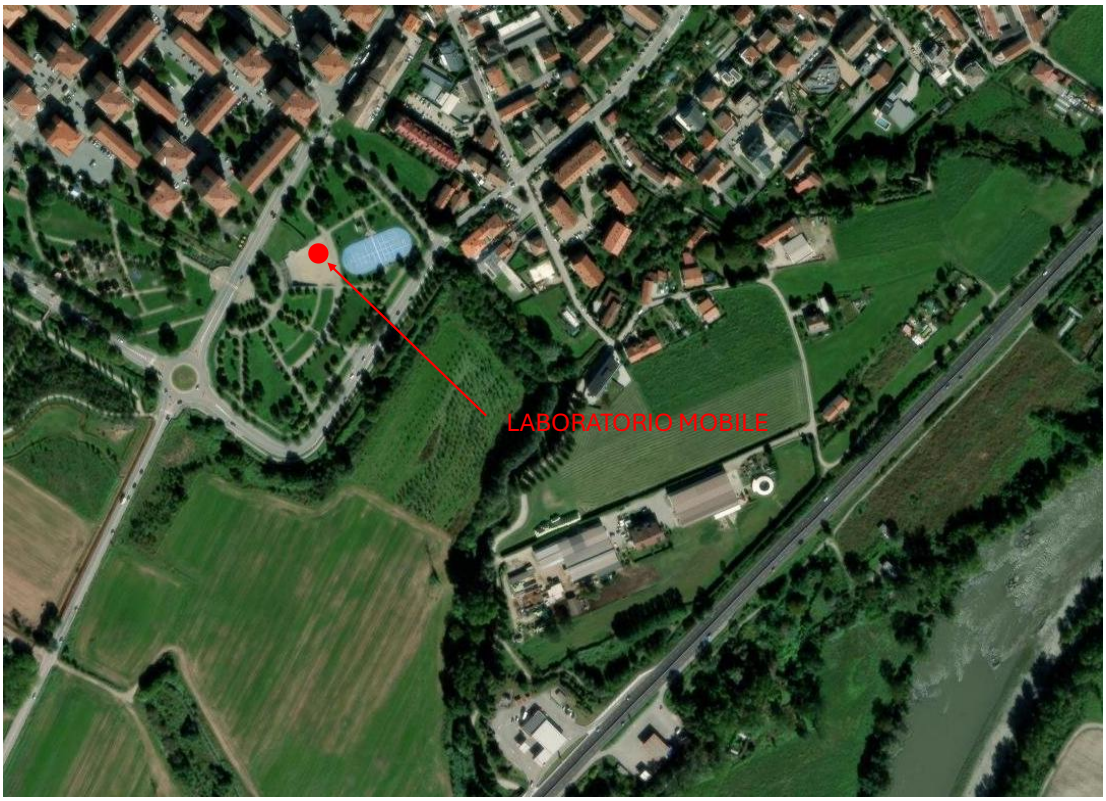
DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST

Struttura semplice "Attività di Produzione"

CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE DI SETTIMO TORINESE

Presentazione dati ed elaborazioni della 1ª campagna di monitoraggio eseguita dal 18 febbraio al 31 marzo 2025 e della 2° campagna eseguita dal 7 luglio al 7 agosto 2025



SERVIZIO B5.16
PRATICA F06_2024_02339_002

Redazione	**Incarico di Funzione: Monitoraggio qualità dell'aria e Olfattometria**	Firmato digitalmente da: MILENA SACCO Data: 07/08/2026 14:57:48
	Nome: Milena Sacco	
Verifica ed Approvazione	**Funzione: Responsabile Struttura semplice**	ALBERTO MAFFIOTTI 10.08.2026 09:43:16 GMT+02:00
	Nome: Carlotta Isabella Musto	

Redazione dei testi e delle elaborazioni a cura di:
Milena Sacco Struttura Semplice Attività di Produzione del Dipartimento territoriale Arpa Piemonte Nord Ovest

Per la gestione tecnica della rete di monitoraggio hanno collaborato:
Elisa Calderaro, Francesco Romeo, Milena Sacco, Sara Scaglione, Anna Maria Scibelli, Roberto Sergi, Struttura Semplice Attività di Produzione del Dipartimento territoriale Arpa Piemonte Nord Ovest

Le determinazioni analitiche sono state realizzate da:
Laboratorio del Dipartimento territoriale Arpa Piemonte Nord Ovest - Sede di Grugliasco

Si ringrazia il personale degli Uffici Tecnici del Comune di Settimo Torinese per la collaborazione prestata.

