2024 delle stazioni della Rete Regionale del grafico seguente e si confrontano i dati registrati con il valore obiettivo per la protezione della salute umana si evince che dalle elaborazioni dei dati relativi alle concentrazioni di ozono registrati nell'ultimo decennio presso le dieci stazioni di Rete Regionale il rispetto dei limiti normativi dell'ozono è sempre stato critico in tutta l'area della Toscana con alcune eccezioni.

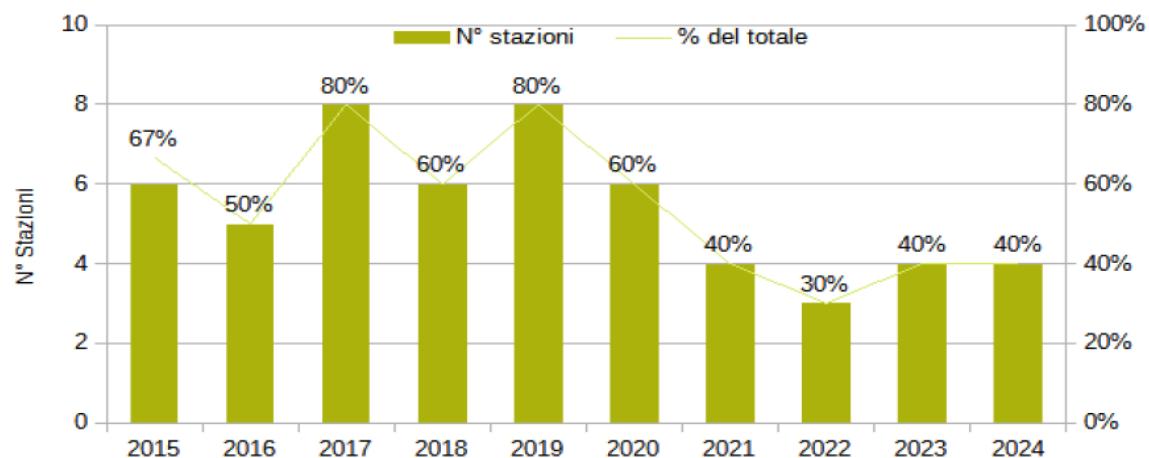


Grafico O₃ – Percentuale stazioni che non hanno rispettato il valore obiettivo per la protezione salute umana nel periodo 2015-2024.
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Nel periodo da maggio a settembre ARPAT, oltre alla pubblicazione quotidiana del bollettino regionale ozono, realizza giornalmente con il Consorzio LaMMA una pagina web che riporta su mappa le concentrazioni di ozono registrate in Toscana dalla Rete Regionale di rilevamento in base alla rappresentatività delle singole stazioni. La mappa riporta i livelli delle concentrazioni di ozono misurati il giorno precedente e fornisce un'indicazione sulla probabile tendenza della concentrazione di ozono, in base alle previsioni, su alcuni parametri meteo che ne influenzano l'accumulo. È possibile consultare i dati al seguente link:

https://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/mappa_ozono_lamma

1.4.1 Protezione della vegetazione

Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 pari a 18000 µg/m³, previsto dal DGR 214 del 24 febbraio 2025, nel 2024 come si evince dal grafico e dalla mappa seguente è stato superato in 3 siti della Zona delle pianure e nel sito della Zona collinare.

L'indicatore è calcolato come media degli ultimi 5 anni.

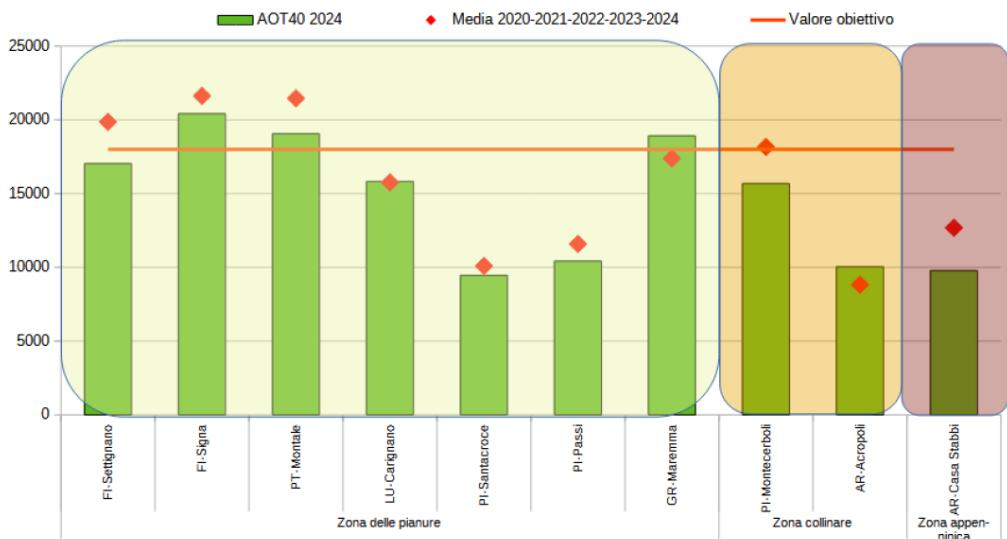
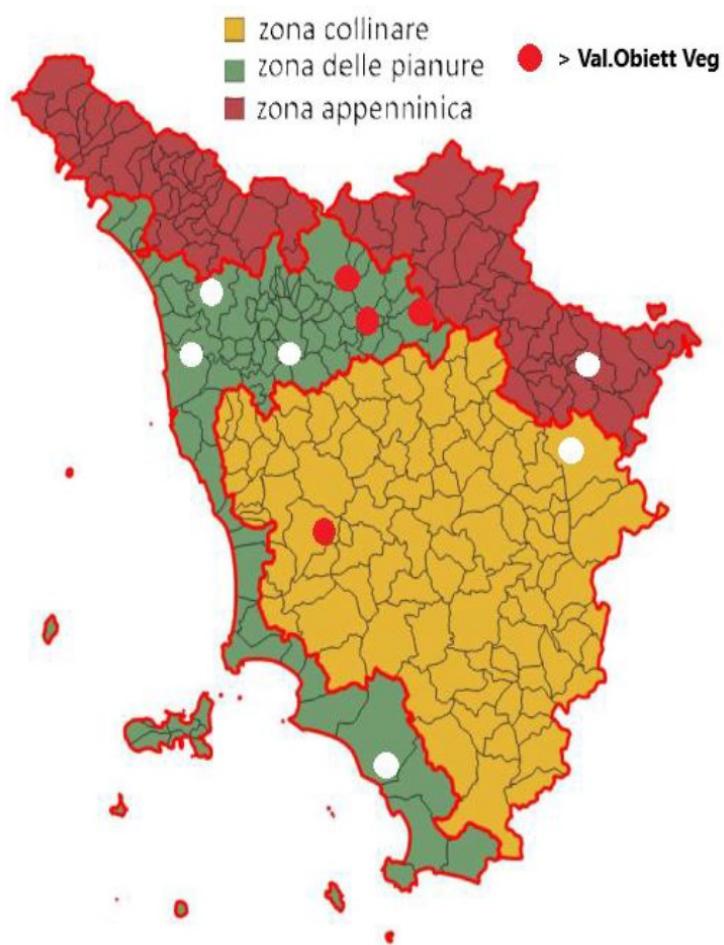


Grafico Anno 2024 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale – Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 maggio-luglio

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]



Mappa O₃ - Valore obiettivo per la protezione della vegetazione – Stazioni che non hanno rispettato il V.O. nel 2024
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.4.2 O₃ - Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030

Nella tabella seguente vengono confrontati i valori di riferimento per la valutazione della QA stabiliti dal D. Lgs. 155/2010 con i valori previsti dalla Direttiva Europea 2024/2881 da rispettare entro il 2030 relativamente ai dati registrati per l'inquinante O₃.

Valori di riferimento per la valutazione della QA stabiliti dal D.Lgs 155/2010				Dir (UE) 2024/2281	
Inquinante	Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Valori limite	Valore Obiettivo al 2030	Valore Obiettivo al 2050
Ozono O₃	Soglia di informazione	Media massima oraria.	180 µg/m ³	-	
	Soglia di allarme	Media massima oraria	240 µg/m ³	-	
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/m ³ da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni	120 µg/m ³ da non superare più di 18 giorni per anno civile come media su tre anni	100 µg/m ³ da non superare più di 3 giorni per anno civile
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18.000 µg/m ³ come media su 5 anni	-	6000 µg/m ³ x h

Tabella O₃ - Confronto valori di riferimento per la valutazione della QA previsti dal D.Lgs. 155/2010 con quelli previsti dalla DE 2024/2881

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Nella tabella seguente vengono confrontati i valori registrati dalle stazioni di rilevamento presenti nel territorio regionale per l'inquinante O₃ con i valori previsti dalla Dir. (UE) 2024/2881 che indica un massimo di 18 superamenti della media massima giornaliera di 8 ore di 120 µg/m³, 7 in meno rispetto al V.O. attuale. Nel 2024 è stato superato nel 60% dei siti.

Confronto con Limite Dir (UE) 2024/2281						
18 giorni di superamento della media mobile 8 ore 120 µg/m ³ (media dei 3 anni)						
Zona	Classificazione	Provincia e Comune		Stazione	Media 2021-2022-2023	Media 2022-2023-2024
Agglomerato di Firenze	S	FI	Firenze	Fi- Settignano	27	26
	U	FI	Signa	Fi-Signa	34	33
Zona pianure interne	S	AR	Arezzo	AR-Acropoli	2	4
	S	PT	Montale	PT-Montale	34	34
Zona pianure costiere	R	GR	Grosseto	GR-Maremma	17	19
	S	LU	Lucca	LU-Carignano	27	31
	S	PI	Pisa	PI-Passi	7	7
	S	PI	Santa Croce sull'Arno	PI-Santacroce	7	7
Zona Collinare Montana	RF	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	12	10
	S	PI	Pomarance	PI-Montecerboli	24	22
					5/10	6/10

Tabella O₃ – Valore obiettivo per la protezione della salute umana anni 2023 e 2024

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.5 MONOSSIDO DI CARBONIO CO

Il valore limite previsto dal D. Lgs. 155/2010 per il monossido di carbonio è la media massima giornaliera calcolata su 8 ore pari a 10 mg/m³.

Nell'anno 2024, nell'unica stazione di rilevamento presente nel territorio comunale, LI-Carducci, il valore della media massima giornaliera calcolata su 8 ore registrato pari a 2,6 mg/m³ risulta essere ampiamente al di sotto del limite di legge. Questo dato è in linea con tutte le stazioni della Rete Regionale (vedi tabella e grafico sottostante).

Classificazione Zona e Stazione		Nome stazione	Media massima su 8 ore (mg/m ³)	Valore limite (mg/m ³)
Zona Costiera	UT	LI-Carducci	2,6	10

Tabella CO - Anno 2024 – Indicatore relativo alla stazione di Rete Regionale di Li- Carducci
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

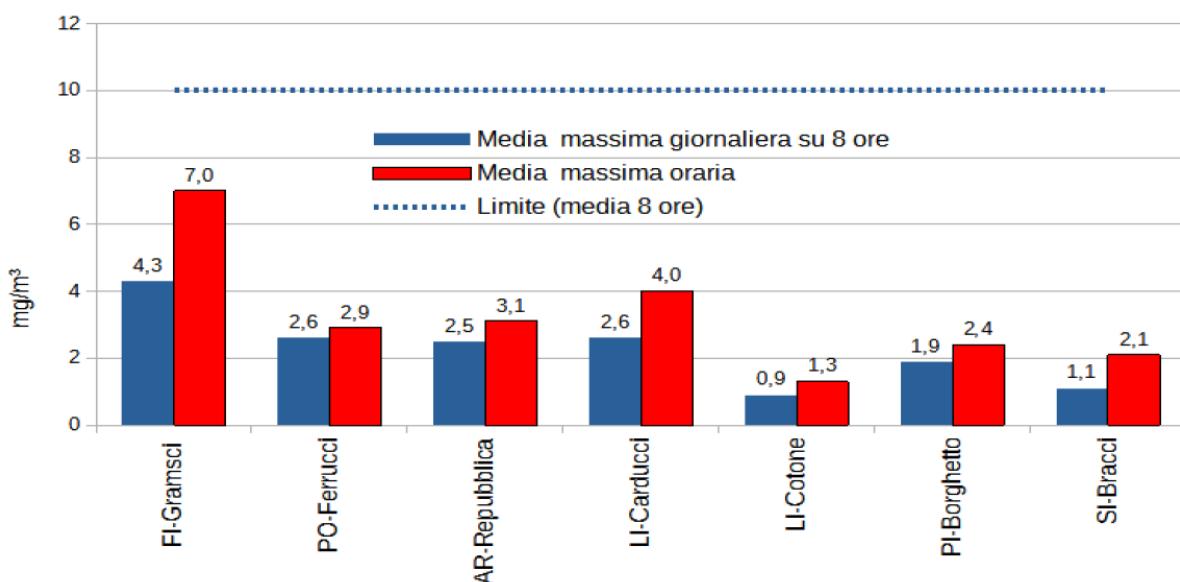


Grafico CO - Anno 2024 - Massime orarie e medie massime giornaliere su 8 ore registrate dalle stazioni della rete regionale
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Nel periodo 2015-2024, i valori della media massima giornaliera calcolata su 8 ore, registrati dalla stazione della rete di monitoraggio di LI-Carducci, risultano pressoché stabili, con un valore massimo pari a 3,1 mg/m³ registrato nel 2022 e un valore minimo pari a 2,2 mg/m³ nel 2018. Nel complesso, i valori si mantengono al di sotto dei limiti previsti dalla normativa vigente, così come in tutte le stazioni della rete regionale (vedi tabella sottostante).

Classificazione Zona e Stazione	Nome stazione	Monossido di carbonio Media massima giornaliera di 8 ore (mg/m ³)									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Zona Costiera - UT	LI-Carducci	2,5	2,7	2,5	2,2	2,5	2,4	2,3	3,1	2,3	2,6

Tabella Ossido di carbonio – Massima media giornaliera su 8 ore - Andamenti 2014-2024 per la stazione di LI-Carducci
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.5.1 CO – Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030

Il confronto tra i dati registrati dalla stazione LI-Carducci per le annualità 2023 e 2024 e i valori limite stabiliti dalla Direttiva (UE) 2024/2881 per il Monossido di Carbonio evidenzia il pieno rispetto dei limiti normativi. Analogamente, anche le altre stazioni della rete regionale non mostrano superamenti né criticità per questo inquinante.

