

Relazione annuale Qualità dell'aria in Toscana

Anno 2025



Relazione annuale Qualità dell'aria in Toscana

Anno 2025

Firenze, 2026

Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana relativa al monitoraggio dell'anno 2025

A cura di Bianca Patrizia Andreini

ARPAT – *Settore Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria*

Autori:

Fiammetta Dini, Elisa Bini, Tiziana Cecconi, Chiara Collaveri, Dennis Dalle Mura, Stefano Fortunato, Roberto Fruzzetti, David Magliacani, Marina Rosato, Marco Stefanelli, Guglielmo Tanganelli, Marco Bazzani*

ARPAT- *Settore Centro Regionale per la Tutela della Qualità dell'Aria*

*ARPAT- *Settore Sistema informativo regionale ambientale della Toscana*

Ha collaborato il settore Laboratorio dell'Area Vasta Centro per la determinazione di metalli e IPA

Editing e copertina: ARPAT, Settore Comunicazione, informazione e documentazione

ARPAT luglio 2026



Indice

Sintesi	6
1. Struttura della rete di monitoraggio della qualità dell'aria in Toscana	7
2. Efficienza della rete di monitoraggio della qualità dell'aria in Toscana.....	10
3. Metodi	11
4 Indicatori e confronto con i valori limite ed obiettivo per la protezione della popolazione	12
4.1. Particolato PM10	12
Medie annuali di PM10 Anno 2025.....	14
Medie giornaliere di PM10 Anno 2025.....	16
Andamento indicatori di PM10: media annuali e superamenti delle medie giornaliere di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	16
Confronto indicatori PM10 con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.....	21
4.2. Particolato PM2,5.	22
Medie annuali di PM2,5.....	23
Andamento medie annuali di PM2,5.....	24
Studio della distribuzione della frazione di PM2,5 nel PM10.....	26
Confronto indicatori PM2,5 con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.	27
4.2 bis Monitoraggio del PM1 presso i siti di LU-Capannori e FI-Mosse	28
4.3 Black Carbon nel PM10: LU-Capannori e FI-Mosse	29
Black e Brown Carbon anni 2024 e 2025	34
4.4. Ossidi di azoto: NO_2 e NO_x	35
Medie annuali di NO_2	36
Andamento medie annuali di Biossido di Azoto	39
Confronto indicatori NO_2 con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.....	42
4.5. Ozono	43
Indicatori O_3 Anno 2025	43
Andamento indicatori di O_3	46
Confronto indicatori Ozono con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.....	48
4.6. Monossido di Carbonio	48
Massime orarie e massime medie su 8 ore di CO Anno 2025	48
Andamento medie giornaliere massime su 8 ore di CO.....	49
Confronto indicatori CO con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.....	50
4.7. Biossido di Zolfo	50
Massime orarie e massime giornaliere SO_2 Anno 2025.....	51
Andamento indicatori di SO_2	51
Confronto indicatori SO_2 con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.....	52
4.8. Acido solfidrico.....	52
Indicatori di H_2S Anno 2025	53
Andamento indicatori di H_2S	53
Studio del disturbo olfattivo da H_2S registrato dalla RRQA.....	54
4.9. Benzene e derivati	55
Medie annuali di Benzene.....	55

Andamento medie annuali di Benzene	56
Confronto indicatori Benzene con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.	57
Andamento medie annuali Toluene	59
4.10. Benzoapirene e congeneri IPA.....	60
Benzo(a)pirene e congeneri nel PM10	60
Medie annuali Benzo(a)pirene	60
Andamento nelle medie annuali di Benzo(a)Pirene	61
Confronto Medie B (a)P con limite della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030	62
Medie annuali idrocarburi policiclici aromatici - Anno 2025.....	63
Sito di interesse nazionale FI-Bassi	65
4.11. Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo	67
Medie annuali 2025 metalli D.Lgs 155/2010.....	67
Confronto indicatori Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030	68
Monitoraggio metalli non normati nel PM10.	68
5. Indicatori e confronto con i valori limite ed obiettivo per la protezione della vegetazione	70
5.1. Ossidi di azoto	71
5.2. Ozono	71
6. Trend statistici	73
Trend PM10	73
Trend PM2,5	76
Trend NO ₂	79
Trend O ₃	82
7. Conclusioni del monitoraggio delle stazioni di Rete Regionale	84
8. Monitoraggio di interesse non regionale	85
Appendice 1: Analisi avvezioni di polveri anno 2025	87
Appendice 2: Limiti normativi D.Lgs 155/2010	97
Appendice 3: Limiti normativi DE 2881/2024 per la protezione della salute umana da raggiungere entro il 1° gennaio 2030.....	98
Appendice 4: percentili dei valori orari per NO ₂ , Benzene, Toluene, H ₂ S ed Ozono e dei valori giornalieri di PM10 e PM2,5.	99

Sintesi

Lo stato della qualità dell'aria della regione Toscana, emerso dall'analisi dei dati forniti dalla Rete Regionale di monitoraggio di qualità dell'aria, dei dati delle stazioni locali e dall'analisi delle serie storiche, conferma la situazione complessivamente positiva per la qualità dell'aria in Toscana. In particolare, nel 2025, per il primo anno, l'unica criticità è attualmente rappresentata dal rispetto dei valori obiettivi per l'Ozono che non sono ancora raggiunti in buona parte del territorio, mentre per gli altri parametri sono stati rispettati tutti i parametri di legge, compresi quelli relativi al PM10 ed al NO₂.

Ozono: è confermata la criticità di questo parametro per il valore obiettivo per la protezione della popolazione, che non è rispettato in 3 su 10 siti di monitoraggio;

PM10: per il primo anno oltre al rispetto consolidato del limite sulla media annuale di 40 µg/m³, anche il limite di 35 giorni di superamento del valore medio giornaliero di 50 µg/m³ è stato rispettato in tutti i siti di monitoraggio.

PM2,5: il limite normativo di 25 µg/m³ come media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni della Rete Regionale.

NO₂: oltre al rispetto consolidato del limite massimo di 18 superamenti della media oraria di 200 µg/m³, per il secondo anno è stato rispettato il valore limite di 40 µg/m³ come media annuale, in tutte le stazioni di monitoraggio, Non si sono verificati episodi di superamento della soglia di allarme per il biossido di azoto.

CO, SO₂ e Benzene: Per questi parametri il monitoraggio ha confermato l'assenza di criticità ed il pieno rispetto dei valori limite.

Benzo(a)pirene: il monitoraggio ha confermato il pieno rispetto dei valori obiettivo per il Benzo(a)pirene.

Metalli pesanti: il monitoraggio ha confermato l'assenza di criticità ed il pieno rispetto del valore limite per il Piombo e dei valori obiettivo per Arsenico, Nichel e Cadmio.

H₂S: I valori registrati nei siti di interesse sono ampiamente inferiori al valore di riferimento dell'OMS. Nel sito di Pomarance per circa il 25% del tempo di monitoraggio le concentrazioni sono state tali da creare un possibile disagio olfattivo.

1. Struttura della rete di monitoraggio della qualità dell'aria in Toscana

La struttura delle Rete Regionale di rilevamento della Qualità dell'Aria della Toscana è stata modificata negli anni fino a quella attuale prevista dalla DGRT 964/2025. Nel 2025, le 37 stazioni previste hanno funzionato a pieno regime per tutti i parametri. con il sito di monitoraggio di FI-Gramsci che è stata attiva fino al 24 marzo 2025 e poi sostituito da FI-Lavagnini.

La Figura 1.1. riporta la suddivisione del territorio regionale in zone ed agglomerati, invariata dal 2010 per quanto riguarda la protezione della popolazione. La zonizzazione per la protezione della vegetazione ai sensi della DGRT 214/2025 è riportata nel paragrafo 6, insieme alla discussione degli indicatori specifici.

Figura 1.1. Zonizzazione e attuale configurazione della rete di misura di qualità dell'aria

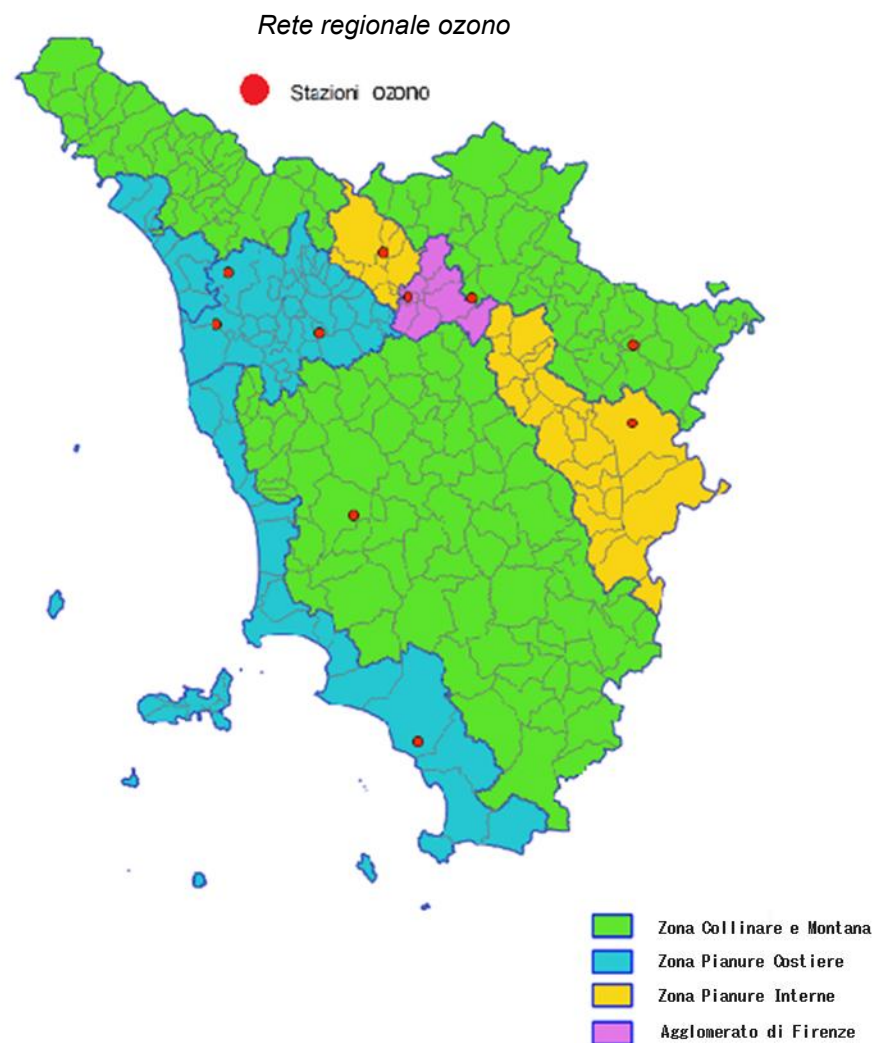
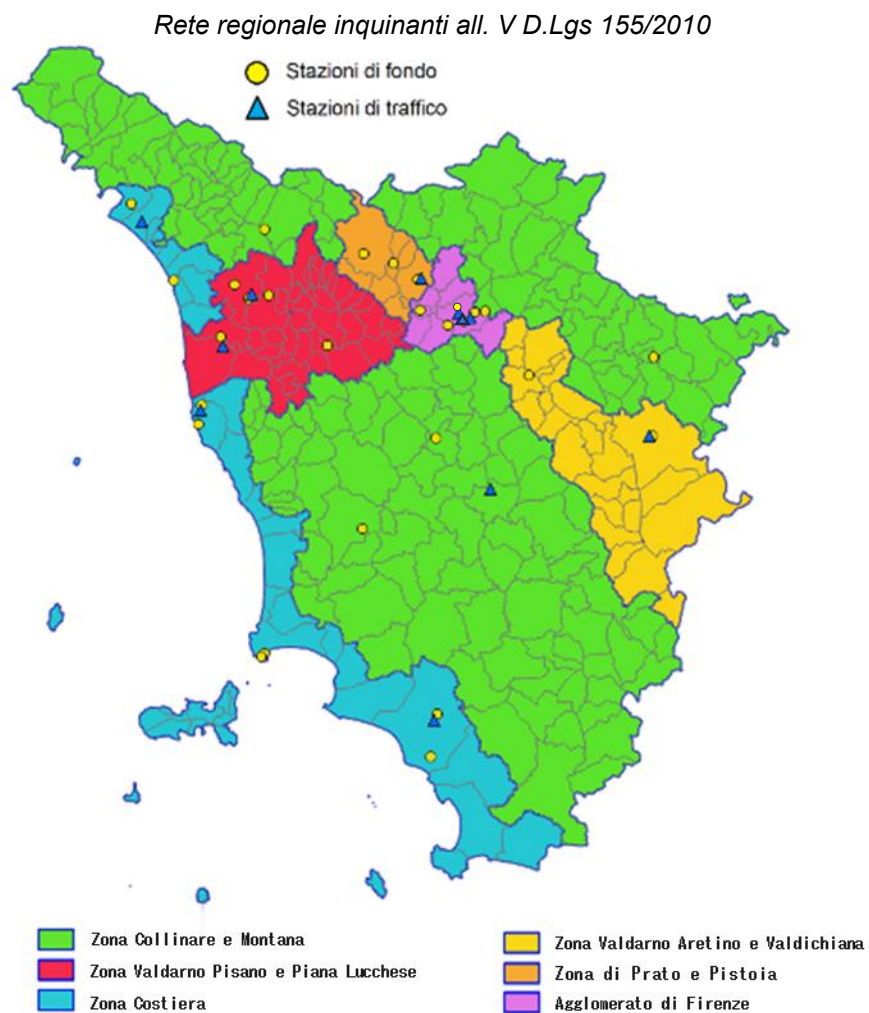


Tabella 1.1. Rete Regionale delle stazioni di misura degli inquinanti

Zonizzazione territorio All V	Provincia e Comune	Codice EOL	Nome e tipo stazione	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	SO ₂	H ₂ S	CO	Benzene	IPA	As	Ni	Cd	Pb	O ₃	Class. O3	Zonizzazione territorio O ₃
IT0906 Agglomerato Firenze	FI Firenze	IT0948A	U F FI-Boboli	X														IT0906 Agglomerato Firenze
	FI Firenze	IT0862A	U F FI-Bassi	X	X	X	X			X	X							
	FI Firenze	IT0861A	U T FI-Gramsci	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X			
	FI Firenze	IT0860A	U T FI-Mosse	X		X												
	FI Scandicci	IT1551A	U F FI-Scandicci	X		X												
	FI Signa	IT2153A	U F FI-Signa	X		X										X	U	
	FI Firenze	IT0883A	S F FI-Settignano			X										X	S	
	FI Firenze	IT2332A	U T FI-Lavagnini	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X			
IT0907 Zona Prato Pistoia	PO Prato	IT1654A	U F PO-Roma	X	X	X				X	X	X	X	X	X			IT9013 Zona delle Pianure interne
	PO Prato	IT0945A	U T PO-Ferrucci	X	X	X			X									
	PT Pistoia	IT1571A	U F PT-Signorelli	X		X												
	PT Montale	IT1553A	S F PT-Montale	X	X	X										X	S	
IT0910 Zona Valdarno aretino e Valdichiana	AR Arezzo	IT0950A	U F AR-Acropolis	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	S	IT0912 Zona pianure costiere
	FI Figline ed Incisa Valdarno	IT2242A	U F FI-Figline	X		X												
	AR Arezzo	IT0832A	U T AR-Repubblica	X		X			X									
IT0908 Zona costiera	GR Grosseto	IT1593A	U F GR-URSS	X	X	X												
	GR Grosseto	IT1592A	U T GR-Sanremo	X		X										X	R	
	GR Grosseto	IT1942A	R F GR-Maremma			X												
	LI Livorno	IT1557A	U F LI-Cappello	X	X	X												
	LI Livorno	IT2183A	U F/LI-Lia La Pira	X		X	X			X	X	X	X	X	X			
	LI Livorno	IT1560A	U T LI-Carducci	X	X	X			X									
	LI Piombino	IT2154A	U F LI-Parco 8 Marzo	X		X												
	LI Piombino	IT0083A	S I LI-Colone	X		X			X									
	MS Carrara	IT1819A	U F MS-Colombarotto	X		X												
	MS Massa	IT2241A	U T MS-Marina vecchia	X	X	X												
IT0909 Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	LU Viareggio	IT1186A	U F LU-Viareggio	X	X	X												IT0911 Zona collinare e montana
	LU Capannori	IT1187A	U F LU-Capannori	X	X	X	X			X								
	LU Lucca	IT2240A	U F LU-San Concordio	X		X				X	X	X	X	X	X			
	LU Lucca	IT1101A	U T LU-Micheletto	X		X												
	LU Lucca	IT1644A	R F LU-Carignano			X										X	S	
	PI Pisa	IT1110A	U F PI-Passi	X	X	X										X	S	
	PI Pisa	IT1409A	U T PI-Borghetto	X	X	X			X									
	PI S.Croce sull'Arno	IT1071A	S F/PI-Santa Croce	X		X		X								X	S	
IT0911 Zona collinare e montana	SI Poggibonsi	IT2032A	U F SI-Poggibonsi	X	X	X				X	X							IT0911 Zona collinare e montana
	SI Siena	IT2184A	U T SI-Bracci	X		X			X									
	PI Pomarance	IT1149A	S F/PI-Montecerboli	X		X		X				X	X	X	X	X	S	
	LU Bagni di Lucca	IT2239A	U F LU-Fornoli	X		X												
	AR Chiusignone	IT1681A	R reg F AR-Casa Stabbi	X	X	X										X	R	

Legenda: F - Fondo, T - Traffico, I - Industriale, U - Urbana, S - Suburbana, R - Rurale, R reg – Rurale fondo regionale;

nota 1: nella delibera si prevede soltanto il Benzene ed il Benzo(a)pirene ma il monitoraggio comprende i derivati del Benzene e 7 congeneri IPA

nota 2: la stazione di FI-Lavagnini è attiva come sostitutiva di FI-Gramsci da marzo 2025

2. Efficienza della rete di monitoraggio della qualità dell'aria in Toscana

Nelle tabelle seguenti è riportata, in percentuale, la raccolta dei dati degli inquinanti inseriti nella Rete Regionale. Il rendimento è calcolato come percentuale di dati raccolti rispetto al totale teorico dell'anno solare (al netto delle ore dedicate alla calibrazione degli analizzatori). In tutte le stazioni, nelle quali è previsto il monitoraggio del Benzene, sono stati monitorati anche Toluene, m-Xilene, p-Xilene, o-Xilene ed Etil-Benzene ed in tutte le stazioni dove è previsto il monitoraggio del Benzo(a)pirene, sono stati monitorati anche Benzo(a)antracene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(j)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3-cd)pirene. Presso le stazioni di FI-Mosse e di LU-Capannori sono stati attivi nel 2025 anche il monitoraggio del Black Carbon e del PM1.

Tabella 2.1. Raccolta dei dati anno 2025 in percentuale

Zonizzazione territorio <i>Alt V</i>	Provincia e Comune	Codice EOL	Nome e tipo stazione	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM1	BC	NO ₂	SO ₂	H ₂ S	CO	Benzene	IPA	As, Ni, Cd, Pb	O ₃	Class. O ₃	Zonizzazione territorio O ₃
IT0906 Agglomerato Firenze	FI Firenze	IT0948A	U F FI-Boboli	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IT0906 Agglomerato Firenze
	FI Firenze	IT0862A	U F FI-Bassi	94,3	94,3	-	-	97,4	100	-	-	95,2	33	-	-	-	
	FI Firenze	IT2332A	U T FI-Lavagnini	95,5	95,2	-	-	98,8	-	-	98,3	72,4	38	70	-	-	
	FI Firenze	IT0880A	U T FI-Mosse	100	-	100	96,5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
	FI Scandicci	IT1551A	U F FI-Scandicci	99,8	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
	FI Signa	IT2153A	U F FI-Signa	100	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100	U	
IT0907 Zona Prato Pistoia	PO Prato	IT1654A	U F PO-Roma	99,5	100	-	-	100	-	-	-	98,5	54	92	-	-	IT0913 Zona delle Pianure interne
	PO Prato	IT0945A	U T PO-Ferrucci	100	100	-	-	100	-	-	100	-	-	-	-	-	
	PT Pistoia	IT1571A	U F PT-Signorelli	100	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
	PT Montale	IT1553A	S F PT-Montale	100	100	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100	S	
IT0910 Zona Valdarno aretino e Valdichiana	AR Arezzo	IT0950A	U F AR-Acropolis	100	100	-	-	100	-	-	-	96,5	46	53	100	S	IT0912 Zona pianure costiere
	FI Figline ed Incisa Valdarno	IT2242A	U F FI-Figline	99,8	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
	AR Arezzo	IT0832A	U T AR-Repubblica	100	-	-	-	100	-	-	100	-	-	-	-	-	
IT0908 Zona costiera	GR Grosseto	IT1593A	U F GR-URSS	97,8	99,8	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
	GR Grosseto	IT1592A	U T GR-Sonnino	100	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
	GR Grosseto	IT1942A	R F GR-Maremma	-	-	-	-	96,9	-	-	-	-	-	-	97,7	R	
	LI Livorno	IT1557A	U F LI-Cappiello	100	100	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LI Livorno	IT2183A	U F/I LI-Via La Pira	100	-	-	-	100	100	-	-	93,2	79	81	-	-	
	LI Livorno	IT1560A	U T LI-Carducci	98,9	98,9	-	-	100	-	-	100	-	-	-	-	-	
	LI Piombino	IT2154A	U F LI-Parco 8 Marzo	99,5	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LI Piombino	IT0063A	S I LI-Cotone	100	-	-	-	100	-	-	100	-	-	-	-	-	
	MS Carrara	IT1819A	U F MS-Colombarotto	100	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
IT0909 Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	LU Capannori	IT1187A	U F LU-Capannori	100	100	100	96,2	100	100	-	-	-	97	-	-	-	
	LU Lucca	IT2240A	U F LU-San Concordio	100	-	-	-	100	-	-	-	97,8	99	92	-	-	
	LU Lucca	IT1101A	U T LU-Micheletto	100	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LU Lucca	IT1644A	R F LU-Carignano	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100	S	
	PI Pisa	IT1110A	U F PI-Passi	100	100	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100	S	
	PI Pisa	IT1409A	U T PI-Borghetto	100	100	-	-	100	-	-	100	-	-	-	-	-	
IT0911 Zona collinare e montana	PI S.Croce sull'Arno	IT1071A	S F/I PI-Santa Croce	100	-	-	-	100	-	95	-	-	-	-	100	S	IT0911 Zona collinare e montana
	SI Poggibonsi	IT2032A	U F SI-Poggibonsi	99,8	98,9	-	-	100	-	-	-	99,1	50	-	-	-	
	SI Siena	IT2184A	U T SI-Bracci	100	-	-	-	100	-	-	100	-	-	-	-	-	
	PI Pomarance	IT1149A	S F/I PI-Montecerboli	100	-	-	-	100	-	100	-	-	-	58	100	S	
	LU Bagni di Lucca	IT2239A	U F LU-Fomoli	100	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
	AR Chitignano	IT1681A	*.re F AR-Casa Stabbi	99,8	99,2	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100	R	

Nota: La stazione di FI-Gramsci ha interrotto il monitoraggio nel mese di marzo, pertanto, per il 2025 la sostituisce la stazione di FI-Lavagnini, introdotta in rete regionale come sua sostitutiva.

3. Metodi

I metodi utilizzati per il campionamento e l'analisi di tutti i parametri rilevati tramite la strumentazione di Rete Regionale sono riportati in tabella 3.1.

Tabella 3.1. Metodi di riferimento utilizzati con riferimento alle norme vigenti

Parametro	Metodo
PM10, PM2,5	UNI EN 12341:2023 ; UNI EN 16450:2017
NO ₂ /NO _x	UNI EN 14211:2025
CO	UNI EN 14626:2025
SO ₂	UNI EN 14212:2025
Benzene e derivati	UNI EN 14662:2005, UNI EN 14662:2015 p3
Benzo(a)pirene e congeneri	UNI EN 15549:2008
As, Ni, Cd, Pb e altri metalli	UNI EN 14902:2005
Ozono	UNI EN 14625:2025
Black Carbon	Spettrofotometria di assorbimento multi-lunghezza d'onda

4 Indicatori e confronto con i valori limite ed obiettivo per la protezione della popolazione

Di seguito la discussione sugli indicatori emersi dal monitoraggio dalle stazioni di Rete Regionale nel corso dell'anno 2025. I valori degli indicatori sono valutati in primo luogo rispetto ai limiti ed ai valori obiettivo del D. Lgs.155/2010, che in Italia rappresenta la normativa vigente, in secondo luogo rispetto ai valori che la Direttiva (UE) 2024/2881 indica da rispettare entro il 2030.

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.

4.1. Particolato PM10

Per il primo anno sono stati rispettati, in tutte le stazioni della Rete Regionale, entrambi i limiti previsti dalla normativa vigente per il PM10, sia la media annuale di PM10 di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che il limite di 35 superamenti della media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che nel 2025 è stato pienamente raggiunto anche nel sito di fondo della Piana lucchese di LU-Capannori, che negli ultimi anni ha rappresentato l'unica criticità regionale per il PM.

Si precisa che i dati medi riportati in tabella 4.1.1. e discussi sono calcolati su tutti i valori medi giornalieri comprensivi dei contributi dati dalle fonti naturali, mentre per il confronto con il limite, il numero di superamenti delle medie giornaliere di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato calcolato al netto del contributo dei fenomeni avvevativi di polveri, da attribuire a fonti naturali, come indicato dalla normativa europea.

Tabella 4.1.1.PM10 – Anno 2025 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale

PM10 Anno 2025			Media 2025	N° medie giornaliere > 50 µg/m³
Zona	Stazione		Limite 40 µg/m³	Limite 35 superamenti
Agglomerato di Firenze	UF	FI-Boboli	16	1
	UF	FI-Bassi	19	2
	UT	FI-Mosse	22	7
	UT	FI -Lavagnini	23	4
	UF	FI-Scandicci	17	1
	UF	FI-Signa	18	10
Zona Prato Pistoia	UF	PO-Roma	20	12
	UT	PO-Ferrucci	19	10
	UF	PT-Signorelli	17	2
	SF	PT-Montale	22	17
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR-Acropoli	19	3
	UF	FI-Figline	17	3
	UT	Ar- Repubblica	21	8
Zona Costiera	UF	GR-URSS	16	0
	UT	GR-Sonnino	21	0
	UF	LI-Cappiello	14	0
	UT	LI-Carducci	19	0
	UF	LI-LaPira	17	1
	SI	Li-Cotone	14	0
	UF	LI-Parco VIII Marzo	16	0
	UF	MS-Colombarotto	17	0
	UT	MS-Marina Vecchia	19	1
	UF	LU-Viareggio	20	2
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	UF	LU-Capannori	25	28
	UF	LU-San Concordio	20	5
	UT	LU-Micheletto	23	12
	UF	PI-Passi	20	0
	UT	PI-Borghetto	20	1
	SF	PI-S. Croce	21	3
Zona Collinare e Montana	SF	PI-Montecerboli	10	0
	R regF	AR-Casa Stabbi	8	0
	UF	SI-Poggibonsi	18	0
	UT	SI-Bracci	16	0
	UF	LU-Fornoli	21	7

Il valore limite di 40 µg/m³, relativo alla media annuale di PM10, è rispettato in Toscana da molti anni in tutte le stazioni della Rete Regionale. Nel 2025, la media annuale più elevata è stata registrata presso la stazione di LU-Capannori (25 µg/m³) che ha registrato anche il maggior numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ (28). La concentrazione media regionale registrata presso le stazioni di fondo è stata inferiore agli anni precedenti e pari a 18 µg/m³ (escludendo dal calcolo la rurale fondo regionale) mentre la media delle stazioni di traffico è stata pari a 20 µg/m³.

Il numero di eventi di superamento è stato molto contenuto in tutte le stazioni di rete regionale e per il primo anno dall'inizio del monitoraggio il limite è rispettato su tutto il territorio, compresa la Zona Valdarno pisano e Piana lucchese.

Medie annuali di PM10 Anno 2025

Di seguito grafico e la mappa delle concentrazioni medie (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) di PM10 registrate nel 2025 dalla RRQA.

Grafico 4.1.1. PM10 – Anno 2025 - Medie annuali PM10

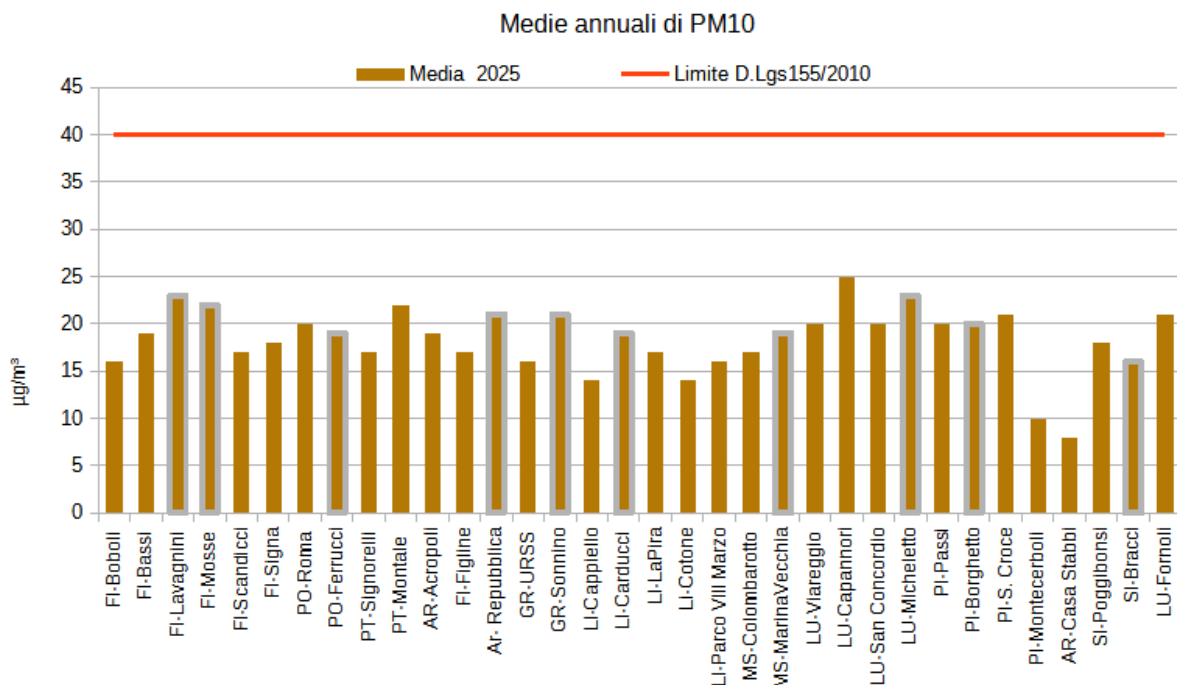
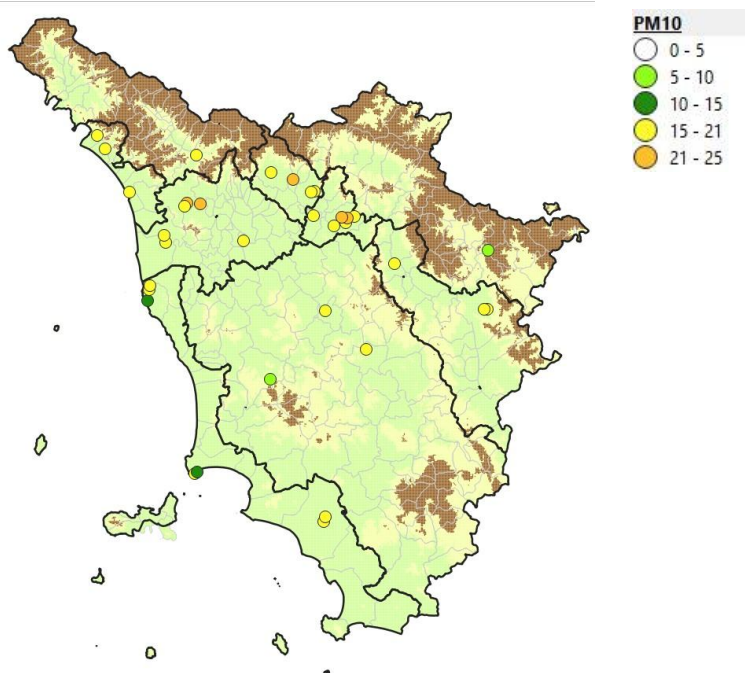
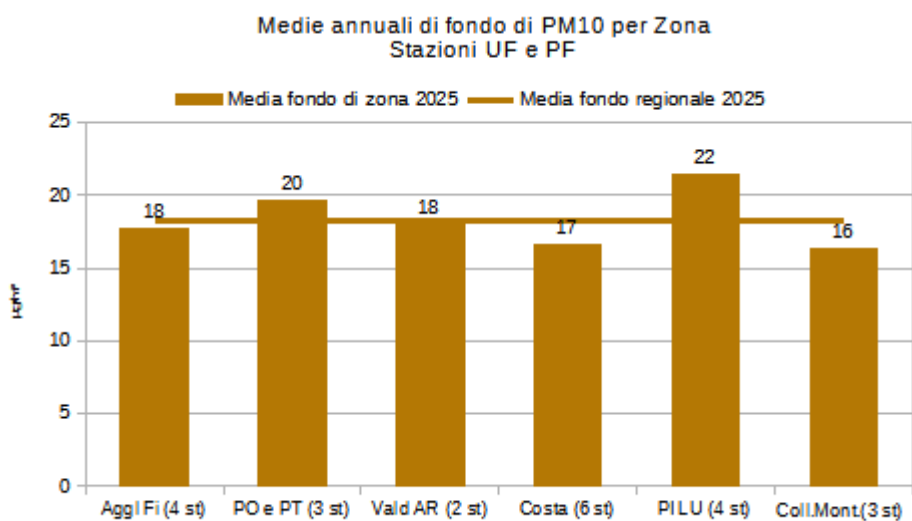


Figura 4.1.1. Medie annuali PM10 anno 2025



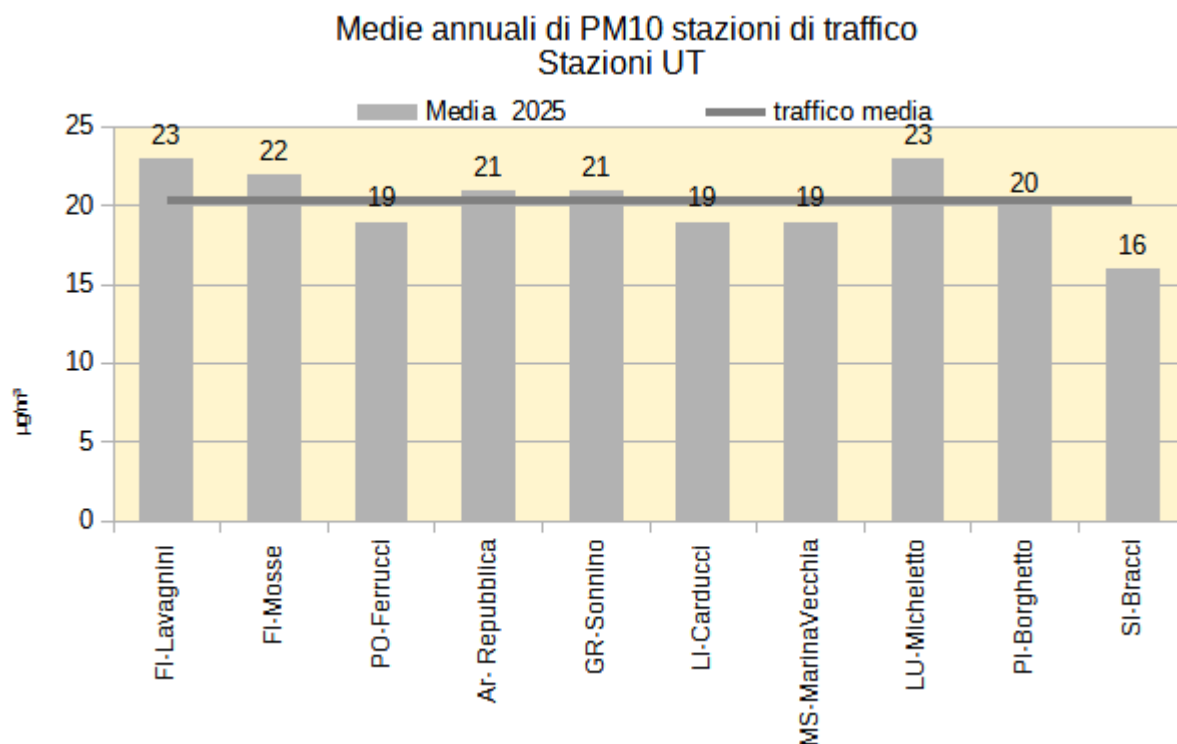
Le medie annuali per Zona delle concentrazioni di fondo, calcolate sulle stazioni urbane e periferiche (escludendo quindi la stazione di fondo regionale di PM10 di AR-Casa Stabbi), sono riportate nel grafico seguente.

Grafico 4.1.2. PM10 – Anno 2025 - Medie fondo per Zona di PM10 - Stazioni di fondo



Le zone che si distinguono per le medie più elevate sono la Zona di PO e PT con media pari a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e la Zona del Valdarno Pisano e Piana Lucchese con media pari a 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre le altre zone hanno concentrazioni leggermente inferiori.

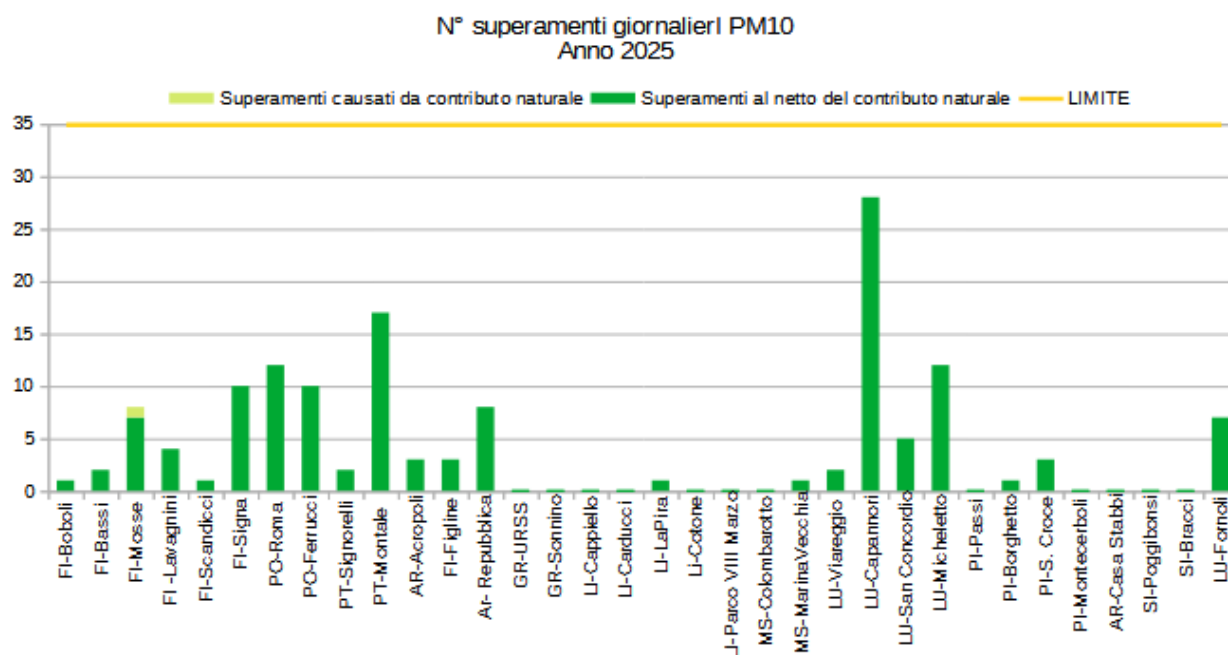
Grafico 4.1.3. PM10 – Anno 2025 - Medie annuali di PM10 - Stazioni di traffico



Medie giornaliere di PM10 Anno 2025

Di seguito si riporta in dettaglio la situazione Toscana relativa ai superamenti della media giornaliera di PM10 che sono stati registrati nel 2025. Ci sono stati soltanto 8 casi di eventi naturali caratterizzati da contributi non elevati di polveri con valore massimo di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e soltanto 1 giorno (23 gennaio 2025) da sottrarre per le stazioni di FI-Gramsci (operativa fino al 24 marzo) e FI-Mosse. In appendice è riportato un approfondimento sul fenomeno delle avvezioni.