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Regione Piemonte
ARPA PIEMONTE
Sede centrale di via Pio VII, 9
10135 Torino

SOMMARIO

1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO..... 4

2 IL LABORATORIO MOBILE 5

3 IL QUADRO NORMATIVO 5

4 LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO 8

4.1 Obiettivi della campagna di monitoraggio 8

4.2 Analisi del contesto territoriale 9

4.3 Elaborazione dei dati meteorologici 15

4.4 Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Settimo 21

4.4.1 Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge 21
4.4.2 Ossidi di Azoto 21
4.4.3 Monossido di Carbonio 28
4.4.4 Benzene e Toluene 30
4.4.5 Particolato Sospeso PM10 e PM2.5 36
4.4.6 Ozono 44
4.4.7. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI 47
4.4.8.METALLI 53

5 CONCLUSIONI 58

6 APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI 59

1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Per inquinamento dell'aria si intende qualsiasi variazione nella sua composizione, determinata da fattori naturali e/o artificiali, dovuta all'immissione di sostanze la cui natura e concentrazione sono tali da costituire pericolo, o quantomeno pregiudizio, per la salute umana o per l'ambiente in generale. Queste sostanze inquinanti sono generate principalmente da:

- traffico veicolare;
- attività industriali;
- combustione da impianti termoelettrici;
- combustione da riscaldamento domestico;
- smaltimento rifiuti (termovalorizzatori e discariche).

Le emissioni indicate generano innumerevoli sostanze che si disperdono nell'atmosfera. Si possono dividere tali sostanze in due grandi gruppi: al primo appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (inquinanti primari), al secondo gruppo quelli che si producono a causa dell'interazione di due o più inquinanti primari per reazione con i normali costituenti dell'atmosfera, con o senza fotoattivazione (inquinanti secondari).

Nella Tabella 1 sono indicate le fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.

Tabella 1– Fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.

INQUINANTE	***Traffico autoveicolare veicoli a benzina***	***Traffico autoveicolare veicoli diesel***	***Emissioni industriali***	***Combustioni fisse alimentate con combustibili liquidi o solidi***	***Combustioni fisse alimentate con combustibili gassosi***
BIOSSIDO DI ZOLFO					
BIOSSIDO DI AZOTO					
BENZENE					
MONOSSIDO DI CARBONIO					
PARTICOLATO SOSPESO					
PIOMBO					
BENZO(a)PIRENE					

	= fonti primarie
	= fonti secondarie

La dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è strettamente legata alla situazione meteorologica dei siti presi in esame; pertanto, per una completa caratterizzazione della qualità dell'aria in un determinato sito, occorre conoscere l'andamento dei principali parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare).

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2024", elaborata congiuntamente dalla Città Metropolitana di Torino e da Arpa Piemonte, scaricabile dai siti internet di ARPA Piemonte e Città Metropolitana di Torino. Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

2 IL LABORATORIO MOBILE

Il controllo dell'inquinamento atmosferico nel territorio della Città Metropolitana di Torino viene realizzato attraverso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate, laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di stazioni mobili gestite dalle sedi provinciali di Arpa Piemonte.

Il laboratorio mobile della Città Metropolitana di Torino è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali: biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di campionatori di particolato atmosferico PM10 e PM2.5, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

3 IL QUADRO NORMATIVO

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria impone dei limiti per quegli inquinanti che risultano essere quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.
La normativa quadro è rappresentata dal D. Lgs. 155/2010 che ha abrogato e sostituito le normative precedenti senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento degli inquinanti già normati, I limiti di legge possono essere classificati in tre tipologie:

- **valore limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO_2), ossidi di azoto (NO_X), materiale particolato PM10 e PM2.5, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo;
- **valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo, ossidi di azoto, PM10, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento;
- **soglie di allarme** per il biossido di zolfo, il biossido di azoto e l'ozono, superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Nei limiti riferiti alla prevenzione a breve termine sono previste soglie di informazione e di allarme come medie orarie. A lungo termine sono previsti obiettivi per la protezione della salute umana e della vegetazione calcolati sulla base di più anni di monitoraggio.