Inquinante	Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Valori limite	Dir (UE) 2024/2881		Nome Stazione	Anno 2023 Valore registrato $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anno 2024 Valore registrato $\mu\text{g}/\text{m}^3$
				valori da raggiungere entro 11.12.2026	valori da raggiungere entro 1.01.2030			
Monossido di Carbonio CO	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LI-Carducci	2,3	2,6
		Media Massima giornaliera calcolata su 1 giorno	-	-	4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte nell' anno civile		-	-

Tabella CO- Confronto valori di riferimento per la valutazione della QA previsti dal D. Lgs. 155/2010 con quelli previsti dalla Direttiva Europea 2024/2881 relativi alla centralina di Livorno Carducci
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.6 BIOSSIDO DI ZOLFO SO₂

I limiti di legge dell'anidride solforosa / biossido di zolfo sono:

- massimo 3 superamenti della media giornaliera di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- massimo 24 superamenti della media oraria di 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- soglia di allarme come 3 medie orarie consecutive superiori a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ che nella nostra Regione non è mai stata raggiunta dall'inizio del monitoraggio.

Come si evince nella tabella seguente, **nell'anno 2024** i valori di SO₂ registrati dall'unica stazione di rilevamento presente nel territorio comunale di LI-La Pira, sono stati nettamente inferiori ai parametri normativi e non è stato registrato alcun superamento.

Zona	Stazione	Anno 2024	N° medie orarie > 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	V.L.	Anno 2024	N° medie giornaliere > 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	V.L.
Zona Costiera	LI-La Pira (UF)	16	0	24	6	0	3

Tabella SO₂ - Anno 2024 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Nel periodo 2015-2024 i valori medi annuali, si sono mantenuti costantemente molto contenuti per tutto l'ultimo decennio senza che si siano mai verificati superamenti né del valore limite per la media giornaliera né del valore limite per la media oraria, così come per le altre stazioni della rete di monitoraggio regionale (vedi tabella pagina seguente).

Zona	Stazione	Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Zona Costiera	LI-La Pira (UF)	4	5	3	3	1	0	2	1	1	2

Tabella SO₂ – Andamenti dei valori medi annuali 2015-2024 per la stazione di LI-La Pira
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.6.1 SO₂ - Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva Europea 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030

Dal confronto tra i **valori di riferimento per la valutazione della qualità dell'aria (QA)** stabiliti dal **D. Lgs. 155/2010** e i **nuovi limiti previsti dalla Direttiva (UE) 2024/2881**, da rispettare entro il **2026** e il **2030**, in relazione ai dati registrati per l'inquinante **SO₂** della centralina di rilevamento presente nel territorio comunale di LI-La Pira per l'anno **2024**, come si evince dalla tabella alla pagina seguente, emerge quanto segue:

- in riferimento al **D. Lgs. 155/2010** a livello comunale (stazione di LI-La Pira), così come a livello regionale è stato rispettato il valore:
 - massimo 3 superamenti della media giornaliera di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
 - massimo 24 superamenti della media oraria di 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
 - della soglia di allarme come 3 medie orarie consecutive superiori a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- in riferimento alla **Direttiva (UE) 2024/2881**:
 - **valori limite da raggiungere per la protezione della salute umana entro l'11 dicembre 2026.**

L'analisi dei dati relativi all'annualità 2024 ha mostrato che:

- è stato rispettato sia a livello comunale (stazione di LI- La Pira) così come a livello regionale il valore:
 - massimo 3 superamenti della media giornaliera di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
 - massimo 24 superamenti della media oraria di 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- **valori limite da raggiungere per la protezione della salute umana entro il 1° gennaio 2030**

L'analisi dei dati relativi all'annualità 2024 ha mostrato che:

- è stato rispettato sia a livello comunale (stazione di LI- La Pira) così come a livello regionale il valore:
 - della massima media oraria di 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile;
 - media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile;
 - del valore della massima media annuale di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Inoltre la Direttiva Europea 2024/2228 prevede alla sez.4 dell'allegato 1 un valore:

- della soglia di allarme pari a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ riferito 3 medie orarie consecutive;
- della soglia di informazione pari a 275 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- dei livelli critici per la protezione della vegetazione degli ecosistemi naturali riferito all'anno civile e stagione invernale (1° ottobre/31 marzo) pari a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

I nuovi limiti non rappresentano alcuna criticità per la centralina di Li-La Pira così come per le centraline dell'intero territorio regionale.

Valori di riferimento per la valutazione della QA stabiliti dal D.Lgs. 155/2010				Dir (UE) 2024/2881				
Inquinante	Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Valori limite	valori da raggiungere entro 11.12.2026	valori da raggiungere entro 1.01.2030	valori critici	Nome Stazione	Anno 2024 Valore registrato $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<i>Biossido di zolfo SO₂</i>	Valore limite per la protezione della salute umana	1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte per anno civile	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte per anno civile	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile	-	Li-La Pira	0
		1 giorno	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile	-		0
		Anno civile	-	-	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	Soglia di allarme	1 ora	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Riferito 3 medie orarie consecutive	-	-	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		-
	Soglia di informazione	1 ora	-	-	-	275 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		-
	Livelli critici per la protezione della vegetazione degli ecosistemi naturali	Anno civile e stagione invernale (1° ottobre/31 marzo)				20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		-

Tabella SO₂ - Confronto valori di riferimento per la valutazione della QA previsti dal D. Lgs. 155/2010 con quelli previsti dalla DE 2024/2881 relativi alla centralina di Li- La Pira

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.7 ACIDO SOLFIDRICO H₂S

Non sono presenti sul territorio comunale stazioni di rilevamento dell'acido solfidrico.

Le uniche stazioni presenti nel territorio regionale in cui viene monitorato l'H₂S, sono quelle di tipo fondo industriale situate nei comuni di Santa Croce e Pomarance.

Per tale parametro attualmente la normativa europea e quella nazionale non hanno indicato valori limite, soglie di allarme e/o valori obiettivi di qualità dell'aria.

In mancanza di riferimenti normativi, ci si riferisce al valore guida indicato dall'Organizzazione per la Protezione della Salute che è pari ad una media giornaliera di 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Anno 2024			
Stazione	Valore orario massimo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore giornaliero massimo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PI-Montecerboli (SFI)	108	18	6
PI-Santa Croce (SFI)	46	11	1

Tabella H₂S - Anno 2024 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

I valori registrati in entrambe le stazioni sono ampiamente inferiori ai valori guida dell'OMS.

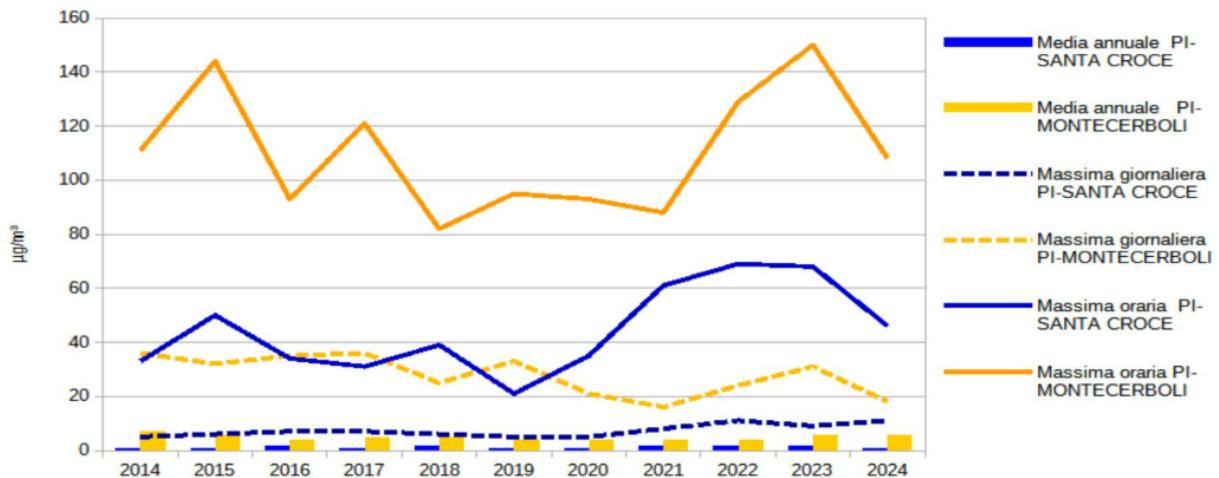


Grafico H₂S Medie massime giornaliera ed oraria, medie annuali. Andamento anni 2014-2024
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Se si analizzano i dati registrati dalle stazioni di monitoraggio regionale relativi alle annualità 2014-2024, come da grafico sopra, i trend mostrano che, in entrambe le stazioni, i valori registrati si sono mantenuti su livelli nettamente inferiori a quelli indicati dall'OMS come riferimento per la media giornaliera (150 µg/m³), per tutti gli anni in cui il monitoraggio è stato attivo.

Presso la stazione di Pomarance si registrano costantemente valori nettamente più elevati che nella zona di Santa Croce sull'Arno.

L'altro riferimento per i valori di H₂S è costituito dalla soglia di disturbo olfattivo stimata mediamente pari a 7 µg/m³. Tale soglia mette in relazione i valori di acido solfidrico ad un disturbo da fonte odorigena avvertito dalla popolazione. Nel 2024 la percentuale delle ore in cui i livelli di concentrazione potrebbero aver dato luogo ad episodi di disagio olfattivo è stata molto contenuta nel sito di Santa Croce mentre a Pomarance è stata pari a circa un quarto delle ore in cui è stato attivo il monitoraggio.

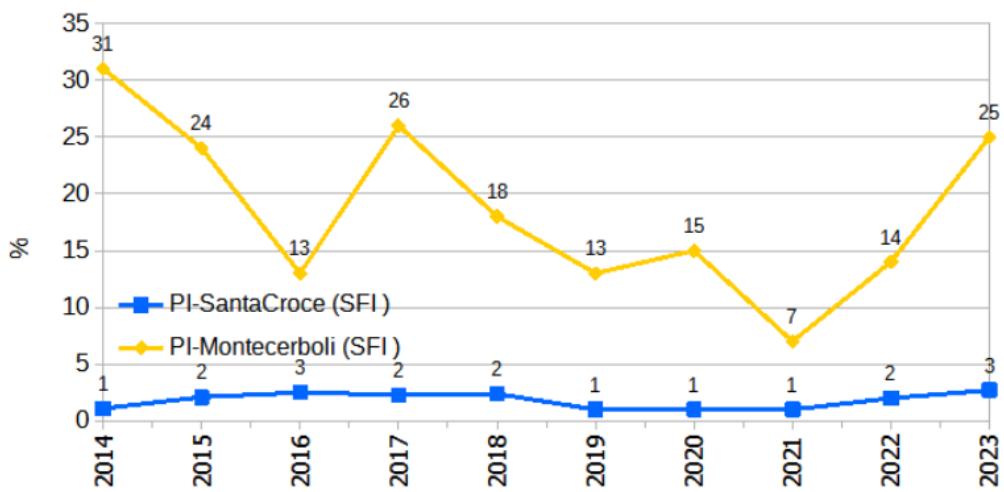


Grafico H₂S Trend percentuali orarie con valori superiori alla soglia olfattiva >7 µg/m³ delle stazioni industriali della Rete Regionale
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Il grafico sopra relativo all'ultimo decennio mostra che:

- la Zona industriale di Santa Croce è stata, negli anni, caratterizzata da valori di concentrazioni tali da non provocare un disagio alla popolazione locale;

- la popolazione della zona rappresentata dalla stazione di PI-Montecerboli è stata invece presumibilmente sottoposta ad un disagio olfattivo percepibile in percentuali di tempo significative.

1.8 BENZENE

Il monitoraggio del Benzene è effettuato da diversi anni in modo continuo nelle 7 stazioni di Rete Regionale previste dalla Delibera DGRT n. 964/2015.

Gli indicatori sono stati confrontati con il valore limite di legge (allegato XI D. Lgs.155/2010 e s.m.i.) pari ad una media annuale di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

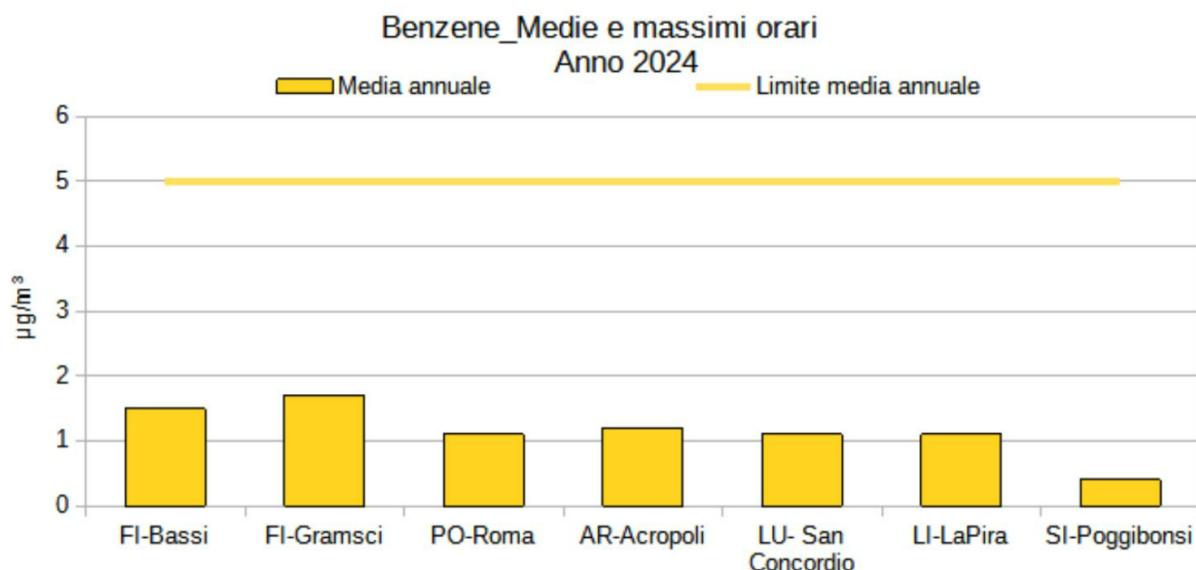
È stato poi effettuato il confronto con i limiti indicati dalla Direttiva Europea 2024/2881 in fase di recepimento.

Nell'anno 2024 il valore limite, nell'unica stazione di rilevamento presente nel territorio comunale, LI-La Pira, è stato rispettato rilevando una media annuale pari a 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, coerente con la situazione regionale che ha registrato dei valori nettamente inferiori al limite di normativa.