Grafico 4.1.4. PM10 – Anno 2025 -N° superamenti soglia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 al lordo ed al netto del contributo delle fonti naturali



Il numero massimo di 35 superamenti della media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10 indicato dal D.lgs.155/2010, è stato rispettato da tutte le stazioni della Rete Regionale compresa la stazione urbana di fondo di LU-Capannori, che ha registrato 28 superamenti e per il primo anno non ha superato il limite dei 35 eventi giornalieri.

Andamento indicatori di PM10: media annuali e superamenti delle medie giornaliere di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Si riportano di seguito gli andamenti dei 2 indicatori di PM10 per tutte le stazioni per cui è stato attivo il monitoraggio negli ultimi 11 anni. Nel 2025 la stazione di FI-Gramsci è stata sostituita da FI-Lavagnini.

Tabella 4.1.2. PM10 – Medie annuali - Andamenti 2015-2025

Classificazione e nome stazione		Medie annuali 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	2025
UF	FI-Boboli	22	18	18	18	18	18	17	19	18	19	16
UF	FI-Bassi	22	19	20	19	18	19	18	21	20	22	19
UT	FI-Gramsci/ Lavagnini	31	30	28	30	27	23	22	28	30	29	23
UT	FI-Mosse	24	22	22	24	21	20	21	26	27	27	22
UF	FI-Scandicci	23	21	22	21	20	20	19	21	19	18	17
UF	FI-Signa	26	24	23	22	22	22	20	22	21	23	18
UF	PO-Roma	28	26	25	24	23	23	22	23	23	23	20
UT	PO-Ferrucci	27	25	24	25	25	24	20	23	21	22	19
UF	PT-Signorelli	23	20	20	19	19	20	19	22	20	21	17
SF	PT-Montale	31	28	27	25	23	24	22	26	25	25	22
UF	AR-Acropoli	23	19	19	19	18	19	17	20	20	20	19
UF	FI-Figline	-	-	25	25	20	21	20	22	20	21	17
UT	AR- Repubblica	30	25	24	23	23	27	22	24	22	24	21
UF	GR-URSS	17	17	17	18	17	15	16	19	17	18	16
UT	GR-Sonnino	-	26	24	27	24	22	23	25	24	24	21
UF	LI-Cappiello	18	18	17	17	17	16	16	16	17	16	14
UT	LI-Carducci	25	24	23	23	23	22	20	22	22	22	19
UF	LI-LaPira	21	19	19	18	18	17	17	18	20	19	17
SI	LI-Cotone	18	16	16	16	16	15	16	17	17	17	14
UF	LI-Parco VIII Marzo	19	17	17	17	18	17	18	19	18	18	16
UF	MS- Colombarotto	23	21	21	20	19	19	20	21	20	20	17
UT	MS-Marina Vecchia	*	22	21	20	19	19	21	19	21	22	19
UF	LU-Viareggio	27	26	26	22	24	25	24	25	24	25	20
UF	LU-Capannori	33	29	31	30	28	29	29	29	27	28	25
UF	LU-San Concordio	*	26	26	24	24	24	23	24	22	24	20
UT	LU-Micheletto	32	28	28	25	26	26	26	28	25	27	23
UF	PI-Passi	25	22	22	21	22	21	19	21	21	22	20
UT	PI-Borghetto	29	27	27	26	25	23	22	23	23	23	20
SF	PI-S. Croce	29	26	25	24	24	25	24	26	25	25	21
SF	PI- Montecerboli	11	10	11	12	11	11	11	13	12	12	10
R reg F	AR-Casa Stabbi	11	10	10	11	10	10	9	10	9	10	8
UF	SI-Poggibonsi	20	18	19	18	19	18	18	20	18	18	18
UT	SI-Bracci	21	21	19	18	18	18	17	19	18	19	16
UF	LU-Fornoli	25	22	22	21	23	22	22	25	23	23	21

* efficienza minore del 90%,
- parametro non attivo.

I dati in tabella e nel grafico mostrano che i valori medi di PM10 registrati nelle stazioni di Rete Regionale, negli ultimi 11 anni sono stati nettamente inferiori al limite di legge di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per tutte le tipologie di stazione.

Grafico 4.1.5. PM10 – Trend medie annuali per Zona ed Agglomerato

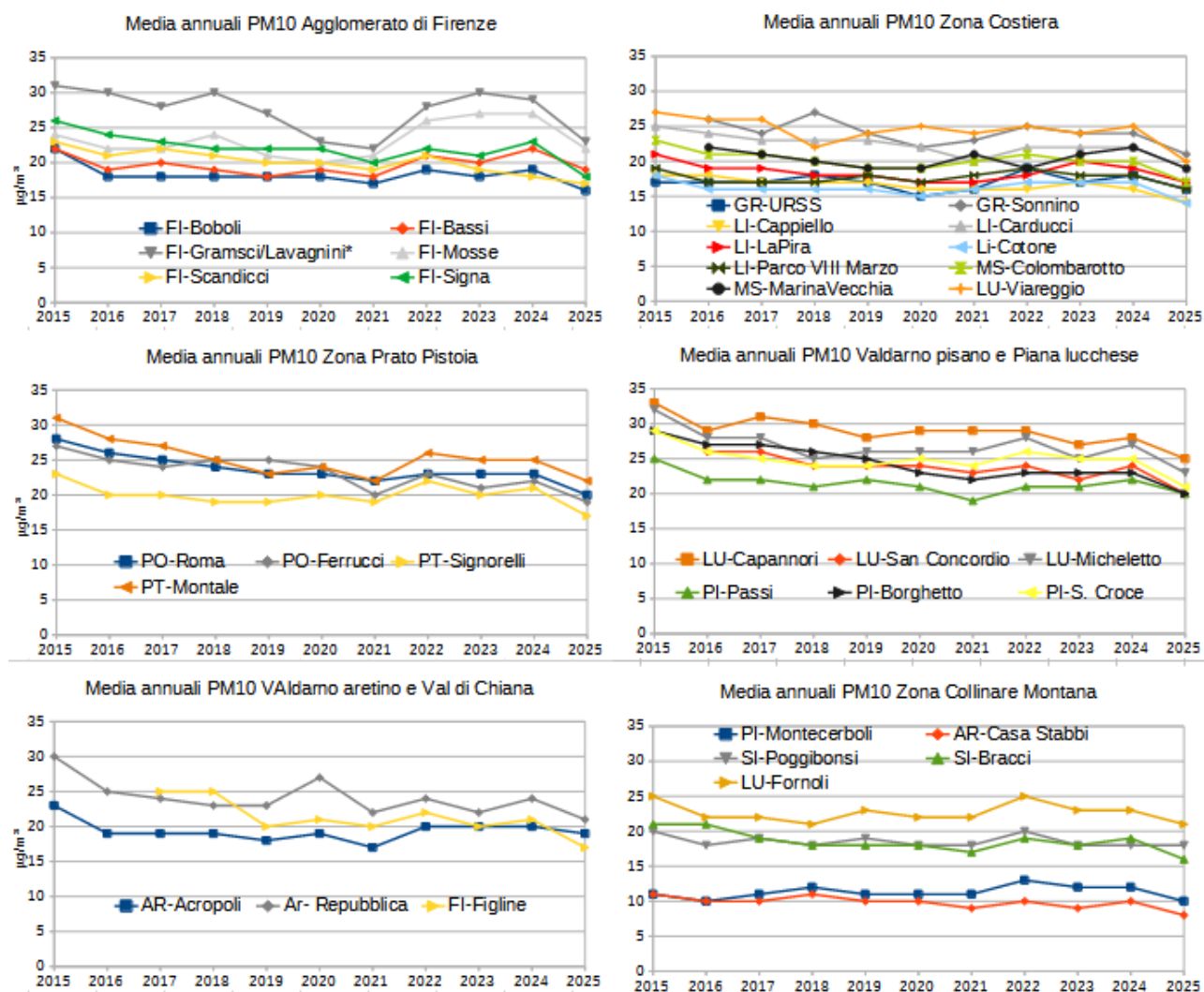


**Tabella 4.1.3. PM10 – n° superamenti valore giornaliero di 50 µg/m³
Andamento 2015-2025 al netto degli eventi naturali.**

Classificazione e nome stazione		N° superamenti media giornaliera di 50 µg/m³										
		V.L. = 35 gg/anno										
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
UF	FI-Boboli	5	5	6	3	4	5	5	1	1	2	1
UF	FI-Bassi	9	12	10	2	5	7	4	3	5	4	2
UT	FI-Gramsci/ Lavagnini*	26	24	22	20	13	15	7	4	23	20	4
UT	FI-Mosse	14	16	16	12	10	13	8	13	19	21	7
UF	FI-Scandicci	10	15	15	7	12	9	8	3	3	4	1
UF	FI-Signa	33	26	21	19	15	25	14	10	17	18	10
UF	PO-Roma	40	31	23	21	21	25	14	14	22	18	12
UT	PO-Ferrucci	34	26	25	22	24	27	10	9	13	15	10
UF	PT-Signorelli	15	10	10	8	6	14	8	5	9	4	2
SF	PT-Montale	57	43	36	26	20	28	18	20	26	22	17
UF	AR-Acropoli	19	8	9	2	4	10	1	0	6	6	3
UF	FI-Figline	-	*	28	12	14	20	7	7	5	4	3
UT	AR-Repubblica	34	27	18	14	11	33	10	11	5	13	8
UF	GR-URSS	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0
UT	GR-Sonnino	*	10	0	10	4	0	0	1	0	2	0
UF	LI-Cappiello	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
UT	LI-Carducci	2	2	2	0	1	1	0	0	0	1	0
UF/I	LI-LaPira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SI	Li-Cotone	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0
UF	LI-Parco VIII Marzo	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0
UF	MS-Colombarotto	1	4	0	3	0	1	1	2	0	0	0
UT	MS-Marina Vecchia	*	10	5	3	1	3	1	2	1	1	1
UF	LU-Viareggio	26	25	21	6	11	20	11	12	17	12	2
UF	LU-Capannori	68	44	55	53	38	51	44	40	37	44	28
UF	LU-San Concordio	*	33	29	15	15	23	13	7	13	11	5
UT	LU-Micheletto	52	35	33	19	21	33	19	16	18	22	12
UF	PI-Passi	14	14	10	8	11	8	4	3	6	5	0
UT	PI-Borghetto	34	24	15	8	15	14	5	3	7	7	1
SF/I	PI-Santa Croce	40	30	26	11	22	28	18	10	19	14	3
SF/I	PI-Montecerboli	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
R reg F	AR-Casa Stabbi	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UF	SI-Poggibonsi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UT	SI-Bracci	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0
UF	LU-Fornoli	30	30	21	14	10	11	6	11	8	4	7

* efficienza minore del 90%
- parametro non attivo

Differentemente da quanto avviene per le medie annuali di PM10, il numero dei superamenti, registrati dalle stazioni di Rete Regionale nei diversi siti di Rete Regionale, presenta in molti casi differenze significative di anno in anno, con una tendenza altalenante ma complessivamente decrescente che ha portato nel 2025 al rispetto in tutti i siti di monitoraggio. È riportata di seguito la percentuale di stazioni che non hanno rispettato il limite dei 35 superamenti negli ultimi 10 anni.

Grafico 4.1.6. PM10 – Trend del numero di superamenti per Zona ed Agglomerato

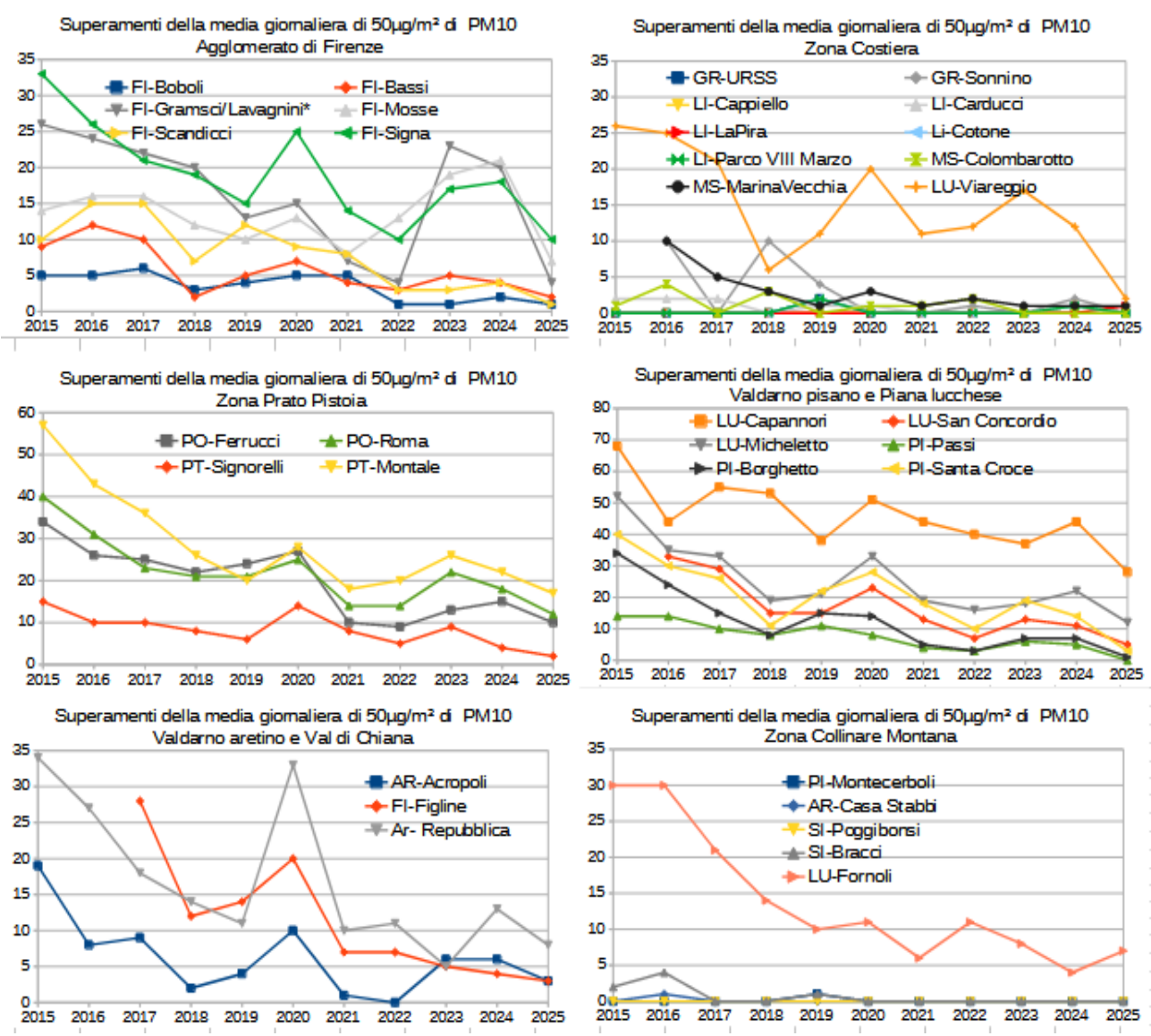


Tabella 4.1.4. PM10 – Andamento della percentuale di stazioni che non hanno rispettato il limite dei 35 superamenti annuali

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
N° stazioni di Fondo	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
N° stazioni di Traffico	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% del totale	17%	6%	6%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	0%

Confronto indicatori PM10 con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.

Tabella 4.1.5: confronto anno 2023, 2024 e 2025.

Limite			
Media annuale 20 µg/m³			
PM10	Medie 2023	Medie 2024	Medie 2025
FI-Boboli	18	19	16
FI-Bassi	20	22	19
FI-Gramsci 23 24 /Lavagnini 25	30	29	23
FI-Mosse	27	27	22
FI-Scandicci	19	18	17
FI-Signa	21	23	18
PO-Roma	23	23	20
PO-Ferrucci	21	22	19
PT-Signorelli	20	21	17
PT-Montale	25	25	22
AR-Acropoli	20	20	19
FI-Figline	20	21	17
Ar- Repubblica	22	24	21
GR-URSS	17	18	16
GR-Sonnino	24	24	21
LI-Cappiello	17	16	14
LI-Carducci	22	22	19
LI-LaPira	20	19	17
Li-Cotone	17	17	14
LI-Parco VIII Marzo	18	18	16
MS-Colombarotto	20	20	17
MS-Marina Vecchia	21	22	19
LU-Viareggio	24	25	20
LU-Capannori	27	28	25
LU-San Concordio	22	24	20
LU-Micheletto	25	27	23
PI-Passi	21	22	20
PI-Borghetto	23	23	20
PI-S. Croce	25	25	21
PI-Montecerboli	12	12	10
AR-Casa Stabbi	9	10	8
SI-Poggibonsi	18	18	18
SI-Bracci	18	19	16
LU-Fornoli	23	23	21
Superamenti limite	18	21	9

Limite			
N° 18 superamenti della media giornaliera di 45 µg/m³			
PM10	N° sup. 2023	N° sup. 2024	N° sup. 2025
FI-Boboli	6	8	2
FI-Bassi	9	14	3
FI-Gramsci 23 24 /Lavagnini 25	39	36	8
FI-Mosse	35	38	14
FI-Scandicci	5	10	2
FI-Signa	22	28	13
PO-Roma	28	27	16
PO-Ferrucci	16	23	13
PT-Signorelli	12	17	3
PT-Montale	38	37	20
AR-Acropoli	6	17	6
FI-Figline	12	15	8
AR-Repubblica	19	26	13
GR-URSS	0	6	0
GR-Sonnino	3	8	0
LI-Cappiello	1	7	0
LI-Carducci	1	9	1
LI-Via La Pira	1	6	1
LI-Cotone	2	6	0
LI-Parco 8 Marzo	2	5	0
MS-Colombarotto	1	5	0
MS-Marina Vecchia	4	10	3
LU-Viareggio	27	27	7
LU-Capannori	44	58	40
LU-San Concordio	21	26	12
LU-Micheletto	27	35	17
PI-Passi	11	16	3
PI-Borghetto	10	19	2
PI-Santa Croce	29	32	10
PI-Montecerboli	1	4	0
AR-Casa Stabbi	0	8	0
SI-Poggibonsi	0	6	1
SI-Bracci	0	8	0
LU-Fornoli	19	15	10
Superamenti limite	12	13	2

La Direttiva (UE) 2024/288, attualmente indica nuovi limiti da rispettare entro il 2030. Per il PM10 il valore da rispettare per la media annuale sarà di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il secondo valore da rispettare è 18 superamenti della media giornaliera di 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La panoramica che emerge dal confronto con i probabili futuri limiti normativi è nettamente differente rispetto agli attuali limiti che per il PM10 sono attualmente rispettati in tutto il territorio regionale.

4.2. Particolato PM2,5.

Il valore limite indicato dalla normativa vigente per il PM2,5, pari alla media annuale di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, è stato rispettato in tutto il territorio regionale, confermando il pieno rispetto del limite. Dopo il confronto con i parametri attuali di normativa, è riportata la valutazione degli indicatori in confronto ai valori che la Direttiva (UE) 2024/2881 indica da rispettare entro il 2030.

Tabella 4.2.1. PM2,5 Anno 2025 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale

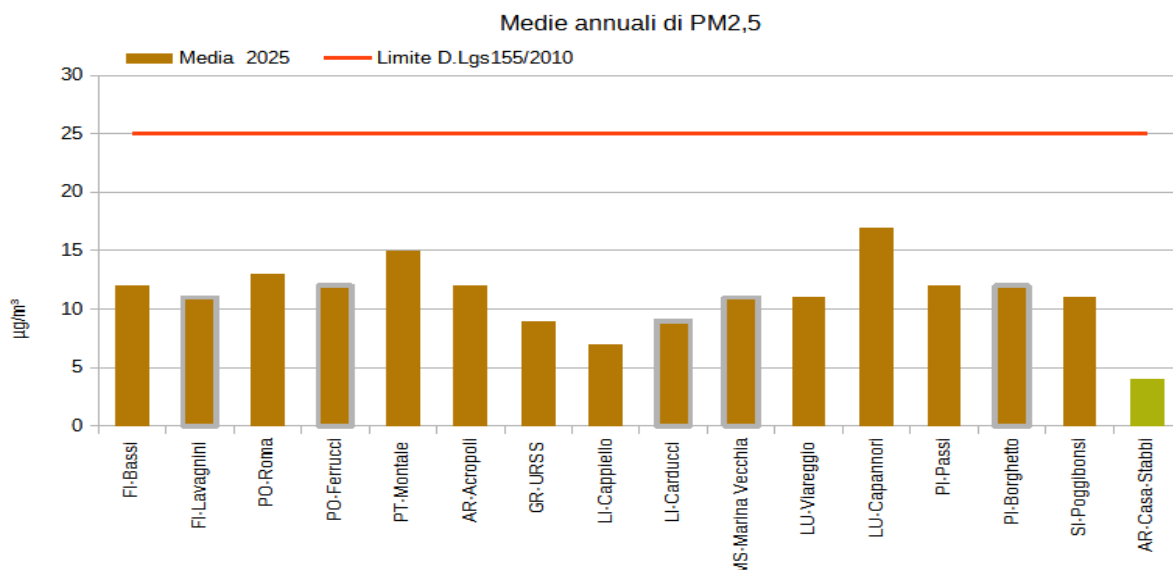
PM2,5 Anno 2025			Media 2025 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Zona	Stazione		Limite 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Agglomerato di Firenze	UF	FI-Bassi	12
	UT	FI-Lavagnini	11
Zona PO e PT	UF	PO-Roma	13
	UT	PO-Ferrucci	12
	UF	PT-Montale	15
Valdarno AR e Valdichiana	UF	AR-Acropoli	12
Zona Costiera	UF	GR-URSS	9
	UF	LI-Cappiello	7
	UT	LI-Carducci	9
	UT	MS-Marina Vecchia	11
	UF	LU-Viareggio	11
Valdarno Pi e Piana LU	UF	LU-Capannori	17
	UF	PI-Passi	12
	UT	PI-Borghetto	12
Zona Collinare e Montana	UF	SI-Poggibonsi	11
	RegF	AR-Casa-Stabbi	4

La tabella mostra che il limite normativo di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annuale è stato ampiamente rispettato in tutte le stazioni della Rete Regionale. La media massima di PM2,5 è stata registrata presso LU-Capannori ed è pari a 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la media regionale complessiva del fondo pari è pari a 11,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ escludendo il sito rurale regionale, la media delle stazioni di traffico è pari a 11,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Medie annuali di PM_{2,5}

I grafici seguenti mostrano i valori medi di PM_{2,5} registrati in Toscana.

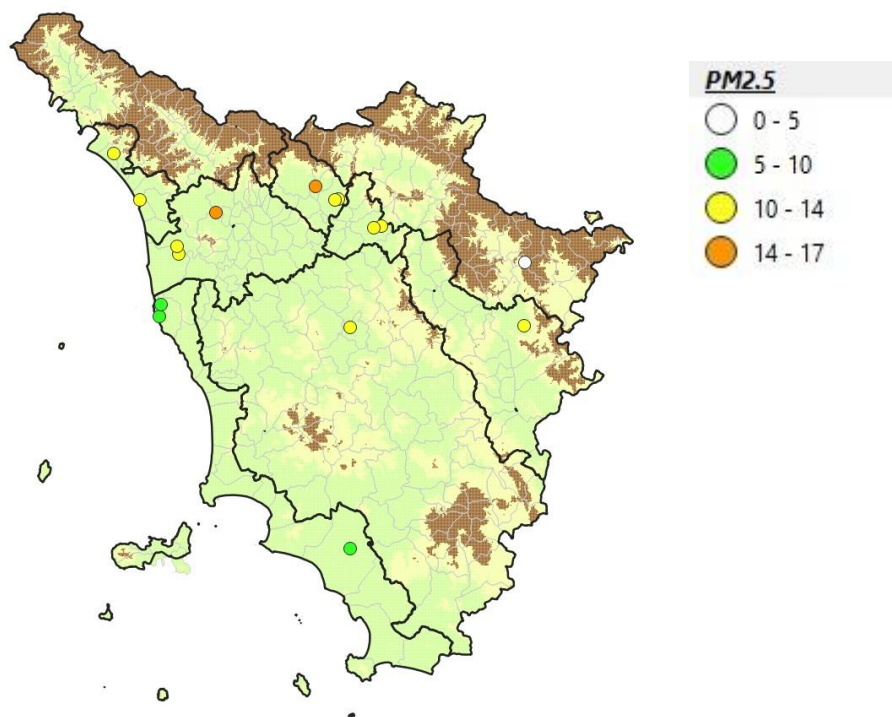
Grafico 4.2.1. PM_{2,5} – Anno 2025 - Medie annuali PM_{2,5}



Le stazioni caratterizzate dai valori medi più elevati sono le stazioni di fondo, LU-Capannori, PT-Montale e PO-Roma rispettivamente con medie pari a 17 µg/m³, 15 µg/m³ e 13 µg/m³, mentre le stazioni di traffico nel 2025 hanno raggiunto a PO-Ferrucci e PI-Borghetto la media massima di 12 µg/m³.

Di seguito la mappa delle concentrazioni medie di PM_{2,5} registrate nel 2025 dalla RRQA.

Figura 4.2.1. Medie PM_{2,5}



Andamento medie annuali di PM2,5

Si riportano di seguito le tabelle ed i grafici relativi agli andamenti delle medie annuali di PM2,5 degli ultimi 11 anni per ogni stazione di Rete Regionale.

Tabella 4.2.2. PM2,5 Medie annuali - Andamento 2015-2025

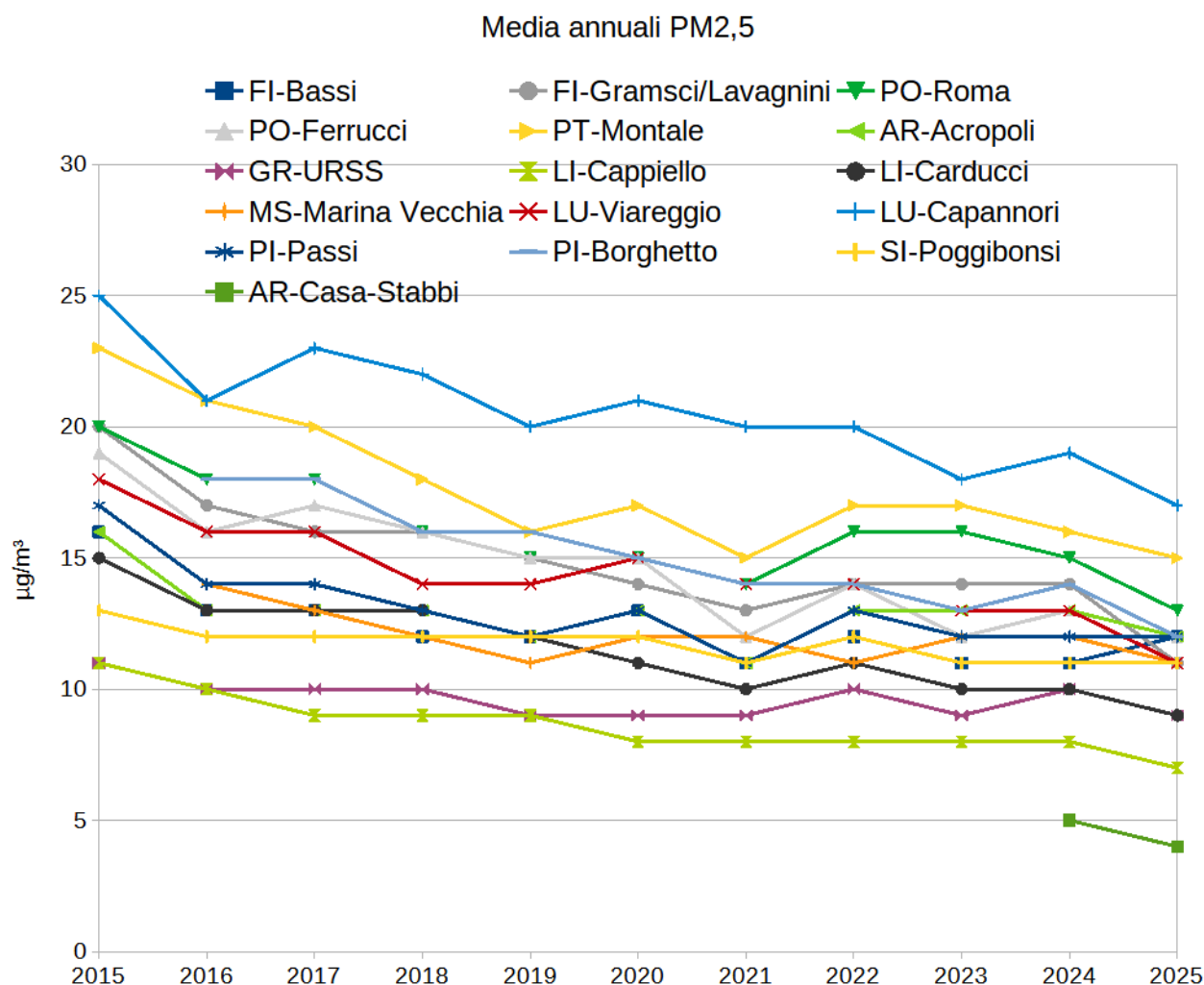
Classificazione e nome stazione		Medie annuali in $\mu\text{g}/\text{m}^3$										
		V.L. = 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$										
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
UF	FI-Bassi	16	13	13	12	12	13	11	12	11	11	12
UT	FI-Gramsci/Lavagnini	20	17	16	16	15	14	13	14	14	14	11
UF	PO-Roma	20	18	18	16	15	15	14	16	16	15	13
UT	PO-Ferrucci	19	16	17	16	15	15	12	14	12	13	12
SF	PT-Montale	23	21	20	18	16	17	15	17	17	16	15
UF	AR-Acropoli	16	13	13	13	12	13	11	13	13	13	12
UF	GR-URSS	11	10	10	10	9	9	9	10	9	10	9
UF	LI-Cappiello	11	10	9	9	9	8	8	8	8	8	7
UT	LI-Carducci	15	13	13	13	12	11	10	11	10	10	9
UT	MS-Marina Vecchia	*	14	13	12	11	12	12	11	12	12	11
UF	LU-Viareggio	18	16	16	14	14	15	14	14	13	13	11
UF	LU-Capannori	25	21	23	22	20	21	20	20	18	19	17
UF	PI-Passi	17	14	14	13	12	13	11	13	12	12	12
UT	PI-Borghetto	*	18	18	16	16	15	14	14	13	14	12
UF	SI-Poggibonsi	13	12	12	12	12	12	11	12	11	11	11
Reg F	AR-Casa-Stabbi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4

* Efficienza minima del 90%

- Parametro non attivo

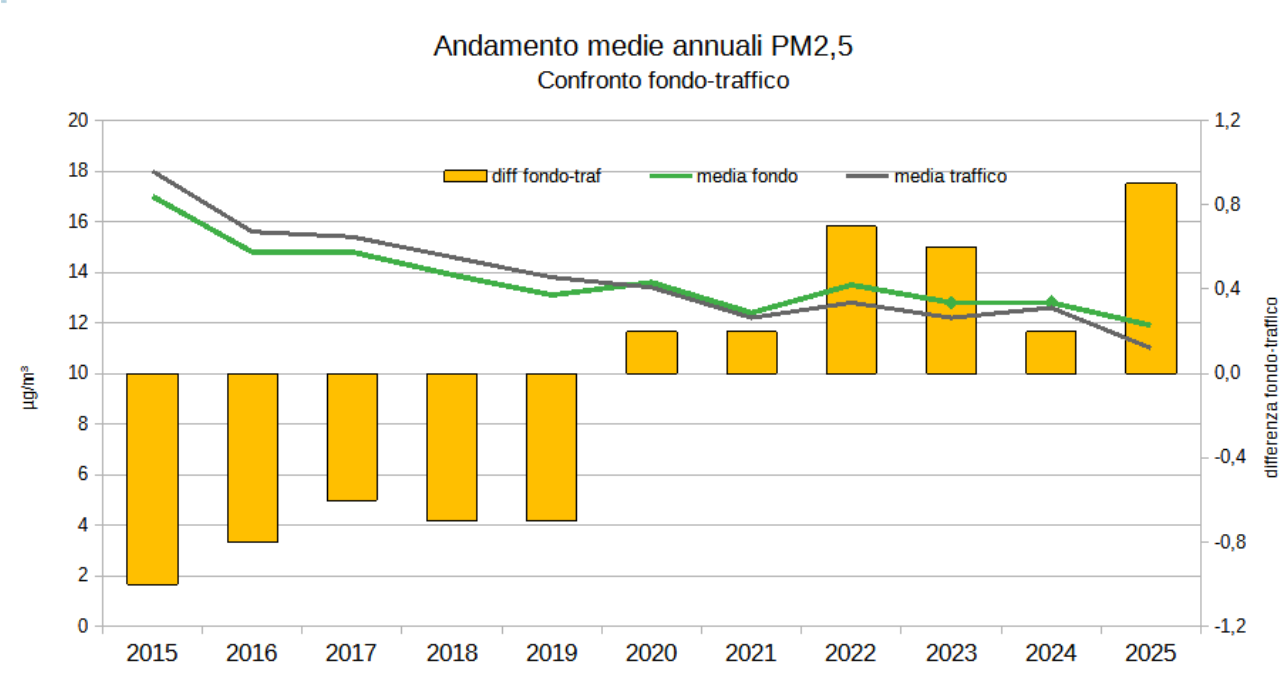
Le medie annuali di PM2,5 registrate dalle stazioni di Rete Regionale nell'ultimo decennio siano state inferiori al limite del D.Lgs 155/2010 per tutte le stazioni di tipo traffico e fondo.

Grafico 4.2.2. PM_{2,5} Medie annuali - Andamento 2015-2025



Le barre del grafico seguente evidenziano che dal 2020 la differenza tra la media complessiva di PM_{2,5} registrata dalle stazioni di fondo e di traffico è stata positiva, con le stazioni di traffico che hanno registrato mediamente concentrazioni più contenute.

Grafico 4.2.3. PM2,5 – Andamenti per tipologia di stazione delle medie annuali con massimi e minimi e scarto.



Studio della distribuzione della frazione di PM2,5 nel PM10

Tabella 4.2.3. Rapporto % tra PM2,5 e PM10

Stazione	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% PM2,5/PM10
FI-Bassi	12	19	63%
FI-Lavagnini	11	23	48%
PO-Roma	13	20	65%
PO-Ferrucci	12	19	63%
PT-Montale	15	22	68%
AR-Acropoli	12	19	63%
GR-URSS	9	16	56%
LI-Cappiello	7	14	50%
LI-Carducci	9	19	47%
MS-Marina Vecchia	11	19	58%
LU-Viareggio	11	20	55%
LU-Capannori	17	25	68%
PI-Passi	12	20	60%
PI-Borghetto	12	20	60%
SI-Poggibonsi	11	18	61%
AR-Casa Stabbi	4	8	50%
	Media % complessiva		59%
	Media regionale fondo		60%
	Media regionale traffico		55%

Le percentuali medie della frazione di PM2,5 nel PM10 sono state complessivamente pari al 59%, con il 5% in più nel particolato delle stazioni di fondo rispetto al traffico. Le

percentuali più alte sono state trovate nelle stazioni di fondo situate nelle zone interne del territorio regionale mentre le percentuali più basse (<60%) sono caratteristiche delle stazioni della costa e del sito regionale di fondo rurale di AR-Casa Stabbi.

Confronto indicatori PM_{2,5} con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.

Tabella 4.2.4. Confronto anno 2023, 2024 e 2025.

Limiti				Limiti			
Media annuale 10 µg/m ³				N° 18 superamenti della media giornaliera di 25 µg/m ³			
PM _{2,5}	Medie 2023	Medie 2024	Medie 2025	PM _{2,5}	N° sup. 2023	N° sup. 2024	N° sup. 2025
FI-Bassi	11	11	12	FI-Bassi	16	18	17
FI-Gramsci 23 24 /Lavagnini 25	14	14	11	FI-Gramsci 23 24 /Lavagnini 25	30	31	17
PO-Roma	16	15	13	PO-Roma	51	46	36
PO-Ferrucci	12	13	12	PO-Ferrucci	26	40	27
PT-Montale	17	16	15	PT-Montale	57	65	50
AR-Acropoli	13	13	12	AR-Acropoli	35	34	27
GR-URSS	9	10	9	GR-URSS	0	6	3
LI-Cappiello	8	8	7	LI-Cappiello	0	2	1
LI-Carducci	10	10	9	LI-Carducci	4	3	2
MS-Marina Vecchia	12	12	11	MS-Marina Vecchia	15	19	12
LU-Viareggio	13	13	11	LU-Viareggio	27	37	17
LU-Capannori	18	19	17	LU-Capannori	79	89	77
PI-Passi	12	12	12	PI-Passi	22	28	22
PI-Borghetto	13	14	12	PI-Borghetto	22	29	23
SI-Poggibonsi	11	11	11	SI-Poggibonsi	7	7	7
AR-Casa-Stabbi	-	5	4	AR-Casa-Stabbi	-	4	0
Superamenti limite	12	12	12	Superamenti limite	9	10	7

La Direttiva (UE) 2024/288, attualmente non ancora recepita in Italia, indica nuovi limiti da rispettare entro il 2030. Per il PM_{2,5} il valore da rispettare per la media annuale sarà di 10 µg/m³ e per la media giornaliera saranno al massimo 18 superamenti della media di 25 µg/m³. La tabella mostra la panoramica del confronto con i nuovi limiti che è molto differente rispetto al confronto con gli attuali limiti, costantemente rispettati in tutto il territorio regionale.

4.2 bis Monitoraggio del PM1 presso i siti di LU-Capannori e FI-Mosse

I valori medi di PM1 registrati presso le due stazioni della RRQA in cui è attivo il monitoraggio sono stati pari a 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel sito di fondo di LU-Capannori e a 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stazione di traffico di FI-Mosse. La differenza tra le due tipologie di stazioni risulta ancora più evidente nella quota di PM1 sul PM10: nel sito di fondo urbano di LU-Capannori essa è stata pari al 62%, contro il 42% osservato nel sito di traffico di FI-Mosse, con il 20% in meno. Tale differenza è particolarmente significativa se confrontata con quella riscontrata per il rapporto PM2,5/PM10 che, nel 2025, è risultata solo del 5% più elevata nel sito di fondo rispetto a quello di traffico. Questo conferma il maggiore contributo della frazione più fine del particolato nei siti di fondo, dove è assente il rilevante apporto di particelle grossolane associate al traffico veicolare, quali il risollevarimento della polvere stradale e l'usura di freni e pneumatici, che riducono il peso relativo del PM1 sul PM10.