Il **D.Lgs. 155/2010** ha inoltre inserito nuovi indicatori relativi al PM2.5 e in particolare:

- un **valore limite,** espresso come media annuale, pari 25 $\mu g/m^3$ da raggiungere entro il 1° gennaio 2015;
- un **valore obiettivo,** espresso come media annuale, pari 20 $\mu g/m^3$ da raggiungere entro il 1° gennaio 2020.

La normativa prevede inoltre per il PM2.5 un obiettivo nazionale di riduzione e un obbligo di concentrazione dell'esposizione il cui rispetto è calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo in siti fissi di campionamento urbani, che verranno definite con Decreto del Ministero dell'Ambiente (art. 12 D. Lgs. 155/2010). Questi due ultimi indicatori esulano quindi dall'ambito della presente relazione.

Nelle Tabella 2**,** 3 e 4 sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa attualmente vigente.

Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda ancora alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2024".

Tabella 2 – Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici.

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2) e OSSIDI DI AZOTO (NO_X)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m³ (NO_2)	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m³ (NO_2)	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m³ (NO_2)	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m³ (NO_x)	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m³	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m³	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM10)	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m³	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m³	---	1-gen-2005
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m³	---	1-gen-2010

Tabella 3 – Valori limite per ozono e benzo(a)pirene.

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
OZONO (O3) (D. Lgs. 13/08/2010 n.155)	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m³	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m³	-	-
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m³ (1)	25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2010
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m³ *h come media su 5 anni (2)		2010
	OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m³ *h (2)		
BENZO(a)PIRENE (D. Lgs. 13/08/2010 n.155)	OBIETTIVO DI QUALITÀ	media mobile valori giornalieri (3)	1 ng/m³ (4)	-	-

(1) La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h÷(h-8)
(2) Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e il valore di 80 µg/m³, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00.
(3) La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3÷6; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.
(4) Il periodo di mediazione è l'anno civile (1 gennaio – 31 dicembre)

Tabella 4 – Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 13/08/2010 n.155).

INQUINANTE	VALORI OBIETTIVO (1)
Arsenico	6.0 ng/m³
Cadmio	5.0 ng/m³
Nichel	20.0 ng/m³

(1) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM_{10} del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

4 LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

4.1 Obiettivi della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Settimo Torinese dal Dipartimento Arpa di Torino è stata effettuata in seguito alla richiesta dell'Amministrazione Comunale, in considerazione delle risultanze emerse nell'ambito dei monitoraggi della qualità dell'aria sul territorio e in riferimento alle necessità di approfondire le dinamiche ambientali legate in particolare ai valori di PM10 e PM 2.5 rilevati, ed è finalizzata ad avere informazioni sulla qualità dell'aria nel territorio monitorato.

Come è prassi le due campagne di monitoraggio con il laboratorio mobile della qualità dell'aria sono state programmate in momenti diversi dell'anno, in modo da acquisire informazioni ambientali in differenti condizioni meteo-climatiche. La prima campagna è stata effettuata dal 18 febbraio al 31 marzo 2025, la seconda campagna dal 7 luglio al 7 agosto 2025.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato concordato con l'Amministrazione comunale presso il Parco Alcide De Gasperi, via Fosse Ardeatine. Il sito è assimilabile ad una stazione di fondo-urbano, sul territorio di Settimo è presente anche una stazione fissa di traffico-urbano in via Vivaldi 2.

Si rammenta che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile. I dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal 19 febbraio al 30 marzo, per un totale di 40 giorni. Il periodo valido per l'analisi dei dati della seconda campagna va dall'8 luglio al 6 agosto, per un totale di 30 giorni di misura.