					Benzene Anno 2024($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Classificazione zona e stazione		Provincia e Comune	Nome stazione	Media annuale	Limite media annuale
Zona Costiera	UF	Livorno (LI)	LI-La Pira	1,1	5

*Benzene - Anno 2024 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale di LI-La Pira
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]*

La media annuale più elevata è stata registrata dalla stazione di traffico di FI-Gramsci mentre la media oraria più elevata è stata registrata dalla stazione di fondo di LI-La Pira presente nella zona nord del territorio comunale.



*Grafico Benzene - Medie e massimi orari delle stazioni della Rete Regionale
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]*

Se si analizza l'andamento dei valori registrati dalla stazione della rete di monitoraggio regionale presente nel territorio comunale di LI-La Pira nel **periodo 2015-2024** si nota che il trend delle

medie annuali è pressoché costante in tutti i siti di monitoraggio con un leggero incremento per le annualità 2023 e 2024 (vedi tabella e grafico sotto)

Nome Stazione	Medie annuali Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
LI-La Pira	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	1,1	1,1

Tabella Benzene - Andamenti dei valori medi annuali 2015-2024 per la stazione della Rete Regionale di LI-La Pira
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

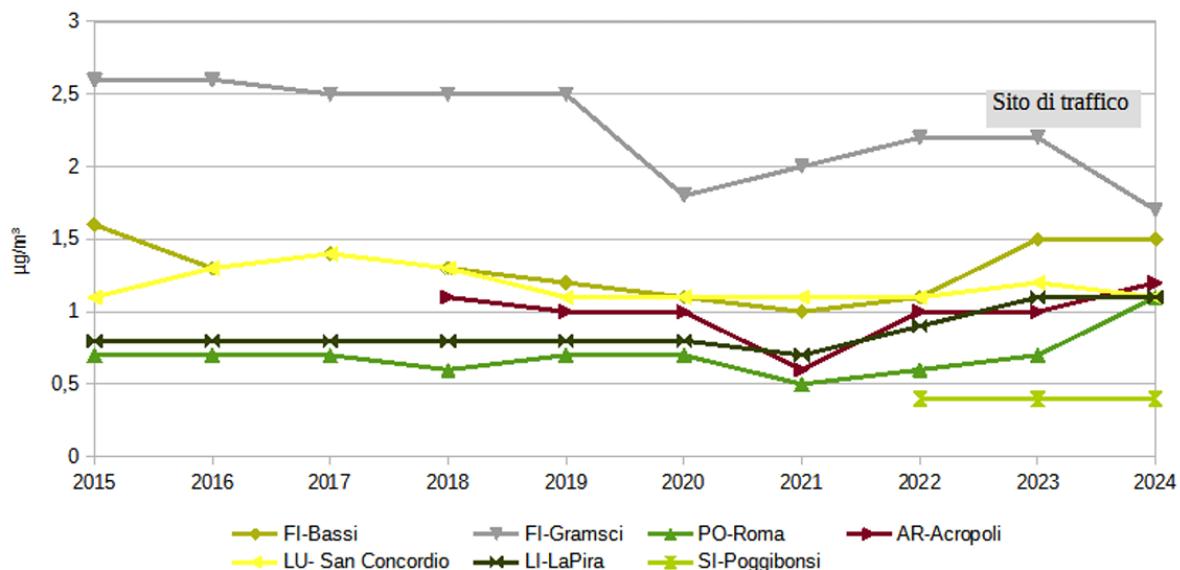


Grafico Benzene - Andamenti dei valori medi annuali 2015-2024 per le stazioni della Rete Regionale
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

A livello regionale i dati medi annuali di Benzene registrati negli ultimi anni si sono mantenuti piuttosto costanti in tutti i siti di monitoraggio, registrando una media massima regionale nel sito di traffico di Fi-Gramsci, che si è mantenuta comunque sempre inferiore al 50% circa del valore limite, indicando una situazione molto positiva nei confronti del limite del D. Lgs. 155/2010.

1.8.1 Benzene - Confronto dei valori registrati con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030

Dal confronto tra i valori di riferimento per la valutazione della qualità dell'aria (QA) stabiliti dal D. Lgs. 155/2010 e i nuovi limiti previsti dalla Direttiva (UE) 2024/2881, da rispettare entro il 2026 e il 2030, in relazione ai dati registrati per l'inquinante **Benzene** della centralina di rilevamento presente nel territorio comunale di LI-La Pira per gli anni 2023 e 2024, come si evince dalla tabella alla pagina seguente, emerge quanto segue:

- in riferimento al **D. Lgs. 155/2010** il valore limite di legge pari a una media annuale di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato **rispettato** dalla stazione di monitoraggio comunale di LI-La Pira, così come a livello regionale tale valore limite è stato rispettato in tutti i siti;
- in riferimento alla **Direttiva (UE) 2024/2881**:
 - valori limite da raggiungere per la protezione della salute umana entro l'11 dicembre 2026.

L'analisi dei dati relativi:

- al valore limite della media annuale di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato **rispettato** dalla stazione di monitoraggio comunale di LI-La Pira, così come a livello regionale;

- **valori limite da raggiungere per la protezione della salute umana entro il 1° gennaio 2030.**

L'analisi dei dati relativi:

- al valore limite della media annuale di 3,4 µg/m³ è stato rispettato dalla stazione di monitoraggio comunale di LI-La Pira, così come a livello regionale.

Valori di riferimento per la valutazione della QA stabiliti dal D.Lgs. 155/2010				Dir (UE) 2024/2881				
Inquinante	Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Valori limite	valori da raggiungere entro 11.12.2026	valori da raggiungere entro 01.01.2030			
Benzene	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m ³	5 µg/m ³	3,4 µg/m ³	LI- La Pira	1,1	1,1

*Tabella Benzene - Confronto valori di riferimento per la valutazione della QA previsti dal D.Lgs. 155/2010 con quelli previsti dalla Direttiva Europea 2024/2881 relativi alla media annuale della stazione della rete regionale di LI-La Pira
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]*

1.8.2 Derivati del Benzene

Sono stati calcolati i valori medi annuali dei derivati del Benzene oggetto di monitoraggio: Toluene, Etil-Benzene, O-Xilene e M+P-Xilene per i quali la normativa attuale non indica riferimenti. Per tutti i parametri che sono stati monitorati le concentrazioni medie sono state molto contenute.

		Medie annuali BTX Anno 2024 (µg/m ³)				
Nome stazione		Benzene	Toluene	E-benzene	O-oxilene	M e P-xilene
UF	LI-La pira	1,1	3	0,1	0	1

*Valori medi annuali dei derivati del Benzene: Toluene, e-Benzene, o-Xilene m-p-Xilene- Anno 2024
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]*

Nel periodo 2017-2024 sono state elaborate le tendenze dei valori medi di Toluene registrati nella Rete Regionale negli ultimi anni. L'analisi dei trend mostra una situazione a livello regionale piuttosto costante negli anni, così come per la stazione di Li- La Pira che non presenta differenze sostanziali (vedi tabella e grafico alla pagina seguente).

Nome stazione	Medie annuali Toluene (µg/m ³)							
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
LI-La Pira	3	2,7	3	2,8	3	4	3	3

*Tabella Toluene- Andamenti dei valori medi annuali 2017-2024 per la stazione di Rete Regionale di LI-La Pira
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]*

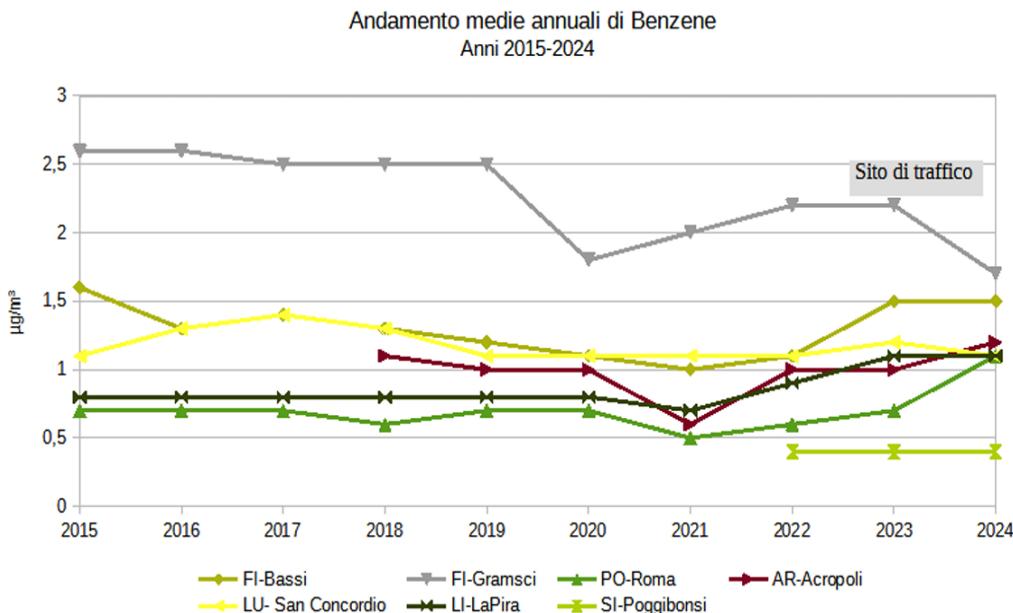


Grafico Toluene- Andamenti dei valori medi annuali 2017-2024 per le stazioni di Rete Regionale
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.9 INDICATORI 2024 RICAVATI DA INDAGINI DISCONTINUE SULLA RRQA E CONFRONTO CON VALORI LIMITE O OBIETTIVO

Le campagne di monitoraggio di idrocarburi policiclici aromatici e metalli pesanti sono state gestite dal Settore CRTQA - Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria di ARPAT, mentre le analisi dei campioni prelevati sono state effettuate dal Laboratorio di Area Vasta Centro.

1.9.1 Benzo(a)pirene nel PM₁₀

La concentrazione atmosferica degli idrocarburi policiclici aromatici viene determinata sulla frazione PM₁₀, campionati in base alla UNI 12341 e determinati in base alla UNI EN 15549:2008. I siti di monitoraggio sono attrezzati per il prelievo di campioni di polveri PM₁₀, che in seguito al campionamento vengono trasferiti in laboratorio per la determinazione del Benzo(a)pirene e degli altri 6 congeneri che avviene su campioni composti di 7 filtri ciascuno.

Il metodo utilizzato è la gascromatografia con spettrometro di massa.

Tutte le campagne di monitoraggio di B(a)P effettuate, comprese quelle in siti non ancora ufficiali, soddisfano i criteri previsti dall'allegato 1 del D. Lgs. 155/2010 sia per il periodo minimo di copertura delle campagne di indagine nell'arco dell'anno sia per la distribuzione dei dati nell'anno e quindi gli indicatori sono da ritenersi rappresentativi.

1.9.2 Medie annuali Benzo(a)pirene – Anno 2024

I risultati ottenuti sono stati confrontati con il valore obiettivo per il Benzo(a)pirene che corrisponde a 1,0 ng/m³ come media annua (Allegato XIII D. Lgs.155/2010 e s.m.i.) e coincide con il valore limite che la Direttiva Europea 2024/2881 indica da rispettare entro il 2030.

Per la stazione di LI-La Pira come si evince dalla tabella seguente il valore obiettivo di 1,0 ng/m³ come media annuale è stato ampiamente rispettato così come nelle altre 7 stazioni della rete regionale confermando la situazione di rispetto del V.O.

				Media annuale B(a)P (ng/m ³)	
Classificazione zona e stazione		Provincia e Comune	Nome stazione	2024	Valore obiettivo
Zona Costiera	UF	Livorno (LI)	LI-La Pira	0,1	1,0

Benzo(a)pirene - Anno 2024 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Da un confronto dei valori delle medie annuali delle stazioni di fondo e traffico con il valore obiettivo del Benzo(a)pirene, si evince che tali valori registrati sono inferiori al VO. La stazione comunale di traffico di LI-La Pira ha registrato tra i valori più bassi (vedi grafico seguente).

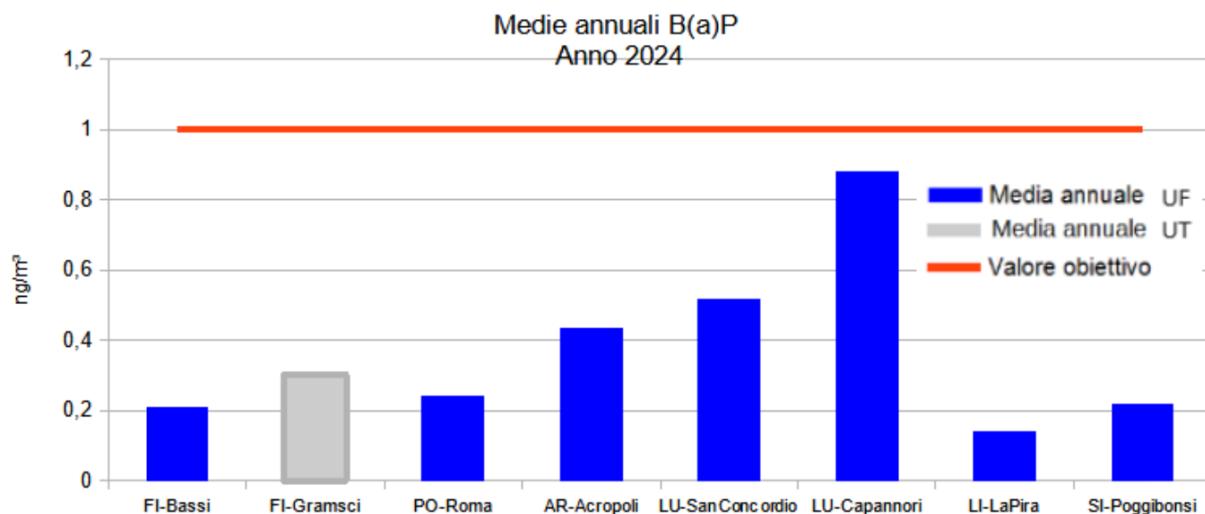


Grafico Benzo(a)pirene – Medie annuali 2024
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.9.3 Medie stagionali di Benzo(a)pirene Anno 2024

Se si analizzano i valori delle medie stagionali per il Benzo(a)pirene, si evince quanto la media sia fortemente influenzata dalle concentrazioni dei mesi invernali.

Il profilo dei grafici evidenzia che le concentrazioni di Benzo(a)pirene nei campioni di PM₁₀ sono più elevate in inverno ed in autunno, ovvero nei mesi più freddi dell'anno. Esse diminuiscono in modo decisivo in primavera ed ulteriormente in estate, quando le concentrazioni medie settimanali risultanti dai rapporti di prova sono spesso inferiori al valore limite per periodi variabili di sito in sito.