Tabella 4.2.1bis. Rapporto % tra PM1 e PM10

	PM1: Valori giornalieri 2025	
	PM1 - OPC Capannori	PM1 Swam Mosse
Medio	14	9
% PM1 nel PM10	62%	42%

4.3 Black Carbon nel PM10: LU-Capannori e FI-Mosse

La componente carboniosa rappresenta una frazione rilevante del particolato fine (PM), con importanti implicazioni sia per la qualità dell'aria sia per il clima. Per quanto riguarda le capacità ottiche del particolato si possono identificare due frazioni principali: il Black Carbon (BC) e il Brown Carbon (BrC), oltre alla componente che non assorbe la luce.

Il BC è costituito da particelle fortemente assorbenti lungo tutto lo spettro visibile ed è prodotto principalmente da combustioni incomplete di combustibili fossili, come il traffico veicolare e alcune attività industriali. Per questo motivo è comunemente utilizzato come tracciante delle emissioni di origine antropica legate ai combustibili fossili.

Il BrC, invece, è una miscela più eterogenea di composti organici che assorbono soprattutto nell'ultravioletto e nel visibile a lunghezze d'onda più corte. È associato prevalentemente alla combustione di biomasse, come incendi boschivi, riscaldamento domestico a legna e residui agricoli, risultando quindi un indicatore più specifico delle sorgenti di origine biogenica.

Da alcuni anni, presso il sito di LU-Capannori (hot-spot regionale per il PM, caratterizzato dalla presenza di emissioni da combustione di biomassa) e presso la stazione di traffico di FI-Mosse (area ad alto traffico veicolare nel comune di Firenze, nel centro dell'agglomerato urbano), è attivo il monitoraggio in continuo del Black Carbon (BC) mediante etalometri modello AE33 (Magee Scientific) che sono dotati di software in grado di calcolare con risoluzione oraria anche la componente di Brown Carbon (BrC). I valori medi, gli indicatori statistici e gli andamenti giornalieri e stagionali di BC e BrC nei due siti evidenziano chiaramente la diversa impronta delle principali sorgenti emmissive: combustione di biomassa a LU-Capannori e traffico veicolare a FI-Mosse.

In questa relazione sono riportate le elaborazioni dei principali indicatori statistici relativi al 2025, con un breve confronto rispetto al 2024.

Tabella 4.3.1. Valori medi di BC e di BrC nei siti di RRQA- Anno 2025.

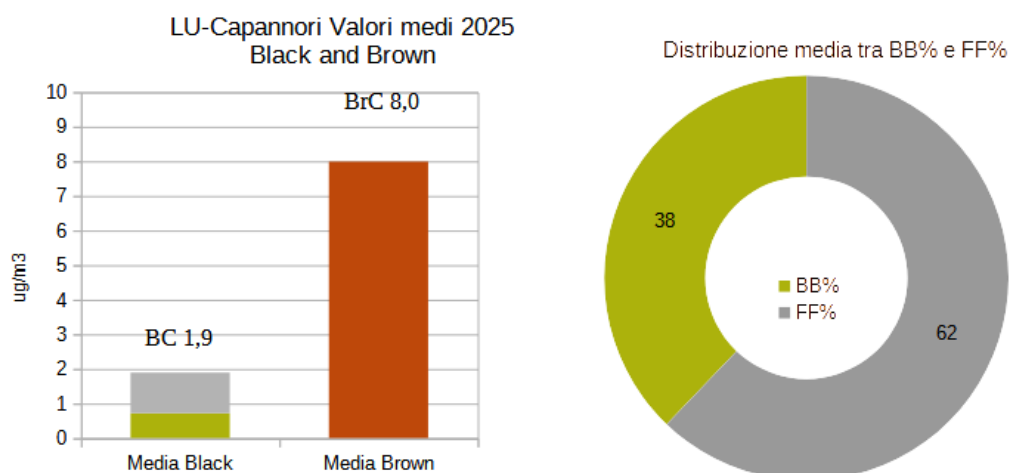
	LU-Capannori	FI-Mosse
Anno 2025	Valori medi $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Brown Carbon	8,0	2,5
Black Carbon	1,9	1,7
%BrC nel PM10	32%	11%
%BC nel PM10	7,6%	7,6%

Tabella 4.3.2. Percentuali di Biomass Burning e di Fossil Fuel nel Black Carbon nei siti di RRQA - Anno 2025.

	LU-Capannori	FI-Mosse
BB% nel BC	38	20
FF% nel BC	62	80

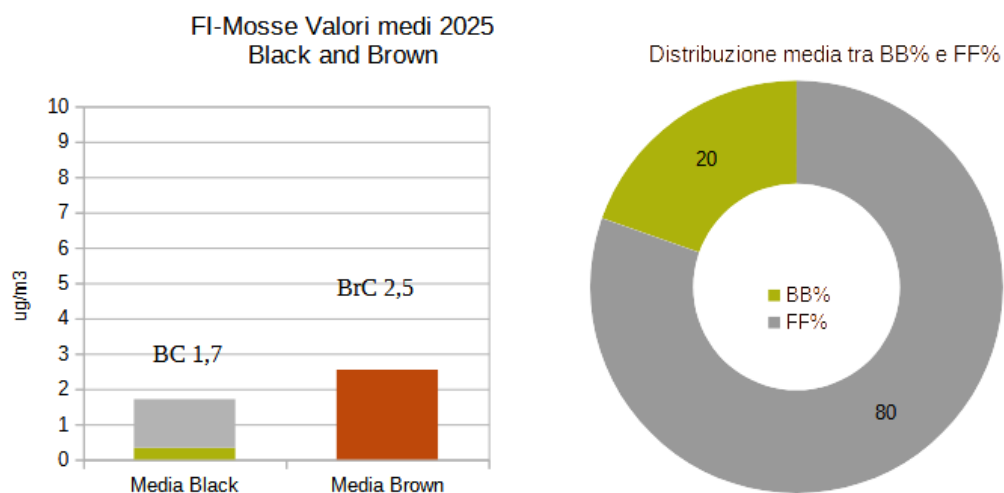
La componente di BrC risulta la più abbondante in entrambi i siti, ma con una differenza marcata: a LU-Capannori rappresenta più del 30% del PM10, circa tre volte rispetto a FI-Mosse. Il contributo del BC al PM10 rappresenta una frazione simile nei due siti ma a LU-Capannori la frazione derivante da combustione di biomassa è quasi il 40% del BC, circa il doppio rispetto al sito di traffico.

Grafico 4.3.1. Black Carbon e Brown Carbon a LU-Capannori -Anno 2025



Nel sito di LU-Capannori, con una concentrazione media annuale di PM10 pari a 25 µg/m³, il BrC raggiunge 8,0 µg/m³ (32% del PM10), mentre il BC è pari a 1,9 µg/m³ (7,6%). All'interno del BC la componente da combustibili fossili (FF) è prevalente, ma la quota da biomassa (BB) resta significativa, confermando il ruolo rilevante di questa sorgente anche nella formazione del Black Carbon.

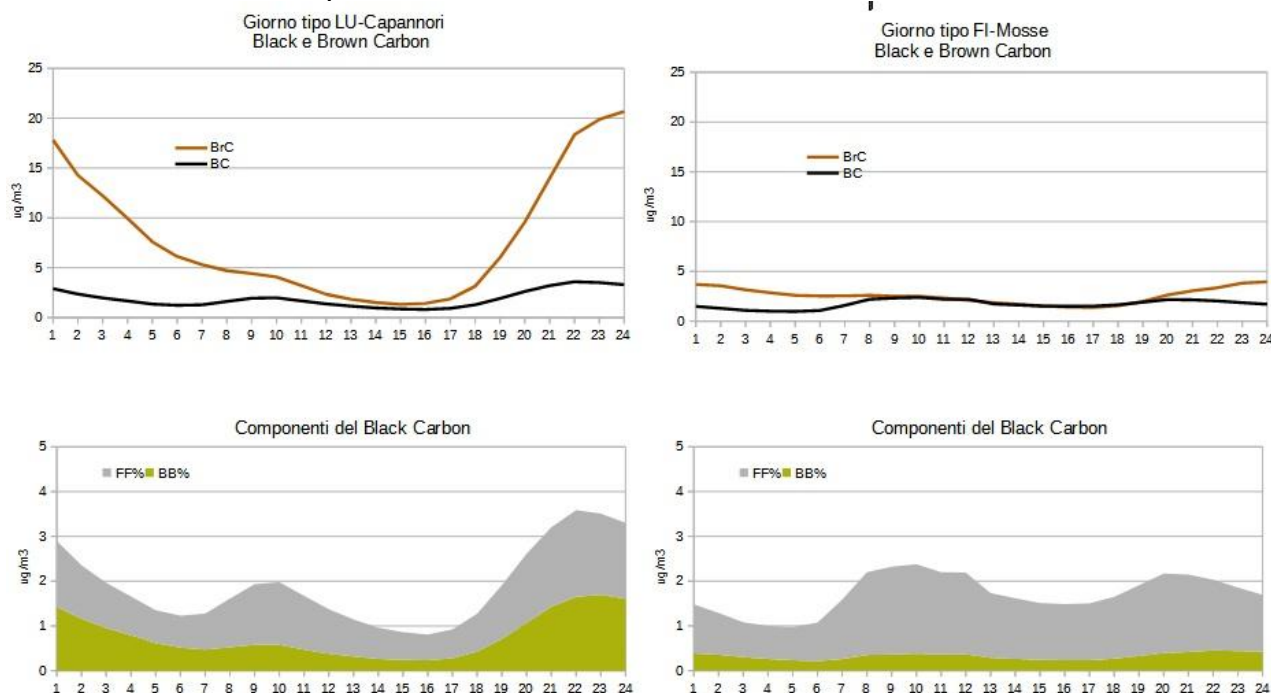
Grafico 4.3.2. Black Carbon e Brown Carbon a FI-Mosse-Anno 2025



Nel sito di FI-Mosse, con una media annuale di PM10 pari a 22 µg/m³, il BrC rappresenta il 2,5 µg/m³ (11% del PM10). Il BC è pari a 1,7 µg/m³ (7,6%), con una netta predominanza della componente da combustibili fossili (80%). Questo dato evidenzia il ruolo dominante del traffico veicolare nella formazione del particolato in questo sito.

A conferma di quanto affermato si riportano i grafici del “giorno tipo”, le variazioni di valori medi orari nei giorni della settimana e l'andamento delle medie mensili calcolati in entrambi i siti per il 2025.

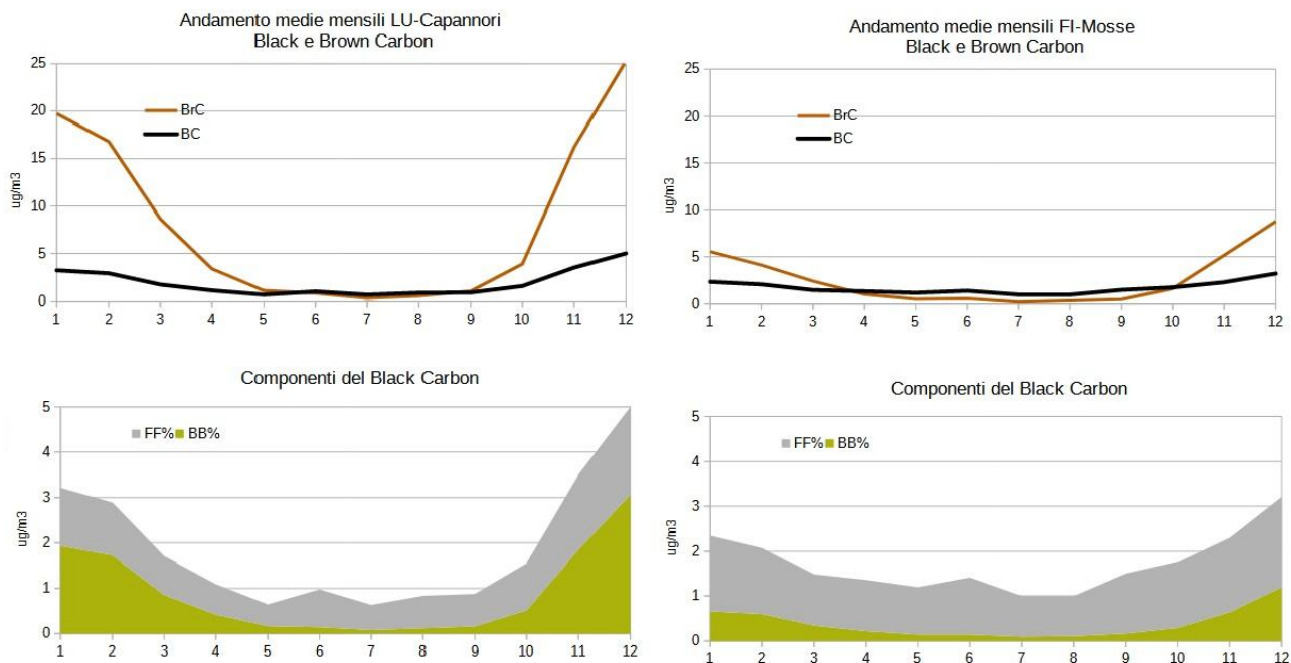
Grafico 4.3.3. Giorno tipo sito di fondo e sito di traffico -Anno 2025



L'immagine evidenzia chiaramente due comportamenti distinti tra Brown Carbon (BrC) e Black Carbon (BC) nei due siti. Nel grafico di **LU-Capannori** il BrC mostra un andamento giornaliero molto marcato, con valori elevati nelle ore serali e notturne e un minimo nelle ore centrali della giornata. Questo profilo è tipico delle emissioni da **riscaldamento domestico a biomassa**, che si concentrano nelle ore in cui le abitazioni sono maggiormente riscaldate. La forte escursione tra minimo e massimo giornaliero conferma quindi il ruolo dominante di questa sorgente nel sito.

Il BC, nello stesso sito, presenta invece variazioni più contenute e un andamento con due deboli picchi nelle ore di maggiore attività, compatibili con i flussi di traffico. Nel grafico di **FI-Mosse**, sia il BC sia il BrC mostrano andamenti più uniformi e con variazioni meno accentuate. In particolare, il BC evidenzia un profilo tipicamente associato al **traffico veicolare**, con incrementi nelle ore di punta (mattina e sera). Questo comportamento è coerente con la natura della stazione, situata in un'area ad alta intensità di traffico.

Grafico 4.3.4. Andamento medie mensili sito di fondo e sito di traffico -Anno 2025



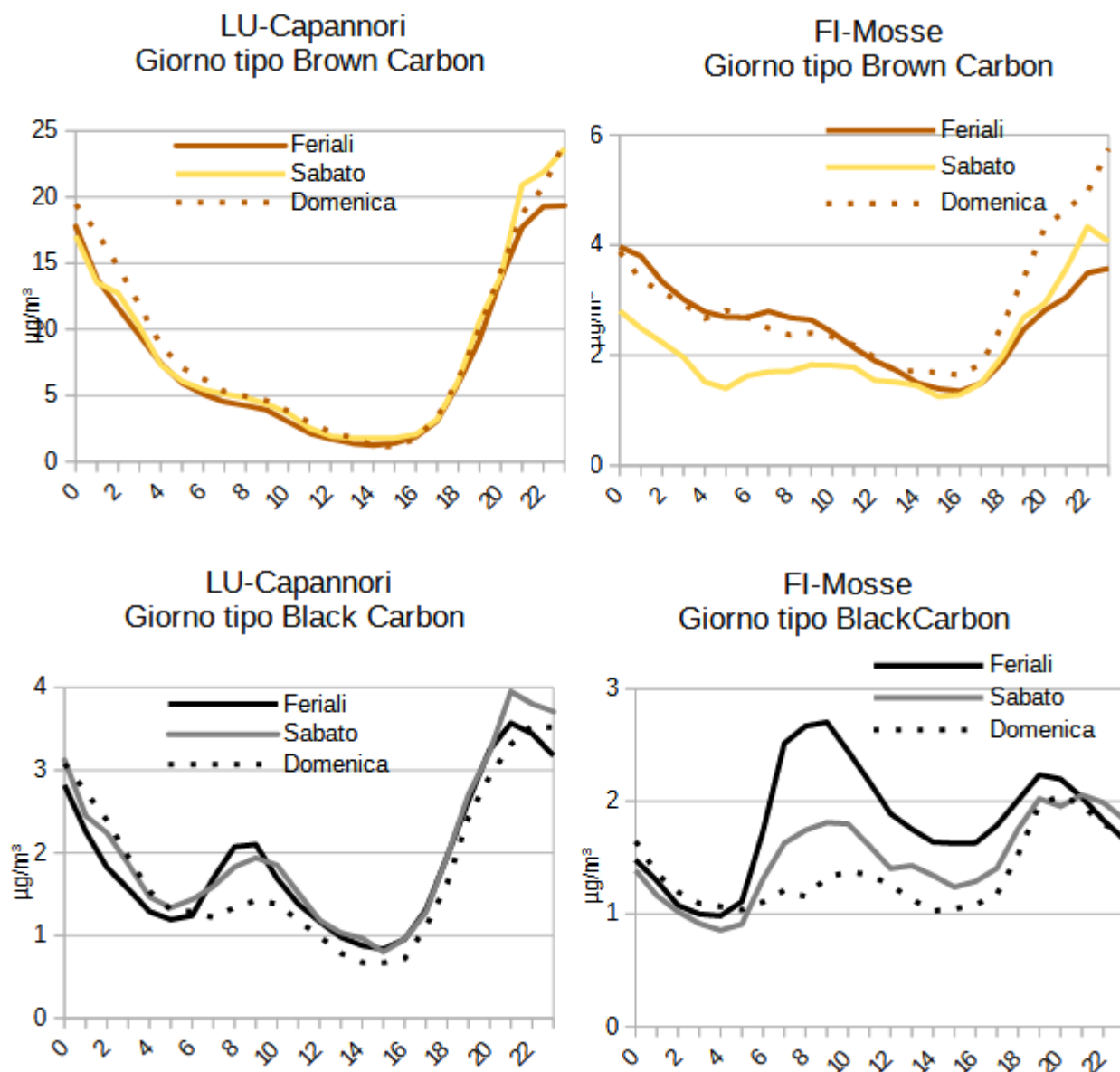
L'analisi degli andamenti mensili conferma e rafforza quanto osservato sui profili giornalieri. Nel sito di **LU-Capannori**, il Brown Carbon mostra una marcata stagionalità, con valori molto elevati nei mesi invernali (gennaio–marzo e novembre–dicembre) e concentrazioni prossime allo zero nel periodo estivo. Questo andamento è chiaramente riconducibile all'utilizzo del **riscaldamento a biomassa**, che rappresenta la sorgente dominante di questa frazione. Il Black Carbon presenta anch'esso un incremento nei mesi freddi, ma con variazioni più contenute, indicando il contributo combinato di traffico e combustioni domestiche.

Nel sito di **FI-Mosse**, la stagionalità del Brown Carbon è presente ma meno accentuata: si osserva un aumento nei mesi invernali, ma con valori significativamente inferiori rispetto a LU-Capannori. Questo riflette la minore incidenza della combustione di biomassa in un contesto urbano dominato dal traffico. Il Black Carbon mostra invece un andamento più stabile nel corso dell'anno, con un lieve incremento nei mesi autunnali e invernali, coerente con condizioni di maggiore stagnazione atmosferica e con l'intensità del traffico veicolare.

Nel complesso, i dati evidenziano come le due stazioni siano caratterizzate da sorgenti emissive profondamente diverse. A LU-Capannori emerge in modo evidente il ruolo della combustione di biomassa, che domina sia i profili giornalieri sia quelli stagionali del Brown Carbon e contribuisce in modo significativo anche al Black Carbon. A FI-Mosse, invece, il traffico veicolare rappresenta la sorgente principale, influenzando soprattutto il Black Carbon e determinando andamenti più uniformi nel corso dell'anno.

L'analisi congiunta di BC e BrC si conferma quindi uno strumento efficace per discriminare le diverse sorgenti di particolato e per comprendere le dinamiche emissive locali, fornendo un supporto utile alla valutazione delle politiche di risanamento della qualità dell'aria.

Grafico 4.3.5. Andamento delle medie orarie di BrC e di BC nei diversi giorni della settimana nel sito di fondo e sito di traffico -Anno 2025



Per la stazione di LU-Capannori, non si nota una sostanziale differenza tra il profilo del giorno tipo dei giorni lavorativi rispetto al sabato ed alla domenica. La variazione settimanale è più evidente nella stazione di traffico. Nel sito di traffico il Brown carbon cresce maggiormente le sere domenicali rispetto agli altri giorni della settimana, probabilmente influenzato da attività domestiche di riscaldamento, mentre il BC mostra un profilo direttamente correlabile al traffico veicolare nei giorni feriali, mentre nel fine settimana i picchi giornalieri sono molto meno evidenti.

Black e Brown Carbon anni 2024 e 2025

Tabella 4.3.3. Confronto principali indicatori 2024 e 2025

	Valori medi $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Sito	UF LU-Capannori		UT FI-Mosse	
Parametro	2024	2025	2024	2025
Brown Carbon	9,7	8,0	2,8	2,5
Black Carbon	2,0	1,9	2,0	1,7
%BrC nel PM10	35%	32%	10%	11%
%BC nel PM10	7,2%	7,6%	7,5%	7,6%
BB% nel BC	34	38	19	20
FF% nel BC	66	62	81	80

Il confronto tra il 2024 e il 2025 evidenzia una generale **riduzione delle concentrazioni medie** assolute sia di Brown Carbon (BrC) sia di Black Carbon (BC) in entrambi i siti, che rispecchia la diminuzione dei valori medi di PM10 che si è verificata tra il 2024 ed il 2025.

4.4. Ossidi di azoto: NO₂ e NO_x

Per il secondo anno consecutivo, in tutto il territorio, sono stati rispettati entrambi i limiti di normativa, compreso il limite relativo alla media annuale di 40 µg/m³.

Non si è verificato alcun episodio di superamento della media oraria di 200 µg/m³ rispettando pienamente il limite di 18 superamenti, come avviene già da diversi anni.

Tabella 4.4.1. NO₂ - Anno 2025 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale

Biossido di Azoto Anno 2025			Media 2025	Limite 18 superamenti	
Zona	Stazione		Limite 40 µg/m ³	N° medie orarie > 200 µg/m ³	Valori massimi orari 2025
Agglomerato di Firenze	UF	FI-Bassi	14	0	83
	UT	FI-Lavagnini	32	0	99
	UT	FI-Mosse	28	0	84
	UF	FI-Scandicci	16	0	79
	UF	FI-Signa	13	0	79
	SF	FI-Settignano	4	0	50
Zona Prato Pistoia	UF	PO-Roma	18	0	85
	UT	PO-Ferrucci	19	0	79
	UF	PT-Signorelli	14	0	66
	SF	PT-Montale	12	0	66
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR-Acropoli	11	0	62
	UF	FI-Figline	13	0	65
	UT	AR- Repubblica	24	0	81
Zona Costiera	RF	GR-Maremma	3	0	42
	UF	GR-URSS	13	0	94
	UT	GR-Sonnino	28	0	118
	UF	LI-Cappiello	12	0	102
	UT	LI-Carducci	29	0	120
	UF/I	LI-LaPira	14	0	104
	SI	LI-Cotone	13	0	97
	UF	LI-Parco VIII Marzo	11	0	74
	UT	MS-Marina Vecchia	13	0	72
	UF	MS-Colombarotto	10	0	57
	UF	LU-Viareggio	16	0	95
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	UF	LU-Capannori	16	0	68
	UF	LU-San Concordio	15	0	73
	UT	LU-Micheletto	18	0	70
	RF	LU-Carignano	7	0	48
	UF	PI-Passi	11	0	83
	UT	PI-Borghetto	20	0	97
	SF/I	PI-S. Croce	14	0	90
Zona Collinare e Montana	UF	SI-Poggibonsi	14	0	70
	UT	SI-Bracci	23	0	115
	UF	LU-Fornoli	10	0	66
	SF/I	PI-Montecerboli	4	0	37
	RregF	AR-Casa Stabbi	2	0	46

La stazione che ha registrato i valori medi più elevati è la stazione di traffico del comune di Firenze FI-Lavagnini, con media pari a 32 µg/m³, mentre il valore orario più elevato è stato registrato presso la stazione di traffico di Livorno, pari a 120 µg/m³. Per questo inquinante, i valori registrati presso i siti di traffico sono stati nettamente maggiori dei valori del fondo, con media complessiva per le stazioni di traffico pari a 23 µg/m³, circa il doppio della media

calcolata sulle stazioni di fondo che è pari a $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ esclusi i siti rurali.

Medie annuali di NO_2

Grafico 4.4.1. Biossido di azoto - Medie annuali NO_2

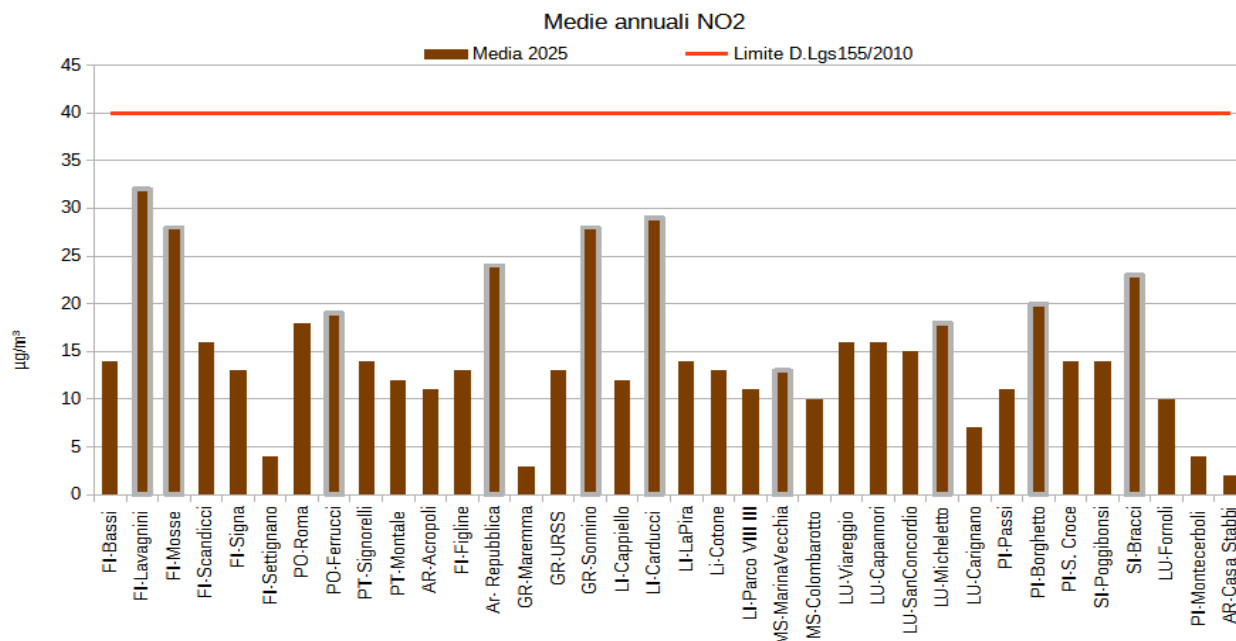


Grafico 4.4.2. Biossido di azoto– Massimi valori orari NO_2

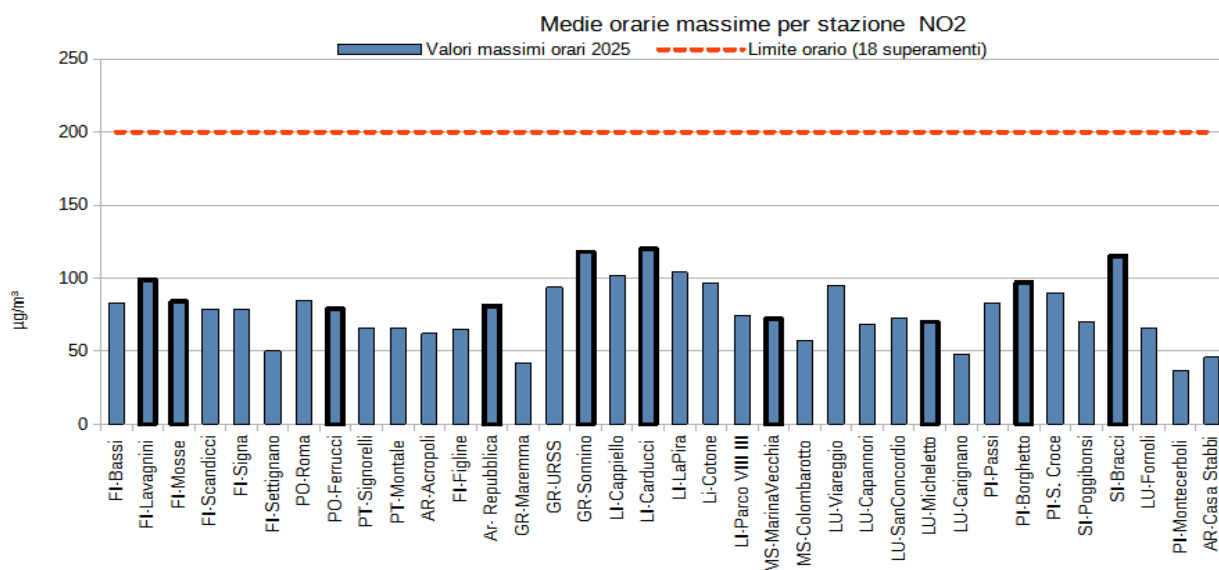
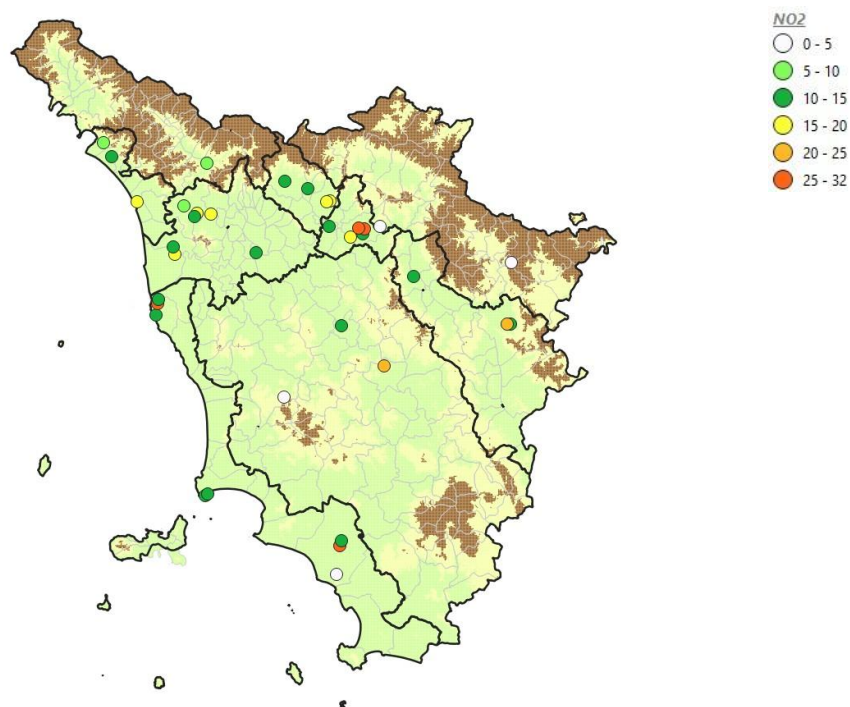
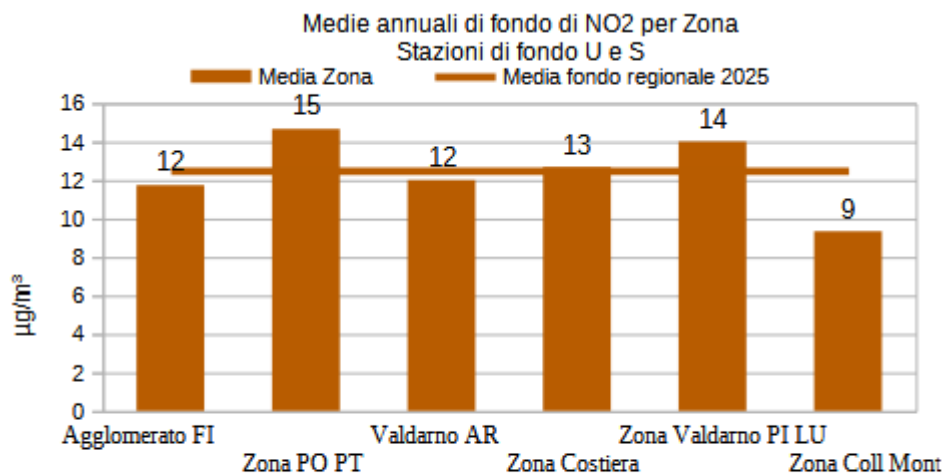


Figura 4.4.1. Medie annuali NO₂ anno 2025



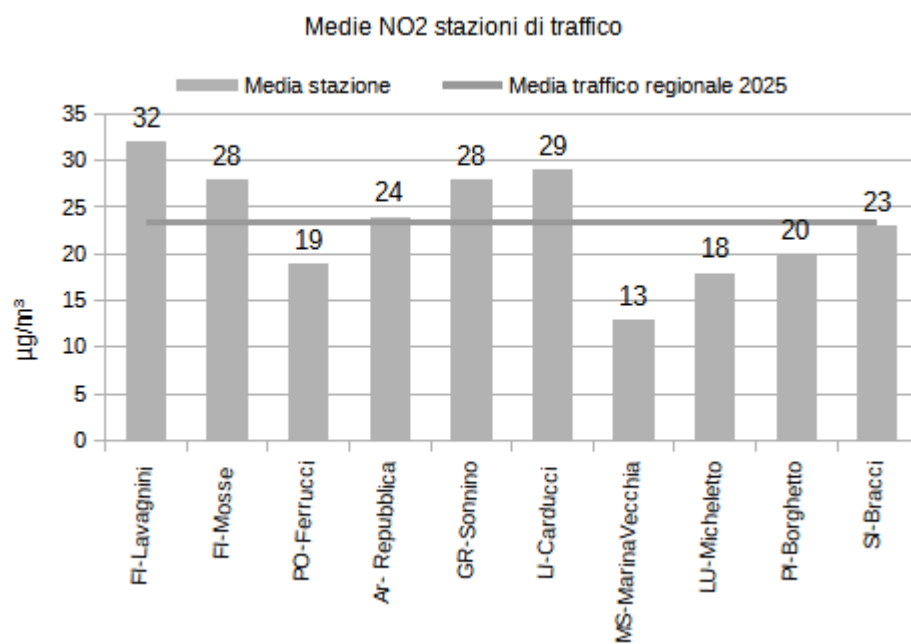
Sono state calcolate le medie delle stazioni di fondo Zona per Zona escludendo i siti rurali, ottenendo la panoramica rappresentata in grafico.

Grafico 4.4.3. NO₂ –Medie annuali per Zona di NO₂ - Stazioni di fondo



I siti rurali di LU-Carignano, GR-Maremma e AR-Casa Stabbi hanno registrato medie molto contenute e nettamente più basse delle altre stazioni delle rispettive Zone. Per quanto riguarda le stazioni di traffico, i valori medi annuali di biossido di azoto sono riportati di seguito.