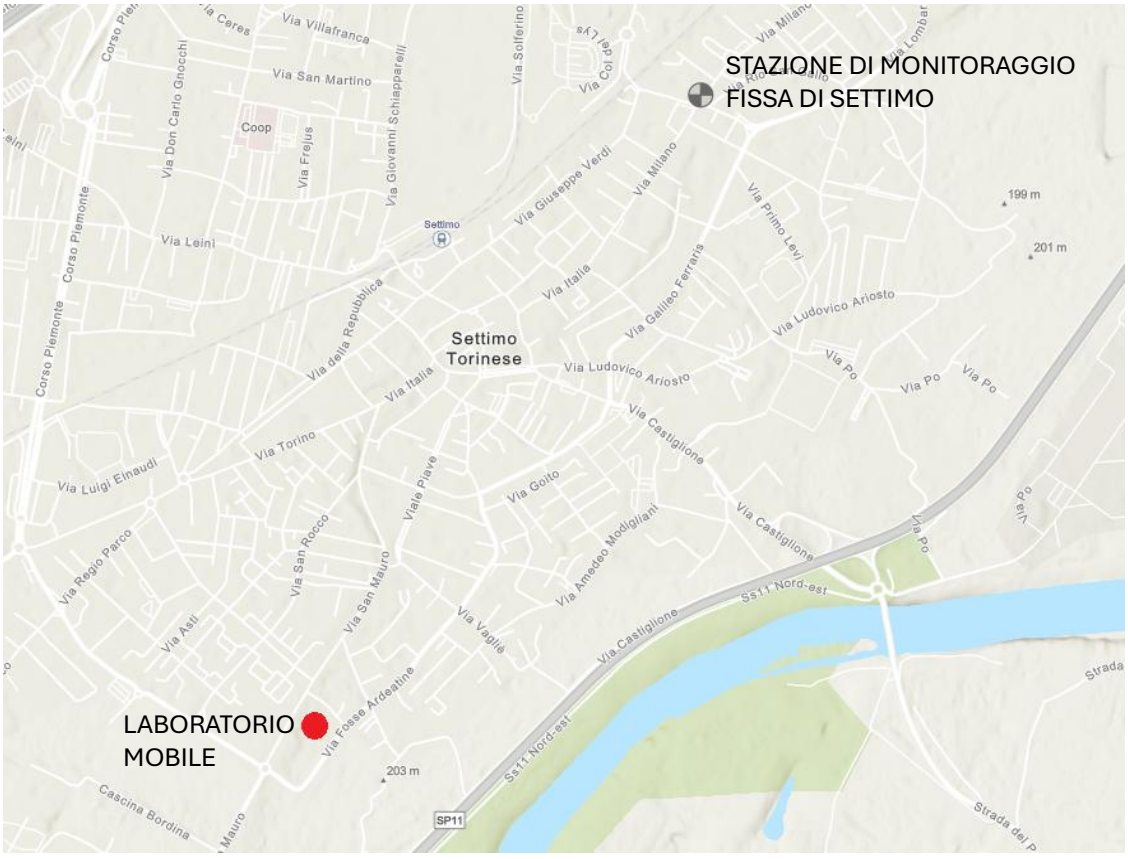


Figura 1: Ubicazione del Laboratorio Mobile della qualità dell'aria nel Comune di Settimo Torinese – Parco Alcide De Gasperi, in mappa anche la localizzazione della stazione fissa di Settimo-Vivaldi

Tabella 5 – Specifiche del sito di misura nel Comune di Settimo T.se

MEZZO DI MISURA	PERIODO	INDIRIZZO	Coordinate UTM (S.R. WGS84)	
Laboratorio mobile della qualità dell'aria di Arpa Piemonte	I CAMPAGNA 18 febbraio – 31 marzo 2025 II CAMPAGNA 7 luglio-7 agosto 2025	Parco Alcide De Gasperi, via Fosse Ardeatine SETTIMO TORINESE (TO)	EST: 7°45'53.7"	NORD: 45°07'40.9"