La variazione stagionale è particolarmente marcata nei siti dove i valori medi sono più elevati quindi nelle stazioni dei Valdarni, mentre per le altre stazioni della zona costiera, tra cui quella di LI-La Pira, l'andamento è meno accentuato e anche nei mesi autunnali e invernali le concentrazioni medie sono molto contenute (vedi grafici seguenti).

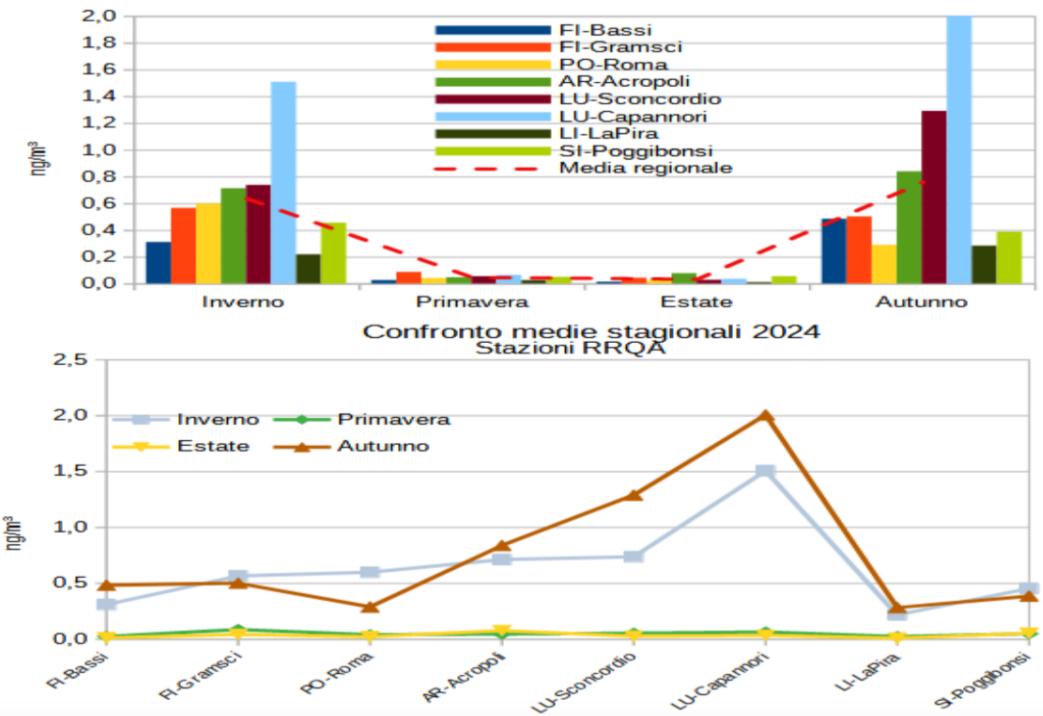


Grafico Benzo(a)pirene – Medie stagionali Anno 2024
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

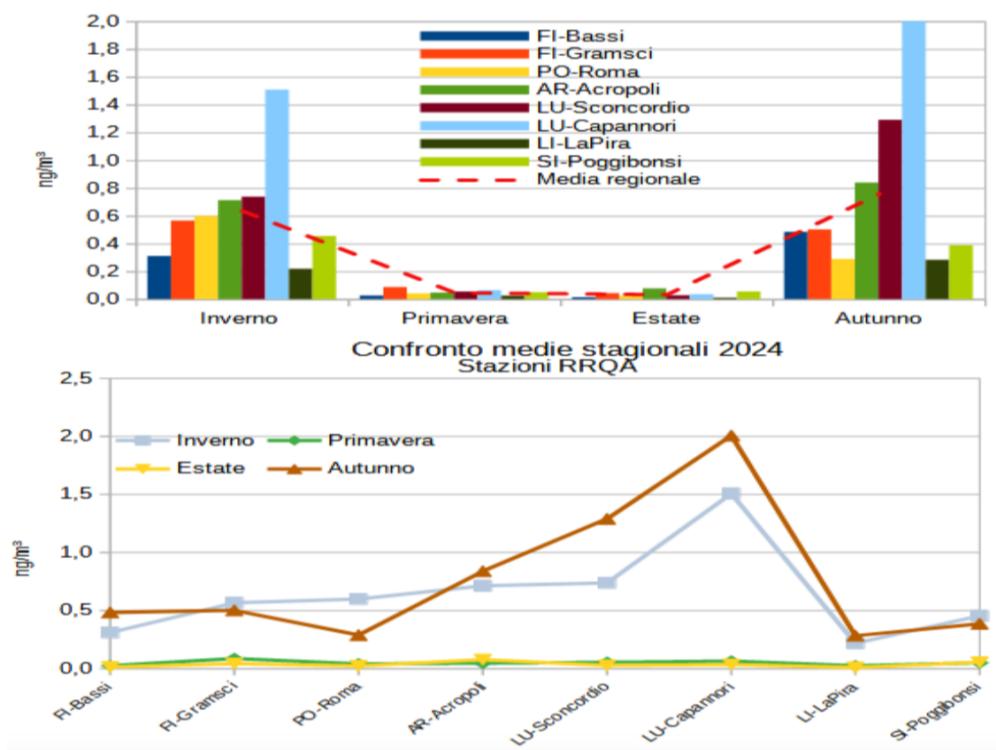


Grafico Benzo(a)pirene – Confronto Medie stagionali Anno 2024 delle stazioni della RRQA
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.9.4 Andamento medie annuali di Benzo(a)pirene

Se si esaminano i valori registrati dalla stazione della Rete di Monitoraggio di LI-La Pira nel periodo 2015-2024 riportati nella tabella seguente si nota che gli andamenti temporali delle

medie annuali di Benzo(a)pirene dell'ultimo decennio, sono rimasti piuttosto costanti, senza evidenziare trend significativi.

		Medie annuali B(a)P (ng/m ³)									
Nome stazione		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
UF	LI-La Pira	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabella Benzo(a)pirene – Andamenti della media annuale 2015-2024
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

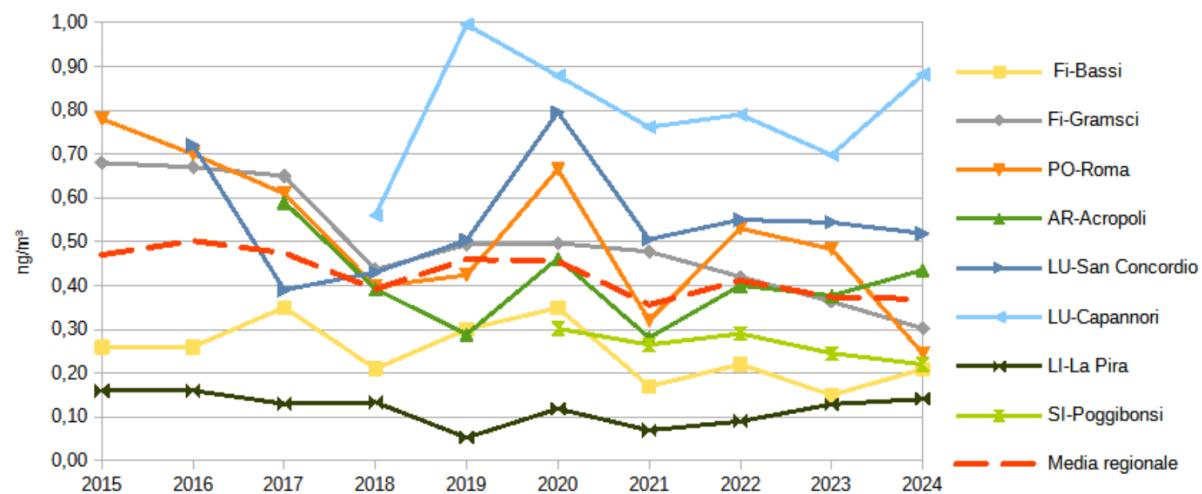


Grafico Benzo(a)pirene – Andamenti della media annuale 2015-2024
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Come si evince dal grafico sovrastante la media complessiva regionale di Benzo(a)pirene non è variata significativamente negli anni, rimanendo intorno a 0,4 ng/m³ - 0,5 ng/m³.

La stazione di Li-La Pira ha registrato dei valori delle medie annuali costantemente inferiori alla media regionale.

1.9.5 Confronto indicatori del Benzo(a)pirene con i limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030

Dal confronto tra i valori di riferimento per la valutazione della qualità dell'aria (QA) stabiliti dal D. Lgs. 155/2010 e i nuovi limiti previsti dalla Direttiva (UE) 2024/2881, da rispettare entro il 2026 e il 2030, in relazione ai dati registrati per l'inquinante Benzo(a)pirene della centralina di rilevamento presente nel territorio comunale di LI-La Pira per gli anni 2023 e 2024, come si evince dalla tabella alla pagina seguente, emerge quanto segue:

- in riferimento al **D. Lgs. 155/2010** il valore limite di legge pari a una media annuale di 1ng/m³ è stato rispettato dalla stazione di monitoraggio comunale di LI-La Pira, così come a livello regionale tale valore limite è stato rispettato in tutti i siti;
- in riferimento alla **Direttiva (UE) 2024/2881**:
 - o il valore obiettivo per la protezione della salute umana da raggiungere entro l'11 dicembre 2026 e il valore limite per la protezione della salute umana da raggiungere

entro il 1° gennaio 2030 pari a 1ng/m³ è stato rispettato sia a livello comunale (stazione di LI-La Pira) così come a livello regionale.

Valori di riferimento per la valutazione della QA stabiliti dal D.Lgs. 155/2010				Dir (UE) 2024/2881				
				valori da raggiungere entro 11.12.2026	valori da raggiungere entro 01.01.2030			
Inquinante	Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Valori limite	Valori limite	Valori obiettivo	Nome Stazione	Anno 2023 Valore registrato ng/m ³	Anno 2024 Valore registrato ng/m ³
Benz(o)apirene	Valore Limite per la protezione della salute umana	Anno civile	1µg/m ³	1ng/m ³	1 ng/m ³	LI- La Pira	0,1	0,1

Tabella Benz(o)apirene - Confronto valori di riferimento per la valutazione della QA previsti dal D.Lgs. 155/2010 con quelli previsti dalla DE 2024/2881 relativi alla media annuale della stazione della rete regionale di LI-La Pira
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.10 IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

Per i congeneri degli idrocarburi policiclici aromatici che sono stati oggetti del monitoraggio, si riporta una sintesi delle medie annuali e mensili 2024, per il sito di campionamento di LI- La Pira.

1.10.1 Medie annuali degli idrocarburi policiclici aromatici Anno 2024

Come si evince dalla tabella seguente le medie annuali degli idrocarburi policiclici aromatici della stazione di traffico di LI-La Pira sono abbastanza basse.

Stazione	Media annuale 2024 (ng/m ³)								Somma IPA (7 congeneri)
	Benzo(a) pirene	Benzo(a) antracene	Benzo(b) fluorantene	Benzo(j) fluorantene	Benzo(k) fluorantene	Dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene		
LI-La Pira (UF)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,6	

Tabella Idrocarburi policiclici aromatici – Medie annuali Anno 2024
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

A livello regionale le medie variano sensibilmente zona per zona, con valori più alti registrati dalle stazioni di fondo della Piana Lucchese. La ripartizione dei sette generatori sul totale è invece abbastanza uniforme per tutti i siti e non varia sensibilmente né in base alla zona né in base al tipo di stazione (vedi grafici alla pagina seguente).

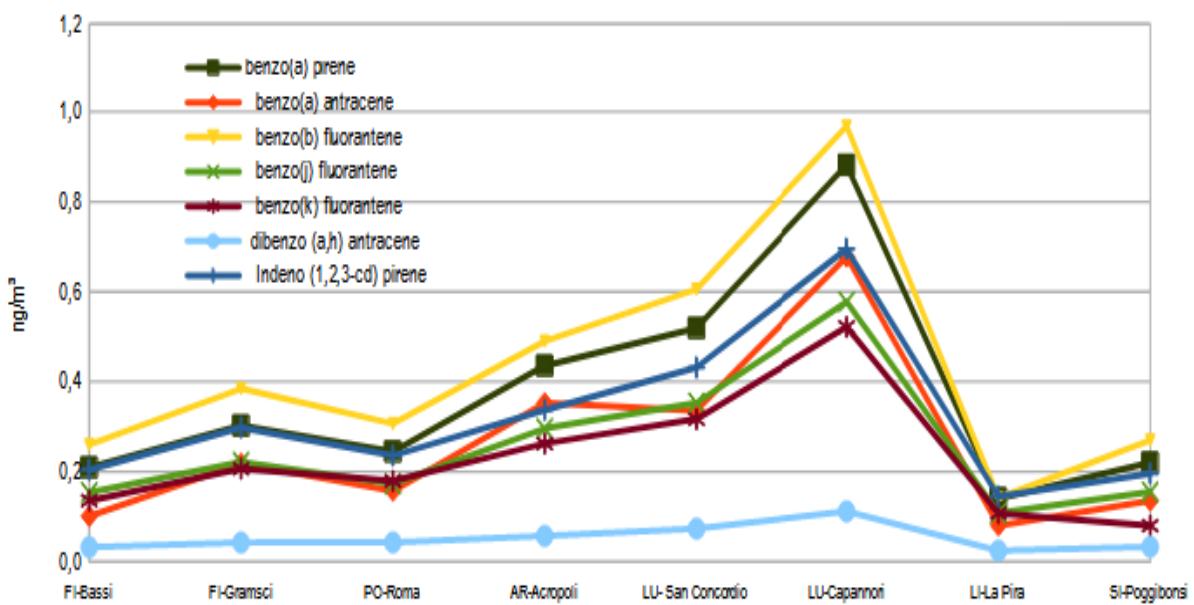
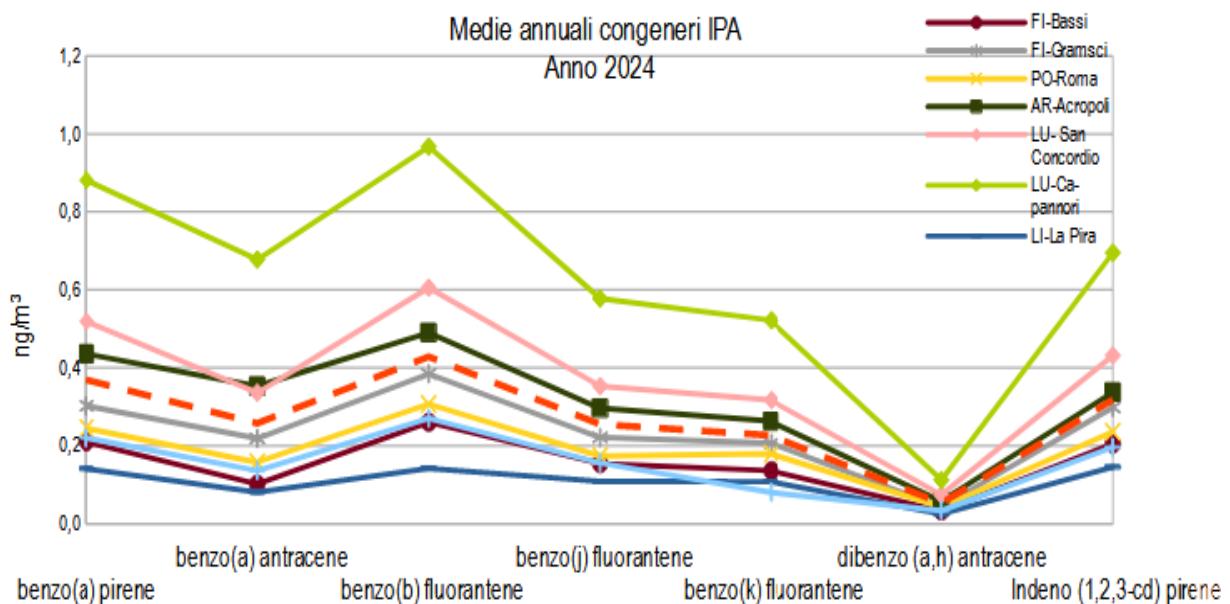