Grafico 4.4.4. NO₂ – Medie annuali di NO₂ - Stazioni di traffico



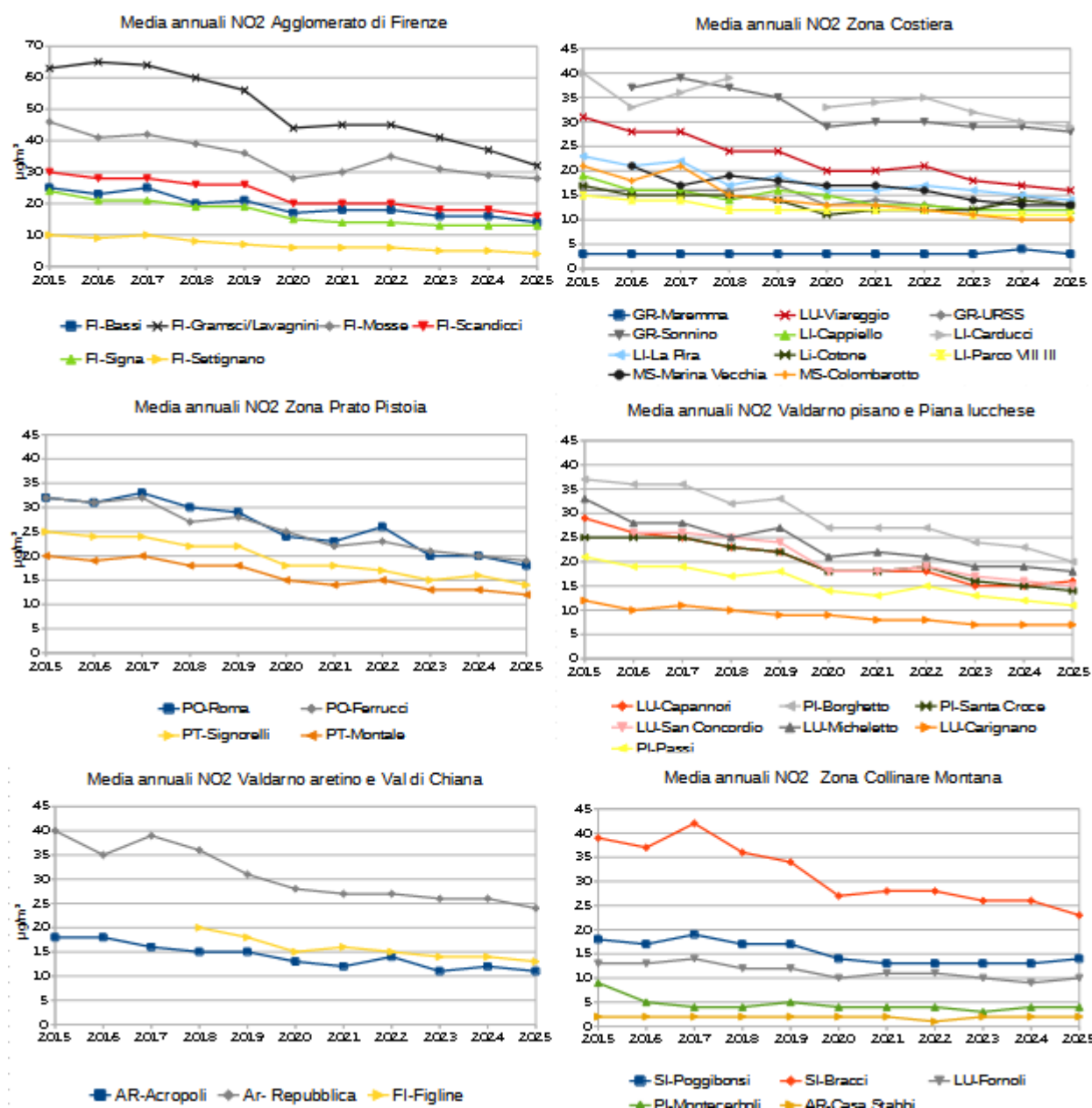
Andamento medie annuali di Biossido di Azoto

Tabella 4.4.2. NO₂ – Medie annuali - Andamenti 2015-2025

Classificazione e nome stazione		Medie annuali in µg/m ³										
		V.L. = 40 µg/m ³										
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
UF	FI-Bassi	25	23	25	20	21	17	18	18	16	16	14
UT	FI-Gramsci/Lavagnini	63	65	64	60	56	44	45	45	41	37	32
UT	FI-Mosse	46	41	42	39	36	28	30	35	31	29	28
UF	FI-Scandicci	30	28	28	26	26	20	20	20	18	18	16
UF	FI-Signa	24	21	21	19	19	15	14	14	13	13	13
SF	FI-Settignano	10	9	10	8	7	6	6	6	5	5	4
UF	PO-Roma	32	31	33	30	29	24	23	26	20	20	18
UT	PO-Ferrucci	32	31	32	27	28	25	22	23	21	20	19
UF	PT-Signorelli	25	24	24	22	22	18	18	17	15	16	14
SF	PT-Montale	20	19	20	18	18	15	14	15	13	13	12
UF	AR-Acropoli	18	18	16	15	15	13	12	14	11	12	11
UF	FI-Figline	-	-	*	20	18	15	16	15	14	14	13
UT	Ar- Repubblica	40	35	39	36	31	28	27	27	26	26	24
RF	GR-Maremma	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
UF	GR-URSS	16	16	16	16	17	13	14	13	12	15	13
UT	GR-Sonnino	-	37	39	37	35	29	30	30	29	29	28
UF	LI-Cappiello	19	16	16	14	16	15	13	13	12	12	12
UT	LI-Carducci	40	33	36	39	*	33	34	35	32	30	29
UF/I	LI-La Pira	23	21	22	17	19	16	16	17	16	15	14
SI	Li-Cotone	17	15	15	15	14	11	12	12	12	14	13
UF	LI-Parco VIII III	15	14	14	12	12	12	12	12	11	11	11
UT	MS-Marina Vecchia	*	21	17	19	18	17	17	16	14	13	13
UF	MS-Colombarotto	21	18	21	15	14	13	13	12	11	10	10
UF	LU-Viareggio	31	28	28	24	24	20	20	21	18	17	16
UF	LU-Capannori	29	26	25	23	22	18	18	18	15	15	16
UF	LU-San Concordio	*	26	26	25	24	18	18	19	17	16	15
UT	LU-Micheletto	33	28	28	25	27	21	22	21	19	19	18
RF	LU-Carignano	12	10	11	10	9	9	8	8	7	7	7
UF	PI-Passi	21	19	19	17	18	14	13	15	13	12	11
UT	PI-Borghetto	37	36	36	32	33	27	27	27	24	23	20
SF/I	PI-Santa Croce	25	25	25	23	22	18	18	19	16	15	14
UF	SI-Poggibonsi	18	17	19	17	17	14	13	13	13	13	14
UT	SI-Bracci	39	37	42	36	34	27	28	28	26	26	23
UF	LU-Fornoli	13	13	14	12	12	10	11	11	10	9	10
SF/I	PI-Montecerboli	9	5	4	4	5	4	4	4	3	4	4
RregF	AR-Casa Stabbi	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2

* efficienza minore del 90%
-parametro non attivo

Grafico 4.4.5 NO₂ – Medie annuali - Andamenti 2015-2025



Il numero di stazioni che ha superato il valore limite per la media annuale è diminuito nel corso degli anni e negli ultimi dieci anni il fenomeno ha riguardato soltanto casi isolati (UT) fino al 2024, da quando il limite è rispettato in tutta la regione.

Tabella 4.4.3. NO₂ – Andamento del numero e della percentuale di stazioni che non hanno rispettato il limite sulla media annuale nell'ultimo decennio

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
N° stazioni di Traffico	2	2	3	1	1	1	1	1	1	0	0
N° stazioni di Fondo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% del totale	7%	6%	9%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	0%	0%

Confronto indicatori NO₂ con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.

Tabella 4.4.4. Confronto anno 2023, 2024 e 2025.

Limite			
Media annuale 20 µg/m ³			
NO ₂	Medie 2023	Medie 2024	Medie 2025
FI-Bassi	16	16	14
FI-Gramsci 23 24 /Lavagnini 25	41	37	32
FI-Mosse	31	29	28
FI-Scandicci	18	18	16
FI-Signa	13	13	13
FI-Settignano	5	5	4
PO-Roma	20	20	18
PO-Ferrucci	21	20	19
PT-Signorelli	15	16	14
PT-Montale	13	13	12
AR-Acropoli	11	12	11
FI-Figline	14	14	13
AR- Repubblica	26	26	24
GR-Maremma	3	4	3
GR-URSS	12	15	13
GR-Sonnino	29	29	28
LI-Cappiello	12	12	12
LI-Carducci	32	30	29
LI-LaPira	16	15	14
LI-Cotone	12	14	13
LI-Parco VIII III	11	11	11
MS-Marina Vecchia	14	13	13
MS-Colombarotto	11	10	10
LU-Viareggio	18	17	16
LU-Capannori	15	15	16
LU-San Concordio	17	16	15
LU-Micheletto	19	19	18
LU-Carignano	7	7	7
PI-Passi	13	12	11
PI-Borghetto	24	23	20
PI-S. Croce	16	15	14
SI-Poggibonsi	13	13	14
SI-Bracci	26	26	23
LU-Fornoli	10	9	10
PI-Montecerboli	3	4	4
AR-Casa Stabbi	2	2	2
Superamenti limite	8	7	6

Limite			
N° 18 superamenti media giornaliera di 50 µg/m ³			
NO ₂	N° sup. 2023	N° sup. 2024	N° sup. 2025
FI-Bassi	0	0	0
FI-Gramsci 23 24 /Lavagnini 25	57	31	25
FI-Mosse	9	1	1
FI-Scandicci	0	0	0
FI-Signa	0	0	0
FI-Settignano	0	0	0
PO-Roma	6	8	0
PO-Ferrucci	7	7	2
PT-Signorelli	0	0	0
PT-Montale	0	0	0
AR-Acropoli	0	0	0
FI-Figline	0	0	0
AR- Repubblica	2	0	0
GR-Maremma	0	0	0
GR-URSS	0	0	0
GR-Sonnino	0	0	0
LI-Cappiello	0	0	0
LI-Carducci	22	14	5
LI-LaPira	0	0	0
LI-Cotone	0	0	0
LI-Parco VIII III	0	0	0
MS-Marina Vecchia	0	0	0
MS-Colombarotto	0	0	0
LU-Viareggio	0	0	0
LU-Capannori	0	0	0
LU-San Concordio	0	0	0
LU-Micheletto	0	0	0
LU-Carignano	0	0	0
PI-Passi	0	0	0
PI-Borghetto	6	3	0
PI-S. Croce	0	0	0
SI-Poggibonsi	0	0	0
SI-Bracci	0	0	0
LU-Fornoli	0	0	0
PI-Montecerboli	3	2	0
AR-Casa Stabbi	0	0	0
Superamenti limite	2	1	1

La Direttiva (UE) 2024/288, attualmente non ancora recepita in Italia, indica nuovi limiti da rispettare entro il 2030. Per il NO₂ il valore da rispettare per la media annuale sarà di 20 µg/m³, pari alla metà dell'attuale, inoltre introdurrà anche un limite sui valori medi giornalieri, pari ad una media di 50 µg/m³ da non superare più di 18 volte.

4.5. Ozono

Per questo parametro sussistono criticità diffuse per il rispetto del valore obiettivo per la protezione della popolazione, infatti nel 2025 in 3 siti su 10, ovvero nel 30% dei siti regionali non è stato rispettato il valore obiettivo per la protezione della popolazione. Il confronto con il VO per la vegetazione è discusso al paragrafo 6.2.

Indicatori O₃ Anno 2025

Tabella 4.5.1.O₃ – Anno 2025 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale: valore obiettivo per la protezione della popolazione.

Ozono Anno 2025			N° superamenti media giornaliera di 8 ore di 120 µg/m ³	
			Valore Obiettivo: 25 superamenti	
Zona	Stazione		Superi 2025	Media 2023-2024-2025
Agglomerato Firenze	S	FI-Settignano	27	23
	U	FI-Signa	35	29
Zona pianure interne	S	AR-Acropoli	8	5
	S	PT-Montale	37	31
Zona pianure costiere	R	GR-Maremma	25	24
	S	LU-Carignano	37	29
	S	PI-Passi	6	5
	S	PI-Santacroce	10	7
Zona Collinare Montana	RF	AR-Casa Stabbi	6	6
	S	PI-Montecerboli	21	15

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 inferiori ai valori critici di alcuni anni precedenti. Nel 2025 in 4 siti sono stati registrati più di 25 giorni con valore massimo su 8 ore superiore a 120 µg/m³, mentre il valore obiettivo per la protezione della salute, che è calcolato come media di tre anni, è stato superato in 3 stazioni su 10 appartenenti all'Agglomerato di Firenze, alla Zona delle Pianure Interne ed alla Zona delle pianure Costiere.

Grafico 4.5.1. O₃ - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale – Valore obiettivo per la protezione della popolazione

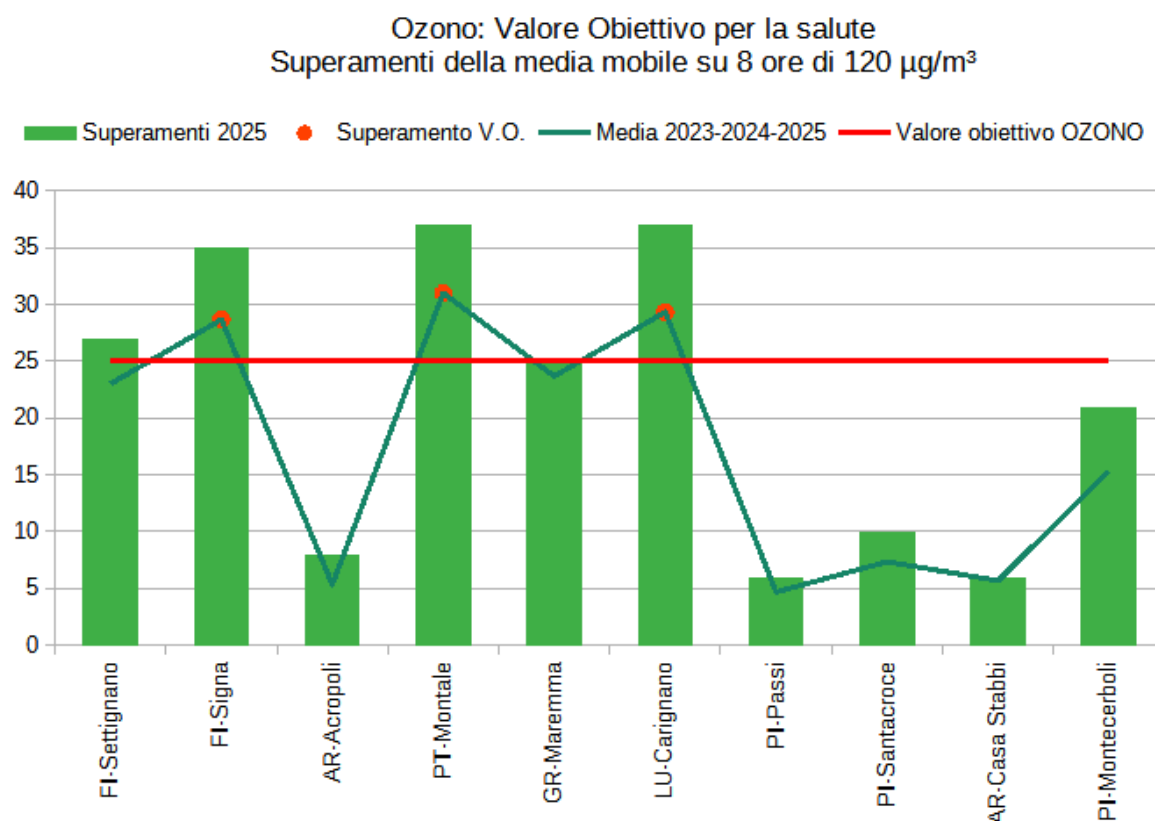
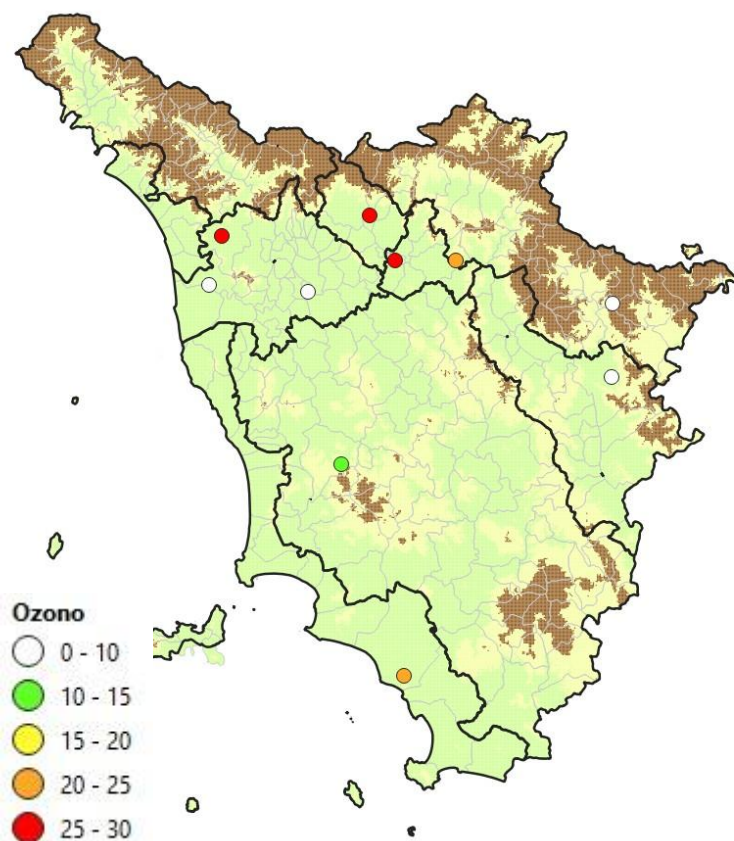


Figura 4.5.1. Valore obiettivo per la protezione umana: indicatori 2025

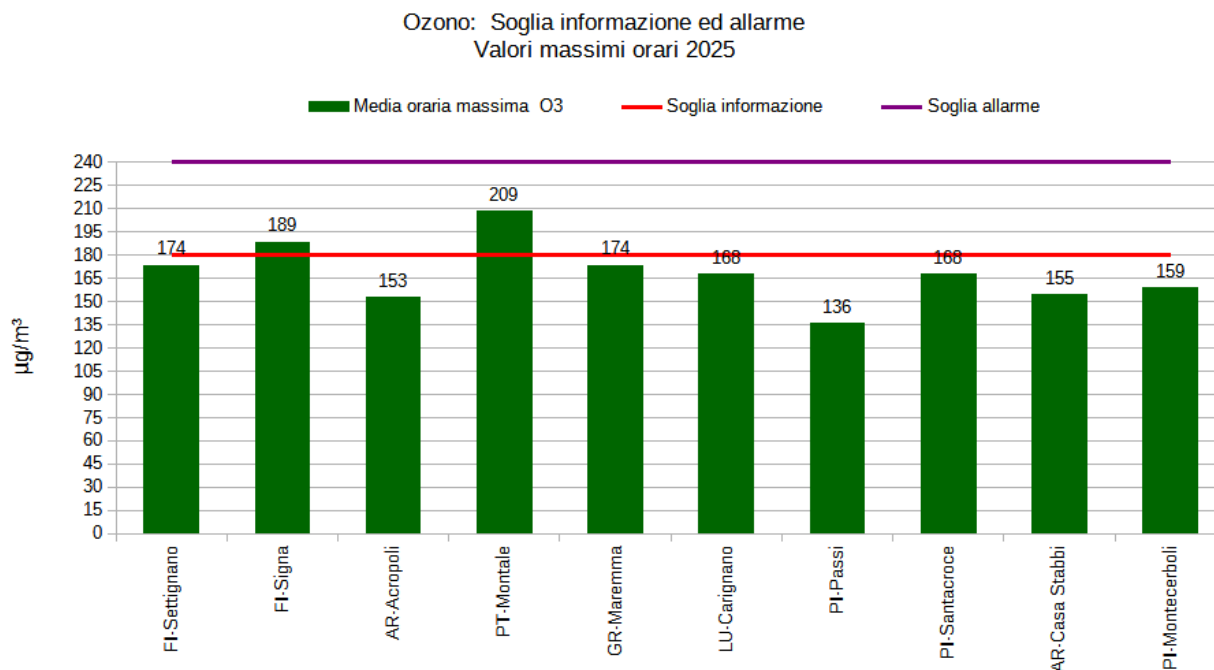


Per quanto riguarda le soglie di informazione e di allarme, sono stati registrati in tutto 5 episodi orari di superamento della soglia di informazione, 4 a PT-Montale nella zona di PO e PT ed 1 a FI-Signa nell'Agglomerato. Segue il confronto con gli indicatori della nuova direttiva europea.

Tabella 4.5.2. O₃ - Superamenti delle soglie di informazione e di allarme

Anno 2025					
Zona	Stazione		Media oraria massima µg/m ³	N° superamenti soglia informazione 180 µg/m ³	N° superamenti soglia di allarme 240 µg/m ³
Agglomerato Firenze	S	FI-Settignano	174	0	0
	U	FI-Signa	189	2	0
Zona pianure interne	S	AR-Acropoli	153	0	0
	S	PT-Montale	209	5	0
Zona pianure costiere	R	GR-Maremma	174	0	0
	S	LU-Carignano	168	0	0
	S	PI-Passi	136	0	0
	S	PI-Santacroce	168	0	0
Zona Collinare Montana	RF	AR-Casa Stabbi	155	0	0
	S	PI-Montecerboli	159	0	0

Grafico 4.5.2. O₃ - Massime medie orarie e confronto con le soglie di informazione e di allarme

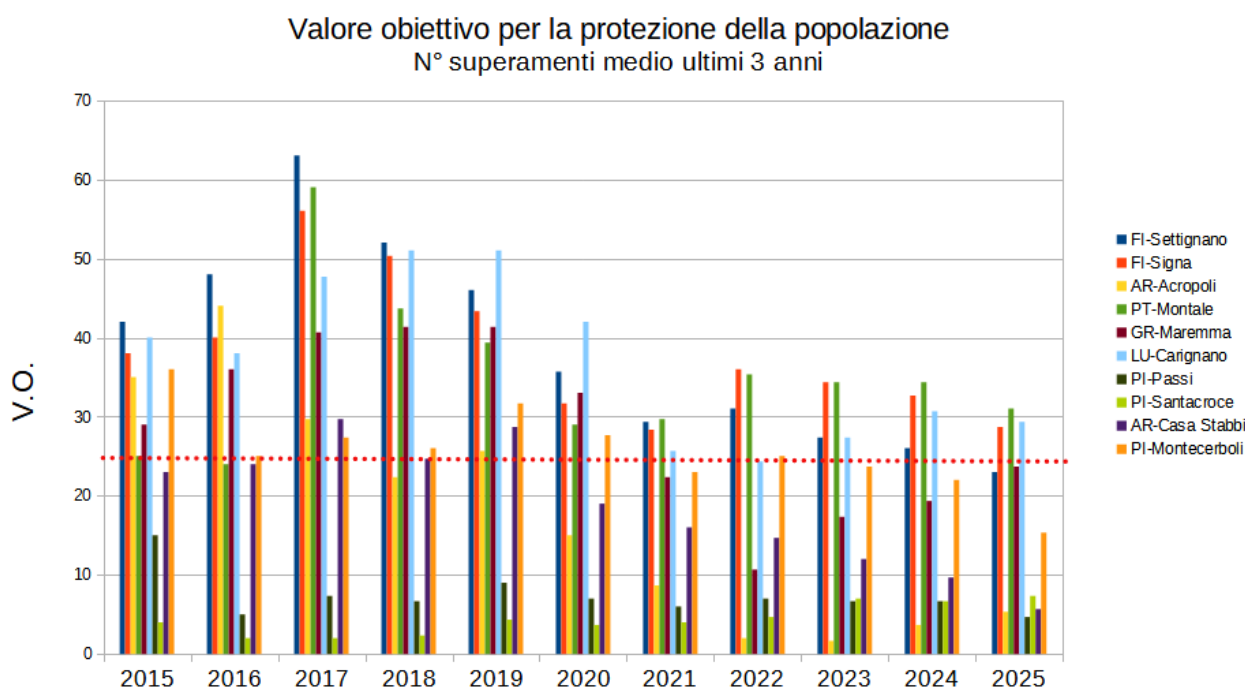


Andamento indicatori di O₃

Tabella 4.5.3. O₃ - Valore obiettivo per la protezione della salute umana - Andamenti 2015-2025

		Valore obiettivo protezione salute umana: 25 superamenti della media massima giornaliera su 8 ore >120 µg/m ³ (media ultimi 3 anni)										
Classificazione e nome Stazione		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
S	FI-Settignano	42	48	63	52	46	36	29	31	27	26	23
U	FI-Signa	38	40	56	50	43	32	28	36	34	33	29
S	AR-Acropoli	35	44	30	22	26	15	9	2	2	4	5
S	PT-Montale	25	24	59	44	39	29	30	35	34	34	31
R	GR-Maremma	29	36	41	41	41	33	22	11	17	19	24
S	LU-Carignano	40	38	48	51	51	42	26	24	27	31	29
S	PI-Passi	15	5	7	7	9	7	6	7	7	7	5
S	PI-Santacroce	4	2	2	2	4	4	4	5	7	7	7
RF	AR-Casa Stabbi	23	24	30	25	29	19	16	15	12	10	6
S	PI-Montecerboli	36	25	27	26	32	28	23	25	24	22	15

Grafico 4.5.3. O₃ - Valore obiettivo per la protezione della salute umana - Indicatori 2015-2025 relativi alle stazioni di Rete Regionale



Nonostante un generale calo delle concentrazioni di Ozono, il rispetto del VO è ancora una criticità per il territorio toscano.

Tabella 4.5.4. O₃ - Valore obiettivo per la protezione della salute umana – Percentuale di stazioni di Rete Regionale che non lo hanno rispettato.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
N° stazioni	6	5	8	6	8	6	4	3	4	4	3
% del totale	67%	50%	80%	60%	80%	60%	40%	30%	40%	40%	30%

Grafico 4.5.4. O₃ – Valore obiettivo per la protezione della salute umana – Percentuale di stazioni di Rete Regionale che non lo hanno rispettato.



L'Ozono rappresenta per la regione Toscana, l'unico inquinante a causa del quale costantemente non viene rispettato il valore di riferimento di normativa, su una buona porzione del territorio.

Confronto indicatori Ozono con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.

Tabella 4.5.5. Valore obiettivo per la protezione della salute umana anni 2023, 2024 e 2025.

VALORE OBIETTIVO 18 superamenti della media massima 8 ore di 120 µg/m³, come media su 3 anni			
Ozono	Media 2021-2023	Media 2022-2024	Media 2023-2025
FI-Settignano	27	26	23
FI-Signa	34	33	29
AR-Acropoli	2	4	5
PT-Montale	34	34	31
GR-Maremma	17	19	24
LU-Carignano	27	31	29
PI-Passi	7	7	5
PI-Santacroce	7	7	7
AR-Casa Stabbi	12	10	6
PI-Montecerboli	24	22	15

La nuova normativa indica un massimo di 18 superamenti della media massima su 8 ore di 120 µg/m³, 7 in meno rispetto all'attuale VO. Nel 2025 è stato superato nel 50% dei siti.

4.6. Monossido di Carbonio

Gli indicatori elaborati sui dati misurati sono stati confrontati con il valore limite di legge (allegato XI D. Lgs.155/2010 e s.m.i.) ovvero la media massima giornaliera calcolata su 8 ore pari a 10 mg/m³. Il riferimento normativo continua a essere ampiamente rispettato in tutte le stazioni di traffico ed anche presso il sito industriale.

Tabella 4.6.1. CO - Anno 2025 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale

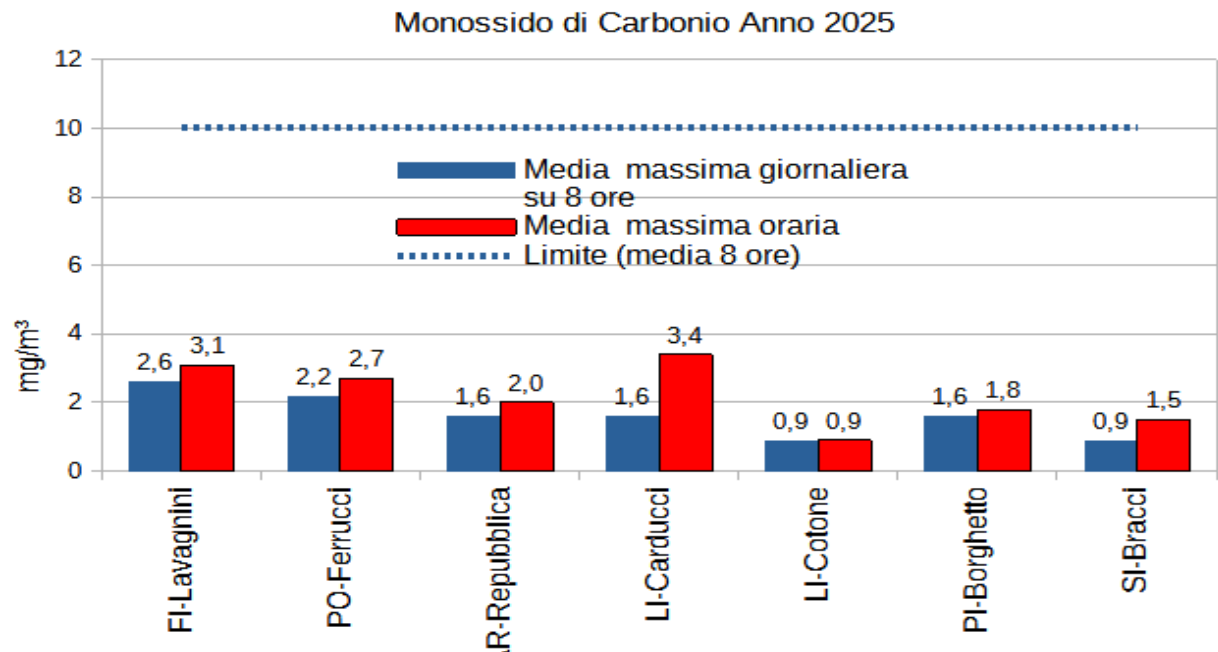
Anno 2025			Media massima su 8 ore (mg/m³)
Zona	Stazione		Valore limite 10 mg/m³
Agglomerato Firenze	UT	FI-Lavagnini	2,6
Zona Prato Pistoia	UT	PO-Ferrucci	2,2
Zona Valdarno Aretino e Valdichiana	UT	AR-Repubblica	1,6
Zona Costiera	UT	LI-Carducci	1,6
	UI	LI-Cotone	0,9
Zona Valdarno Pisano e Piana Lucchese	UT	PI-Borghetto	1,6
Zona Collinare e Montana	UT	SI-Bracci	0,9

Massime orarie e massime medie su 8 ore di CO Anno 2025

Come si evince dalla tabella soprastante i valori di CO registrati da tutte le stazioni di Rete Regionale sono ampiamente sotto il limite imposto dal D. Lgs.155/2010. Le medie annuali

delle stazioni sono tutte inferiori a 1 mg/m³, variando tra 0.3 e 0.7 mg/m³. La media massima giornaliera di 8 ore è stata raggiunta presso la stazione di FI-Lavagnini che nel 2025 ha sostituito FI-Gramsci ed è stata pari a 2,6 mg/m³. Si riportano in grafico i valori dell'indicatore e le massime medie orarie registrate nel corso dell'anno da tutte le stazioni di RRQA.

Grafico 4.6.1. CO - Anno 2025 - Massime orarie e medie massime giornaliere su 8 ore



Andamento medie giornaliere massime su 8 ore di CO

Tabella 4.6.2. Ossido di carbonio – Massima media giornaliera su 8 ore- Andamenti 2015-2025 per le stazioni di Rete Regionale.

		Monossido di carbonio										
Classificazione e nome Stazione		Media massima giornaliera di 8 ore (mg/m³)										
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
UT	FI-Gramsci/ FI-Lavagnini	2,5	1,6	2,9	2,6	4,5	2,6	2,9	2,0	3,3	4,3	2,6
UT	PO-Ferrucci	2,4	2,6	2,3	2,0	2,0	2,1	2,4	2,6	3,0	2,6	2,2
UT	AR-Repubblica	2,0	2,2	1,9	2,1	1,6	1,9	1,6	1,6	1,6	2,5	1,6
UT	LI-Carducci	2,5	2,7	2,5	2,2	2,5	2,4	2,3	3,1	2,3	2,6	1,6
SI	LI-Cotone	1,0	1,4	1,0	1,0	0,7	0,6	0,8	0,6	0,9	0,9	0,9
UT	PI-Borghetto	2,2	1,9	2,3	1,5	1,9	1,7	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
UT	SI-Bracci	1,5	1,6	1,4	1,4	1,1	1,2	1,0	1,1	1,1	1,1	0,9

Negli ultimi anni la massima media giornaliera su 8 ore si è mantenuta in tutte la stazioni di Rete Regionale ben al di sotto dei valori limite di normativa.

Confronto indicatori CO con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.

Tabella 4.6.3. Confronto anno 2023, 2024 e 2025.

Limite				Limite			
N° 18 superamenti della media giornaliera di 4 mg/m ³				Media massima 8 ore di 10 mg/m ³			
Monossido di carbonio	N° sup. 2023	N° sup. 2024	N° sup. 2025	Monossido di carbonio	Media massima 8 ore 2023	Media massima 8 ore 2024	Media massima 8 ore 2025
FI-Gramsci 23 24 /Lavagnini 25	0	0	0	FI-Gramsci 23 24 /Lavagnini 25	3,3	4,3	2,6
PO-Ferrucci	0	0	0	PO-Ferrucci	3	2,6	2.2
AR-Repubblica	0	0	0	AR-Repubblica	1,6	2,5	1,6
LI-Carducci	0	0	0	LI-Carducci	2,3	2,6	1,6
LI-Cotone	0	0	0	LI-Cotone	0,9	0,9	0,9
PI-Borghetto	0	0	0	PI-Borghetto	1,7	1,6	1,6
SI-Bracci	0	0	0	SI-Bracci	1,1	1,1	0,9

La Direttiva DE 2024/2881, attualmente non ancora recepita in Italia, indica nuovi limiti da rispettare entro il 2030. Per il CO indica due limiti:

- massima media giornaliera su 8 ore di 10 mg/m³, che coincide con il limite attuale,
- la media giornaliera di 4 mg/m³, da non superare più di 18 volte.

Il rispetto di entrambi i limiti non presenta alcuna criticità per il territorio della regione Toscana.

4.7. Biossido di Zolfo

Gli indicatori elaborati sui dati misurati nel 2025 sono stati confrontati con i valori limite di legge (allegato XI D. Lgs.155/2010 e s.m.i.) che per l'SO₂ sono: il numero massimo di 3 superamenti della media giornaliera di 125 µg/m³ e il numero massimo di 24 superamenti della media oraria di 350 µg/m³. La RRQA non ha mai registrato alcun superamento dei limiti per il Biossido di Zolfo. È prevista anche una soglia di allarme pari a 3 medie orarie consecutive superiori a 500 µg/m³, che nella nostra regione non è mai stata raggiunta dall'inizio del monitoraggio.

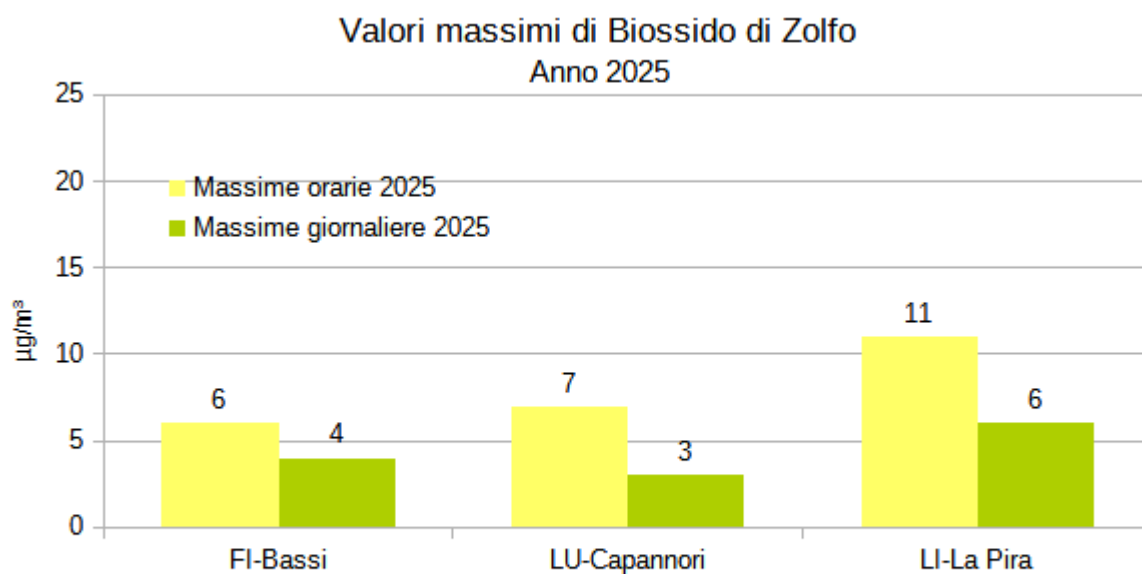
Tabella 4.7.1. SO₂ - Anno 2025 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale

Anno 2025			N° medie orarie > 350 µg/m ³	N° medie giornaliere > 125 µg/m ³
Zona	Stazione		Limite 24 medie orarie > 350 µg/m ³	Limite 3 medie giornaliere > 125 µg/m ³
Agglomerato Firenze	UF	FI-Bassi	0 (max 6)	0 (max 4)
Valdarno Pisano e Piana Lucchese	UF	LU-Capannori	0 (max 7)	0 (max 3)
Zona Costiera	UF/I	LI-La Pira	0 (max 11)	0 (max 6)

I valori di SO₂ registrati sono stati nettamente inferiori ai parametri di normativa e non è stato registrato alcun superamento.

Massime orarie e massime giornaliere SO₂ Anno 2025

Grafico 4.7.1. SO₂ – Anno 2025 – Valori massimi relativi alle stazioni di Rete Regionale



Andamento indicatori di SO₂

Tabella 4.7.2. SO₂ – Andamenti dei valori medi annuali 2015-2025 per le stazioni di Rete Regionale

Classificazione e nome stazione		Media annuale µg/m ³										
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
UF	FI-Bassi	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2
UF	LU-Capannori	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
UF	LI-La Pira	4	5	3	3	1	0	2	1	1	2	2

I valori di SO₂ 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, presso nessun sito di monitoraggio.

Confronto indicatori SO₂ con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.

Tabella 4.7.3. Confronto anno 2023, 2024 e 2025.

Limite				Limite				Limite			
Media annuale 20 µg/m ³				18 superamenti della media giornaliera di 50				3 superamenti della media oraria 350 µg/m ³			
SO ₂	Media 2023	Media 2024	Media 2025	SO ₂	N° sup. 2023	N° sup. 2024	N° sup. 2025	SO ₂	N° sup. 2023	N° sup. 2024	N° sup. 2025
FI-Bassi	1	2	2	FI-Bassi	0	0	0	FI-Bassi	0	0	0
LU-Capannori	2	1	1	LU-Capannori	0	0	0	LU-Capannori	0	0	0
LI-La Pira	1	2	2	LI-La Pira	0	0	0	LI-La Pira	0	0	0

La Direttiva (UE) 2024/2881, attualmente non ancora recepita in Italia, indica nuovi limiti da rispettare entro il 2030. Per il biossido di zolfo indica:

- media annuale di 20 µg/m³;
- massima media oraria di 350 µg/m³, da non superare più di 3 volte in un anno,
- la media giornaliera di 50 µg/m³, da non superare più di 18 volte.

Il rispetto dei tre limiti non presenta alcuna criticità per il territorio della regione Toscana.

4.8. Acido solfidrico

Nelle stazioni di tipo fondo industriale situate nei comuni di Santa Croce e Pomarance viene monitorato l'H₂S. In mancanza di riferimenti normativi in vigore, per il confronto ci si riferisce al valore guida indicato dall'organizzazione per la protezione della salute, che è pari ad una media giornaliera di 150 µg/m³.

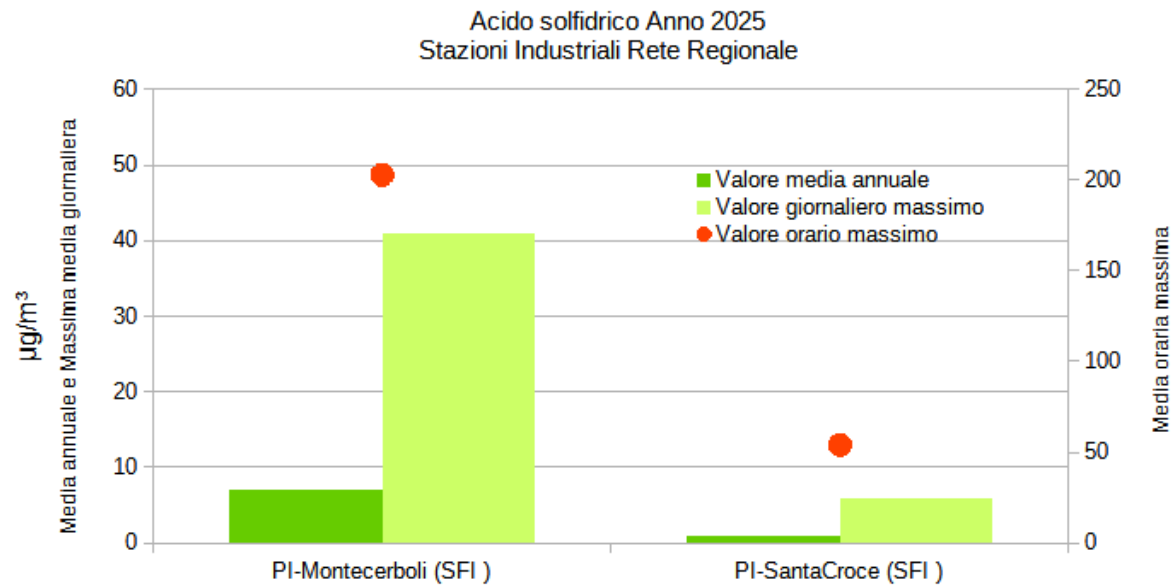
Tabella 4.8.1. H₂S - Anno 2025 - Indicatori relativi alle stazioni di Rete Regionale

Anno 2025	Limite OMS: Valore giornaliero massimo 150 µg/m ³		
Stazione	Valore media annuale µg/m ³	Valore giornaliero massimo µg/m ³	Valore orario massimo µg/m ³
PI-Montecerboli (SFI)	7	41	203
PI-Santa Croce (SFI)	1	6	54

I valori registrati in entrambe le stazioni sono ampiamente inferiori ai valori guida dell'OMS ma le concentrazioni che caratterizzano i due siti sono sostanzialmente differenti, con i valori registrati presso il sito di Pomarance (PI-Montecerboli) nettamente superiori al sito di Santa Croce.