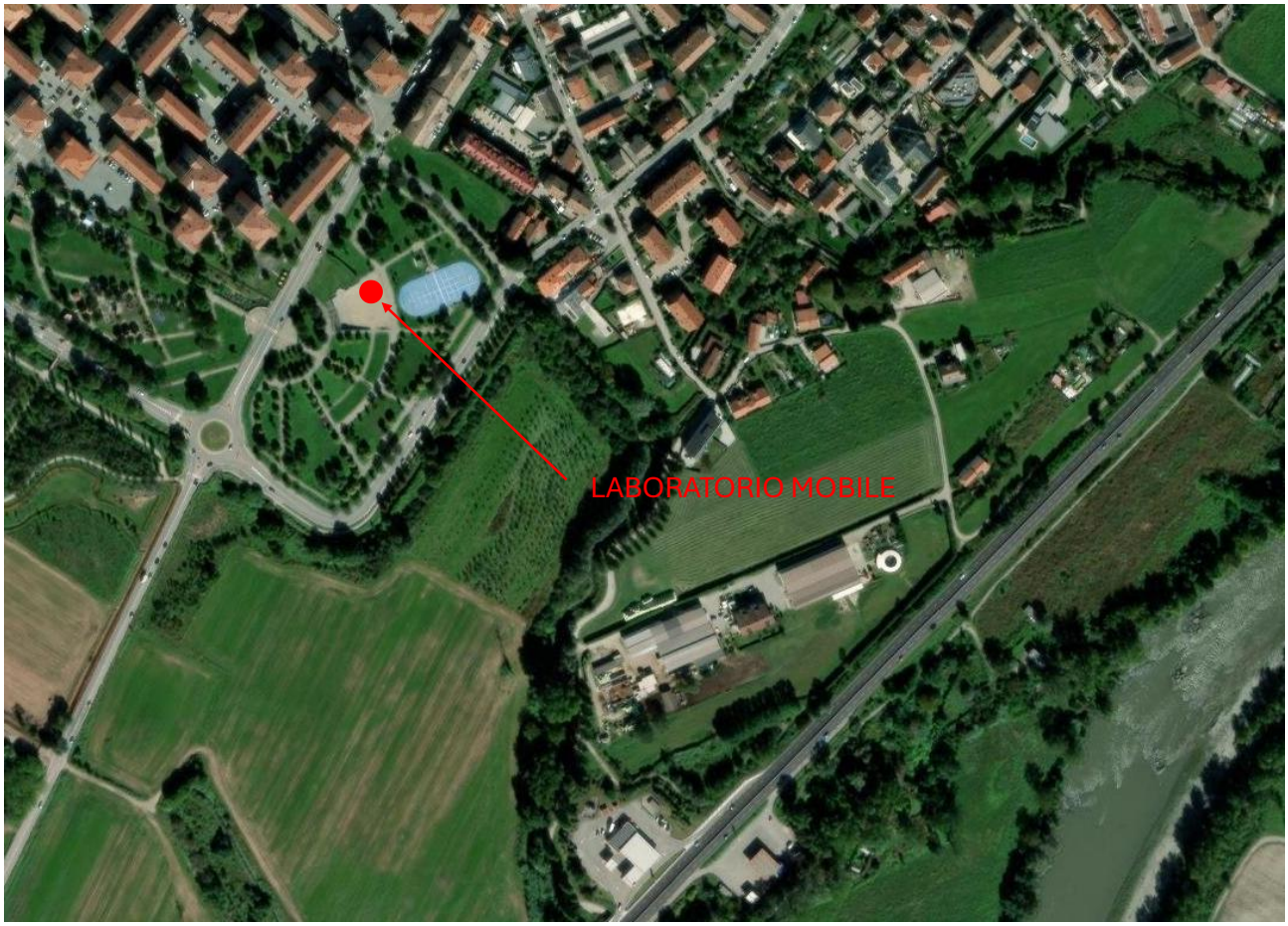


Figura 2: Ubicazione del Laboratorio Mobile della qualità dell'aria nel Comune di Settimo Torinese – Parco Alcide De Gasperi - particolare

4.2 Analisi del contesto territoriale

Per l'analisi del contesto territoriale vengono di seguito riportate le stime delle principali sorgenti emissive ricavate dall'inventario regionale delle Emissioni in atmosfera IREA (https://www.servizi.piemonte.it/osservatori/cruscotto-conoscenze-ambientali/emissioni-atmosfera.shtml) e la valutazione modellistica dello stato di Qualità dell'Aria elaborata da Arpa Piemonte (https://webgis.arpa.piemonte.it/aria_modellistica_webapp/index.html)

4.2.1 Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emissive sul territorio comunale è stato utilizzato l'inventario aggiornato al 2019, nel quale la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive, includendo le attività considerate rilevanti per le emissioni atmosferiche. I macrosettori individuati sono i seguenti:

- Centrali elettriche pubbliche, cogenerazione e teleriscaldamento, produzione di energia (elettrica, cogenerazione e teleriscaldamento) e trasformazione di combustibili;
- Impianti di combustione non industriali (commercio, residenziale, agricoltura);
- Combustione nell'industria;
- Processi produttivi;
- Estrazione e distribuzione di combustibili fossili;
- Uso di solventi;
- Trasporto su strada;
- Altre sorgenti mobili e macchinari;
- Trattamento e smaltimento rifiuti;
- Agricoltura;
- Altre sorgenti e assorbimenti.