Grafico Idrocarburi policiclici aromatici – Medie annuali Anno 2024
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Stazione	Media annuale 2024 (ng/m ³)							Somma IPA (7 congeneri)
	Benzo(a) pirene	Benzo(a) antracene	Benzo(b) fluorantene	Benzo(j) fluorantene	Benzo(k) fluorantene	Dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene	
LI-La Pira (UF)	19%	11%	19%	14%	14%	3%	19%	0,6

Tabella Idrocarburi policiclici aromatici – Media annuale complessiva 7 congeneri e percentuale sul totale
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

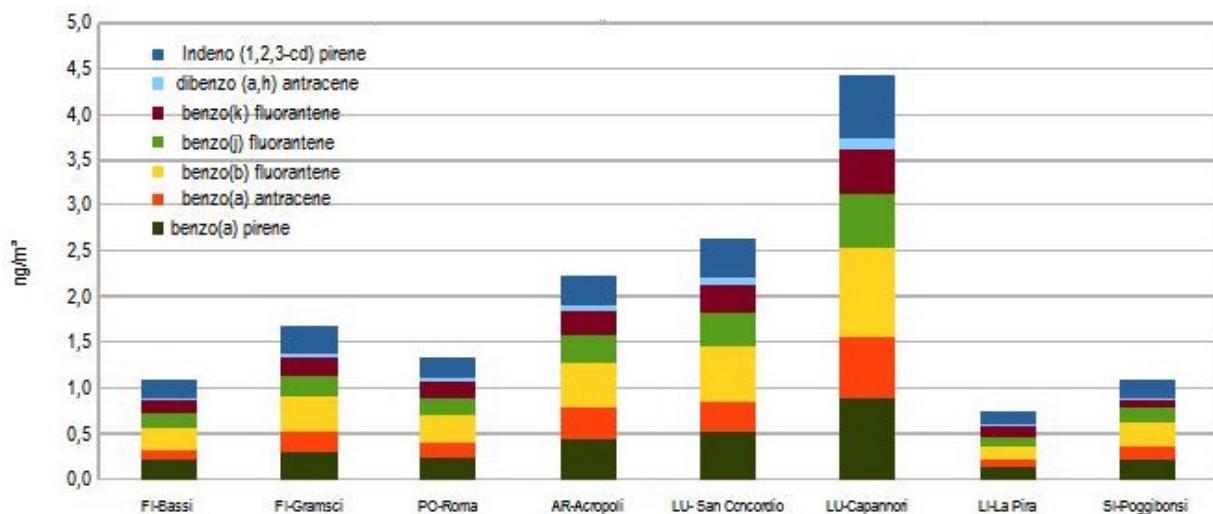


Grafico Idrocarburi policiclici aromatici – media annuale complessiva 7 congeneri e distribuzioni sul totale
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.10.2 Medie mensili e stagionali degli idrocarburi policiclici aromatici Anno 2024

Se si osservano gli andamenti delle medie stagionali dei congeneri riassunti nei grafici alla pagina seguente, come già osservato per il B(a)P, la concentrazione media mensile di tutti gli idrocarburi policiclici aromatici assume valori significativi nei mesi più freddi dell'anno per diminuire significativamente in primavera ed estate.

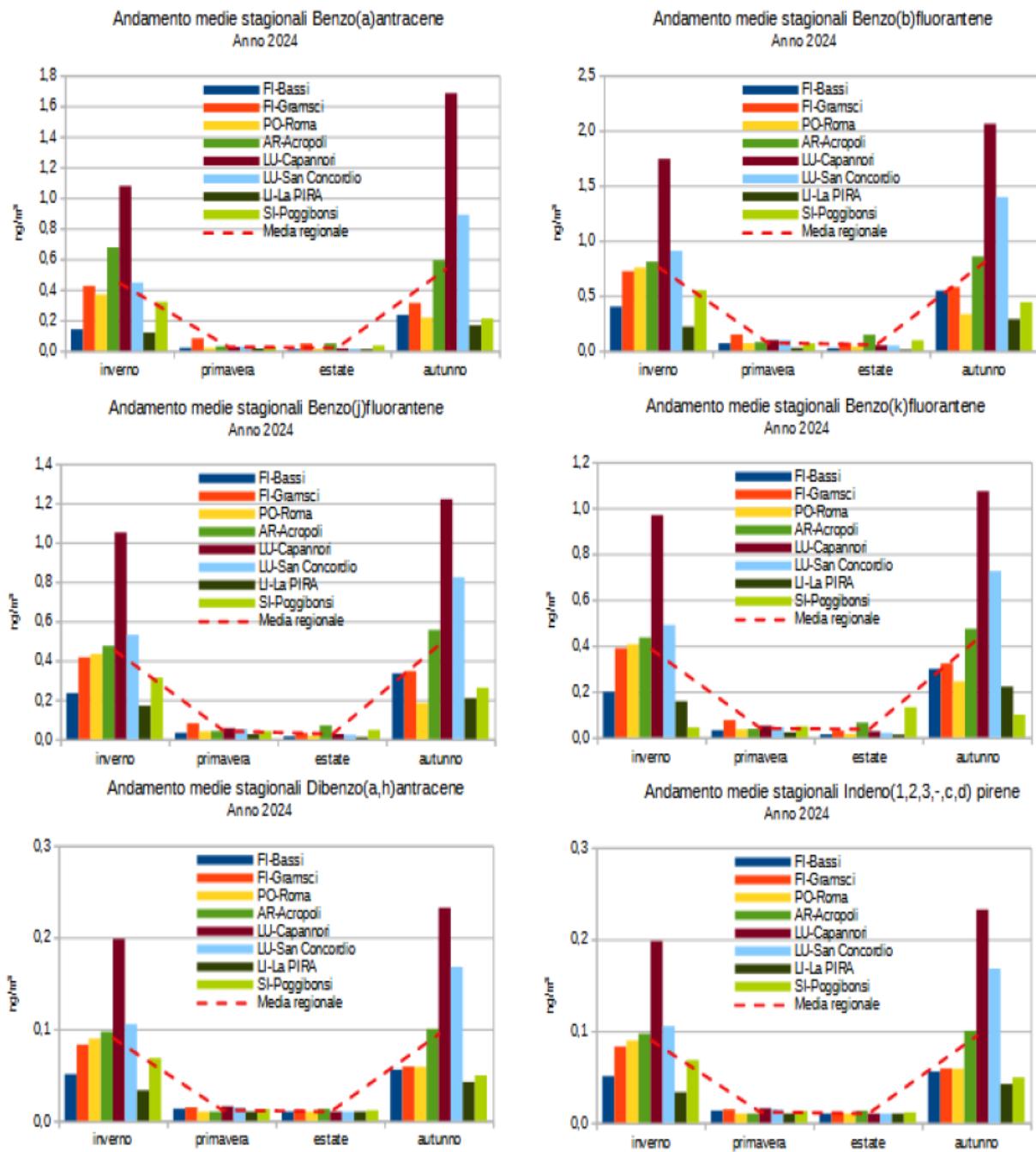


Grafico Idrocarburi policiclici aromatici – Medie mensili Anno 2024

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Nel grafico seguente sono riassunte le medie complessive stagionali ed annuali che sono state registrate in Toscana nel 2024, calcolate sui campioni raccolti negli otto siti di misura.

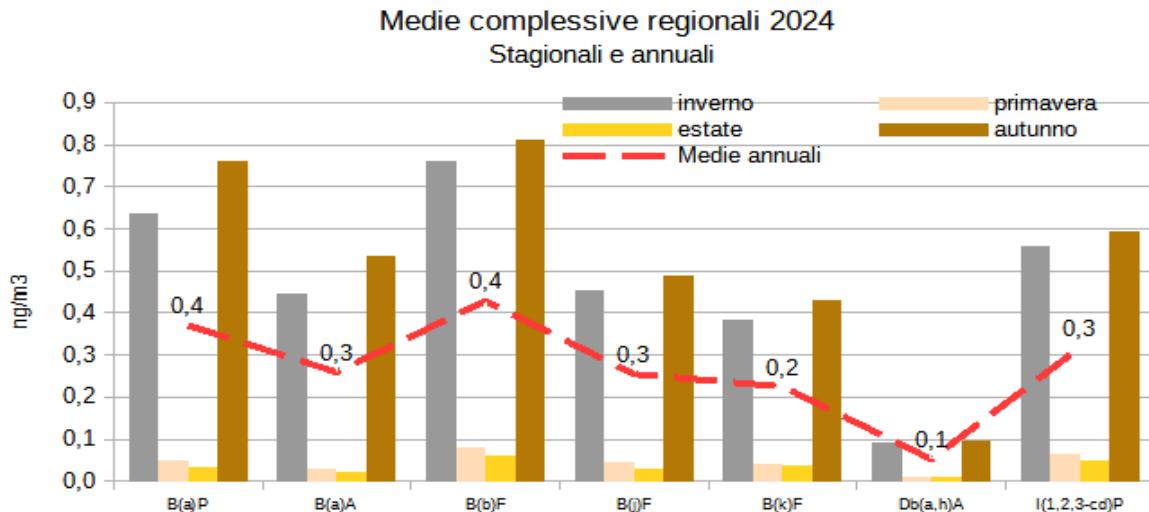


Grafico Idrocarburi policiclici aromatici – Medie stagionali e complessive Anno 2024
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.11 ARSENICO, CADMIO, NICHEL E PIOMBO

La concentrazione atmosferica di Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo è determinata su campioni di polvere, frazione PM₁₀, prelevati con le stesse modalità con cui avviene il campionamento per la determinazione della concentrazione atmosferica del PM₁₀.

Le analisi chimiche per la determinazione dei metalli sono state effettuate secondo il metodo UNI EN 14902:2005.

Le campagne di monitoraggio hanno soddisfatto i criteri previsti dall'allegato 1 del D. Lgs. 155/2010 sia per il periodo minimo di copertura delle campagne di indagine nell'arco dell'anno sia per la distribuzione dei dati nell'anno e quindi gli indicatori sono da ritenersi rappresentativi. Gli indicatori ottenuti dai dati delle campagne di indagine sono stati confrontati con il valore limite del Piombo (Allegato XI D. Lgs.155/10) e con i valori obiettivo per l'Arsenico, Cadmio e Nichel (Allegato XIII D. Lgs.155/10).

1.11.1 Medie annuali 2024 metalli D. Lgs. 155/2010

		Arsenico		Cadmio		Nichel		Piombo		
Classificazione zona e stazione	Nome stazione	Media annuale ng/m³	V.O. ng/m³	Media annuale ng/m³	V.O. ng/m³	Media annuale ng/m³	V.O. ng/m³	Media annuale ng/m³	V.L. ng/m³	
Zona costiera	UF	LI-La Pira	<0,4	6	<0,05	5	<2	20	1,8	500

Tabella Metalli pesanti - Anno 2024 - Indicatori relativi alla stazione di Rete Regionale di LI-La Pira
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

I risultati del monitoraggio dei metalli della stazione di LI-La Pira indicano valori medi molto bassi e nettamente inferiori ai parametri di riferimento normativo.

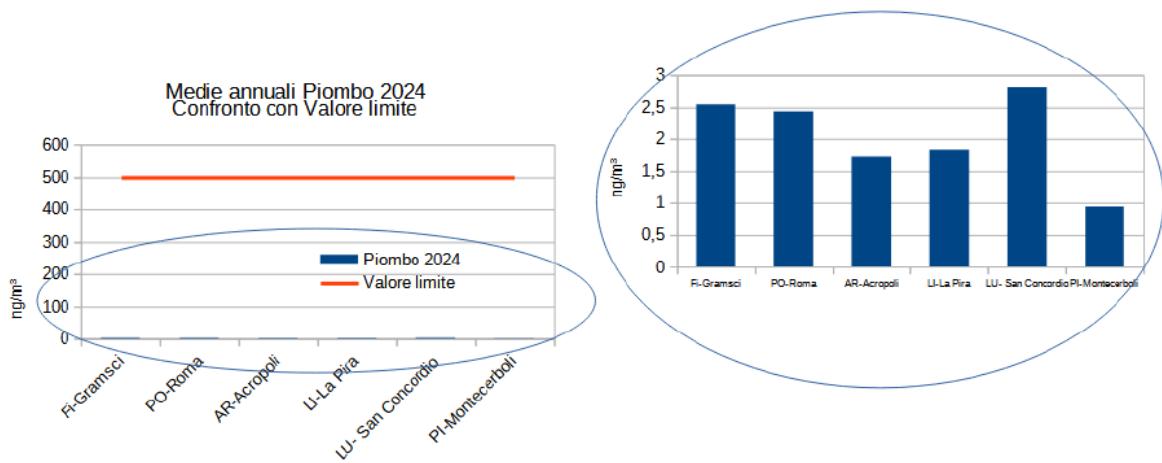


Grafico Piombo - Anno 2024 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

In tutte le stazioni della Rete Regionale gli indicatori sono stati ampiamente entro il valore limite per il Pb ed i valori obiettivo per As, Cd e Ni dall'inizio del monitoraggio con la RRQA.