Indicatori di H₂S Anno 2025

Grafico 4.8.1. H₂S - Anno 2025 - Medie annuali, medie massime giornaliere e massime orarie annuali stazioni di Rete Regionale



Andamento indicatori di H₂S

Tabella 4.8.2. H₂S Andamenti dei valori medi annuali 2015-2025 per le stazioni di Rete Regionale

Stazione	Media annuale (µg/m ³)										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PI-Santa Croce (SFI)	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1
PI-Montecerboli (SFI)	6	4	5	5	4	4	4	4	6	6	7

Tabella 4.8.3. H₂S Andamenti dei valori medi giornalieri massimi 2015-2025 per le stazioni di Rete Regionale

Stazione	Massime medie giornaliere registrate (µg/m ³)										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PI-Santa Croce (SFI)	6	7	7	6	5	5	8	11	9	11	6
PI-Montecerboli (SFI)	32	35	36	25	33	21	16	24	31	18	41

Tabella 4.8.4. H₂S Andamenti dei valori medi orari massimi 2015-2025 per le stazioni di Rete Regionale

Stazione	Massime medie orarie registrate (µg/m ³)										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PI-Santa Croce (SFI)	50	34	31	39	21	35	61	69	68	46	54
PI-Montecerboli (SFI)	144	93	121	82	95	93	88	129	150	108	203

Le tendenze mostrano che, presso entrambe le stazioni, i valori registrati si sono mantenuti su livelli nettamente inferiori a quelli di guardia indicati dall'OMS, per tutti gli anni in cui il monitoraggio è stato attivo. Presso la zona di Pomarance si registrano costantemente valori nettamente più elevati che nella zona di Santa Croce sull'Arno.

Studio del disturbo olfattivo da H₂S registrato dalla RRQA

L'altro riferimento per i valori di H₂S è costituito dalla soglia di disturbo olfattivo stimata mediamente pari a 7 µg/m³, che mette in relazione le concentrazioni di acido solfidrico in atmosfera al disturbo olfattivo avvertito dalla popolazione. Nel 2025 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, circa 1 %, mentre a Pomarance è stato circa un quarto delle ore in cui è stato attivo il monitoraggio. Analizzando i dati degli ultimi 10 anni possiamo concludere che:

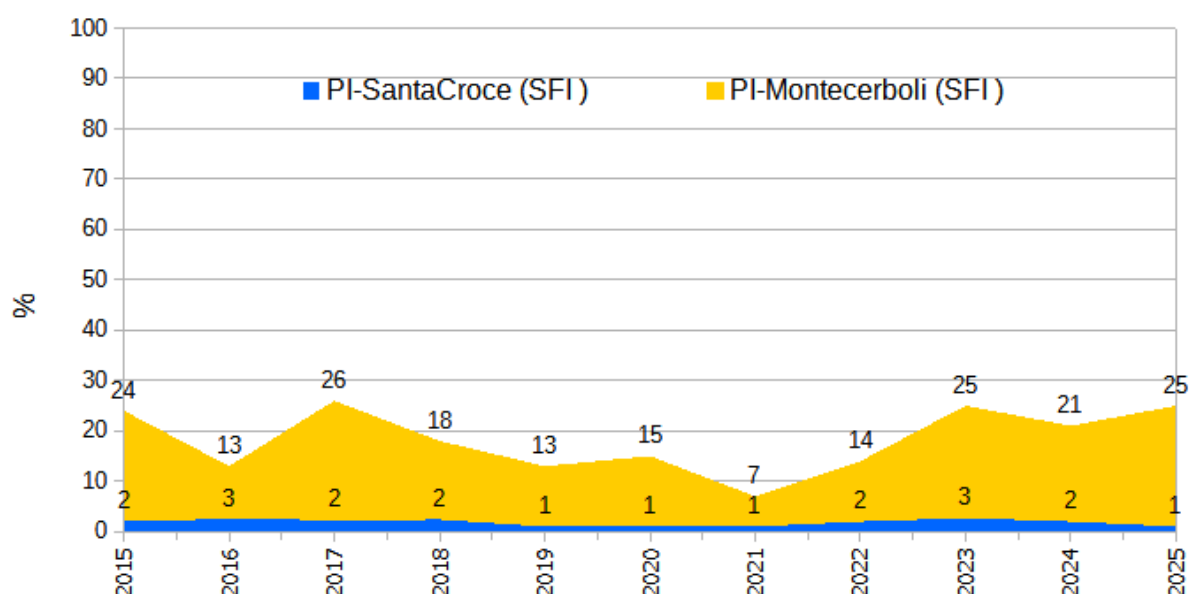
- la Zona industriale di Santa Croce è caratterizzata da valori di concentrazioni tali da non provocare presumibilmente alcun disagio alla popolazione locale; infatti, il periodo di tempo in cui la popolazione può avere percepito un certo disagio olfattivo nell'anno, è sempre stata compresa tra 1 e 3 %;
- la popolazione della Zona rappresentata dalla stazione di PI-Montecerboli è stata sottoposta ad un certo disagio olfattivo percepibile in percentuale di tempo significativa e circa un quarto del tempo nel 2025.

Tabella 4.8.5. H₂S Trend percentuali orarie con valori superiori alla soglia olfattiva

Stazione	% medie orarie H ₂ S > soglia olfattiva di 7,0 µg/m ³										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PI-Santa Croce (SFI)	2	3	2	2	1	1	1	2	3	2	1
PI-Montecerboli (SFI)	24	13	26	18	13	15	7	14	25	21	25

Grafico 4.8.2. H₂S Trend percentuali orarie di probabile disturbo olfattivo.

Percentuale valori medi orari di H₂S >7 µg/m³



4.9. Benzene e derivati

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 µg/m³ ed infine con i limiti indicati dalla Direttiva 2024/2881 in fase di recepimento.

Tabella 4.9.1. Benzene - Anno 2025 – Medie annuali

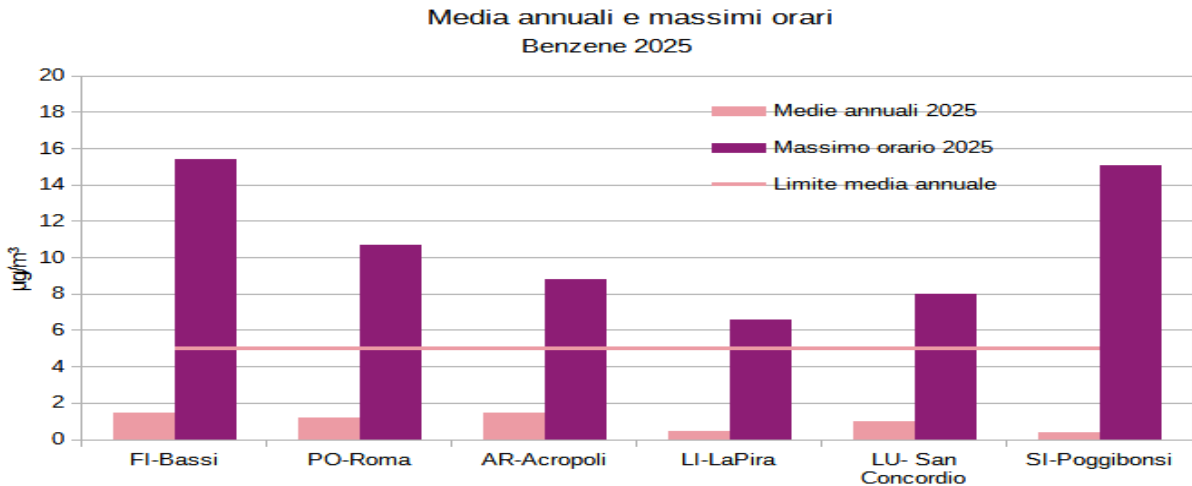
Anno 2025			Medie annuali (µg/m ³)
Zona	Stazione		Limite: 5 µg/m ³
Agglomerato Firenze	UF	FI-Bassi	1,5
	UT	FI-Lavagnini	n.d.
Zona Prato Pistoia	UF	PO-Roma	1,2
Zona Valdarno aretino e Val di Chiana	UF	AR-Acropoli	1,5
Zona costiera	UF	LI-LaPira	0,5
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	UF	LU- San Concordio	1
Zona Collinare e montana	UF	SI-Poggibonsi	0,4

Medie annuali di Benzene

I dati riportati in tabella ed illustrati nel grafico seguente rappresentano una situazione molto positiva per quanto riguarda i valori di Benzene della regione, che sono tutti nettamente inferiori al limite di normativa. I valori medi più alti sono stati registrati presso le due stazioni di fondo di FI-Bassi e di AR-Acropoli, che hanno registrato valori medi pari a 1,5 µg/m³ e tutti i valori orari registrati dalla RRQA, compresa la stazione di traffico, sono stati privi di picchi significativi.

Per quanto riguarda la stazione di traffico di FI-Lavagnini, il monitoraggio del Benzene è iniziato a fine marzo 2025, quando è stato interrotto a FI-Gramsci. Le due serie non sono singolarmente valide per l’elaborazione degli indicatori, ma per una valutazione indicativa è stata calcolata la media annuale unendo i dati dei due monitoraggi ed è risultata pari a 1,5 µg/m³, quindi analoga al fondo dell’Agglomerato.

Grafico 4.9.1. Benzene - Anno 2025 – Medie annuali e valori massimi orari



Andamento medie annuali di Benzene

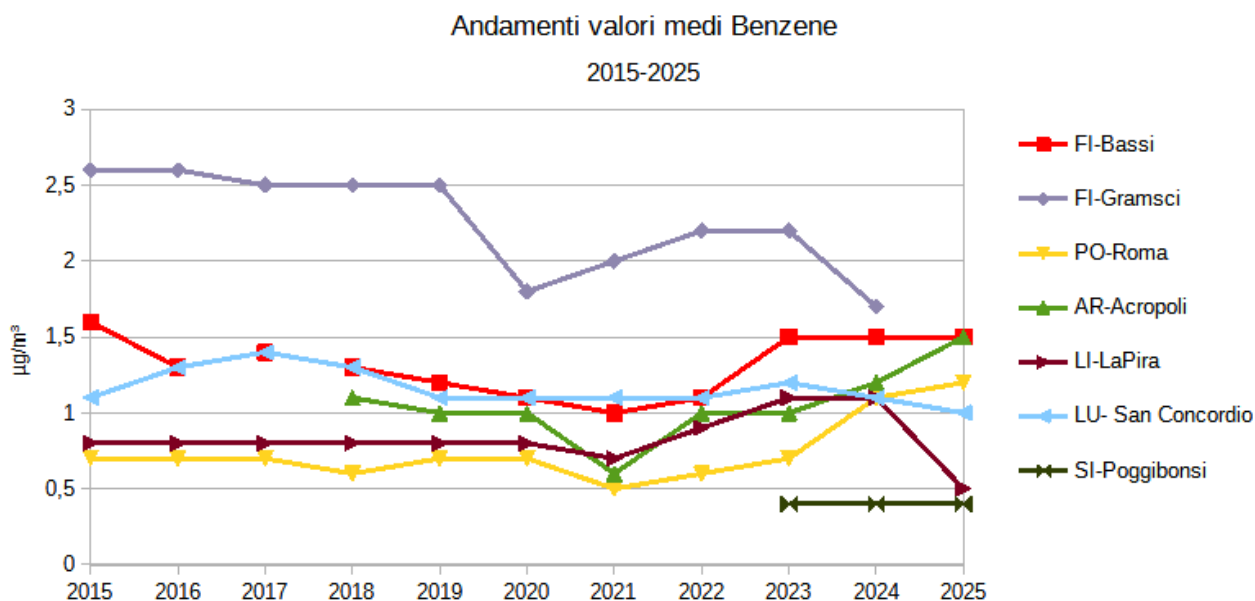
Tabella 4.9.2. Benzene - Andamenti dei valori medi annuali 2015-2025 per le stazioni di Rete Regionale

Nome stazione	Medie annuali Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
FI-Bassi	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1	1	1,1	1,5	1,5	1,5
FI-Gramsci /Lavagnini	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	1,8	2	2,2	2,2	1,7	1,5*
PO-Roma	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	1,1	1,2
AR-Acropoli	-	-	-	1,1	1	1	0,6	1	1	1,2	1,5
LI-LaPira	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	1,1	1,1	0,5
LU- San Concordio	1,1	1,3	1,4	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1
SI-Poggibonsi	-	-	-	-	-	-	-	0,4*	0,4	0,4	0,4

* serie non valida, riportata a scopo indicativo

I dati medi annuali di Benzene registrati negli ultimi anni si sono mantenuti piuttosto costanti in tutti i siti di monitoraggio, con una lieve tendenza in discesa.

Grafico 4.9.2. Benzene - Andamenti dei valori medi annuali 2015-2025 per le stazioni di Rete Regionale



Confronto indicatori Benzene con limiti della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030.

Tabella 4.9.3. Benzene – Medie Anno 2023,2024 e 2025

Limite			
Media annuale 3,4 µg/m ³			
Benzene	Medie 2023	Medie 2024	Medie 2025
FI-Bassi	1,5	1,5	1,5
FI-Gramsci 23 24 / Lavagnini 25	2,2	1,7	1,5*
PO-Roma	0,7	1,1	1,2
AR-Acropoli	1	1,2	1,5
LI-LaPira	1,1	1,1	0,5
LU-San Concordio	1,2	1,1	1
SI-Poggibonsi	0,4	0,4	0,4

La Direttiva (UE) 2024/2881, attualmente non ancora recepita in Italia, indica per Benzene una media annuale di 3,4 µg/m³. I nuovi limiti sono da rispettare entro il 2030 e per il territorio della Toscana non sembra esserci alcuna criticità per il rispetto del limite sul Benzene.

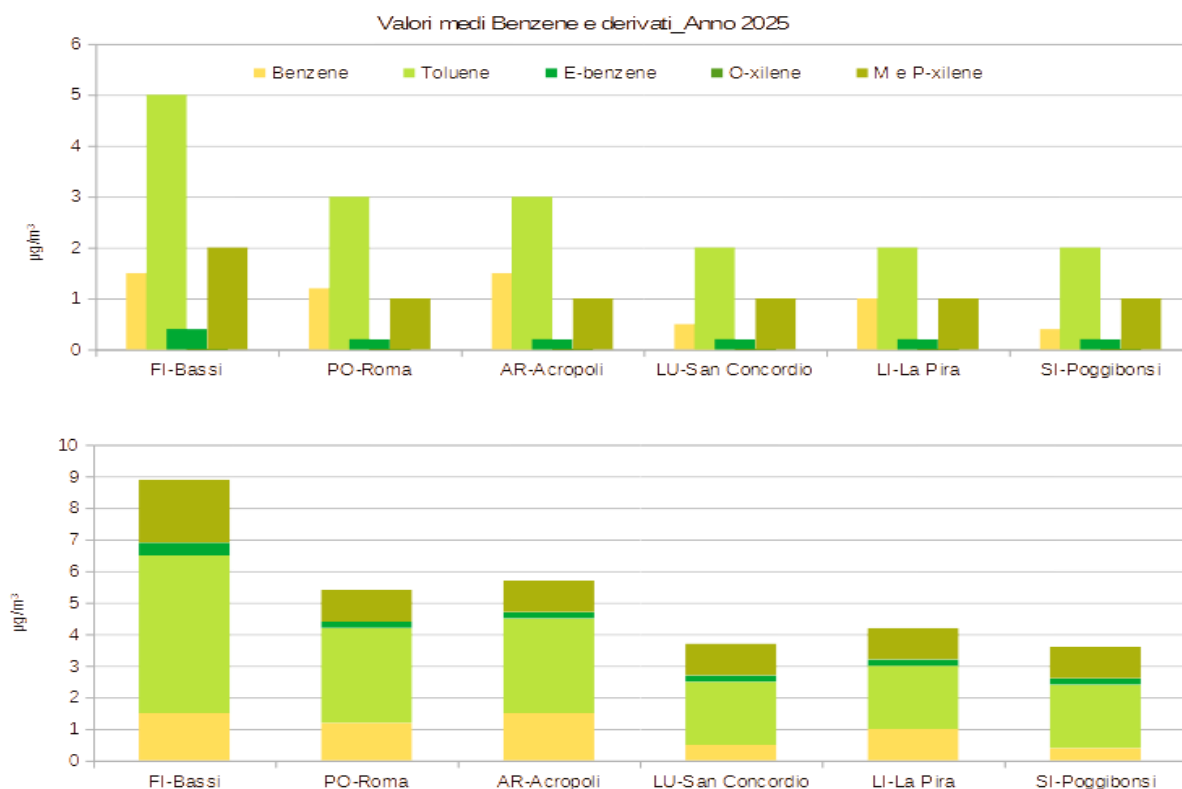
Derivati del Benzene

Sono stati infine 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.

Tabella 4.9.4. Valori medi annuali dei derivati del Benzene: Toluene, e-Benzene, o-Xilene m-p-Xilene- Anno 2025

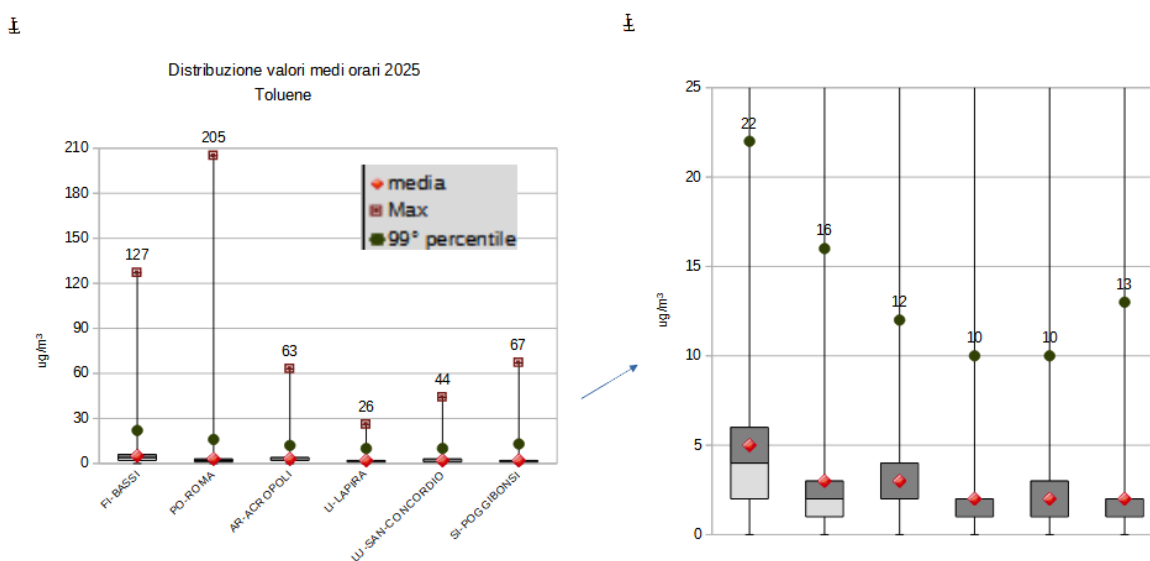
			Medie annuali BTX Anno 2025 (µg/m ³)				
	Nome stazione		Benzene	Toluene	E-benzene	O-xilene	M e P-xilene
Agglomerato Firenze	UF	FI-Bassi	1,5	5	0,4	0	2
Zona Prato Pistoia	UF	PO-Roma	1,2	3	0,2	0	1
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR-Acropoli	1,5	3	0,2	0	1
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	UF	LU-San Concordio	0,5	2	0,2	0	1
Zona Costiera	UF	LI-La Pira	1	2	0,2	0	1
Zona Collinare e montana	UF	SI-Poggibonsi	0,4	2	0,2	0	1

Grafico 4.9.4. Valori medi annuali dei derivati del Benzene: Toluene, e-Benzene, o-Xilene m-p-Xilene - Anno 2025



Il grafico mostra la distribuzione dei derivati del Benzene per ciascuna stazione, indicando che non ci sono sostanziali differenze nella composizione dei BTX totali né per Zona né per tipologia di sito. Per il toluene, che è il derivato che si rileva nelle concentrazioni più elevate, sono riportate le distribuzioni dei valori orari registrati nel 2025. In alcune stazioni vengono talvolta registrati picchi orari consistenti che rappresentano picchi isolati come dimostra la distribuzione complessiva dei dati registrati nell'arco dell'anno con 99° percentile prossimo al valore medio.

Grafico 4.9.5. Distribuzione valori orari Toluene- Anno 2025



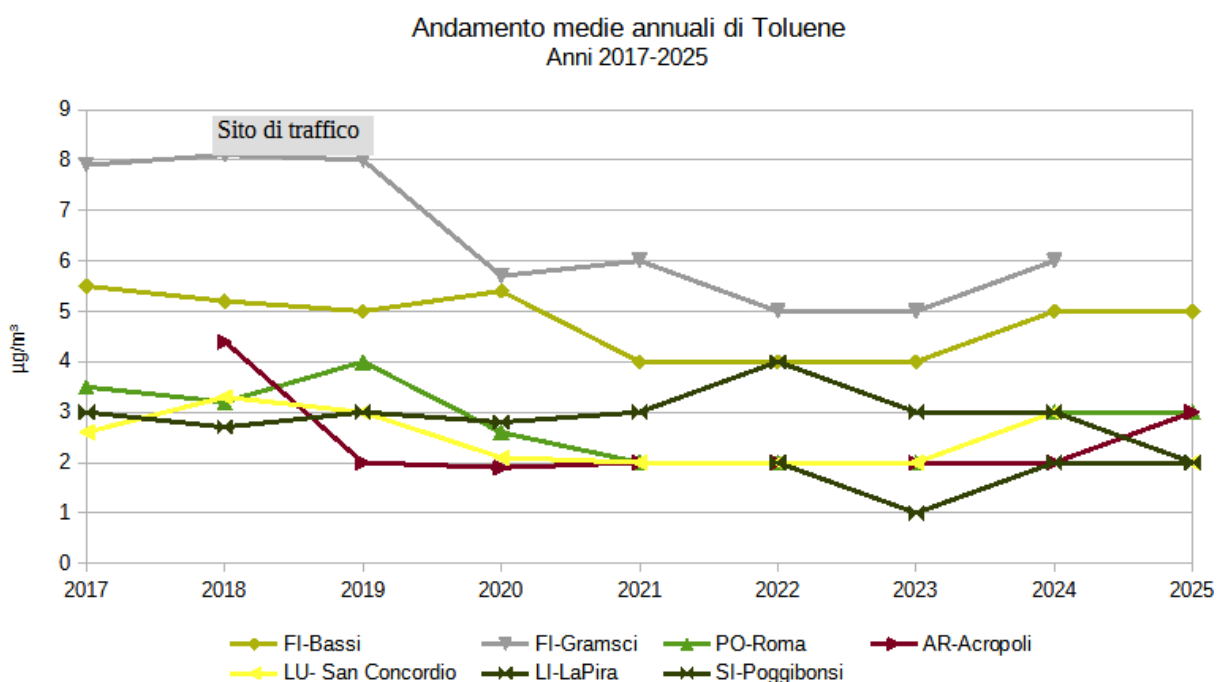
Andamento medie annuali Toluene

Sono state elaborate le tendenze dei valori medi di Toluene registrati nella Rete Regionale negli ultimi anni e l'analisi mostra una situazione piuttosto costante negli anni.

Tabella 4.9.5. Toluene - Andamenti dei valori medi annuali 2017-2025 per le stazioni di Rete Regionale

Nome Stazione	Medie annuali Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
FI-Bassi	5,5	5,2	5	5,4	4	4	4	5	5
FI-Gramsci	7,9	8,1	8	5,7	6	5	5	6	-
PO-Roma	3,5	3,2	4	2,6	2	2	2	3	3
AR-Acropoli	-	4,4	2	1,9	2	2	2	2	3
LU- San Concordio	2,6	3,3	3	2,1	2	2	2	3	2
LI-LaPira	3	2,7	3	2,8	3	4	3	3	2
SI-Poggibonsi	-	-	-	-	-	2	1	2	2

Grafico 4.9.6. Toluene- Andamenti dei valori medi annuali 2017-2025 per le stazioni di Rete Regionale



4.10. Benzoapirene e congeneri IPA

Benzo(a)pirene e congeneri 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.

Per tutte le campagne di monitoraggio di B(a)P effettuate 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, gli indicatori sono da ritenersi rappresentativi. Nel 2025, presso il sito di FI-Lavagnini, il monitoraggio è stato effettuato attraverso campagne indicative rappresentative delle 4 stagioni.

Per il monitoraggio degli IPA sul PM10, le campagne di monitoraggio di idrocarburi policiclici aromatici 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.

Medie annuali Benzo(a)pirene

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 (UE) 2024/2881 indica da rispettare entro il 2030.

Tabella 4.10.1. Benzo(a)pirene - Anno 2025 – Medie annuali

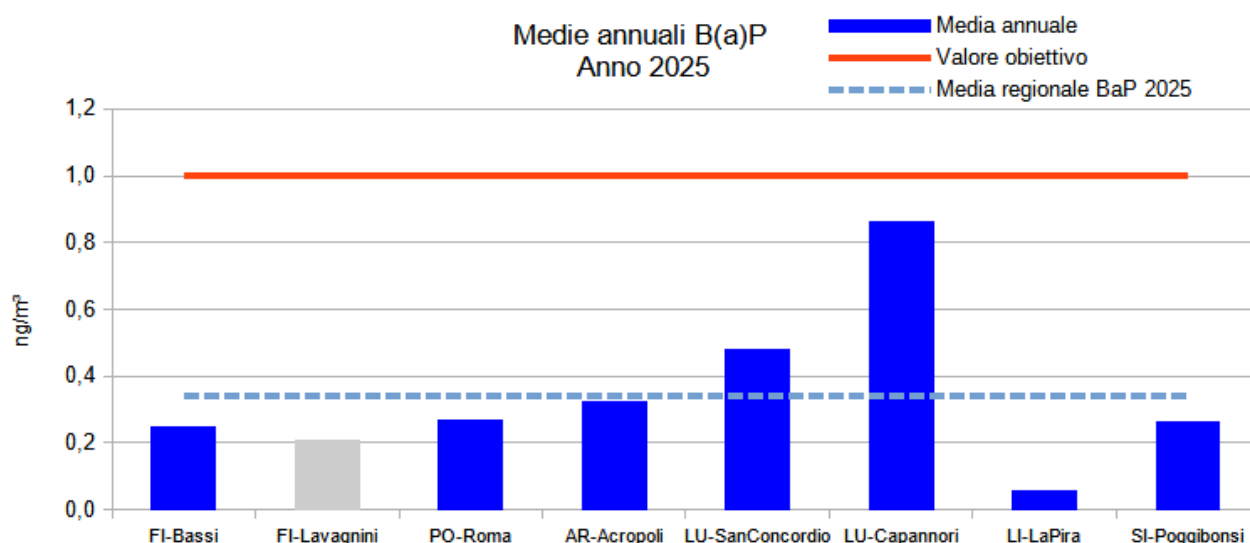
Benzo (a)Pirene		Valore obiettivo: 1,0 ng/m ³
Zona	Stazione	Media annuale (ng/m ³)
Agglomerato Firenze	UF FI-Bassi	0,2
	UT FI-Lavagnini*	0,2
Zona Prato Pistoia	UF PO-Roma	0,3
Zona Valdarno Aretino e Valdichiana	UF AR-Acropoli	0,3
Zona Valdarno Pisano e Piana Lucchese	UF LU- San Concordio	0,5
	UF LU-Capannori	0,9
Zona Costiera	UF LI-La Pira	0,1
Zona Collinare e Montana	UF SI-Poggibonsi	0,3

* misurazioni indicative distribuite nelle 4 stagioni dell'anno

Il valore obiettivo di 1,0 ng/m³ come media annuale di Benzo(a)Pirene è stato rispettato in tutte le stazioni di Rete regionale, confermando la situazione regionale molto positiva, con media complessiva registrata nel 2025 pari a 0,3 ng/m³.

Sussistono differenze sostanziali tra le concentrazioni medie di Benzo(a)pirene che caratterizzano le zone della nostra regione: le due stazioni della zona del Valdarno pisano e Piana lucchese, caratterizzata da ingente combustione di biomassa, hanno registrato le medie più elevate con massima a LU-Capannori pari a 0.9 ng/m³, mentre nella Zona Costiera si registrano i valori più contenuti. La concentrazione di BaP si conferma essere influenzata più dalla Zona che non dal tipo di stazione, con le stazioni traffico e fondo dell'Agglomerato di Firenze, che hanno registrato concentrazioni medie molto simili.

Grafico 4.10.1. Benzo(a)pirene - Anno 2025 – Medie annuali



Andamento nelle medie annuali di Benzo(a)Pirene

Si riportano in tabella i valori registrati dalle stazioni di RRQA negli ultimi 10 anni.

Tabella 4.10.2. Benzo(a)pirene – Andamento medie annuali 2015-2025

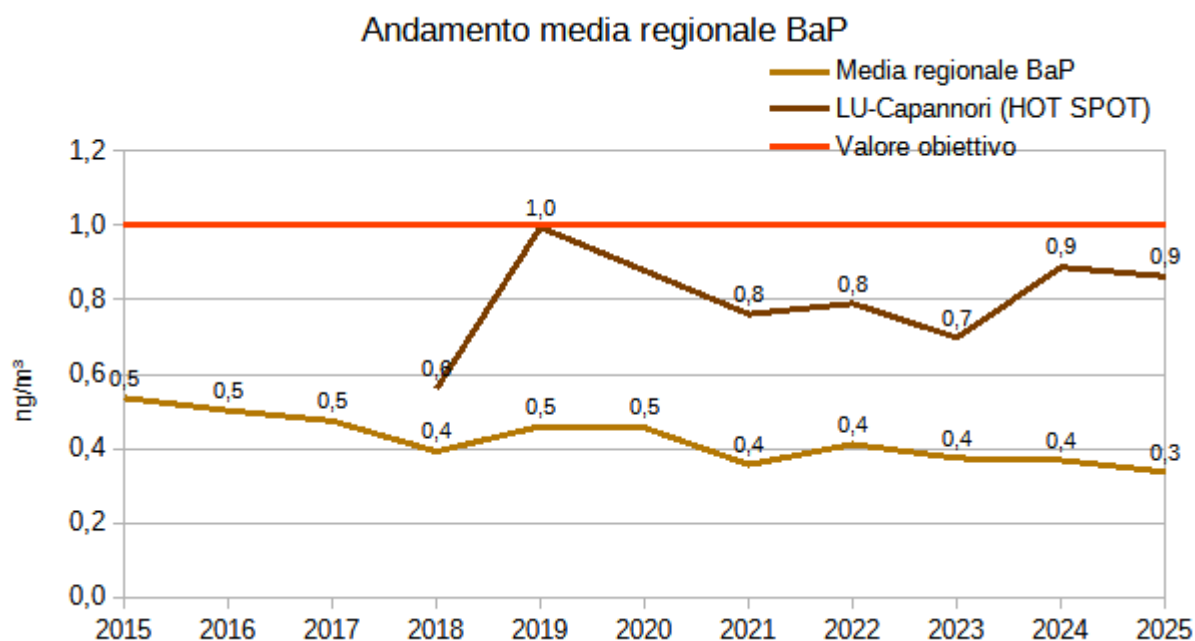
Classificazione e nome stazione		Medie annuali B(a)P (ng/m³)										
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
UF	Fi-Bassi	0,3	0,3	0,4**	0,2**	0,3**	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
UT	Fi-Gramsci/ FI-Lavagnini	0,7	0,7	0,7	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2*
UF	PO-Roma	0,8	0,7	0,6	0,4	0,4	0,7	0,3	0,5	0,5	0,2	0,3
UF	AR-Acropoli	-	-	0,6	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3
UF	LU-San Concordio	0,8	0,7	0,4	0,4	0,5	0,8	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
UF	LU-Capannori	-	-	-	0,6	1,0	-	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9
UF	LI-La Pira	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
UF	SI-Poggibonsi	-	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3

* misurazioni indicative distribuite nelle 4 stagioni dell'anno

** monitoraggio sul PM_{2,5}

In grafico l'andamento della media complessiva regionale e della media registrata nel sito di LU-Capannori che è da sempre caratterizzato dalle concentrazioni più alte.

Grafico 4.10.2. Benzo(a)pirene – Andamento media regionale e confronto media complessiva con media LU-Capannori che ha registrato i valori massimi



Confronto Medie B (a)P con limite della Direttiva (UE) 2024/2881 da rispettare entro il 2030

Tabella 4.10.3. Medie annuali anni 2023, 2024 e 2025.

Limite			
Media annuale 1,0 ng/m ³			
Benzo(a)Pirene	Medie 2023	Medie 2024	Medie 2025
FI-Bassi	0,1	0,2	0,3
FI-Gramsci 23 24 / Lavagnini 25	0,4	0,3	0,2
PO-Roma	0,5	0,2	0,3
AR-Acropoli	0,4	0,4	0,3
LU-San Concordio	0,5	0,5	0,5
LU-Capannori	0,7	0,9	0,9
LI-LaPira	0,1	0,1	0,1
SI-Poggibonsi	0,2	0,2	0,3

La nuova Direttiva conferma un valore limite pari al valore obiettivo del D.Lgs 155/2010, che è costantemente rispettato nella nostra regione.

In tutti i siti di monitoraggio del BaP, altri 6 congeneri sono stati oggetti di analisi, pertanto si riporta una sintesi delle medie registrate nel 2025 in ciascuno stazione di RRQA.

Medie annuali idrocarburi policiclici aromatici - Anno 2025

Tabella 4.10.4. Idrocarburi policiclici aromatici – Medie annuali Anno 2025

Stazione	Medie annuali 2025 (ng/m³)							
	benzo(a) pirene	benzo(a) antracene	benzo(b) fluorantene	benzo(k) fluorantene	benzo(j) fluorantene	dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene	Somma IPA (7 congeneri)
FI-Bassi	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,04	0,3	1,3
FI-Lavagnini*	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,3	1,4
PO-Roma	0,3	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,3	1,6
AR-Acropoli	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,1	0,3	1,8
LU- San Concordio	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,1	0,4	2,4
LU-Capannori	0,9	0,7	0,9	0,5	0,6	0,1	0,7	4,3
LI-La Pira	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,02	0,1	0,6
SI-Poggibonsi	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2	0,04	0,3	1,5
Media totale regionale	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,1	0,3	1,9

* Misurazioni indicative distribuite nelle 4 stagioni dell'anno

Le stazioni della piana lucchese si distinguono per i valori più elevati di IPA nel panorama regionale.

Grafico 4.10.3. Idrocarburi policiclici aromatici – Medie annuali 2025 per stazione

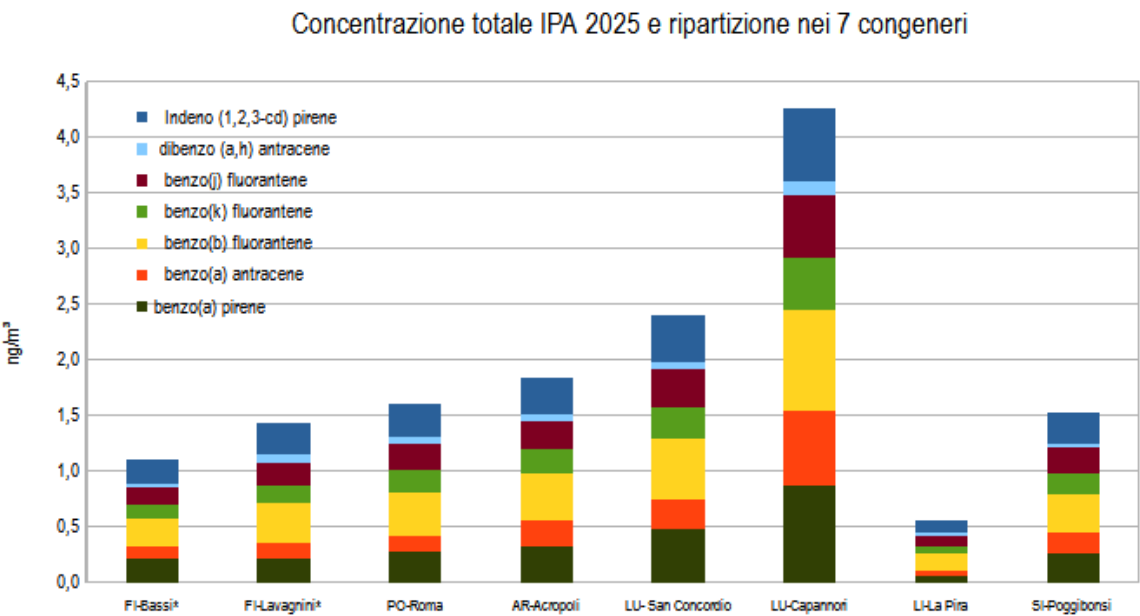


Grafico 4.10.4. Idrocarburi policiclici aromatici – Medie annuali regionali 2025 e percentuale del congeneri sul totale

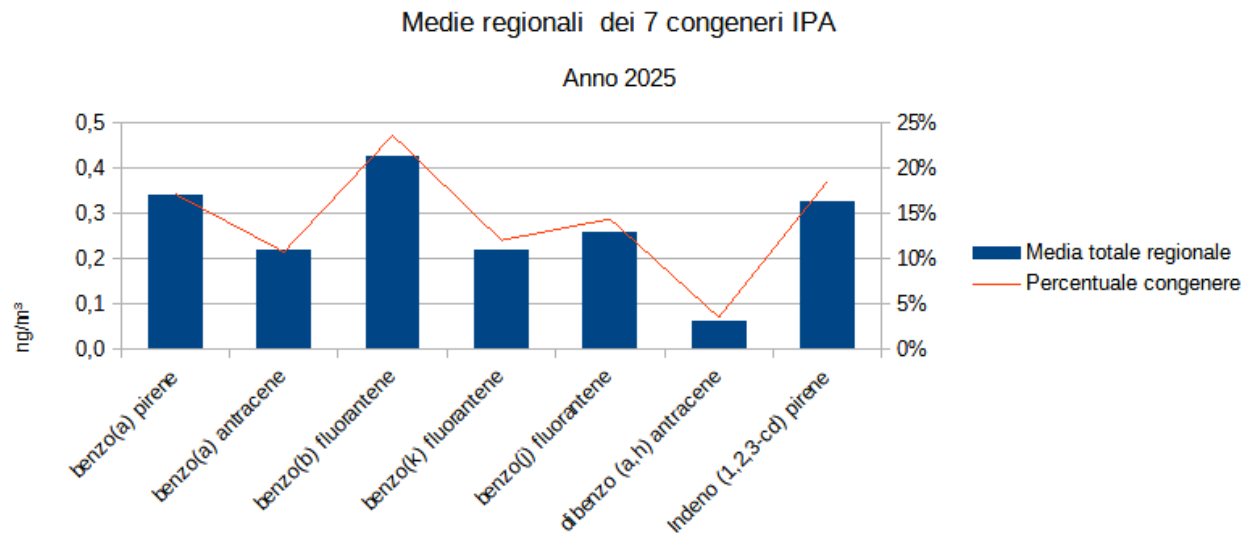
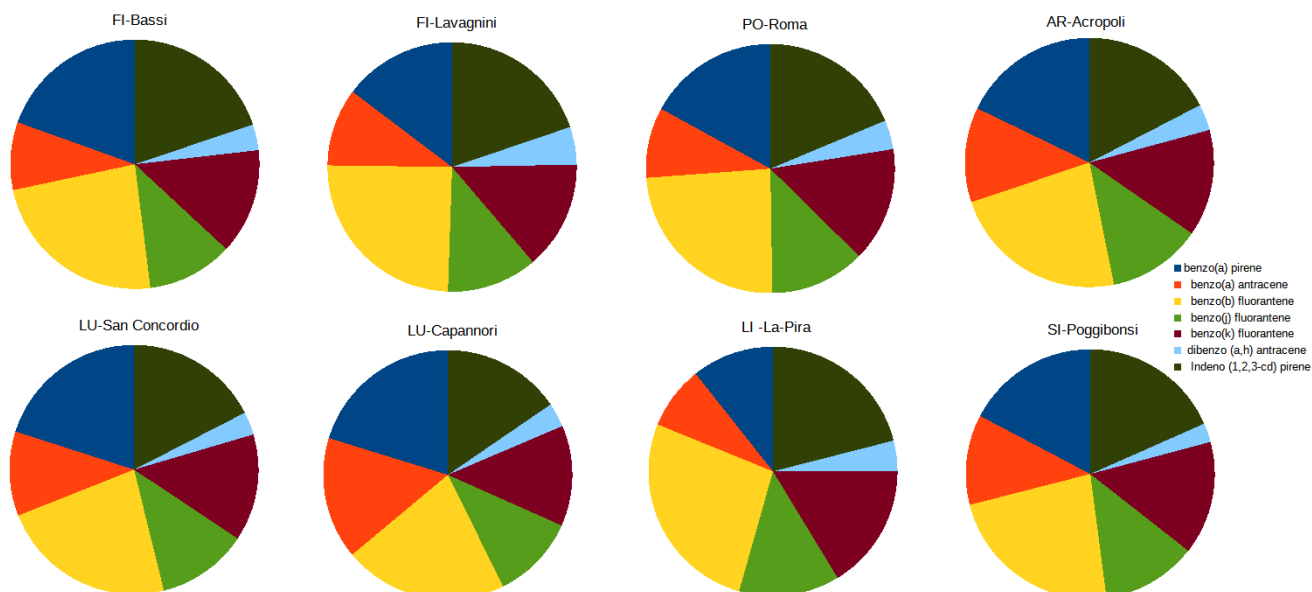


Tabella 4.10.5. % di ogni congeneri IPA sul totale

Stazione	% sul totale						
	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
FI-Bassi	19%	8%	24%	12%	14%	3%	20%
FI-Lavagnini*	15%	10%	25%	12%	14%	5%	20%
PO-Roma	17%	9%	24%	12%	15%	4%	19%
AR-Acropoli	18%	12%	23%	12%	14%	3%	17%
LU- San Concordio	20%	11%	23%	12%	14%	3%	17%
LU-Capannori	20%	16%	21%	11%	13%	3%	15%
LI-La Pira	11%	8%	27%	13%	16%	4%	21%
SI-Poggibonsi	17%	12%	23%	12%	15%	2%	18%
Media regionale	17%	11%	24%	12%	14%	3%	19%

* Misurazioni indicative distribuite nelle 4 stagioni dell'anno

Figura 4.10.1. Idrocarburi policiclici aromatici: distribuzione dei 7 congeneri sul totale



Come già osservato per il Benzo(a)pirene, riportato in tabella insieme agli altri congeneri, le medie annuali variano sensibilmente di zona in zona. Le medie più elevate sono state registrate dalle due stazioni di fondo della Piana Lucchese mentre il sito della Zona Costiera è caratterizzato dai valori minori. La ripartizione dei sette congeneri sul totale è invece piuttosto uniforme per tutti i siti e non varia sensibilmente né in base alla zona né al tipo di stazione.