Per ciascun macrosettore vengono riportate le quantità assolute di emissioni in atmosfera per alcuni inquinanti di qualità dell'aria, espresse in tonnellate/anno.

La Tabella 6 riporta i principali contributi emissivi stimati per il Comune di Settimo espressi in tonnellate/anno e suddivisi per fonti di emissione. Nelle Figure 3, 4, 5 e 6 vengono rappresentati graficamente i contributi delle emissioni dei principali inquinanti atmosferici.

Tabella 6: contributi emissivi stimati per il comune di Settimo T.se

INQUINANTE	MACROSETTORE										
	01 - PRODUZIONE ENERGIA E TRASFORMAZIONE COMBUSTIBILI	02 - COMBUSTIONE NON INDUSTRIALE	03 - COMBUSTIONE NELL'INDUSTRIA	04 - PROCESSI PRODUTTIVI	05 - ESTRAZIONE E DISTRIBUZIONE COMBUSTIBILI	06 - USO DI SOLVENTI	07 - TRASPORTO SU STRADA	08 - ALTRE SORGENTI MOBILI E MACCHINARI	09 - TRATTAMENTO E SMALTIMENTO RIFIUTI	10 - AGRICOLTURA	11 - ALTRE SORGENTI E ASSORBIMENTI
CO	17.01	61.39	18.06				462.23	6.92			2.02
COV	0.44	5.91	4.41	49.24	36.29	257.24	105.13	2.13	0.17	44.45	0.18
NH_3	0.63	0.89				0.16	3.34	0.00		58.79	0.15
NOx	29.71	19.19	97.50				315.70	18.78		0.55	0.07
PM10	0.19	5.90	1.57	0.07		7.10	44.65	0.79	0.02	0.40	2.48
PM2.5	0.19	5.56	1.57	0.01		3.67	14.73	0.77	0.02	0.17	1.76
SO2	0.46	0.83	0.80				0.53	0.13			0.02