1.11.2 Confronto indicatori Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2026 e 2030

La Direttiva (UE) 2024/2881, attualmente in fase di recepimento, indica nuovi limiti da rispettare entro il 2026 e 2030.

Per il Piombo il limite è pari ad una media annuale di $0,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ e coincide con il limite del D. Lgs. 155/2010 attualmente in vigore mentre per Arsenico, Cadmio e Nichel i nuovi limiti sono pari ai valori obiettivo del D. Lgs. 155/2010, rispettivamente media annuali di $6,0\text{ng}/\text{m}^3$, $5,0\text{ng}/\text{m}^3$ e $20,0\text{ng}/\text{m}^3$.

Il rispetto di tali limiti non sembra presentare alcuna criticità per il territorio della Regione Toscana.

1.11.3 Monitoraggio metalli non normati nel PM₁₀

Presso la stazione di Li-La-Pira, negli ultimi anni, è stato effettuato anche il monitoraggio di altri metalli per il quale attualmente non sono previsti valori obiettivo.

Di seguito si riportano le concentrazioni medie annuali di Vanadio registrate nel 2024 ed il confronto con gli anni precedenti.

Medie annuali Vanadio anno 2023			
Classificazione		Nome stazione	Media annuale 2024 (ng/m³)
Zona costiera	UF	LI-La Pira	2,1

Tabella Vanadio - Media annuale 2024
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

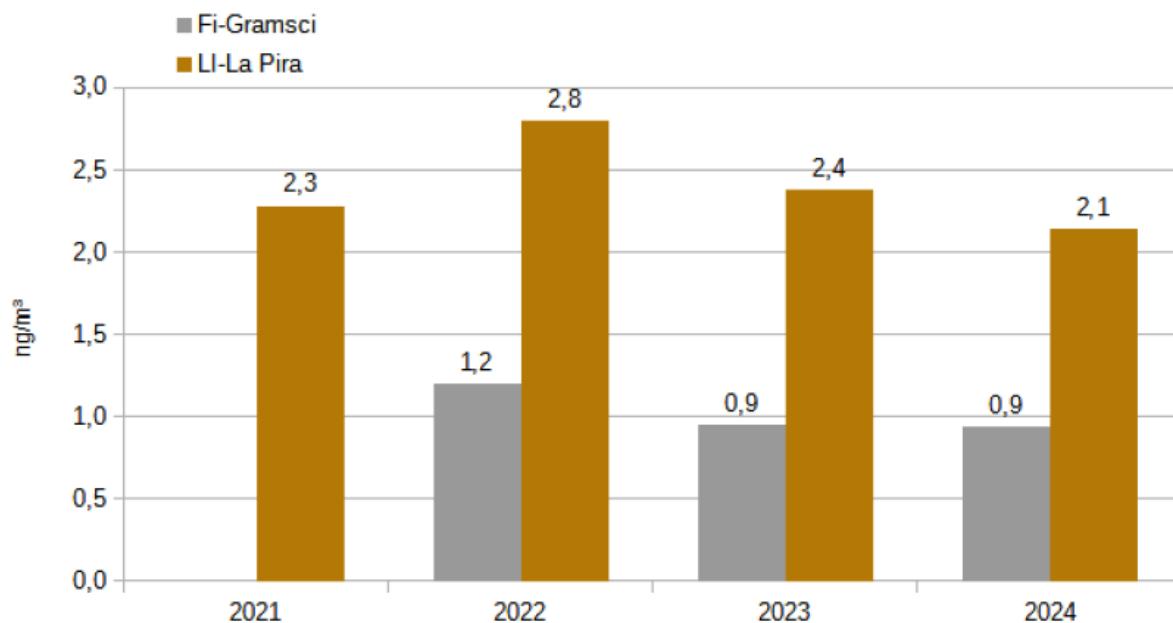


Grafico Vanadio – Trend medie annuali 2021-2024

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

1.12 CONCLUSIONI SUL MONITORAGGIO

1.12.1 Sintesi in riferimento al D. LGS. 155/2010

Il monitoraggio del 2024 ha sostanzialmente confermato la situazione complessivamente positiva per la qualità della aria sia a livello comunale che regionale come evidenziato nel trend registrato negli ultimi anni.

A livello regionale il panorama è attualmente caratterizzato da poche e specifiche criticità: una criticità diffusa per il rispetto dei valori obiettivo per l' O_3 e una singola criticità per il rispetto del valore limite sulla media giornaliera del PM_{10} , ormai legata ad una situazione sito specifica.

Nel 2024 per il primo anno sono stati rispettati in tutta la regione i valori limite per l' NO_2 .

Riassumendo i risultati del monitoraggio a livello regionale:

PM₁₀: il limite della media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni di monitoraggio mentre il limite del valore medio giornaliero è stato rispettato in tutte le stazioni di Rete Regionale eccetto nella stazione urbana di fondo di LU-Capannori che si trova nella “Zona Valdarno pisano e Piana lucchese”.

PM_{2,5}: il limite della media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni di monitoraggio per questo inquinante.

NO₂: per il primo anno dall'inizio del monitoraggio, in tutto il territorio sono stati rispettati i limiti di normativa per questo parametro, compreso il limite relativo alla media annuale di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Entrambi i valori limite sono stati rispettati in tutte le stazioni di Rete Regionale.

Ozono: il valore obiettivo per la protezione della salute umana non è stato rispettato in 4 stazioni su 10 confermando la criticità diffusa per l'ozono in gran parte del territorio regionale toscano.

Nel 2024 non ci sono stati episodi di superamento della soglia di attenzione.

CO, SO₂ e Benzene: il monitoraggio ha confermato l'assoluta assenza di criticità ed il pieno rispetto dei valori limite in tutti i siti di monitoraggio.

H₂S: i valori registrati presso le stazioni della Rete Regionale sono ampiamente inferiori al riferimento dell'OMS-WHO, per entrambi i siti di monitoraggio.

Benzo(a)pirene e congeneri e metalli su PM₁₀: il monitoraggio ha confermato il rispetto del valore obiettivo per Benzo(a)pirene, il rispetto del valore limite per il Piombo e il rispetto dei valori obiettivo per Arsenico, Nichel e Cadmio.

1.12.2 Sintesi generale del confronto tra i limiti previsti dal D. Lgs.155/2010 e i limiti previsti dalla Direttiva Europea 2024/2081 per il 2026 e il 2030

Il quadro attuale che emerge dall'analisi della qualità dell'aria è nel complesso positivo per il Comune di Livorno.

Rispetto ai limiti attualmente in vigore previsti dal D. Lgs. 155/2010, non si evidenziano criticità per il territorio comunale e solo pochissimi casi di superamento a scala regionale. Se si considerano i limiti fissati per il 2026 dalla Direttiva 2024/2881, il Comune di Livorno risulta ampiamente nei limiti. A livello regionale i valori rientrano generalmente nei limiti, con rare eccezioni legate al PM₁₀ giornaliero e al NO₂ annuale in uno o due casi puntuali.

Se si considerano invece i limiti previsti dalla Direttiva 2024/2881 per il 2030, molto più stringenti, per il Comune di Livorno emergono alcune criticità per la stazione di traffico di LI-Carducci dove si registrano superamenti per il PM₁₀ su base annuale e per il NO₂ sia come media annuale sia come valore giornaliero, a conferma del ruolo del traffico veicolare come principale fonte emissiva critica in ambito urbano.

A livello regionale, invece, si osservano criticità significative per PM₁₀, PM_{2,5} e NO₂, con superamenti diffusi che indicano come il raggiungimento degli obiettivi del 2030 richieda interventi strutturali su scala sovra comunale. Anche per l'O₃ il quadro regionale mostra numerosi superamenti del valore obiettivo sulle 8 ore, indice di un problema fotochimico che coinvolge ampie porzioni del territorio.

In controtendenza rispetto a questi elementi critici, altri inquinanti – quali CO, SO₂, Benzene, Benzo(a)pirene e i metalli – risultano pienamente rispettati sia a livello comunale che regionale, e non rappresentano allo stato attuale un motivo di preoccupazione.

2. MONITORAGGIO DI INTERESSE NON REGIONALE

Si riportano di seguito le elaborazioni dei parametri monitorati tramite strumentazione non facente parte della Rete Regionale.

Nel comune di Collesalvetti, in località Stagno, è presente una stazione di rilevamento, non facente parte della rete regionale, denominata LI-STAGNO di tipo urbana-industriale, che rileva i seguenti inquinanti: PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, Benzene, H₂S e SO₂.

Provincia e Comune	Stazione	Class.	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	CO	Benzene	H ₂ S	SO ₂
Collesalvetti (LI)	LI-Stagno	UI	100%	100%	95,9%	-	94%	95,9%	95,5%

Stazioni attive nel 2024: parametri e rendimento % annuale
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Nell'anno 2024 i risultati delle elaborazioni relative alla stazione LI-Stagno, situata nella località industriale di Stagno nel comune di Collesalvetti, hanno mostrato una situazione priva di criticità per tutti gli inquinanti monitorati, con ampio rispetto dei valori di riferimento del D. Lgs.155/10. I valori di qualità dell'aria registrati presso la stazione non sono significativamente diversi dai valori del fondo urbano della zona per PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ ed SO₂, benzene e derivati.

Per la stazione LI-Stagno si riportano i risultati delle elaborazioni dei principali indicatori.

Stazione	PM ₁₀		PM _{2,5}	NO ₂	
LI- Stagno	Media µg/m ³	N°Sup.media giornaliera 50 µg/m ³	Media µg/m ³	Media µg/m ³	N°Sup. media oraria 200 µg/m ³
	19	6	10	14	0 (max 77)
	H ₂ S		SO ₂		
	Media µg/m ³	Max media oraria µg/m ³	Media µg/m ³	N°Sup. media giornaliera 125µg/m ³	N°Sup. media oraria 300 µg/m ³
	2	9	3	0 (max 6)	0 (max 63)
	Benzene	Toluene	E-Benzene	MP-Xilene	O-Xilene
	Media annuale µg/m ³				
	0,6	2	0,4	1	0

Tabella parametri registrati dalla stazione di LI-Stagno anno 2024
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Tali valori nel grafico seguente sono stati confrontati con quelli relativi alle stazioni che si trovano nel comune limitrofo di Livorno.

Come si evince dal grafico sottostante:

- **Parametro PM₁₀:** il valore medio annuale registrato nel 2024 presso il sito di interesse non regionale di LI-Stagno è contenuto e risulta perfettamente in linea con le concentrazioni medie registrate presso le stazioni del Comune di Livorno rispettando ampiamente i valori limite del D. Lgs. 155/2010.
- **Parametro PM_{2,5}:** il valore medio annuale registrato nel 2024 presso il sito di interesse non regionale di LI-Stagno è contenuto e perfettamente in linea con le concentrazioni medie registrate presso le stazioni del Comune di Livorno, che risultano essere leggermente inferiori, rispettando i valori limite del D. Lgs. 155/2010 (vedi grafico pagina seguente).

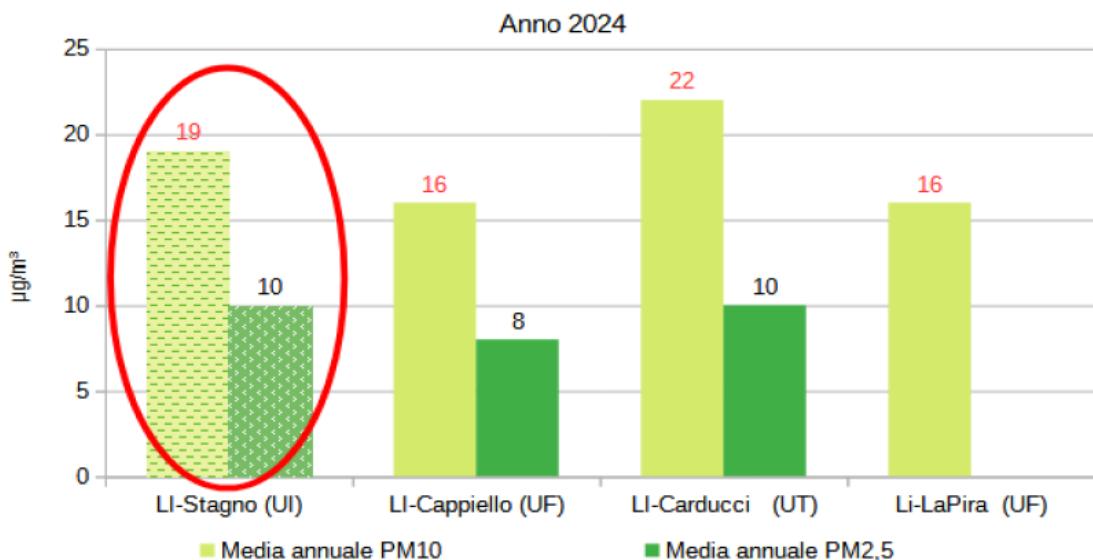


Grafico Medie annuali PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$ di LI-Stagno a confronto con le stazioni di Livorno - anno 2024
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

- **Parametro NO₂:**

- il valore medio annuale registrato nel 2024 presso il sito di interesse non regionale di LI-Stagno, è stato molto contenuto e leggermente superiore al valore registrato dalla stazione di monitoraggio della Rete Regionale di Li-Cappiello (UF), mentre risulta essere inferiore al valore registrato dalle stazioni di monitoraggio della Rete Regionale di LI- Carducci (UT) e LI- La Pira (UF);
- Il valore della massima media oraria registrato nel 2024 presso il sito di interesse non regionale di LI-Stagno, è stato molto contenuto e inferiore ai valori registrati dalle stazioni di monitoraggio della Rete Regionale di LI- Cappiello (UF), LI- Carducci (UT), e LI- La Pira (UF) (vedi grafico sottostante).

Non si è verificato alcun superamento dei valori limite del D. Lgs. 155/2010.