Sito di interesse nazionale FI-Bassi

FI-Bassi da parte della rete nazionale speciale per la determinazione della speciazione chimica del PM₁₀ e del PM_{2,5} e dei 7 congeneri di idrocarburi policiclici aromatici (benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(j)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene e dibenzo(a,h)antracene) nel PM₁₀. Si riportano i valori medi annuali per ciascuno dei congeneri IPA, relativi agli ultimi 5 anni per una sintesi complessiva di caratterizzazione del sito.

Tabella 4.10.6 – Andamento medie annuali dei congeneri IPA nel PM₁₀ nel sito nazionale FI-Bassi

	Medie annuali IPA nel PM ₁₀ ng/m ³						
Sito nazionale FI-Bassi	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Media ultimi 5 anni
benzo(a) pirene	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
benzo(a) antracene	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
benzo(b) fluorantene	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
benzo(k) fluorantene	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
benzo(j) fluorantene	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
dibenzo(a,h) antracene	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
indeno(1,2,3-cd) pirene	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
Media IPA totale (somma 7 congeneri)	1,8	0,9	1,1	0,8	1,1	1,3	-

Grafico 4.10.5 - Andamento medie annuali congeneri IPA nel PM10, sito nazionale FI-Bassi

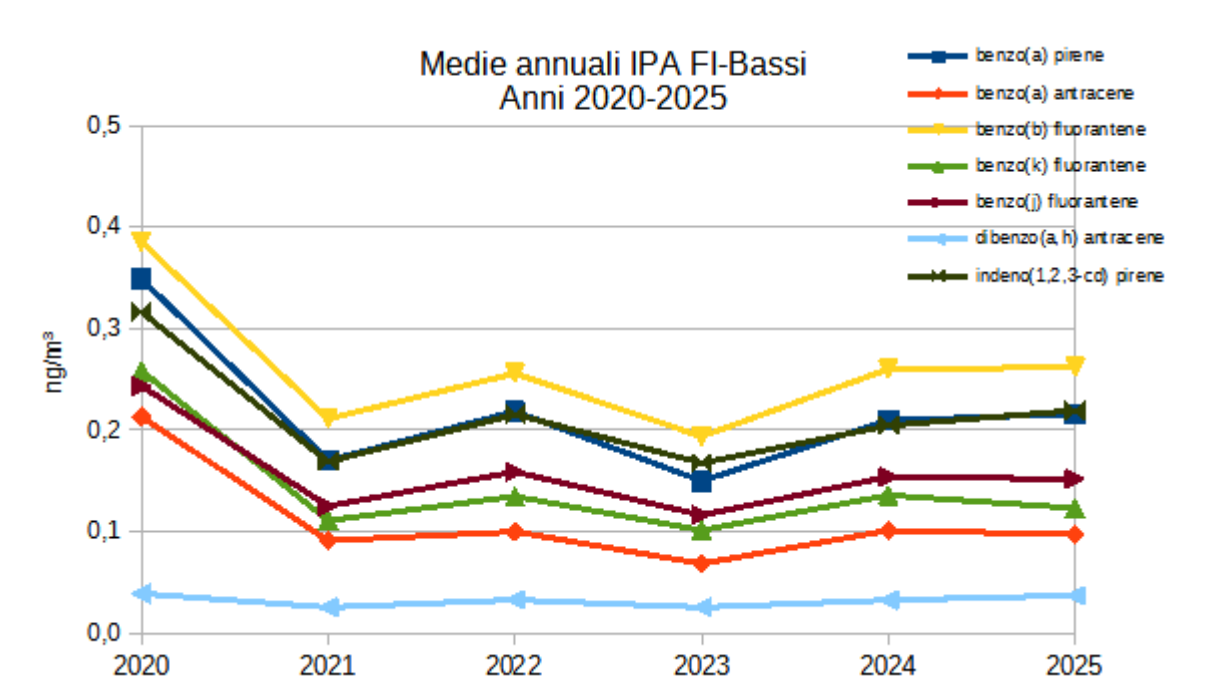
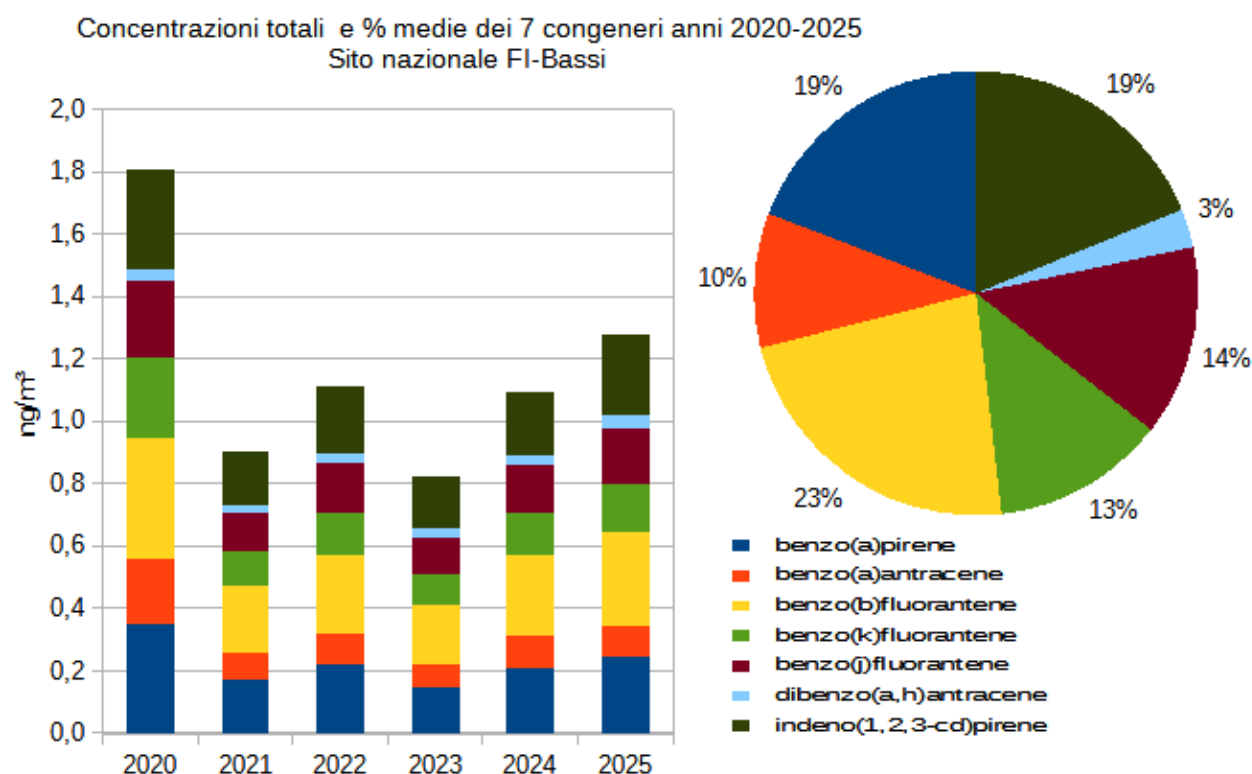


Grafico 4.10.6 - Medie IPA totali e distribuzione congeneri presso il sito FI-Bassi



Negli ultimi anni la concentrazione dei 7 IPA non è variata sensibilmente, come la loro distribuzione sul totale (leggermente più elevata è stata la media complessiva di idrocarburi policiclici aromatici registrata nel 2020, che è stata del 50% superiore alla media degli ultimi 6 anni (1,2 ng/m³).

4.11. 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 sia per la distribuzione dei dati nell'anno e quindi gli indicatori sono da ritenersi rappresentativi. Nel 2025 presso FI-Lavagnini il monitoraggio è stato effettuato attraverso campagne indicative rappresentative delle 4 stagioni. Le campagne di monitoraggio di Arsenico, Nichel, Cadmio e Piombo 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.

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).

Medie annuali 2025 metalli D.Lgs 155/2010

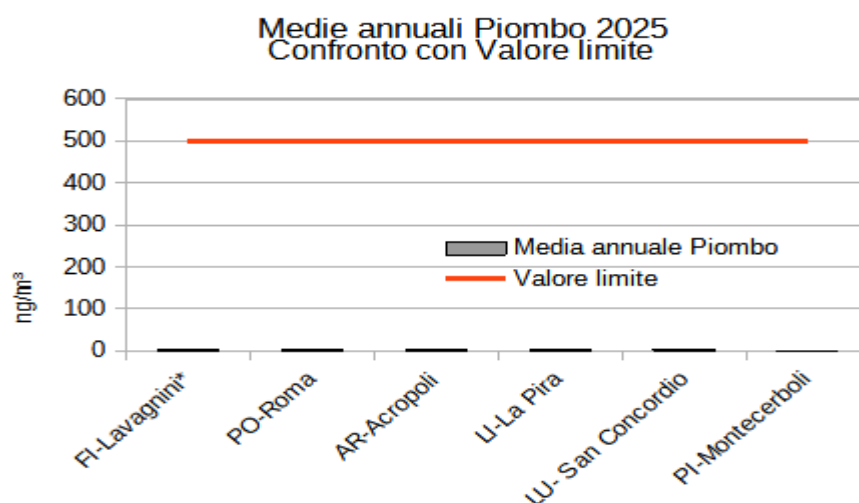
Tabella 4.11.1. Metalli pesanti - Anno 2025 – Valori medi annuali

			Valore obiettivo 6.0 ng/m ³	Valore obiettivo 5.0 ng/m ³	Valore obiettivo 20,0 ng/m ³	Valore limite 500 ng/m ³
Zona	Stazione		Media annuale Arsenico	Media annuale Cadmio	Media annuale Nichel	Media annuale Piombo
Agglomerato Firenze	UT	FI-Lavagnini*	<0,4	0,06	<2	2,1
Zona Prato Pistoia	UF	PO-Roma	<0,4	0,08	<2	2,1
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	UF	AR-Acropoli	<0,4	0,06	<2	1,5
Zona costiera	UF	LI-La Pira	<0,4	<0,05	<2	1,9
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	UF	LU- San Concordio	0,7	0,22	<2	3,7
Zona collinare e montana	PF	PI-Montecerboli	<0,4	<0,05	<2	0,9

* misurazioni indicative distribuite nelle 4 stagioni dell'anno

I risultati del monitoraggio dei metalli indicano valori medi molto bassi e nettamente inferiori ai parametri di riferimento normativo, per tutti i siti fin dall'inizio del monitoraggio. In particolare, per la grande maggioranza dei campioni elementari del periodo più caldo dell'anno, le concentrazioni risultanti dal monitoraggio sono state inferiori al limite di determinazione strumentale, per cui la stessa media annuale è risultata nettamente inferiore al LD per tutte le stazioni.

Grafico 4.11.1. Piombo - Anno 2025 – Valori medi annuali



In tutte le stazioni di *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.

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

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

Monitoraggio metalli non normati nel PM10.

Presso le stazioni di FI-Lavagnini e 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 sito di Livorno nel 2025 ed il confronto con gli anni precedenti.

Tabella 4.11.2. Vanadio - Media annuale 2025

Vanadio anno 2025			
Zona	Stazione UT		Media annuale (ng/m^3)
Zona costiera	UF	LI-La Pira	1,9

Tabella 4.11.3. Vanadio andamento medie annuali sito di LI-La Pira

Nome stazione	Media annuale Vanadio (ng/m^3)				
	2021	2022	2023	2024	2025
LI-La Pira	2,3	2,8	2,4	2,1	1,9

Di seguito si riportano le concentrazioni medie annuali di Metalli registrate nel sito di FI-Lavagnini che nel 2025 ha sostituito FI-Gramsci.

Tabella 4.11.4. Medie annuali 2025: Argento, Cobalto, Cromo, Rame, Ferro, Manganese, Antimonio, Selenio, Stagno, Tallio e Zinco

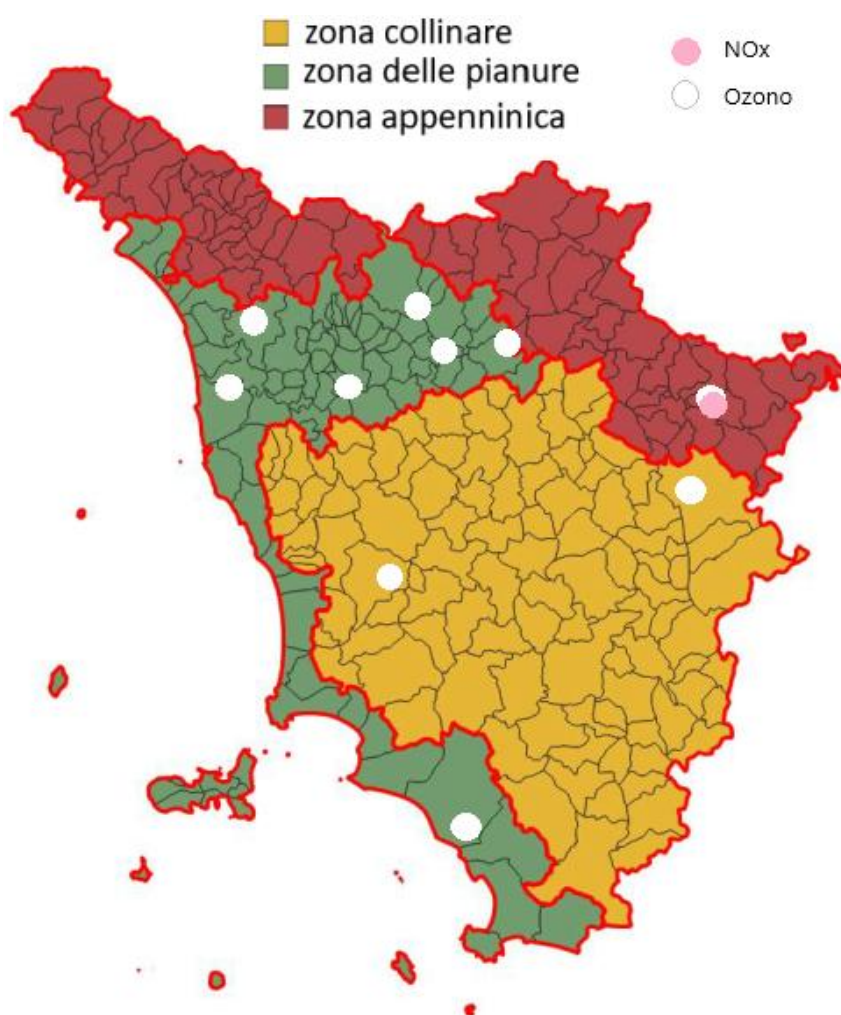
Monitoraggio metalli anno 2025			
Zona	Stazione	Media annuale (ng/m ³)	
Agglomerato Firenze	UT FI-Lavagnini*	ANTIMONIO - ng/m ³	2,1
		ARGENTO - ng/m ³	<0,2
		COBALTO - ng/m ³	0,13
		CROMO - ng/m ³	7,9
		FERRO - ng/m ³	900
		MANGANESE - ng/m ³	11
		RAME - ng/m ³	38
		SELENIO - ng/m ³	0,2
		STAGNO - ng/m ³	<25
		TALLIO - ng/m ³	<0,05
		VANADIO - ng/m ³	0,5
		ZINCO - ng/m ³	17

* Misurazioni indicative distribuite nelle 4 stagioni dell'anno

5. Indicatori e confronto con i valori limite ed obiettivo per la protezione della vegetazione

Con DGR 214 del 24 febbraio 2025 è stata 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.

Figura 5.1. Zonizzazione del territorio della Toscana ai fini della protezione della vegetazione con indicate le stazioni di monitoraggio per i relativi indicatori



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.

5.1. Ossidi di azoto

L'indicatore NO_x viene calcolato solo per le stazioni rurali che rispettano i parametri di rappresentatività per la protezione della vegetazione. In Toscana l'unica stazione che rispetta il criterio è la rurale fondo di Chitignano, presso la quale i valori di NO_x sono costantemente molto bassi ed a livelli nettamente inferiori al valore critico di 30 µg/m³.

Tabella 5.1.1. NO_x - Anno 2025 – Media annuale stazione di fondo regionale

NO _x 2025		Valore limite 30 µg/m ³
Stazione		Media 2025 (µg/m ³)
R reg F	AR-Casa Stabbi	6

Tabella 5.1.2. NO_x – Andamento medie annuali

Classificazione e nome stazione		Medie annuali NO _x per la protezione della vegetazione (µg/m ³)								
		V.L. = 30 µg/m ³								
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
R reg F	AR-Casa Stabbi	4	2	2	3	3	2	4	3	6

5.2. Ozono

Tabella 5.2.1 O₃ - Anno 2025- Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40

Ozono Anno 2025			Valore obiettivo protezione vegetazione 18.000 µg/m ³ h	
Zona	Stazione		AOT40 2025	AOT40 media 2021-2025
Zona delle pianure	S	FI-Settignano	21.686	20.623
	U	FI-Signa	25.004	22.904
	S	PT-Montale	25.503	22.944
	S	LU-Carignano	23.124	17.436
	S	PI-Santacroce	15.497	12.024
	S	PI-Passi	11.433	11.747
	R	GR-Maremma	23.820	19.120
Zona collinare	S	PI-Montecerboli	21.163	19.060
	S	AR-Acropoli	9.667	9.355
Zona appenninica	RF	AR-Casa Stabbi	12.955	12.815

Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 di 18000 è stato superato in 5 siti della RRQA, rispettivamente in 4 che appartengono alla Zona delle pianure e in 1 sito della Zona collinare. L'indicatore è calcolato come media degli ultimi 5 anni.

Grafico 5.2.1. O_3 - Anno 2025 - Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40

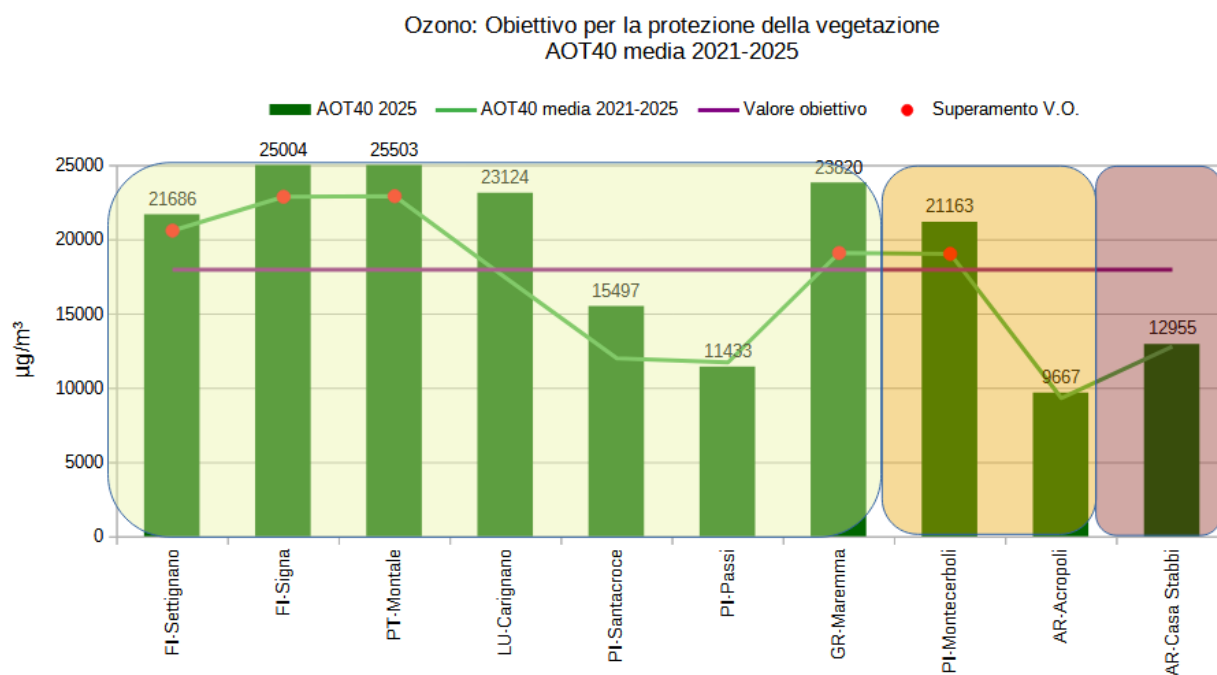


Figura 5.2.1. O_3 - Valore obiettivo per la protezione della vegetazione



6.Trend statistici

In questo paragrafo è riportato il calcolo delle tendenze statistiche su serie di lungo periodo per PM10, PM2.5, NO₂ e Ozono. Il calcolo si basa sull'applicazione della funzione Theil Sein destagionalizzata del pacchetto openair di R ai dati mensili delle stazioni e alla mediana regionale per il periodo 2015-2025. I risultati sono espressi in ug/m³ anno e si suddividono in trend crescenti, decrescenti e stazionari; ad ogni trend è associata una significatività statistica secondo la simbologia illustrata in tabella. Nessun simbolo equivale a risultato non statisticamente significativo.

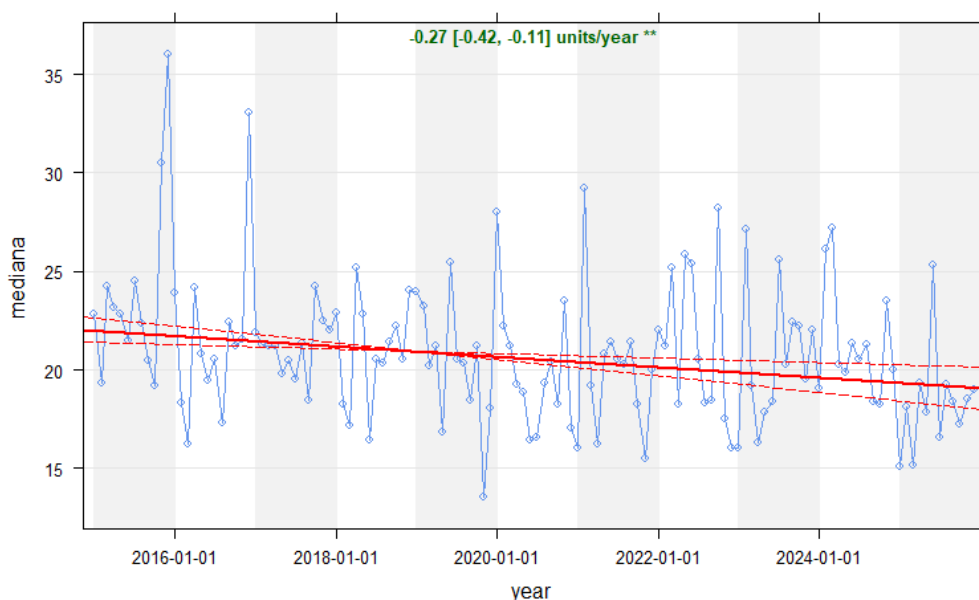
Simbolo	p value	Intervallo di confidenza
+	<0,1	90%
*	<0,05	95%
**	<0,01	99%
***	<0,001	99.9%

Per alcune stazioni per cui la serie non era disponibile dal 2015, il trend è stato comunque calcolato a partire dall'anno di attivazione della misura.

Trend PM10

La mediana regionale è il lieve diminuzione dal (-0,3 ug/m³ anno) conferma l'andamento 2015-2022 con una maggiore significatività statistica che passa dal 90% al 99%.

Grafico 6.1.1. Trend mediana PM2.5



Su 34 stazioni 24 mostrano un trend decrescente, 9 un trend stazionario e solo una, la stazione di traffico urbano di FI-Mosse, un trend nettamente crescente confermando quanto già osservato nei trend 2015-2022.

Grafico 6.1.2 Trend per il PM10

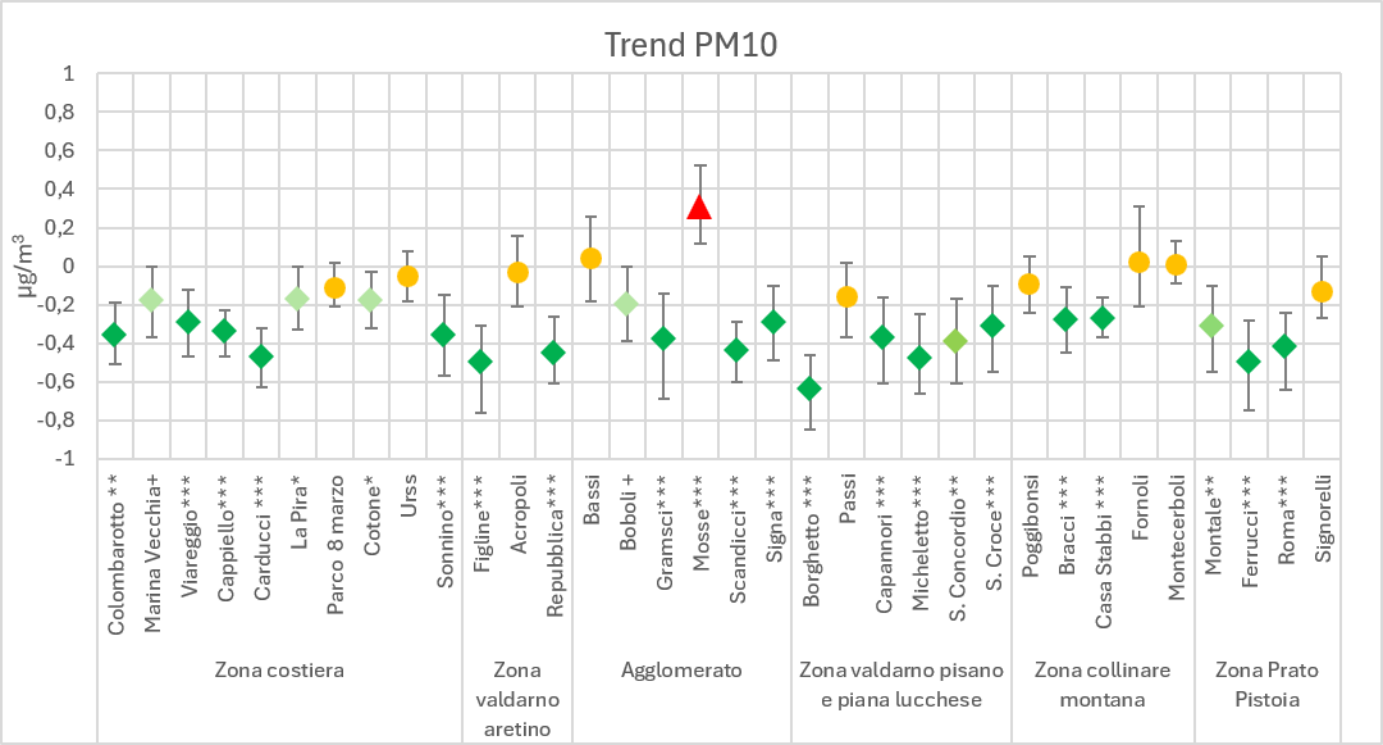


Immagine 6.1.1. Mappa dei trend per il PM10

Legenda	
Trend crescente	
Trend stazionario	
Trend decrescente	

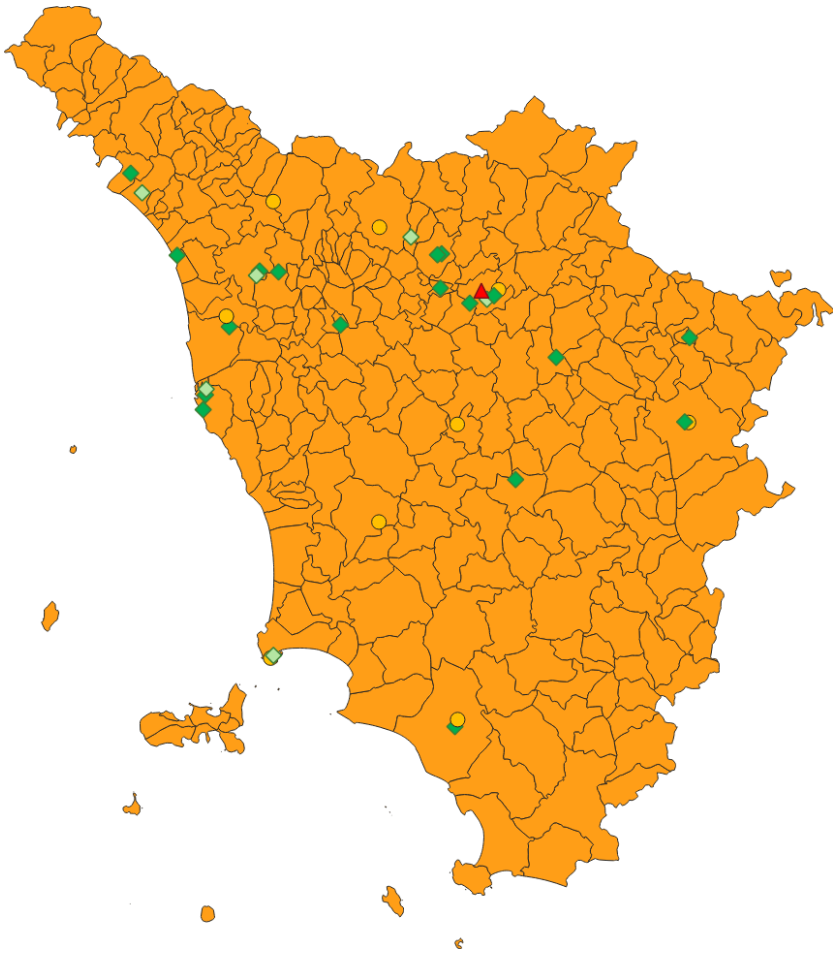


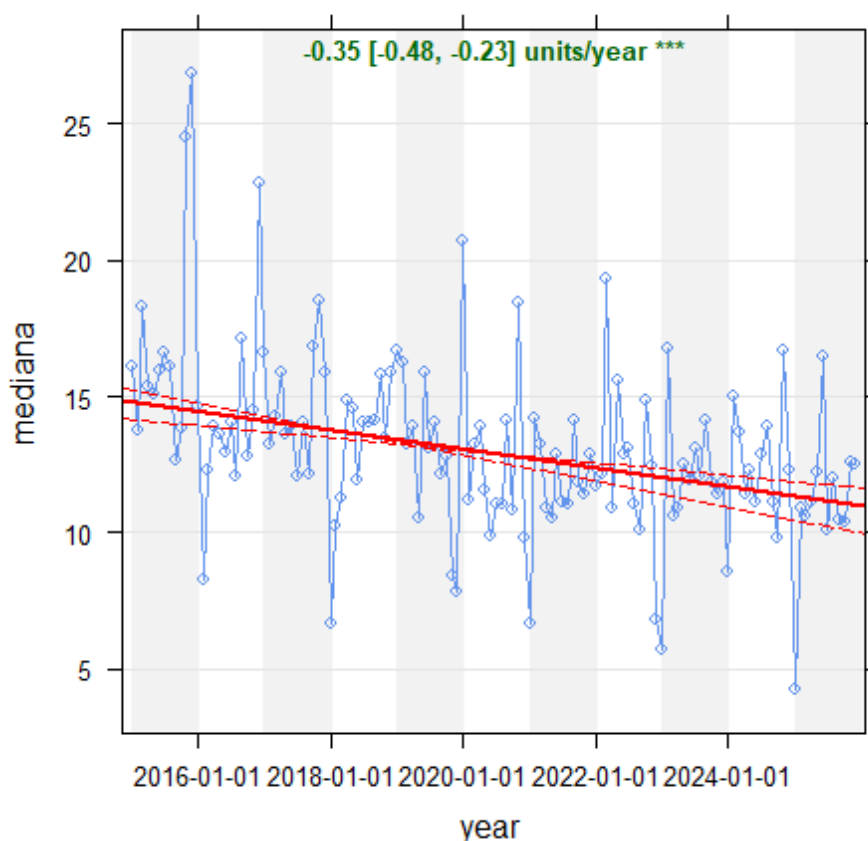
Tabella 6.1.1. Trend PM10 2015-2025

Zona	Stazione	Trend 2015-2025 ug/m3 anno		
		medio	min	max
Zona costiera	Colombarotto **	-0,36	-0,51	-0,19
	Marina Vecchia+	-0,18	-0,37	0
	Viareggio***	-0,29	-0,47	-0,12
	Cappiello***	-0,34	-0,47	-0,23
	Carducci ***	-0,47	-0,63	-0,32
	La Pira*	-0,17	-0,33	0
	Parco 8 marzo	-0,11	-0,21	0,02
	Cotone*	-0,18	-0,32	-0,03
	Urss	-0,05	-0,18	0,08
	Sonnino***	-0,36	-0,57	-0,15
Zona valdarno aretino	Figline***	-0,5	-0,76	-0,31
	Acropoli	-0,03	-0,21	0,16
	Repubblica***	-0,45	-0,61	-0,26
Agglomerato	Bassi	0,04	-0,18	0,26
	Boboli +	-0,2	-0,39	0
	Gramsci***	-0,38	-0,69	-0,14
	Mosse***	0,31	0,12	0,52
	Scandicci***	-0,44	-0,6	-0,29
	Signa***	-0,29	-0,49	-0,1
Zona valdarno pisano e piana lucchese	Borghetto ***	-0,64	-0,85	-0,46
	Passi	-0,16	-0,37	0,02
	Capannori ***	-0,37	-0,61	-0,16
	Micheletto***	-0,48	-0,66	-0,25
	S. Concordio**	-0,39	-0,61	-0,17
	S. Croce***	-0,31	-0,55	-0,1
Zona collinare montana	Poggibonsi	-0,09	-0,24	0,05
	Bracci ***	-0,28	-0,45	-0,11
	Casa Stabbi ***	-0,27	-0,37	-0,16
	Fornoli	0,02	-0,21	0,31
	Montecerboli	0,01	-0,09	0,13
Zona Prato Pistoia	Montale**	-0,31	-0,55	-0,1
	Ferrucci***	-0,5	-0,75	-0,28
	Roma***	-0,42	-0,64	-0,24
	Signorelli	-0,13	-0,27	0,05

Trend PM2,5

La mediana regionale di PM2,5 presenta una riduzione simile a quella del PM10 con una maggiore significatività statistica. Anche questo andamento conferma quanto osservato per il periodo 2015-2022 anche se la decrescita ha subito un rallentamento (da 0,46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anno per il periodo 2015-2022 a 0,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anno per il periodo 2015-2025).

Grafico 6.2.1. Trend mediana PM2,5



Le 15 stazioni di PM2,5 risultano avere tutte un andamento in diminuzione e anche per quelle con le diminuzioni minori, vicine allo 0, la significatività statistica del trend è sempre molto elevata.

Grafico 6.2.2. Trend per il PM2,5

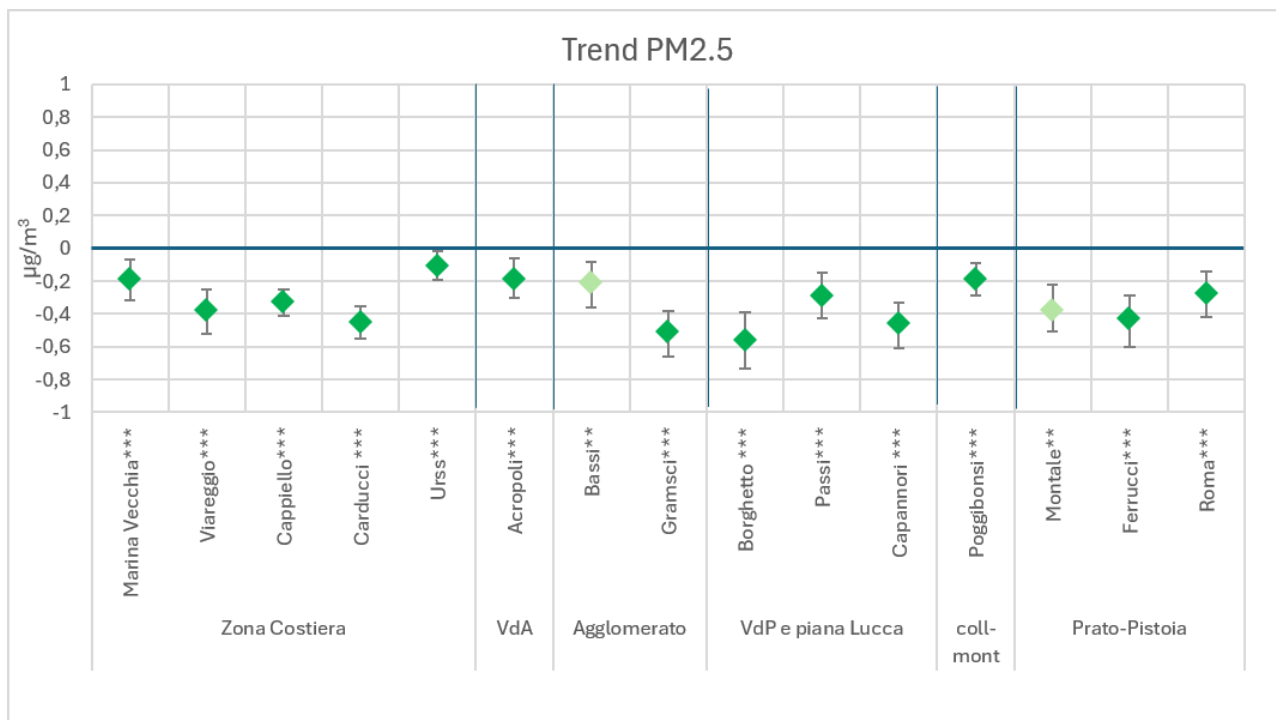


Immagine 6.2.1. Mappa dei trend per il PM2.5

Legenda	
Trend crescente	
Trend stazionario	
Trend decrescente	

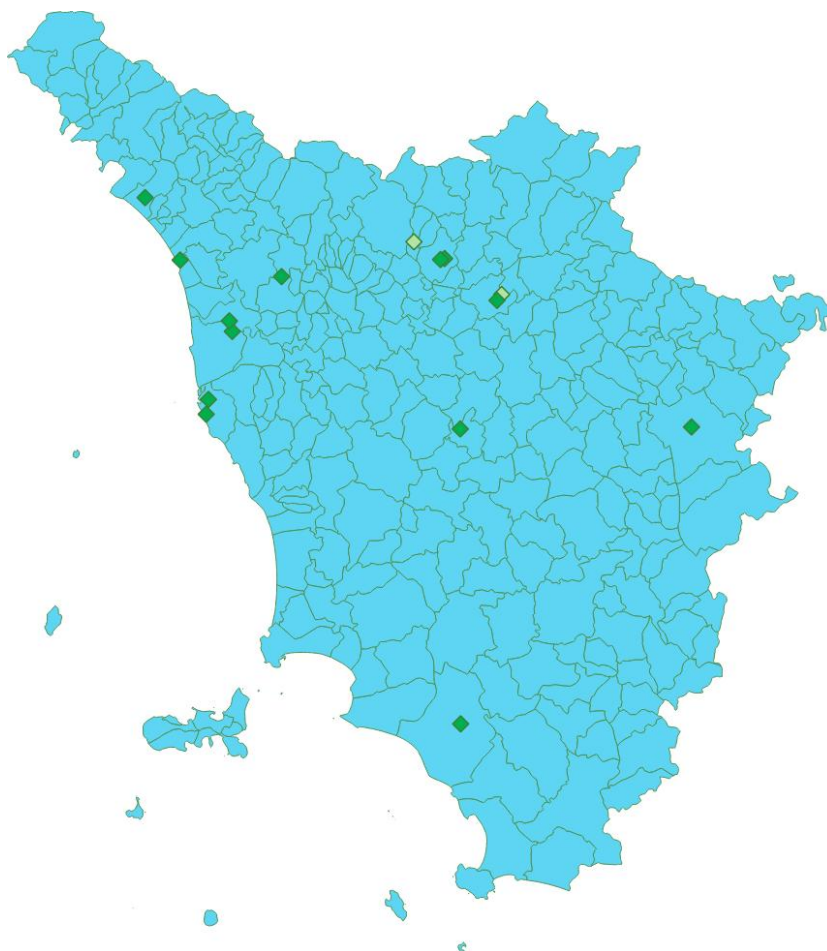


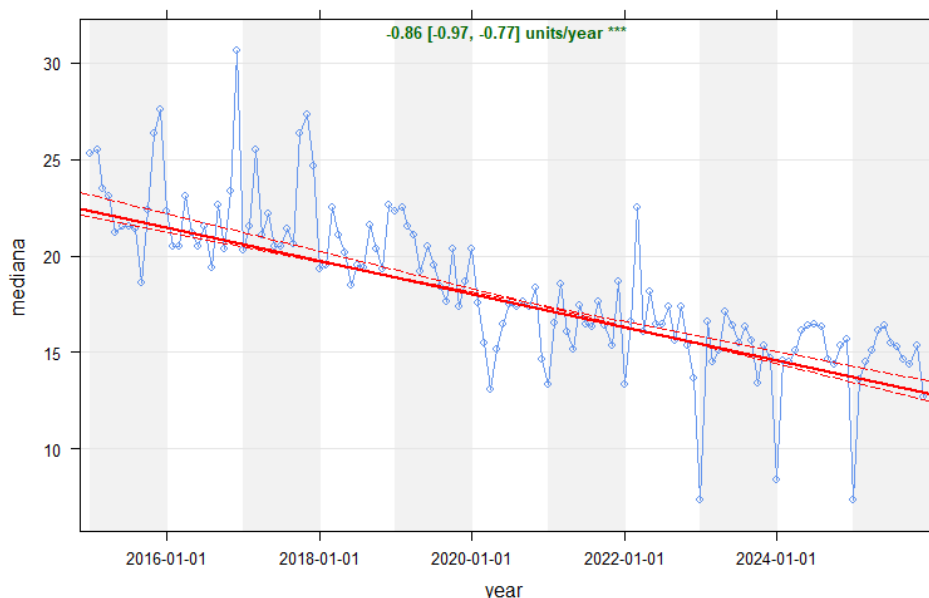
Tabella 6.2.1. Trend PM2,5 2015-2025

Zona	Stazione	Trend 2015-2025 ug/m3 anno		
		medio	min	max
Zona Costiera	Marina Vecchia***	-0,19	-0,32	-0,07
	Viareggio***	-0,38	-0,52	-0,25
	Cappiello***	-0,33	-0,41	-0,25
	Carducci ***	-0,45	-0,55	-0,35
	Urss***	-0,11	-0,19	-0,02
VdA	Acropoli***	-0,19	-0,3	-0,06
Agglomerato	Bassi**	-0,21	-0,36	-0,08
	Gramsci***	-0,51	-0,66	-0,38
VdP e piana Lucca coll-mont	Borghetto ***	-0,56	-0,73	-0,39
	Passi***	-0,29	-0,43	-0,15
	Capannori ***	-0,46	-0,61	-0,33
	Poggibonsi***	-0,19	-0,29	-0,09
Prato-Pistoia	Montale**	-0,38	-0,51	-0,22
	Ferrucci***	-0,43	-0,6	-0,29
	Roma***	-0,28	-0,42	-0,14

Trend NO₂

La mediana regionale di NO₂ ha registrato tra il 2015-2025 una riduzione media di 0,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anno, una decrescita netta anche se leggermente inferiore al periodo 2015-2022 (trend -1,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Grafico 6.3.1. Trend mediana Biossido di Azoto



Gli andamenti delle singole serie delle 36 stazioni sono molto più netti di quelli del PM. Tutte le 36 serie risultano in diminuzione con 3 sole serie vicine alla stazionarietà. Anche lo scarto tra la pendenza minima e massima stimate (barre di errore nel grafico) è molto contenuto e i risultati sono netti. Le serie GR-Maremma, PI-Montecerboli e AR-Casa Stabbi, che rappresentano il fondo regionale e che da sempre misurano i livelli più bassi, sono pressoché stabili nel decennio, così come accadeva tra il 2015 e il 2022. Invece la stazione di LI-Carducci, che tra le stazioni di traffico si distingueva per essere quella con la diminuzione meno significativa, per periodo 2015 - 2025 risulta allineata alla tendenza generale, mostrando un trend in diminuzione statisticamente significativo. La stazione di FI-Gramsci resta quella che riporta la decrescita maggiore.

Grafico 6.2.3. Trend per il Biossido di Azoto

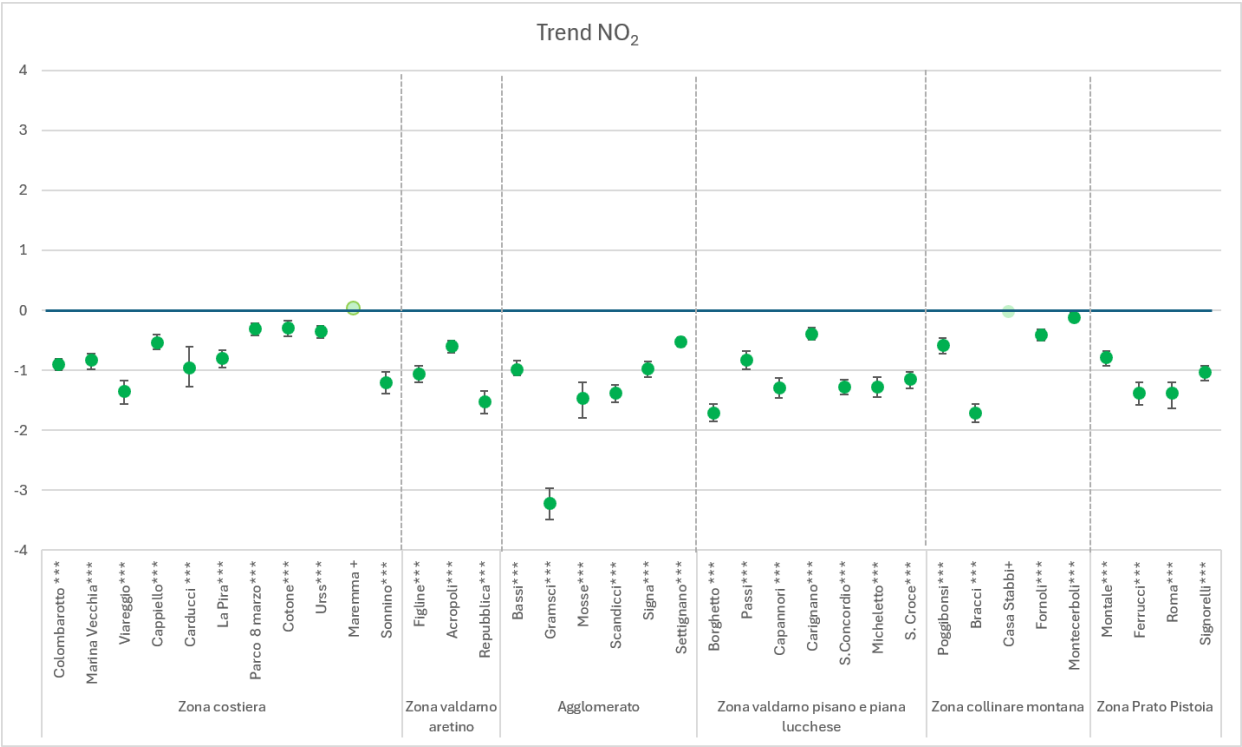


Immagine 6.3.1. Mappa dei trend per il Biossido di Azoto

Legenda	
Trend crescente	
Trend stazionario	
Trend decrescente	

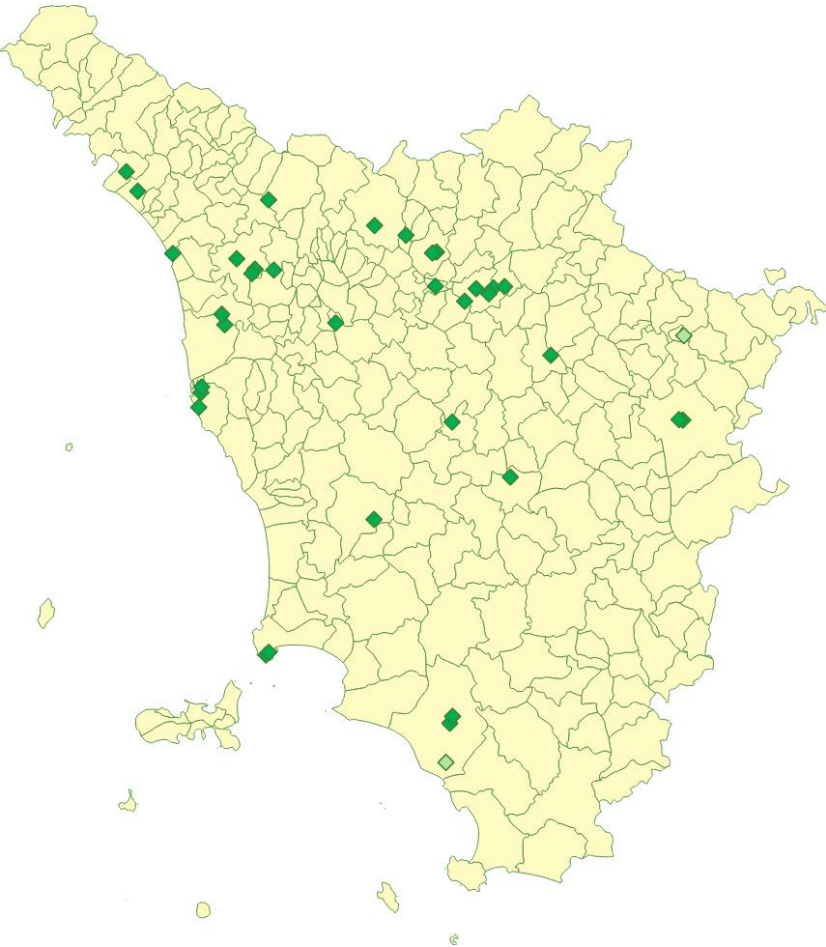
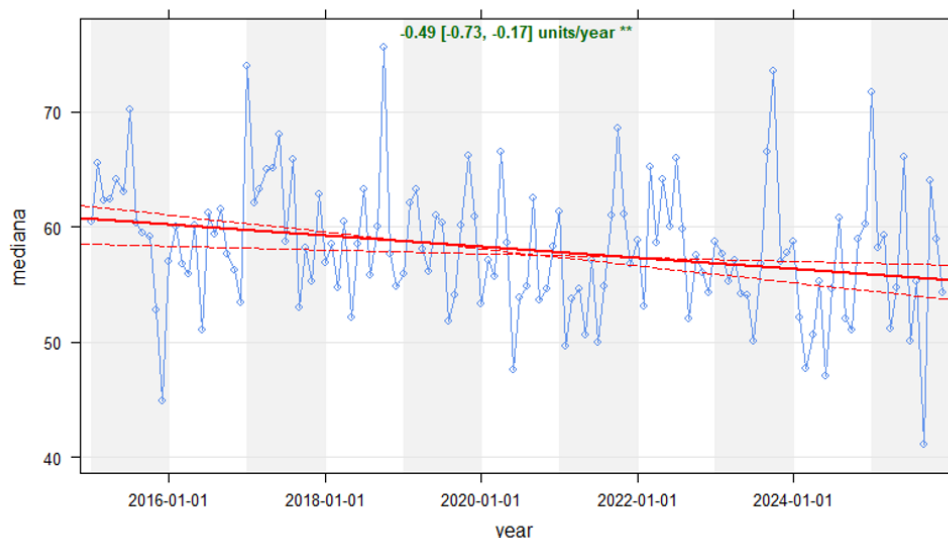


Grafico 6.3.1. Trend Biossido di Azoto 2015-2025

Zona	Stazione	Trend 2015-2025 ug/m3 anno		
		medio	min	max
Zona costiera	Colombarotto ***	-0,9	-1	-0,81
	Marina Vecchia***	-0,83	-0,99	-0,72
	Viareggio***	-1,35	-1,56	-1,17
	Cappiello***	-0,53	-0,65	-0,41
	Carducci ***	-0,95	-1,28	-0,61
	La Pira***	-0,79	-0,95	-0,67
	Parco 8 marzo***	-0,3	-0,42	-0,21
	Cotone***	-0,29	-0,44	-0,17
	Urss***	-0,35	-0,47	-0,26
	Maremma +	0,03	0	0,07
	Sonnino***	-1,2	-1,39	-1,02
Zona valdarno aretino	Figline***	-1,06	-1,2	-0,93
	Acropoli***	-0,6	-0,71	-0,51
	Repubblica***	-1,52	-1,72	-1,35
Agglomerato	Bassi***	-0,98	-1,09	-0,84
	Gramsci***	-3,21	-3,49	-2,97
	Mosse***	-1,46	-1,8	-1,2
	Scandicci***	-1,38	-1,54	-1,24
	Signa***	-0,97	-1,11	-0,85
	Settignano***	-0,52	-0,61	-0,45
Zona valdarno pisano e piana lucchese	Borghetto ***	-1,7	-1,85	-1,56
	Passi***	-0,82	-0,98	-0,68
	Capannori ***	-1,29	-1,46	-1,13
	Carignano***	-0,39	-0,49	-0,29
	S.Concordio***	-1,27	-1,41	-1,16
	Micheletto***	-1,28	-1,45	-1,12
	S. Croce***	-1,15	-1,3	-1,03
Zona collinare montana	Poggibonsi***	-0,58	-0,72	-0,47
	Bracci ***	-1,71	-1,87	-1,56
	Casa Stabbi+	-0,02	-0,06	0
	Fornoli***	-0,4	-0,5	-0,32
	Montecerboli***	-0,11	-0,19	-0,05
Zona Prato Pistoia	Montale***	-0,78	-0,92	-0,68
	Ferrucci***	-1,37	-1,57	-1,2
	Roma***	-1,38	-1,63	-1,2
	Signorelli***	-1,03	-1,17	-0,93

Trend O₃

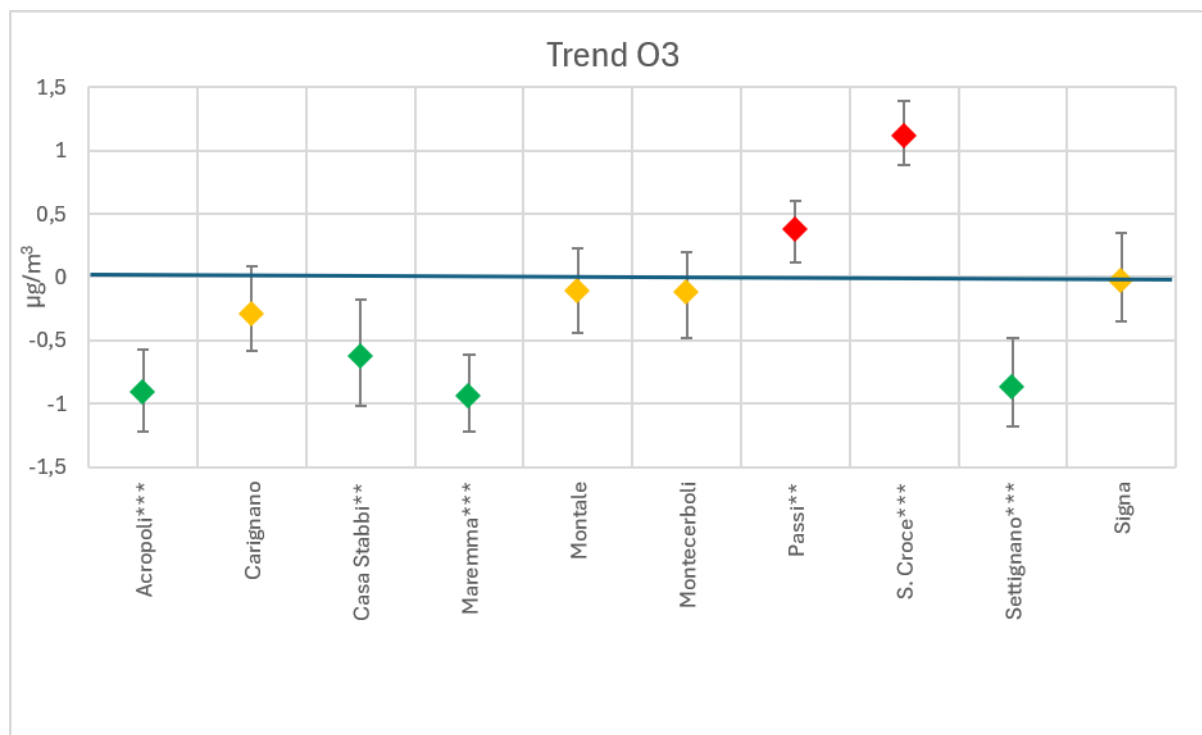
Grafico 6.4.1. Trend mediana Ozono



La mediana delle medie annuali delle 10 stazioni di rete regionale ozono mostra una lieve flessione di circa mezzo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anno, lo stesso valore stimato per il periodo 2015-2022 ma con una significatività statistica maggiore.

Per le serie singole delle 10 stazioni abbiamo: 4 trend in diminuzione, 4 trend stazionari e 2 trend in crescita.

Grafico 6.4.2. Trend per l'Ozono



Le stazioni con tendenza in aumento sono le stesse individuate nelle serie 2015-2022 ovvero PI-Passi e PI-S. Croce.

Immagine 6.4.1. Mappa dei trend per l'Ozono

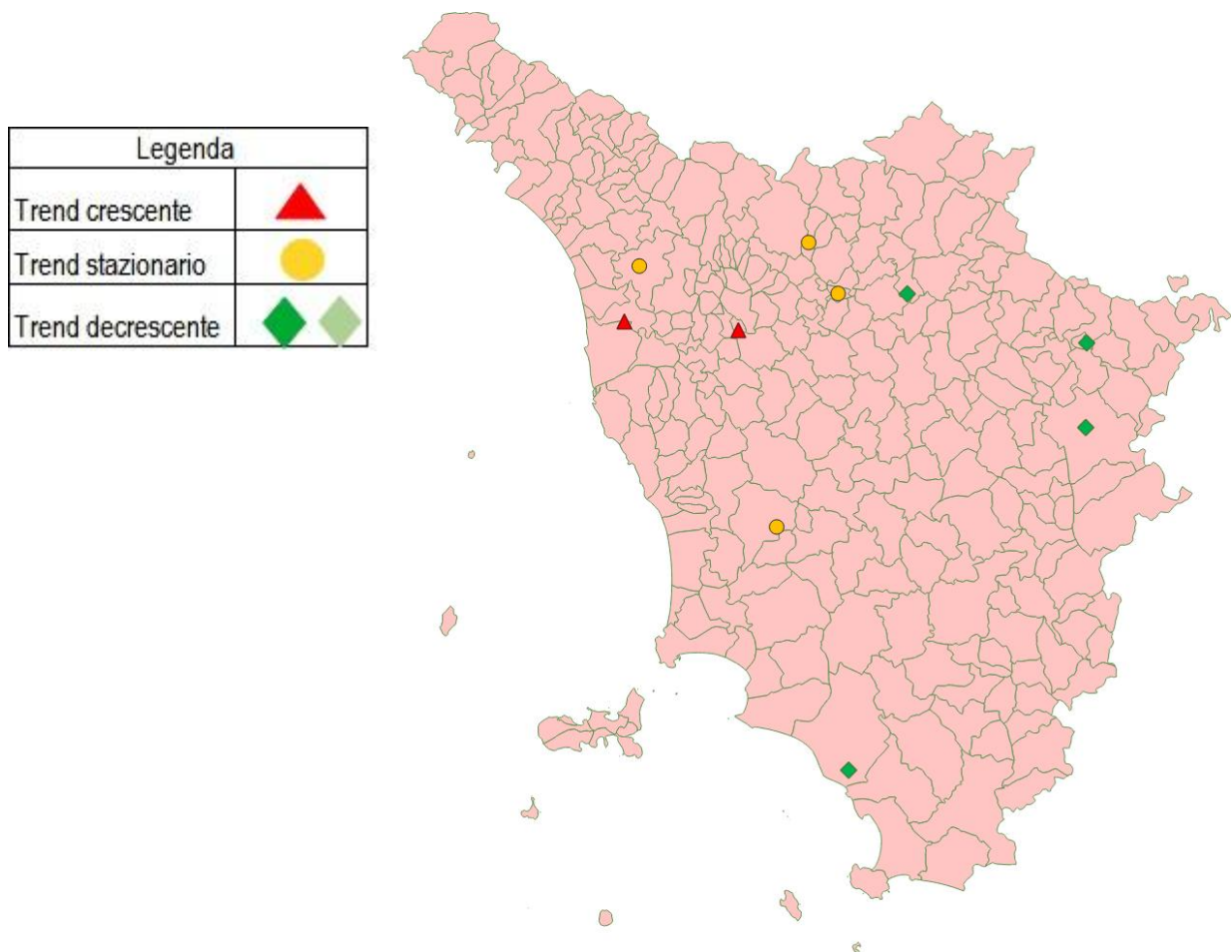


Tabella 6.3.1. Trend Biossido di Azoto 2015-2025

Stazione	Trend 2015-2025 ug/m3 anno		
	medio	min	max
Acropoli***	-0,91	-1,22	-0,57
Carignano	-0,29	-0,58	0,09
Casa Stabbi**	-0,63	-1,02	-0,18
Maremma***	-0,94	-1,22	-0,61
Montale	-0,11	-0,44	0,23
Montecerboli	-0,12	-0,48	0,2
Passi**	0,37	0,12	0,6
S. Croce***	1,11	0,89	1,39
Settignano***	-0,87	-1,18	-0,48
Signa	-0,03	-0,35	0,35

7. Conclusioni del monitoraggio delle stazioni di Rete Regionale

Il monitoraggio del 2025 ha confermato la situazione complessivamente positiva per la qualità della aria della regione Toscana degli ultimi anni. Il panorama è caratterizzato da criticità diffusa per il rispetto dei valori obiettivo per l'O₃, mentre negli ultimi due anni sono rientrate le criticità relative al NO₂ dal 2024 e al PM10 dal 2025. Quindi per il primo anno sono stati rispettati in tutta la regione entrambi i valori limite sia per NO₂ che per il PM10. Riassumendo i risultati del monitoraggio:

PM10: per il primo anno si è verificato il rispetto del limite di 35 giorni di superamento del valore medio giornaliero di 50 µg/m³ in tutte le stazioni di Rete Regionale, oltre che il consolidato rispetto del limite di 40 µg/m³ come media annuale,

PM2,5: il limite di 25 µg/m³ come media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni di Rete Regionale

NO₂: per il secondo anno consecutivo si è verificato il rispetto del limite di 40 µg/m³ come media annuale di NO₂, in tutte le stazioni di Rete Regionale.

Ozono: il valore obiettivo per la protezione della salute umana non è stato rispettato in stazioni appartenenti all'Agglomerato, alla Zona delle Pianure interne e alla Zona delle Pianure Costiere, confermando una situazione di criticità diffusa. Inoltre, si sono verificati 7 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 della regione.

H₂S: I valori registrati presso le stazioni della Rete Regionale sono ampiamente inferiori al riferimento dell'OMS-WHO, per entrambi i siti di monitoraggio. Nel sito di PI-Montecerboli la percentuale di tempo per il quale le concentrazioni sono state tali da poter creare disagio olfattivo è stata pari a circa il 25%.

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.

8. Monitoraggio di interesse non regionale

Si riportano le elaborazioni dei parametri monitorati nel 2025 tramite strumentazione non facente parte della Rete Regionale.

Tabella 1. Parametro oggetto di monitoraggio e rendimento % annuale

Stazione	Class	PM10	PM2,5	NO ₂	O ₃	SO ₂	H ₂ S	CO	Benzene
AR-ENEL Castelnuovo dei Sabbioni	UF	100%	100%	100%		-		-	-
AR-ENEL San Giovanni	UT	100%	100%	100%		-		99,7%	99,9%
LI-Poggio San Rocco	UF	-	96,9%	96,7%	99,6%	-		-	-
LI-Stagno	UI	99,8%	98,3%	100%		100%	99,4%	-	98,6%

Tabella 2. Stazioni locali della provincia di Arezzo

Anno 2025	PM10		PM2,5	NO ₂		CO	Benzene
Stazione	Media µg/m ³	N° sup media giorn 50 µg/m ³	Media µg/m ³	Media µg/m ³	N° sup media oraria di 200 µg/m ³	Max media 8 ore µg/m ³	Media µg/m ³
AR-ENEL Castelnuovo dei Sabbioni	13	0	8	5	0	-	-
AR-ENEL S. Giovanni	20	0	12	15	0	1,7	0,8

I risultati delle elaborazioni relative alle stazioni dei comuni di San Giovanni Valdarno e di Cavriglia, di proprietà dell'Enel mostrano l'assenza di criticità alcuna per il rispetto dei parametri di normativa per gli inquinanti monitorati.

Tabella 3. Stazione locale del comune di Rosignano M.mo LI-Poggio San Rocco

Anno 2025	PM2,5	NO ₂		O ₃	
Stazione	Media µg/m ³	Media µg/m ³	N° sup media oraria di 200 µg/m ³	N° Sup 120 (media 3 anni)	AOT40 (media 5 anni)
LI-Poggio S. Rocco	6	6	0	27	27.002

I risultati delle elaborazioni relative alla stazione del comune di Rosignano Marittimo confermano quanto osservato in passato: non c'è alcuna criticità per PM2,5 e per NO₂, mentre i valori obiettivo per l'Ozono calcolati rispettivamente come medie su 3 e 5 anni non rispettano il valore di riferimento indicato dalla normativa confermando la criticità del parametro.

Tabella 4. LI-Stagno_ 2025

Stazione	PM10		PM2,5	NO ₂		Benzene
LI-Stagno	Media µg/m³	N°Sup. di 50 µg/m³	Media µg/m³	Media µg/m³	N°Sup.200 µg/m³	Media µg/m³
	17	1	9	13	0 (max 79)	0,6
	SO ₂			H ₂ S		
	Media µg/m³	N°Sup.media giorn125 µg/m³	N°Sup.media oraria di 300 µg/m³	Media µg/m³	Valore giornaliero massimo µg/m³	Valore orario massimo µg/m³
	2	0 (max 5)	0 (max 10)	1	3	7

I risultati delle elaborazioni relative alla stazione LI-Stagno, situata nella località industriale di Stagno nel comune di Collesalveti, 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, PM2,5 , NO₂ ed SO₂ benzene e derivati.

Nell'arco del 2025 sono state realizzate alcune campagne indicative nel territorio della regione toscana, per ognuna delle quali, terminate le elaborazioni, sarà disponibile in: <http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/sistema-di-rilevamento>, il relativo rapporto di monitoraggio.

Tabella 5. Campagne di indagine svolte nel 2025

Provincia	Comune/ postazione	Parametri	Inizio	Fine	Campagna indicativa
Pistoia	Montecatini	SO ₂ , NO _x , PM10	13/11/2022	10/06/2025	NO
Pistoia	Pescia	PM10, PM2.5	14/10/2023	13/06/2025	NO
Pistoia	Cantagrillo	NO _x , SO ₂ PM10, PM2.5, BTX, Metalli, Pesticidi	05/11/2024	28/10/2025	SI
Firenze	Borgo San Lorenzo	NOX, SO ₂ PM10, PM2.5, BTX, NH ₃	17/09/2025	IN CORSO	SI

Appendice 1: Analisi avvezioni di polveri anno 2025

La regione Toscana, come del resto il continente europeo, è regolarmente raggiunta da masse d'aria che portano con sé le frazioni del materiale particolato, fra cui il PM₁₀, il quale, dalle alte quote dell'atmosfera, passa a livello del suolo.

I contributi emissivi naturali riferiti alle avvezioni di polveri che hanno interessato il territorio regionale nell'anno 2025, sono stati stimati secondo gli indirizzi definiti dalla "linea guida [SEC(2011) 2008 final] per la dimostrazione e la detrazione dei superamenti imputabili alle fonti naturali ai sensi della Direttiva 2008/50/CE, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" predisposta dalla Commissione di Lavoro il 15/2/2011.

In questo contesto, è da considerare che l'azione umana non avrebbe potuto evitare o ridurre significativamente i livelli di materiale particolato in aria ambiente.

L'attività di sottrazione dei contributi relativi alle avvezioni di polveri naturali individuate in fase di analisi, è stata effettuata in relazione dell'art. 15 comma 1 del D.Lgs. 155/2010 ed il corrispondente art. 20 della Direttiva 2008/50/CE, ed ha riguardato le stazioni di misurazione appartenenti alla rete regionale della qualità dell'aria che hanno misurato, in concomitanza agli eventi avvezzivi, valori medi giornalieri di materiale particolato PM₁₀ superiori al valore limite (50 µg/m³).

La valutazione prevista dalla linea guida [SEC(2011) 2008 final] del 15/2/2011 predisposta dalla Commissione di Lavoro è articolata nelle fasi di **identificazione** degli episodi di intrusione, di **quantificazione** degli episodi identificati e di **sottrazione** dei contributi stimati. Questo metodo consente la quantificazione del contributo delle fonti naturali su base giornaliera, e può pertanto essere utilizzato per la sottrazione dei contributi naturali di polveri, in relazione alla valutazione del numero di superamenti del valore limite riferito all'indicatore della media giornaliera di PM₁₀.

Per la fase di individuazione degli episodi di avvezione, sono stati esaminati i dati di PM₁₀ misurati dalle stazioni di misurazione di **fondo regionale di Casa Stabbi** (quota: 650 slm), ubicata nel Comune di Chitignano (AR) e di **Montecerboli** (quota: 353 slm), ubicata nel Comune di Pomarance (Pi), entrambe appartenenti alla **Zona Collinare e Montana**.

Si fa presente che per quanto attiene gli analizzatori automatici di materiale particolato, le verifiche gravimetriche di ONGOING 2025, effettuate sulla strumentazione di PM₁₀ della rete regionale, hanno fornito un valore di incertezza al valore limite per la media giornaliera (50 µg/m³) pari all'8 %.

1. Identificazione degli episodi di intrusione sahariana

La fase di identificazione dei contributi si è basata sull'analisi dei valori medi giornalieri di PM₁₀ misurati dalle stazioni di fondo regionale di Casa Stabbi (Chitignano - AR) e Montecerboli (Pomarance - PI); le due stazioni di misurazione, sono ubicate in siti caratterizzati da una quota di 650 m (Casa Stabbi) e di 353 m (Montecerboli). Nell'anno 2025 sono stati elaborati per le due stazioni di misura valori medi annuali di PM₁₀ modesti, pari a 8 µg/m³ (Casa Stabbi) ed a 10 µg/m³ (Montecerboli).

E' stata avviata una fase di analisi preliminare sulla distribuzione dei valori medi giornalieri misurati nell'anno 2025, mediante il software shiny R, dal quale è stata evidenziata una distribuzione asimmetrica, caratterizzata dalla presenza di code, soprattutto quella spostata verso i valori più elevati; l'analisi dei parametri di distribuzione, in particolare per la stazione di misurazione di Casa Stabbi, ha messo in rilievo un punto di rottura nella distribuzione attorno al valore di 21 µg/m³. Tale valore è stato prescelto in via preliminare come valore discriminante per l'identificazione degli eventi di avvezione.

Sono state poi interpretate le situazioni meteorologiche giornaliere relative a valori medi giornalieri di PM₁₀ superiori a 21 µg/m³ registrati in entrambe le stazioni di misurazione, ed

avviate le successive elaborazioni modellistiche, mediante il modello HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory, versione 4; Draxler e Rolph, 2003; <http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>) predisposto dalla NOAA (National Oceanics and Atmospheric Administration USA) attraverso l'Air Resources Laboratory. Il modello ha elaborato le retrotraiettorie riferite ai 5 giorni precedenti rispetto al giorno di studio, previste alle ore 12 e per altezze di 750, 1500 e 2500 metri sul livello del mare.

Le conclusioni tratte dall'analisi delle retrotraiettorie sono state convalidate dall'esame dei dati meteorologici (report mensili) registrati dal Consorzio LaMMA, e dalle elaborazioni ottenute dal modello BSC-Dream (<https://dust.aemet.es/products/daily-dust-products>) implementato presso l'Earth Sciences Division of the Barcelona Supercomputing Center, il quale restituisce la distribuzione spaziale della concentrazione di polvere (mineral dust) prevista nel livello più basso dell'atmosfera.

Sono stati identificati 8 giorni riferibili agli episodi avvevativi più significativi, i quali sono mostrati nella tabella sottostante.

Tabella 1. Elenco principali episodi di avvezione di polveri anno 2025 e relativi valori medi giornalieri PM10 registrati dalle stazioni di fondo regionali.

DATA	PM10 µg/m ³ PI-MONTECERBOLI	PM10 µg/m ³ AR-CASA-STABBI
23/01/2025	24	17
16/04/2025	29	26
12/06/2025	33	24
13/06/2025	32	26
14/06/2025	34	19
15/06/2025	29	24
27/06/2025	22	15
16/11/2025	21	33

Dall'esame della tabella 1, traspare che nell'anno 2025, i principali giorni riferibili ad episodi di avvezione di polveri, sono avvenuti nella stagione dell'estate, e nelle stagioni dell'inverno, della primavera e dell'autunno; l'episodio dell'estate è caratterizzato da una maggior durata (6 giorni), mentre il solo episodio dell'inverno, ha contribuito al superamento del valore limite della media giornaliera in due stazioni di misurazione della rete regionale.

Il contributo naturale massimo si è assestato su valori sostanzialmente allineati per entrambe le stazioni, pari 72 – 77 % della concentrazione media giornaliera di PM10, mentre il contributo medio ha raggiunto valori poco superiori al 60 % (Montecerboli: 62 % - Casa Stabbi: 63 %).

Il numero degli episodi avvevativi (8) identificati dell'anno 2025, interrompe una casistica caratterizzata da numerosi episodi avvenuti nel triennio 2022-2024 e si riallinea alla situazione del biennio 2020-2021.

Le mappe relative alla distribuzione spaziale della concentrazione di polvere (mineral dust) prevista nel livello più basso dell'atmosfera elaborate dal modello BSC-Dream, hanno evidenziato, per la maggioranza degli episodi avvevativi esaminati, un ampio interessamento del territorio regionale.

La valutazione dei dati giornalieri di materiale particolato PM2,5 registrati in occasione dei principali eventi avvevativi, ha evidenziato una percentuale di PM2,5 nel PM10 più bassa (mediamente del 35 %) rispetto alla stessa percentuale registrata in condizioni ordinarie (59 % anno 2025); infatti, una delle caratteristiche dei fenomeni di trasporto di sabbie desertiche è quello di produrre un aumento soprattutto della frazione più grossolana del particolato atmosferico, cioè quella con diametro superiore ai 2,5 µm. Le sabbie, infatti, si formano per fenomeni di disgregazione termica e di erosione dovuta allo sfregamento.