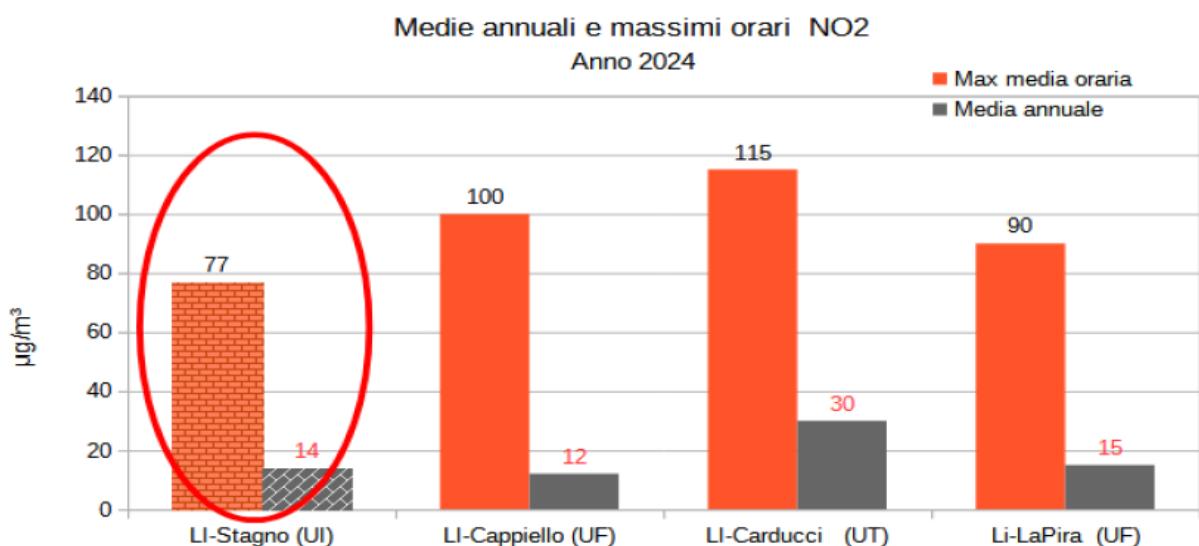


Grafico confronto Medie annuali e valori massimi orari di NO₂ delle stazioni di LI-Stagno a confronto con le stazioni di Livorno- anno 2024
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

- **Parametro SO₂:** sia il valore medio annuale che il valore della massima media giornaliera registrato nel 2024 presso il sito di interesse non regionale di LI-Stagno, sono stati molto contenuti anche se il valore della media annuale di LI-Stagno risulta leggermente superiore al valore registrato dalla stazione della Rete di Monitoraggio Regionale di LI-La Pira. I valori delle medie giornaliere sono invece uguali.
Non si è verificato alcun superamento dei valori limite del D. Lgs. 155/2010.

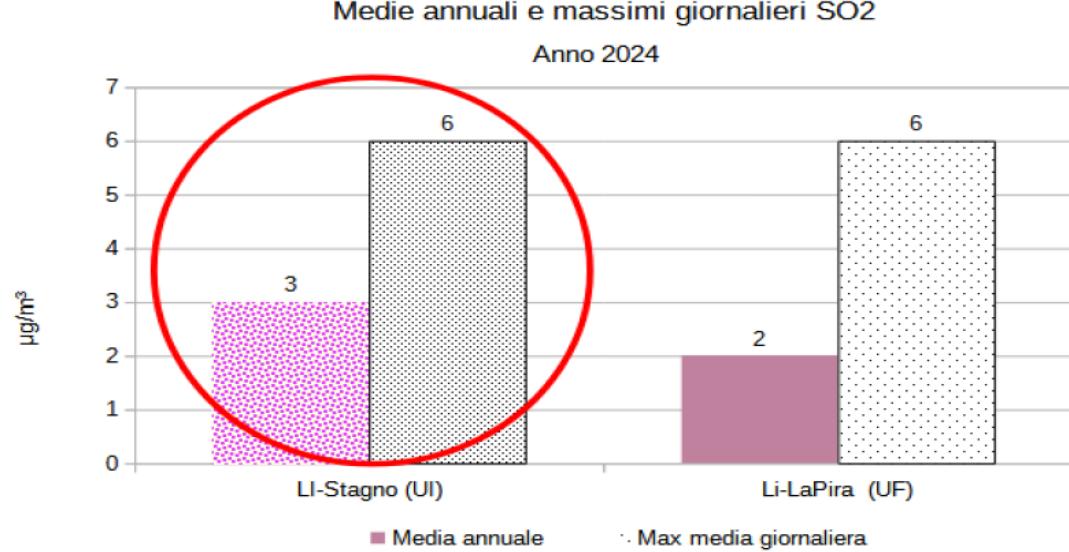


Grafico Medie annuali e valori massimi SO₂ di LI-Stagno a confronto con le stazioni di Livorno.
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

- **Benzene e derivati:**

- il valore medio annuale registrato nel 2024 presso il sito di interesse non regionale di LI-Stagno relativo a Toluene, MP-Xilene e O-Xilene risulta essere uguale al valore registrato dalla stazione di monitoraggio della Rete Regionale di Li-La Pira (UF);
- il valore medio annuale registrato nel 2024 presso il sito di interesse non regionale di LI-Stagno relativo al Benzene e al Toluene risulta essere inferiore al valore registrato dalla stazione di monitoraggio della Rete Regionale di Li-La Pira (UF), rispettando comunque per entrambi il valore limite del D. Lgs. 155/2010;
- il valore medio annuale registrato nel 2024 presso il sito di interesse non regionale di LI-Stagno relativo al E-Benzene risulta essere superiore al valore registrato dalla stazione di monitoraggio della Rete Regionale di Li-La Pira (UF), rispettando comunque per entrambi il valore limite del Dlgs 155/2010.

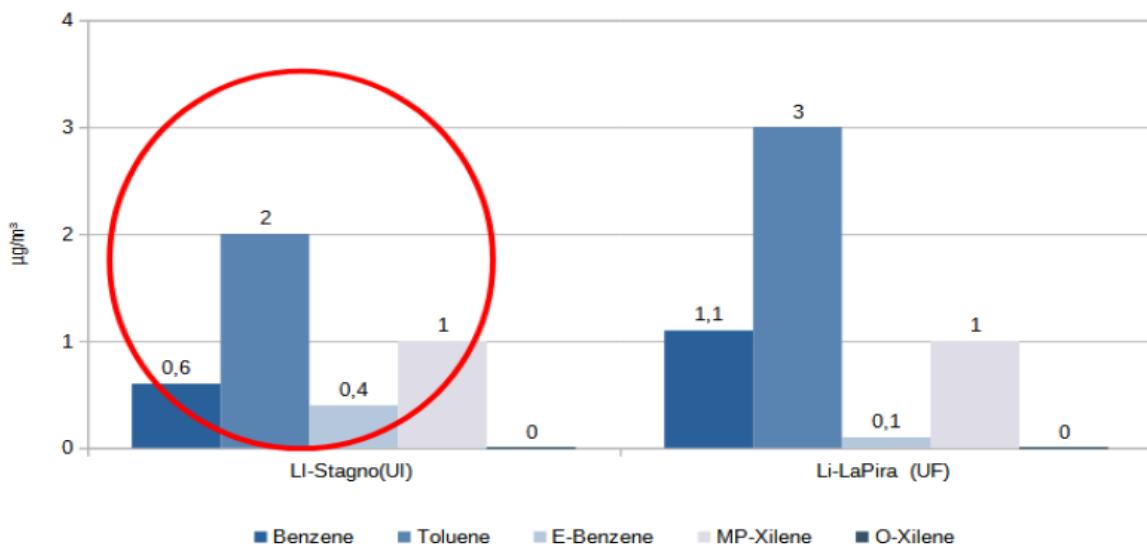


Grafico Medie annuali 2024 BTX di LI-Stagno a confronto con le stazioni di Livorno.
 [fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

3. ALTRE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO EFFETTUATE NEL COMUNE DI LIVORNO

Il Comune di Livorno, al fine di approfondire la problematica delle maleodoranze oggetto di numerose segnalazioni da parte di cittadini ed associazioni, attribuibili al traffico navale nel Porto di Livorno, in data 17 aprile 2023 ha sottoscritto con ARPAT specifica convenzione (come approvata con Delibera di Giunta n. 155/2023) che ha regolato la campagna di monitoraggio attuata nel periodo giugno 2023 - maggio 2024 prevedendo:

- il monitoraggio del PM₁₀, PM_{2,5}, Ossidi di Azoto, Monossido di Carbonio, Biossido di zolfo, Benzene, toluene e xileni, parametri meteo, in 3 postazioni opportunamente individuate (Piazza Grande, Piazza Cavour, Mercatino Americano);
- la pubblicazione da parte di ARPAT sul proprio sito internet dei dati orari degli inquinanti gassosi in tempo reale, oggetto di successiva pubblicazione, dopo la validazione, sul bollettino giornaliero;
- la stesura di una relazione finale sugli esiti della “Campagna indicativa di rilevamento della qualità dell'aria con mezzo mobile presso Livorno-Piazza Grande, Livorno Cavour e Livorno Mercatino Americano” redatta da ARPAT secondo le indicazioni di copertura annua definite dalla normativa vigente.

Tale relazione è trasmessa dalla medesima con PEC prot. 162378 del 26.11.2024 e successivamente approvata con D.G.C. n. 904 del 10.12.2024 in cui viene specificato che “...sebbene presso le tre postazioni tutti i limiti normativi per ciascun inquinante monitorato siano stati rispettati, i tre siti mostrano comportamenti caratteristici in termini di distribuzione dei livelli di concentrazione in atmosfera, a seconda dell'inquinante monitorato”.

Si specifica inoltre che tale relazione è stata ritrasmessa da ARPAT con PEC prot. n. 171272 del 13.12.2024 per errore materiale di trascrizione dei dati della stazione di LI-La Pira e riapprovata con rettifica della precedente D.G.C. n. 904 del 10.12.2024 per la

sostituzione dell'allegato 1 della medesima Deliberazione, con D.G.C. n. 932 del 17.12.2024.

Comune e Provincia	Postazioni	Parametri monitorati	Inizio campagna	Fine campagna	Campagna Indicativa	Note
Livorno (LI)	P. Grande, P. Cavour Mercatino americano	PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO _x , CO, SO ₂ , BTX	05/06/2023	30/05/2024	SI	Campagna per il Comune di Livorno

Tabella Campagne discontinue 2024 – Comune di Livorno.

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

4. ANALISI AVVEZIONI DI POLVERI ANNO 2024

Nel 2024 la Regione Toscana, analogamente al resto del continente europeo, è stata interessata da episodi di avvezione di masse d'aria contenenti materiale particolato, in particolare PM₁₀, che dalle alte quote atmosferiche raggiunge il livello del suolo.

I contributi emissivi di origine naturale associati a tali avvezioni sono stati stimati secondo gli indirizzi della linea guida [SEC(2011)2008 final] per la dimostrazione e la detrazione dei superamenti imputabili a fonti naturali, ai sensi della Direttiva 2008/50/CE sulla qualità dell'aria ambiente. In questo quadro si considera che l'azione antropica non avrebbe potuto evitare o ridurre in modo significativo i livelli di PM₁₀ generati da tali episodi.

La sottrazione dei contributi naturali è stata effettuata in applicazione dell'art. 15, comma 1, del D. Lgs. 155/2010 e del corrispondente art. 20 della Direttiva 2008/50/CE, sulle stazioni della rete regionale che, in concomitanza con gli eventi di avvezione, hanno registrato valori medi giornalieri di PM₁₀ superiori al valore limite di 50 µg/m³. La procedura prevista dalla linea guida [SEC (2011) 2008 final] prevede l'identificazione degli episodi di intrusione, la quantificazione dei relativi contributi e la successiva sottrazione dal numero di superamenti del valore limite giornaliero.

Per l'individuazione degli episodi sono stati analizzati i dati delle stazioni di fondo regionale di Casa Stabbi (Comune di Chitignano, AR, quota 650 m s.l.m.) e Montecerboli (Comune di Pomarance, PI, quota 353 m s.l.m.), appartenenti alla Zona Collinare e Montana, considerate rappresentative del fondo regionale. Le verifiche gravimetriche di ONGOING 2024 sugli analizzatori automatici di PM₁₀ della rete regionale hanno fornito, al valore limite di 50 µg/m³ per la media giornaliera, un'incertezza pari al 10%.

4.1 Identificazione degli episodi di intrusione sahariana

Nel 2024 gli episodi di intrusione di polveri sahariane in Toscana sono stati individuati analizzando i valori giornalieri di PM₁₀ misurati nelle due stazioni di fondo regionale di Casa Stabbi (Chitignano, AR, 650 m s.l.m.) e Montecerboli (Pomarance, PI, 353 m s.l.m.).

In entrambi i siti le concentrazioni medie annue di PM₁₀ sono risultate basse (10–12 µg/m³), ma si sono registrati alcuni picchi giornalieri molto elevati, con superamenti del valore limite (50 µg/m³) in 8 giorni a Casa Stabbi e 4 giorni a Montecerboli, soprattutto tra fine marzo e inizio aprile, e in singoli episodi a febbraio, maggio e giugno.

Un'analisi statistica dei dati ha permesso di individuare il valore di 21 µg/m³ come soglia oltre la quale i giorni risultano potenzialmente associati ad avvezione di polveri. Per tutti i giorni con PM₁₀ superiore a tale soglia sono state studiate le condizioni meteorologiche e ricostruiti i percorsi retrospettivi delle masse d'aria (retrotraiettorie) con il modello HYSPLIT.

Le simulazioni sono state poi confrontate con i dati meteo del Consorzio LaMMA e con le mappe del modello BSC-DREAM, che mostra la distribuzione delle polveri minerali nell'atmosfera.

Con questa procedura sono stati identificati 19 giorni riconducibili ai principali episodi di intrusione sahariana, concentrati in primavera ed estate. L'evento più rilevante è quello del 29 marzo–1° aprile, in cui il contributo naturale ha raggiunto fino al 96% del PM₁₀ giornaliero (149 µg/m³ a Casa Stabbi).

Nel complesso, gli episodi di polveri naturali hanno causato 188 superamenti del valore limite giornaliero di PM₁₀ sulla rete regionale nel 2024, con un impatto particolarmente evidente nel mese di marzo. Il numero di episodi è simile a quello del 2022–2023, ma i contributi medi annui delle polveri sahariane (es. 44 µg/m³ a Casa Stabbi) risultano molto più elevati rispetto agli anni precedenti, e le mappe modellistiche indicano un ampio coinvolgimento del territorio regionale.

4.2 Quantificazione degli episodi di avvezione naturale

Nel 2024 i contributi naturali di polveri sono stati quantificati determinando innanzitutto il livello di fondo di PM₁₀, non influenzato da episodi avvettivi, tramite indicatori statistici previsti dalla LG SEC (2011) 2008 final. Sono stati privilegiati indicatori più conservativi, quali la media dei 15 giorni precedenti e successivi all'episodio e il 50° percentile dei 30 giorni antecedenti, calcolati per ciascun evento ed escludendo il giorno stesso. Il contributo sahariano è stato quindi ottenuto per differenza tra la concentrazione giornaliera misurata a Montecerboli e Casa Stabbi e il corrispondente livello di fondo.