2. Quantificazione degli episodi di avvezione naturale

In una prima fase, sono stati determinati i livelli di PM10 di fondo non riferiti a contributi naturali di materiale particolato; tale quantificazione è stata effettuata mediante l'elaborazione di indicatori statistici previsti dalla LG SEC(2011) 2008 final, quali la **media** delle concentrazioni di PM10 registrate nei **15 giorni ante e 15 post** l'episodio avveztivo, il **50° percentile ed il 40° percentile dei 30 giorni antecedenti** l'episodio avveztivo. È da rilevare tuttavia, che il 40° percentile, è un indicatore sito specifico che riproduce la concentrazione di fondo esistente nella penisola iberica durante i giorni con prevalenti condizioni atmosferiche avveztive. L'utilizzo di questo indicatore in altri paesi non è stato convalidato e pertanto non si ha alcuna certezza sulla sua accuratezza. In assenza di studi specifici che identificano l'indicatore statistico che riproduce al meglio la concentrazione di fondo PM10 del territorio regionale, in relazione alle indicazioni della linea guida, sono stati calcolati, al fine di un utilizzo preferenziale, indicatori più conservativi, come la media delle concentrazioni di PM10 registrate durante i 15 giorni prima ed i 15 giorni dopo l'episodio di avvezione, ed il 50° percentile dei 30 giorni precedenti l'episodio stesso.

Gli indicatori sono stati determinati per ogni periodo di osservazione (quindici o trenta giorni) riferibile al singolo episodio di avvezione, escludendo il giorno coincidente con l'episodio stesso.

La quantificazione del contributo avveztivo per i giorni identificati nella fase di analisi delle retrotraiettorie, è stata effettuata per differenza fra il valore della media giornaliera di PM10 registrato dalle stazioni di fondo regionale di Montecerboli e Casa Stabbi ed il valore relativo al livello di fondo (senza contributi di polveri naturali) delle stesse stazioni, calcolato con l'indicatore del **50° percentile dei 30 giorni antecedenti** l'episodio avveztivo.

Si evidenzia che la quantificazione dei contributi naturali è stata effettuata esclusivamente per gli episodi più significativi dell'anno, (gennaio, aprile, giugno, e novembre 2025) per la quale sono stati registrati, nell'intera rete regionale, 2 casi di superamento del valore limite della media giornaliera di PM10. L'estensione della quantificazione agli episodi avveztivi non accompagnati da casi di superamento del valore limite della media giornaliera di PM10, non porterebbe alcuna informazione significativa alla valutazione di conformità della media giornaliera di PM10 a livello regionale, e pertanto è stata tralasciata.

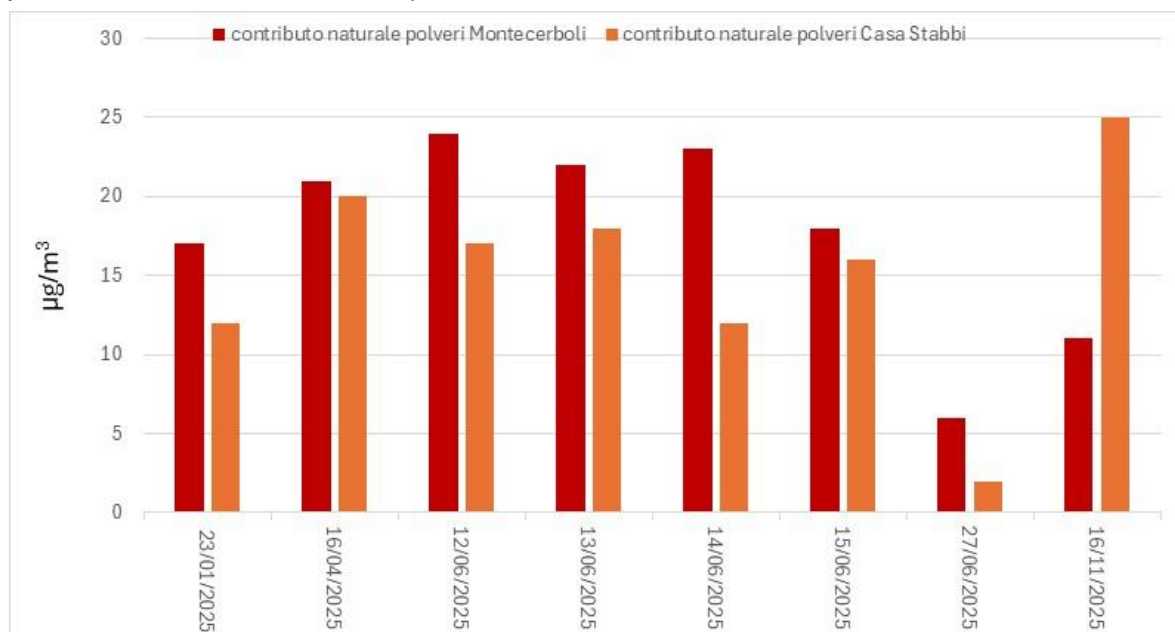
La sintesi delle elaborazioni di quantificazione è presentata nella tabella 2.

Tabella 2. Tassi giornalieri dei contributi naturali e livelli di fondo calcolati con l'indicatore del 50° percentile dei 30 giorni antecedenti l'evento - $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Data	Montecerboli PM10 media giornaliera	Casa Stabbi PM10 media giornaliera	Montecerboli valore fondo (50° perc. 30 gg ante evento)	Casa Stabbi valore fondo (50° perc. 30 gg ante evento)	Contributo naturale Montecerboli	Contributo naturale Casa Stabbi
23/01/2025	24	17	8	4	17	12
16/04/2025	29	26	9	7	21	20
12/06/2025	33	24	9	7	24	17
13/06/2025	32	26	10	7	22	18
14/06/2025	34	19	11	7	23	12
15/06/2025	29	24	11	8	18	16
27/06/2025	22	15	16	13	6	2
16/11/2025	21	33	10	8	11	25

Sono presentate nel grafico sottostante le elaborazioni grafiche relative ai contributi naturali giornalieri nel PM10 stimati per le stazioni rurali di Pi Montecerboli e Ar Casa Stabbi riferiti ai principali eventi avvevativi individuati nell'anno 2025, a partire dai livelli di fondo calcolati con gli indicatori del 50° Percentile dei 30 giorni precedenti l'evento avvevativo.

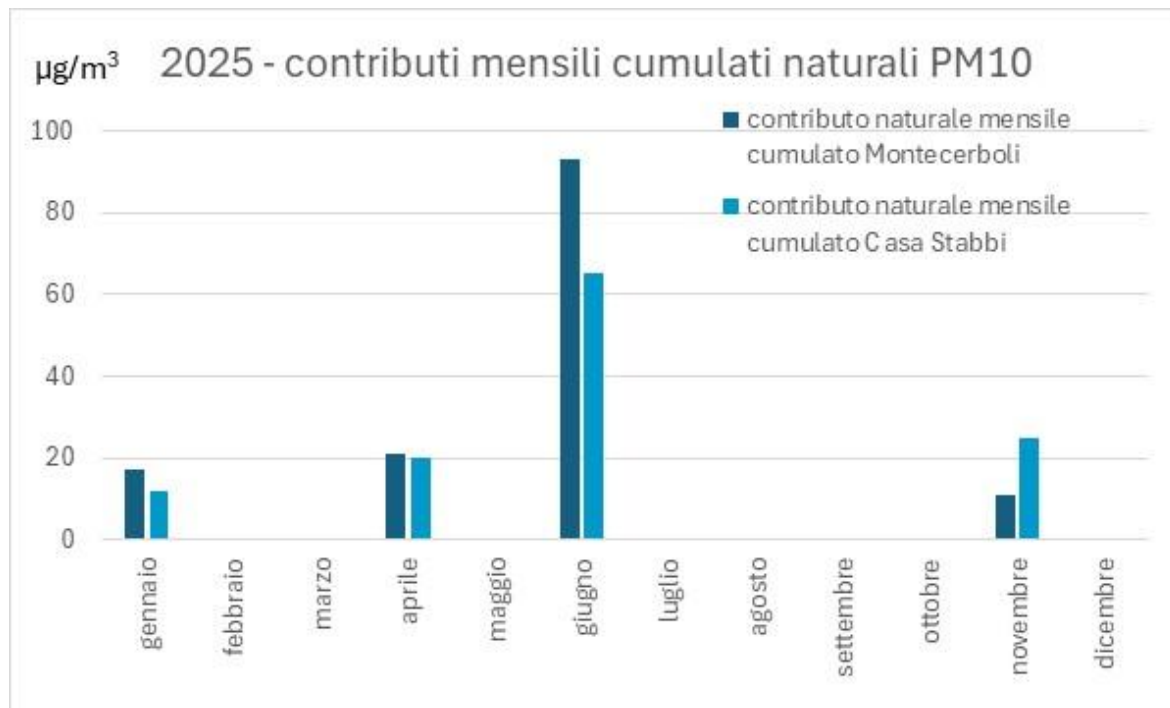
Figura 1. Contributi naturali giornalieri stimati al PM10 anno 2025 stazioni PI_Montecerboli e AR_Casa Stabbi (livello di fondo elaborato con indicatore media 50° Percentile 30 giorni precedenti l'evento avvevativo).



Se si esaminano i valori dei contributi giornalieri calcolati dai valori di fondo elaborati con l'indicatore del 50° percentile relativo ai 30 giorni precedenti l'evento avvevativo, si osserva un contributo medio del 63% per la stazione di Montecerboli ed un contributo medio del 62% per la stazione di Casa Stabbi. Questi valori risultano in linea con quanto riportato nella linea guida della Commissione di lavoro nel quale è indicato che la polvere desertica, può contribuire più del 60% alla concentrazione totale di PM10 nei paesi del Mediterraneo nel corso di un evento di forte inquinamento da polveri.

L'istogramma presentato sotto mostra gli andamenti temporali dei contributi naturali di polveri cumulati mensili registrati nell'anno 2025.

Figura 2. Contributi naturali cumulati mensili stimati al PM10 anno 2025 stazioni PI Montecerboli e AR Casa Stabbi (livello di fondo elaborato con indicatore media 50° Percentile 30 giorni precedenti l'evento avveztivo).



L'esame del grafico di figura 2 evidenzia contributi cumulati mensili di polveri naturali molto inferiori a quelli registrati nell'anno precedente; il mese più significativo risulta essere quello di giugno con 93 µg/m³ per la stazione di Montecerboli e 65 µg/m³ per la stazione di Casa Stabbi.

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.

Come già indicato nella fase di individuazione degli episodi di avvezione, 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 2 casi di superamento del valore limite per l'indicatore della media giornaliera di PM10 nell'anno 2025.

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 effettuata al paragrafo 2.

La tabella 3 mostrata sotto presenta i superamenti dell'indicatore della media giornaliera di PM10 registrati in corrispondenza degli eventi avveztivi individuati nell'anno 2025 ed il relativo numero di giorni da detrarre dovuti ai contributi naturali avveztivi.

Tabella 3. 2025 - Concentrazioni medie giornaliere PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) superiori al Valore Limite ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dovuti a contributi naturali e conteggio dei giorni da sottrarre

Stazione	PM10 23-01-2025 (contributo naturale 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 16-04-2025 (contributo naturale 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 12-06-2025 (contributo naturale 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 13-06-2025 (contributo naturale 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 14-06- 2025 (contributo naturale 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 15-06- 2025 (contributo naturale 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 27-06- 2025 (contributo naturale 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 16-11- 2025 (contributo naturale 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numero giorni da sottrarre
AR-ACROPOLI	25	--	35	40	31	30	22	28	0
AR-CASA-STABBI	17	26	24	26	19	24	15	33	0
AR-REPUBBLICA	--	--	37	39	36	33	23	25	0
FI-BASSI	33	36	42	50	43	42	21	30	0
FI-BOBOLI	28	26	41	46	39	33	20	25	0
FI-FIGLINE	22	--	34	36	32	29	17	19	0
FI-GRAMSCI*	52	37	--	47	41	35	22	40	1
FI-MOSSE	56	35	50	--	39	42	24	30	1
FI-SCANDICCI	22	24	35	37	36	28	18	24	0
FI-SIGNA	33	--	36	38	35	29	17	28	0
GR-SONNINO	38	45	41	40	41	35	27	24	0
GR-URSS	29	36	36	37	37	32	26	22	0
LI-CAPPIELLO	30	26	28	29	29	22	19	29	0
LI-CARDUCCI	34	30	37	35	33	26	24	33	0
LI-COTONE	39	36	36	33	26	23	21	21	0
LI-LAPIRA	36	23	34	32	33	25	20	28	0
LI-PIOMBINO- PARCO-VIII-MARZO	33	35	34	33	27	26	20	24	0
LU-CAPANNORI	40	26	36	35	35	25	23	36	0
LU-FORNOLI	--	--	27	30	29	21	--	28	0
LU-MICHELETTO	34	25	39	36	35	25	25	31	0
LU-SAN- CONCORDIO	30	19	41	34	33	24	30	29	0
LU-VIAREGGIO	32	23	31	28	30	24	21	30	0
MS- COLOMBAROTTO	--	24	40	42	32	25	24	24	0
MS-MARINA- VECCHIA	37	27	35	35	35	26	22	27	0
PI-BORGHETTO	33	27	35	32	32	26	24	33	0
PI-MONTECERBOLI	24	29	33	32	34	29	22	21	0
PI-PASSI	30	25	35	31	32	26	26	35	0
PI-SANTA-CROCE- COOP	38	25	45	40	36	34	29	25	0
PO-FERRUCCI	33	26	39	39	40	29	17	31	0
PO-ROMA	38	28	41	42	41	30	19	32	0
PT-MONTALE	40	29	39	42	42	32	19	39	0
PT-SIGNORELLI	26	--	40	37	37	26	16	30	0
SI-BRACCI	26	31	38	37	35	34	28	23	0
SI-POGGIBONSI	31	35	42	41	37	31	21	29	0

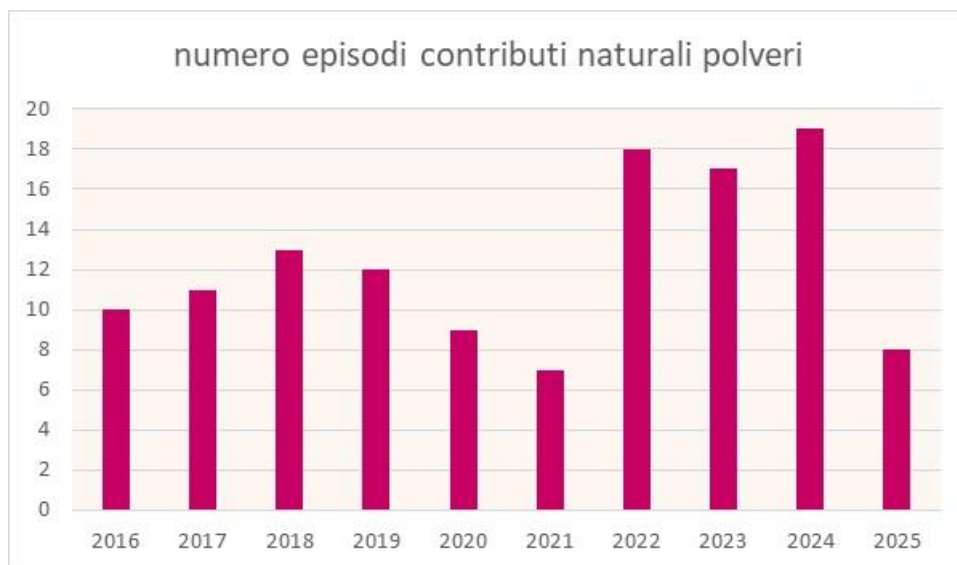
* stazione operativa fino al 17 marzo 2025 e sostituita da FI-Lavagnini

4. Elaborazione sul lungo termine

In questo paragrafo sono presentati i dati annuali (2016-2025) 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 2016-2025 del numero dei principali episodi di contributi naturali di polveri stimati per il territorio regionale.

Figura 3. Numero episodi significativi contributi naturali di polveri 2016-2024



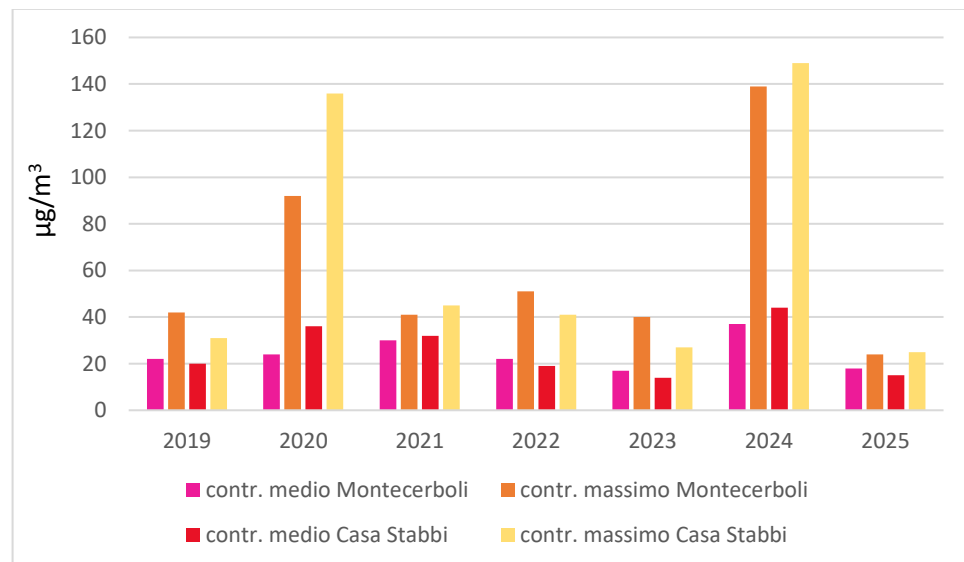
L'elaborazione grafica di figura 4 mostra la distribuzione stagionale degli eventi di avvezione dal 2016 al 2025.

Figura 4. Distribuzione stagionale % eventi avvevivi anni 2016 – 2025



Il grafico di figura 5 presenta il contributo naturale di polveri (medio e massimo) stimato per gli episodi avvevativi nel quinquennio 2019-2025 per le stazioni di misurazione di Montecerboli e Casa Stabbi.

Figura 5. Contributi naturali medi e massimi sul PM10 anni 2019-2025 stazioni di misurazione Casa Stabbi e Montecerboli.



Gli episodi di contributi naturali di polveri desertiche sono caratterizzati da una variabilità significativa, sia sotto il profilo temporale che spaziale; gli istogrammi sottostanti presentano il numero di superamenti del Valore Limite giornaliero di PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) determinati da contributi naturali di polveri nel periodo di osservazione 2016-2025. I dati sono riferiti ad ogni stazione di misurazione e sono aggregati per Zona.

Figura 6. Episodi di superamento causati da contributi naturali di polveri 2016-2025 – Zone Valdarno aretino e Valdichiana, Agglomerato di Firenze, Prato e Pistoia, Collinare e Montana.

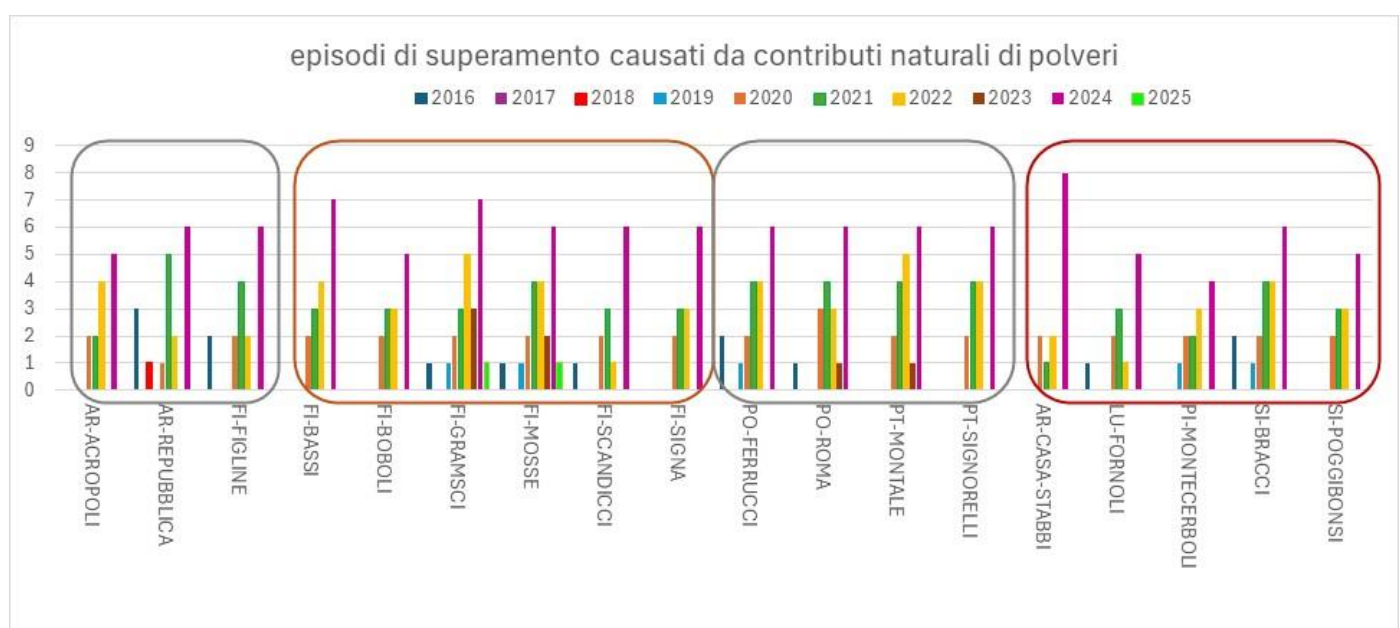


Figura 7. Episodi di superamento causati da contributi naturali di polveri 2016-2025 – Zone Costiera, Valdarno pisano e Piana lucchese

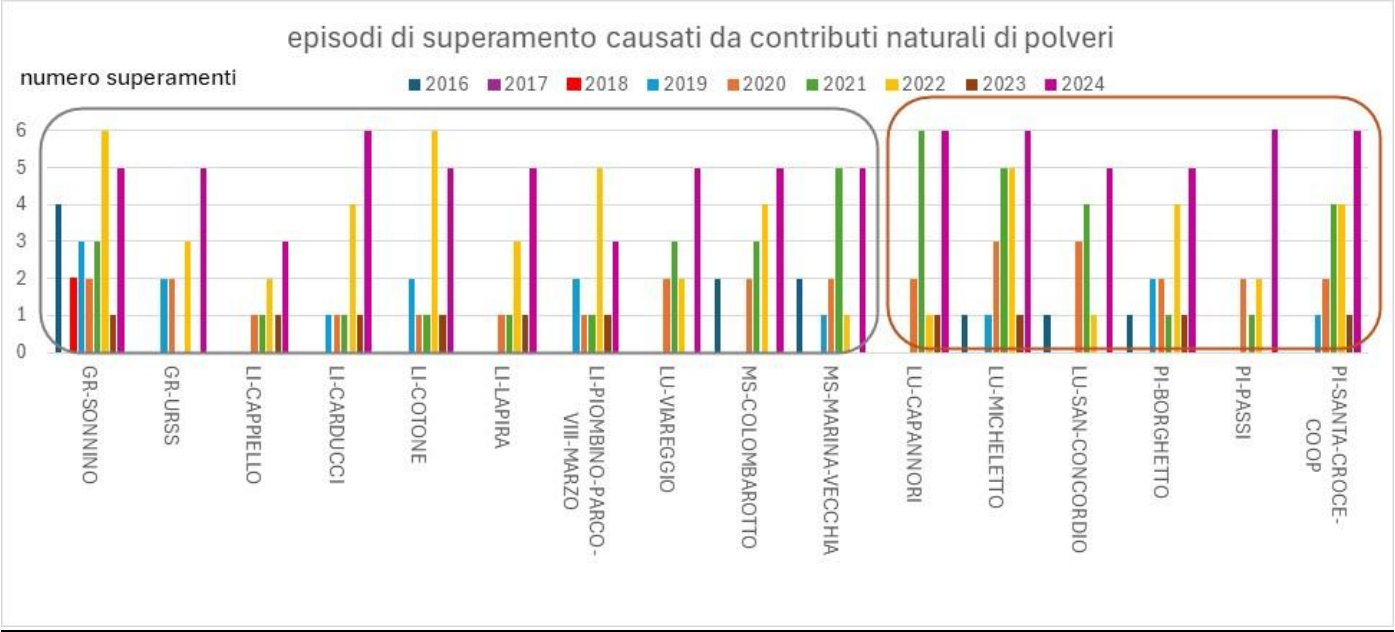
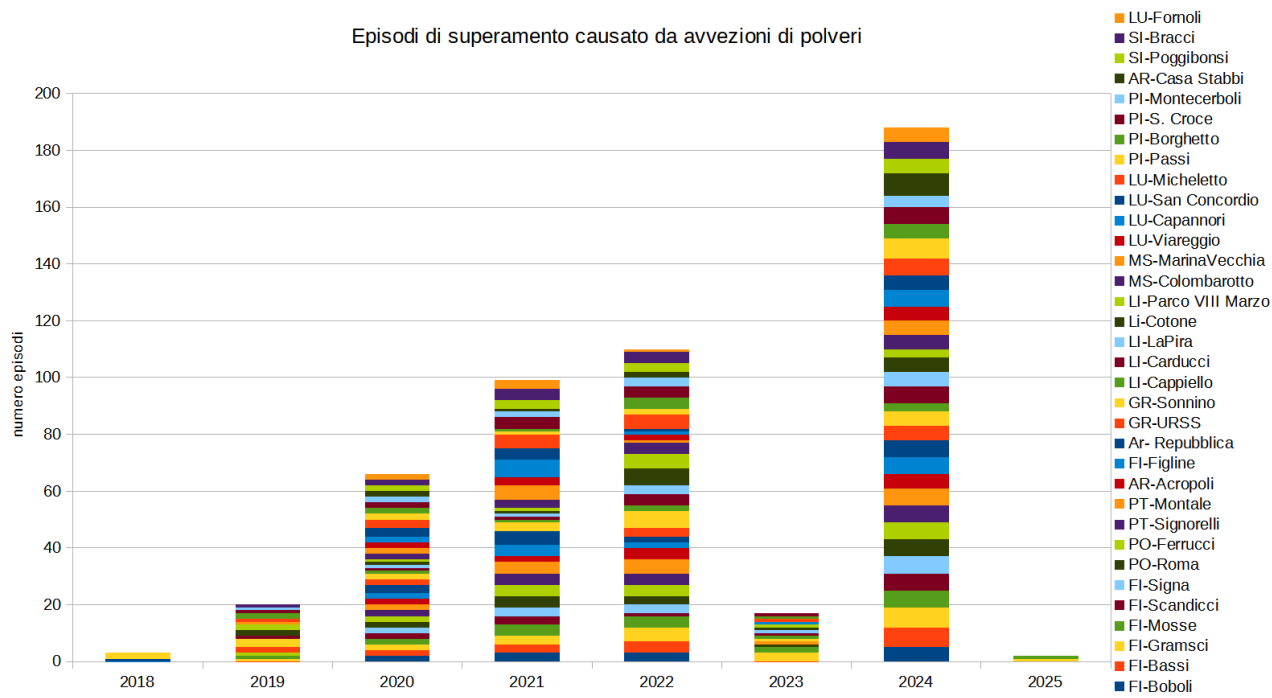


Figura 8. Episodi di superamento causati da contributi naturali di polveri 2018-2025 – intera rete regionale



Conclusioni

Per l'anno 2025 sono stati stimati 8 principali giorni riferibili a contributi naturali di polveri. Si osservano casi isolati nei mesi di gennaio, aprile e novembre ed episodi caratterizzati da più giorni, in larga parte continui, nel mese di giugno. Nell'episodio del mese di gennaio sono stati registrati anche 2 casi di superamento del valore limite della media giornaliera in due stazioni dell'Agglomerato di Firenze.

In base alle elaborazioni modellistiche, l'origine delle masse d'aria è stata attribuita, all'area del nord Africa.

Sono stati stimati **carichi giornalieri massimi** di polvere sostanzialmente equivalenti nelle due stazioni di fondo esaminate (**25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** mentre per la postazione di Casa Stabbi è **24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**), questi valori risultano i significativamente più bassi rispetto a quelli stimati nell'anno precedente.

I **contributi giornalieri medi** rappresentano il 62% della concentrazione giornaliera di PM10 per la stazione di Montecerboli ed il 63% per la stazione di Casa Stabbi; il carico giornaliero medio stimato per gli episodi avvevativi si attesta su 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la stazione di PI–Montecerboli e su 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la stazione di AR–Casa Stabbi.

L'analisi definisce un quadro esiguo di episodi significativi di contributi naturali di polveri; per due stazioni dell'agglomerato di Firenze nel quale è stato registrato il superamento del Valore Limite della media giornaliera, e dovrà essere applicata la sottrazione di 1 giorno.

Appendice 2: Limiti normativi D.Lgs 155/2010

Tabella1. Valori di riferimento per la protezione della salute umana

	Periodo di mediazione	Valori limite	
PM10	24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Da non superare più di 35 volte per anno civile
	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
PM2,5	Anno civile	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
NO ₂	1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Da non superare più di 18 volte per anno civile
	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
CO	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m^3	-
SO ₂	1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Da non superare più di 24 volte per anno civile
	24 ore	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Da non superare più di 3 volte per anno civile
Benzene	Anno civile	5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
Piombo	Anno civile	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
Arsenico	Anno civile	6,0 ng/m^3	(valore obiettivo)
Cadmio	Anno civile	5,0 ng/m^3	(valore obiettivo)
Nichel	Anno civile	20 ng/m^3	(valore obiettivo)
Benzo(a)pirene	Anno civile	1,0 ng/m^3	(valore obiettivo)
Ozono	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(valore obiettivo) da non superare più di 25 giorni come media su tre anni
	1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(Soglia di informazione)
	1 ora	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(Soglia di allarme)

Tabella 2. Valori di riferimento per la protezione della vegetazione

	Periodo di mediazione	Valori limite	
Ozono	AOT40 da maggio a luglio	18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(valore obiettivo) come media su 5 anni
NOx	Anno civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
SO ₂	Anno civile	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
	1 ottobre - 31 marzo	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-

Appendice 3: Limiti normativi DE 2881/2024 per la protezione della salute umana da raggiungere entro il 1° gennaio 2030

	Periodo di mediazione	Limite	
PM10	1 giorno	45 µg/m ³	Da non superare più di 18 volte per anno civile
	Anno civile	20 µg/m ³	-
PM2,5	1 giorno	25 µg/m ³	Da non superare più di 18 volte per anno civile
	Anno civile	10 µg/m ³	-
NO ₂	1 ora	200 µg/m ³	Da non superare più di 3 volte per anno civile
	1 giorno	50 µg/m ³	Da non superare più di 18 volte per anno civile
	Anno civile	20 µg/m ³	-
SO ₂	1 ora	350 µg/m ³	Da non superare più di 3 volte per anno civile
	1 giorno	50 µg/m ³	Da non superare più di 18 volte per anno civile
	Anno civile	20 µg/m ³	-
Benzene	Anno civile	3,4 µg/m ³	-
CO	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	-
	1 giorno	4 mg/m ³	Da non superare più di 18 volte per anno civile
Piombo	Anno civile	0,5 µg/m ³	-
Arsenico	Anno civile	6,0 ng/m ³	-
Cadmio	Anno civile	5,0 ng/m ³	-
Nichel	Anno civile	20 ng/m ³	-
Benzo(a)pirene	Anno civile	1,0 ng/m ³	-

Appendice 4: percentili dei valori orari per NO₂, Benzene, Toluene, H₂S ed Ozono e dei valori giornalieri di PM₁₀ e PM_{2,5}.

Biossido di Azoto	0° percentile	25° percentile	50° percentile	75° percentile	99° percentile	99,8° percentile	100° percentile
FI-Bassi	0	6	11	19	52	61	83
FI-Mosse	0	17	26	37	62	70	84
FI-Lavagnini	0	17	30	46	77	86	99
FI-Scandicci	0	7	13	21	53	63	79
FI-Signa	0	5	9	18	50	61	79
FI-Settignano	0	2	3	5	21	31	50
PO-Roma	0	7	13	26	59	67	85
PO-Ferrucci	0	8	14	27	61	69	79
PT-Signorelli	0	7	11	19	50	56	66
PT-Montale	0	5	9	17	44	52	66
AR-Acropoli	0	4	7	15	45	55	62
FI-Figline	0	6	11	18	41	48	65
AR-Repubblica	0	13	22	32	59	69	81
GR-URSS	0	7	10	15	57	72	94
GR-Sonnino	0	14	25	39	79	92	118
GR-Maremma	0	3	3	4	8	11	42
LI-Cappiello	0	6	9	14	48	62	102
LI-Via La Pira	0	7	11	17	49	72	104
LI-Carducci	0	15	26	38	80	97	120
LI-Parco 8 Marzo	0	6	9	14	43	52	74
LI-Cotone	0	7	10	16	52	69	97
MS-Colombarotto	0	4	7	13	37	47	57
MS-Marina vecchia	0	6	10	17	48	56	72
LU-Viareggio	0	7	11	21	63	75	95
LU-Capannori	0	7	13	21	49	59	68
LU-San Concordio	0	7	12	19	47	57	73
LU-Micheletto	0	10	15	24	48	55	70
LU-Carignano	0	4	6	9	27	35	48
PI-Passi	0	5	9	15	43	52	83
PI-Borghetto	0	11	17	26	61	75	97
PI-Santa Croce	0	7	11	18	55	66	90
SI-Poggibonsi	0	7	11	17	45	56	70
SI-Bracci	0	13	20	29	71	89	115
PI-Montecerboli	0	2	3	4	17	26	37
LU-Fornoli	0	5	8	13	33	39	66
AR-Casa Stabbi	0	1	2	2	6	10	46
AR-ENEL Castelnuovo	0	2	3	6	18	25	60
AR-ENEL S.Giovanni	0	7	13	20	50	62	78
LI-Stagno	0	7	11	17	46	58	79
LI-Poggio S.Rocco	0	3	5	7	19	33	52

Benzene	0° percentile	25° percentile	50° percentile	75° percentile	99° percentile	100° percentile
FI-Bassi	0	0,7	1	1,9	6,1	15,4
PO-Roma	0	0,5	0,7	1,3	6,6	10,7
AR-Acropoli	0,2	0,7	1	1,7	6,3	8,8
LI-Via La Pira	0	0,1	0,3	0,6	2,8	6,6
LU-San Concordio	0	0,3	0,5	1,2	5,6	8
SI-Poggibonsi	0	0,1	0,3	0,6	2,1	15,1
AR-ENEL S.Giovanni	0	0,2	0,4	1,1	4,2	16,9
LI-Stagno	0	0,2	0,4	0,7	2,2	5,5

Toluene	0° percentile	25° percentile	50° percentile	75° percentile	99° percentile	100° percentile
FI-Bassi	0	2	4	6	22	127
PO-Roma	0	1	2	3	16	205
AR-Acropoli	0	2	2	4	12	63
LI-Via La Pira	0	1	1	2	10	44
LU-San Concordio	0	1	1	3	10	26
SI-Poggibonsi	0	1	1	2	13	67
AR-ENEL S.Giovanni	0	1	1	2	7	87
LI-Stagno	0	1	1	2	8	186

Acido solfidrico	0° percentile	25° percentile	50° percentile	75° percentile	99° percentile	100° percentile
PI-Santa Croce	0	0	1	2	9	55
PI-Montecerboli	0	2	4	8	48	204
LI-Stagno	0	1	1	2	3	7

Ozono	0° percentile	25° percentile	50° percentile	75° percentile	99° percentile	100° percentile
FI-Signa	0	28	58	80	137	189
FI-Settignano	0	36	56	76	134	174
AR-Acropoli	1	24	48	70	120	153
PT-Montale	1	19	49	78	140	209
GR-Maremma	9	54	70	86	136	174
LU-Carignano	2	41	62	83	138	168
PI-Passi	2	28	51	73	117	136
PI-Santa Croce	1	21	46	72	122	168
PI-Montecerboli	10	56	72	87	128	159
AR-Casa Stabbi	9	49	64	79	119	155
LI-Poggio S.Rocco	16	67	78	92	138	174

PM10	0° percentile	25° percentile	50° percentile	75° percentile	90,4° percentile	100° percentile
FI-Boboli	3	11	15	20	27	83
FI-Bassi	2	14	18	22	31	85
FI-Mosse	4	16	20	26	35	154
FI-Lavagnini	0	17	22	27	40	60
FI-Scandicci	0	11	15	20	27	85
FI-Signa	2	12	16	21	34	116
PO-Roma	4	12	17	23	34	152
PO-Ferrucci	2	12	16	22	33	133
PT-Signorelli	1	12	16	21	28	60
PT-Montale	2	13	18	25	41	107
AR-Acropoli	4	12	16	22	32	69
FI-Figline	2	10	14	22	32	65
AR-Repubblica	6	14	18	25	37	90
GR-URSS	4	12	15	18	23	37
GR-Sonnino	8	16	20	25	30	45
LI-Cappiello	2	10	13	17	22	39
LI-Via La Pira	5	12	16	20	24	52
LI-Carducci	4	15	18	22	27	50
LI-Parco 8 Marzo	2	11	15	19	23	35
LI-Cotone	1	10	13	17	21	39
MS-Colombarotto	3	13	17	21	25	42
MS-Marina vecchia	8	14	18	22	28	55
LU-Viareggio	5	14	19	25	32	76
LU-Capannori	5	15	19	31	47	92
LU-San Concordio	3	13	18	26	34	66
LU-Micheletto	4	15	19	28	38	83
PI-Passi	3	14	19	24	31	50
PI-Borghetto	3	14	19	24	31	60
PI-Santa Croce	1	14	19	25	36	86
SI-Poggibonsi	5	13	17	21	26	50
SI-Bracci	2	12	15	20	25	38
PI-Montecerboli	1	7	9	13	17	34
LU-Fornoli	6	14	18	24	33	92
AR-Casa Stabbi	1	5	7	10	14	33
AR-ENEL Castelnuovo	3	10	12	15	20	36
AR-ENEL S.Giovanni	6	14	18	24	33	69
LI-Stagno	3	12	16	20	24	53

PM2,5	0° percentile	25° percentile	50° percentile	75° percentile	99° percentile	100° percentile
FI-Bassi	1	8	11	15	32	72
FI-Lavagnini	0	7	10	12	33	38
PO-Ferrucci	1	6	9	12	50	111
PT-Montale	2	8	11	18	66	101
AR-Acropoli	3	6	9	15	41	64
GR-URSS	3	6	8	10	25	27
LI-Cappiello	0	5	6	9	22	29
LI-Carducci	3	7	9	11	24	38
MS-Marina vecchia	4	7	10	14	31	48
LU-Viareggio	2	7	9	14	36	42
LU-Capannori	3	8	11	23	61	79
PI-Passi	2	7	10	14	37	42
PI-Borghetto	3	8	10	14	35	52
SI-Poggibonsi	3	7	9	14	27	46
AR-Casa Stabbi	0	2	4	5	17	21
AR-ENEL Castelnuovo	2	5	7	10	24	26
AR-ENEL S.Giovanni	2	6	9	15	37	64
LI-Stagno	2	6	8	11	24	48
LI-Poggio S.Rocco	0	4	6	8	23	26



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

ARPAT, via del Ponte alle Mosse, 211 - 50144 Firenze

Tel. 055.32061 - Fax 055.3206324

urp@arpat.toscana.it