Nei principali episodi tra febbraio e ottobre i contributi naturali raggiungono valori molto elevati (fino a circa 140–150 µg/m³ a fine marzo) e, in numerose giornate, rappresentano la quota prevalente del PM₁₀ misurato, spiegando una parte sostanziale dei 188 superamenti del valore limite giornaliero registrati sulla rete regionale nel 2024 (vedi grafico pagina seguente).

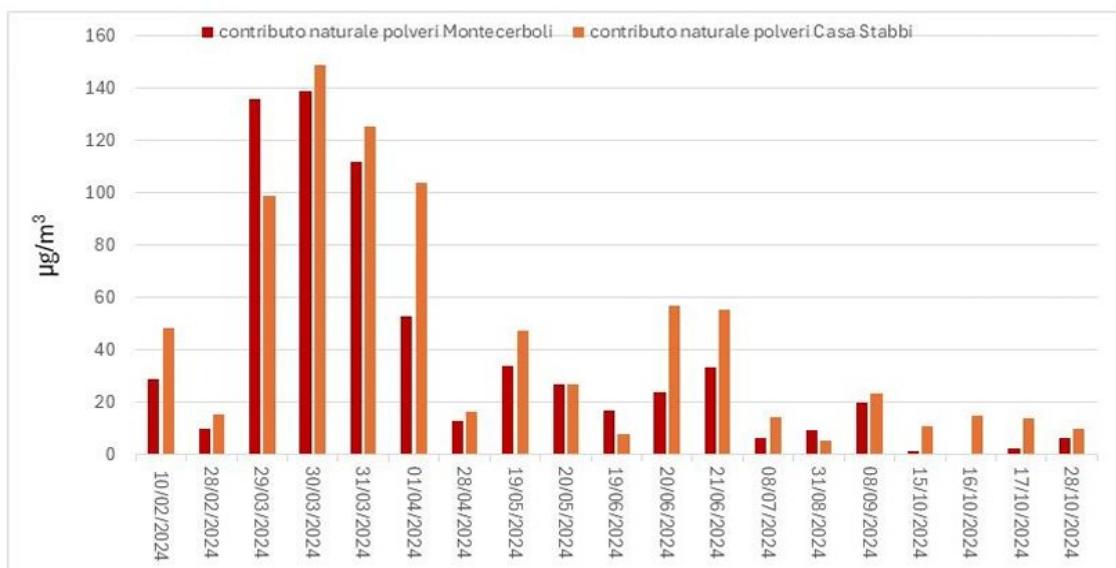


Grafico contributi naturali giornalieri stimati al PM₁₀ anno 2024 stazioni PI Montecerboli e AR Casa Stabbi (livello di fondo elaborato con indicatore media 50° Percentile 30 giorni precedenti l'evento avvettivo)

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

4.3 Detrazione dei contributi stimati

La sottrazione dei contributi è riferita ai carichi di polvere naturale giornaliera netta determinati nelle stazioni di fondo regionale in corrispondenza dei giorni nel quale è stato individuato l'episodio di intrusione di polvere desertica. Le elaborazioni modellistiche effettuate con BSC-dream hanno evidenziato, per i giorni analizzati, un ampio interessamento del territorio regionale, per i quali sono stati registrati dalle stazioni di rete regionale 188 casi di superamento del valore limite per l'indicatore della media giornaliera di PM₁₀ nell'anno 2024.

Ai singoli valori di concentrazione media giornaliera superiori al valore limite di 50 µg/m³ è stato sottratto il corrispondente contributo naturale calcolato per la stazione di misurazione di Montecerboli secondo la procedura di cui al paragrafo precedente.

Stazione	PM ₁₀ 10.02.2024 (contributo naturale 29 µg/m ³)	PM ₁₀ 29.03.2024 (contributo naturale 136 µg/m ³)	PM ₁₀ 30.03.2024 (contributo naturale 139 µg/m ³)	PM ₁₀ 31.03.2024 (contributo naturale 112 µg/m ³)	PM ₁₀ 01.04.2024 (contributo naturale 53 µg/m ³)	PM ₁₀ 19.05.2024 (contributo naturale 34 µg/m ³)	PM ₁₀ 20.05.2024 (contributo naturale 24 µg/m ³)	PM ₁₀ 20.06.2024 (contributo naturale 34 µg/m ³)	PM ₁₀ 21.06.2024 (contributo naturale 34 µg/m ³)	Numeri giorni da sottrarre
LI-Cappiello	86	132	136	100	50	20	39	46	46	3
LI-Carducci	71	137	151	109	48	23	40	51	53	6
LI-La Pira	53	150	168	112	45	24	42	50	54	5

Tabella concentrazioni medie giornaliere PM₁₀ (µg/m³) superiori al Valore Limite (50 µg/m³) dovuti a contributi naturali e conteggio dei giorni da sottrarre – Anno 2024

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

L'esame dei dati presentati nella tabella precedente evidenzia che gli episodi più significativi sono avvenuti nel mese di marzo.

Alle tre stazioni della rete regionale presenti sul territorio comunale, a causa di contributi naturali di polveri, è stata applicata una sottrazione di 3, 6 e 5 giorni di superamento, come si evince dall'ultima colonna della tabella.

Stesso metodo è stato attuato per le altre stazioni della Rete Regionale con un numero di sottrazione dei giorni compreso tra 8 e 3.

4.4 Elaborazione sul lungo termine

In questo paragrafo sono presentati i dati annuali (2016-2024) relativi al numero di episodi dei contributi naturali di polveri, dei relativi contributi, ed ai corrispondenti casi di superamento del valore limite della media giornaliera di PM₁₀ registrati dalle stazioni della rete regionale.

Il grafico sottostante presenta l'andamento temporale 2016-2024 del numero dei principali episodi di contributi naturali di polveri stimati per il territorio regionale.

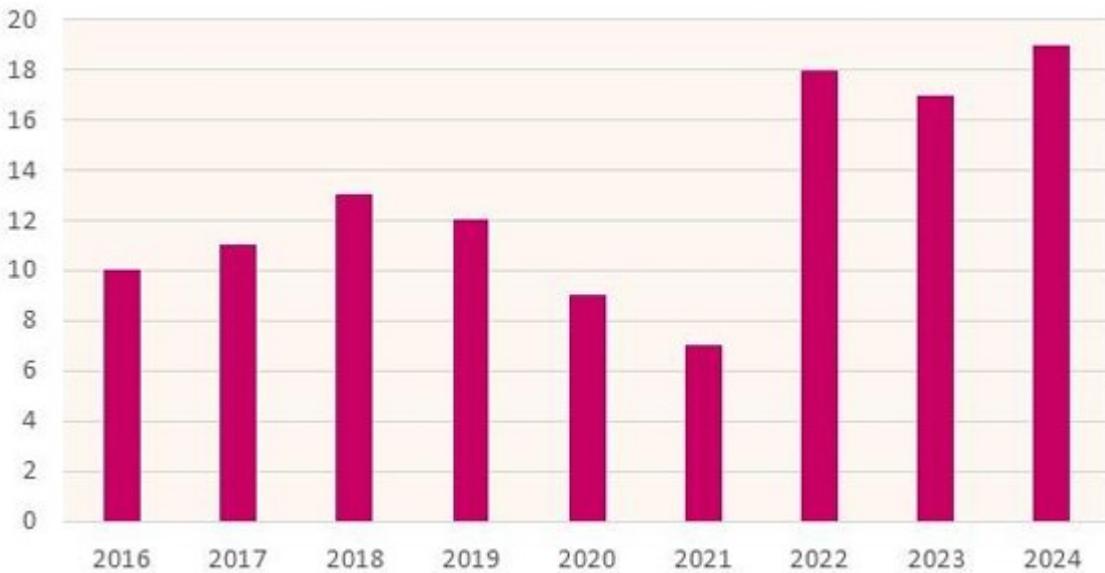


Grafico numero episodi significativi contributi naturali di polveri 2016-2024

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Il grafico seguente presenta il contributo naturale di polveri (medio e massimo) stimato per gli episodi avvettivi nel quinquennio 2019-2024 per le stazioni di misurazione di Montecerboli e Casa Stabbi.



Grafico distribuzione stagionale % eventi avvettivi anni 2016 – 2024

[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Gli episodi di contributi naturali di polveri desertiche sono caratterizzati da una variabilità significativa, sia sotto il profilo temporale che spaziale; gli istogrammi nel grafico sottostante mostrano il numero di superamenti del Valore Limite giornaliero di PM₁₀ (50 µg/m³) determinati da contributi naturali di polveri nel periodo di osservazione 2016-2024.

I dati sono riferiti ad ogni stazione di misurazione e sono aggregati per Zona.

Il grafico alla pagina seguente mostra la situazione della zona Costiera di cui le stazioni di monitoraggio del Comune di Livorno fanno parte.

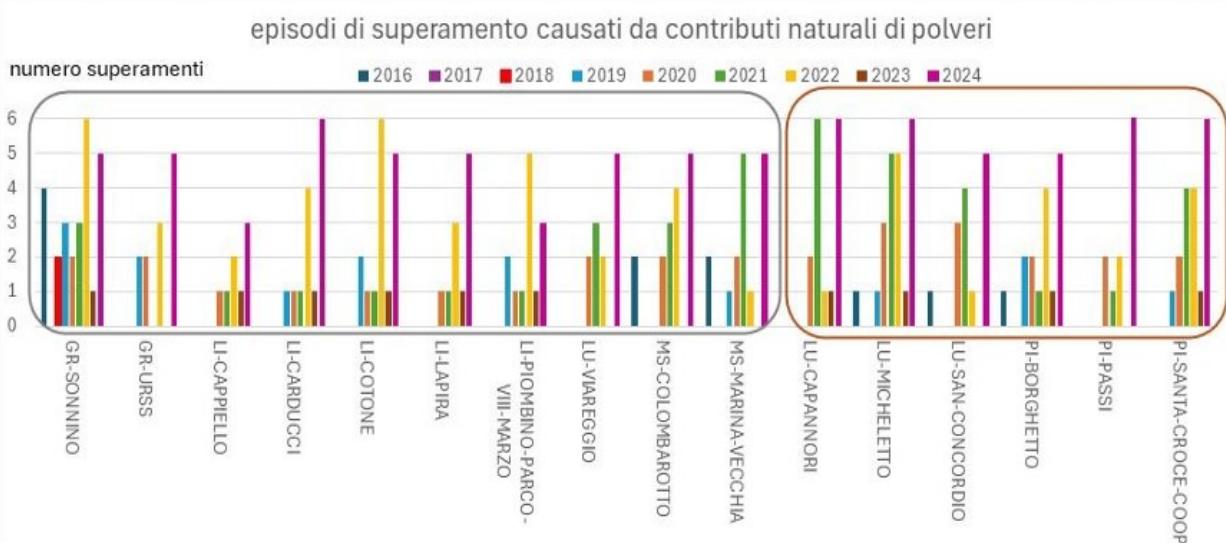


Grafico episodi di superamento causati da contributi naturali di polveri 2016-2024 – Zone Costiera, Valdarno pisano e Piana lucchese
[fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Dall'esame degli istogrammi del grafico seguente, si osserva che l'anno 2024 è rappresentato da un numero di superamenti del Valore Limite della media giornaliera di PM₁₀ dovuto a contributi naturali di polveri che risultano essere i più elevati del periodo esaminato.

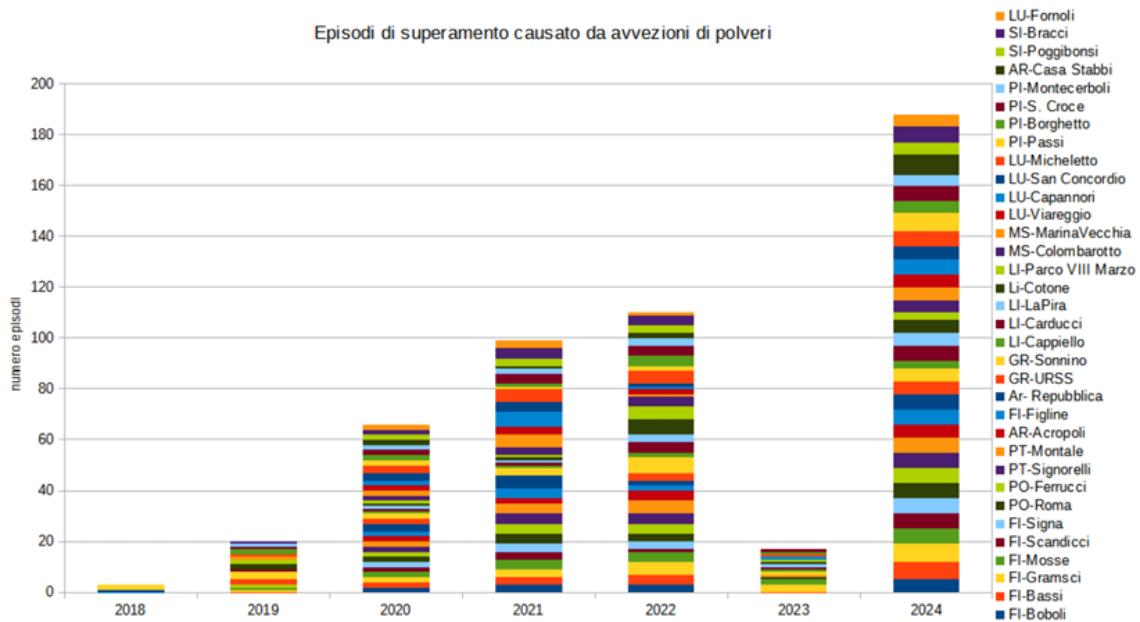


Grafico episodi di superamento causati da contributi naturali di polveri 2018-2024 – intera rete regionale
fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana-Monitoraggio 2024]

Tendenzialmente, le zone maggiormente interessate risulterebbero la Zona Costiera (in particolare area meridionale) e la Zona Collinare e Montana (in particolare area sud-est).

I contributi naturali dell'anno 2024 si contraddistinguono pertanto per l'intensità e la spazialità sul territorio regionale.

Gli episodi più significativi si sono verificati fra marzo ed aprile (29 marzo – 1° aprile), nel mese di maggio (19 e 20) e nel mese di giugno (20 e 21).

In base alle elaborazioni modellistiche, l'origine delle masse d'aria è stata attribuita, nella prevalenza dei casi, all'area del nord Africa, ed è stato rilevato anche un contributo proveniente dall'area caucasica il giorno 31/08/2025.

Il mese di marzo è stato influenzato in maniera significativa dai contributi naturali di polveri ed ha presentato, in diverse stazioni della Rete Regionale, medie mensili paragonabili a quelle invernali o addirittura più elevate degli altri mesi dell'anno in alcune stazioni di fondo.