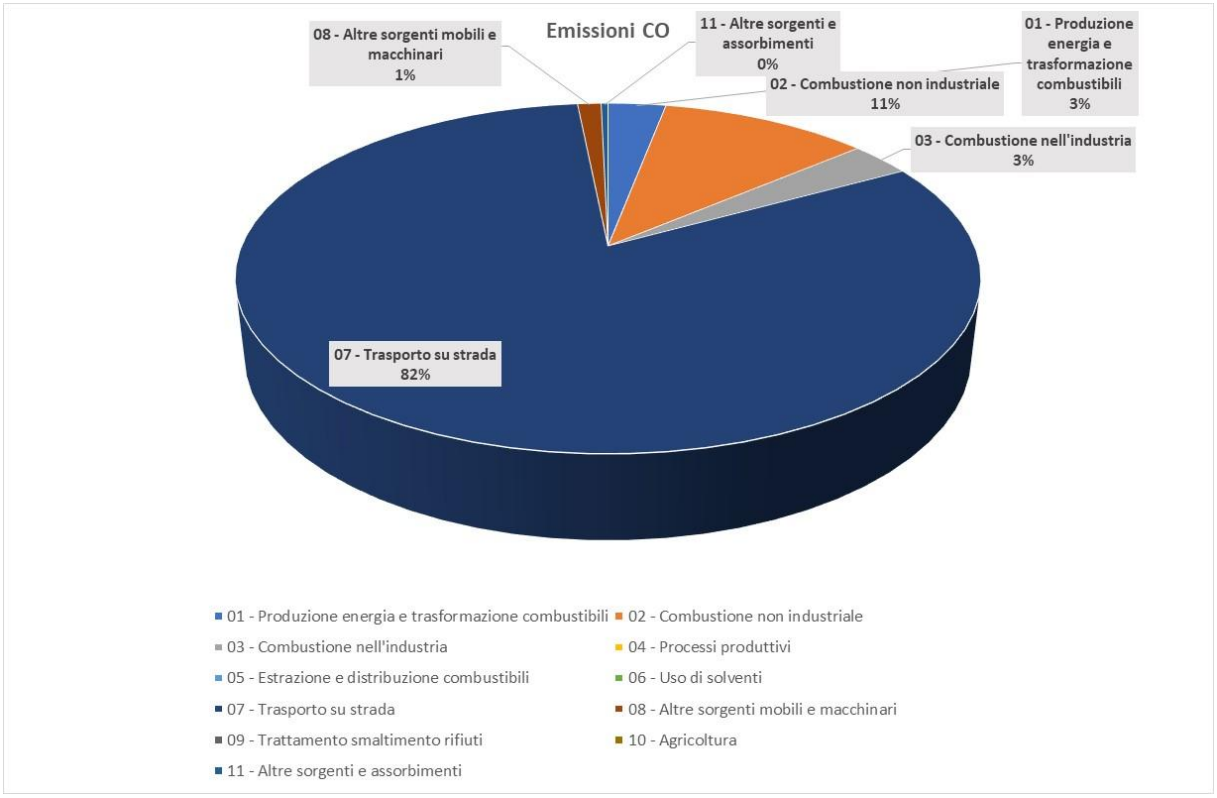


Figura 3: stima contributi emissioni di CO nel comune di Settimo

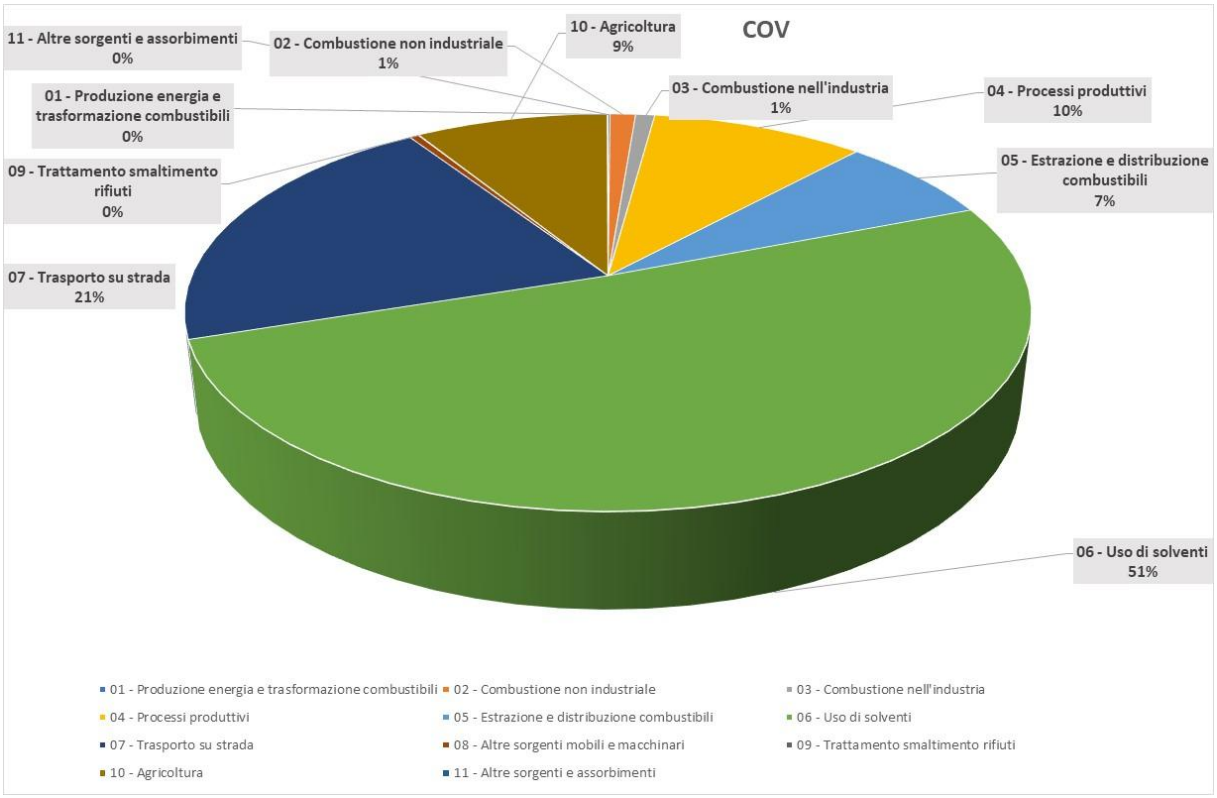


Figura 4: stima contributi emissioni di composti organici volatili nel comune di Settimo

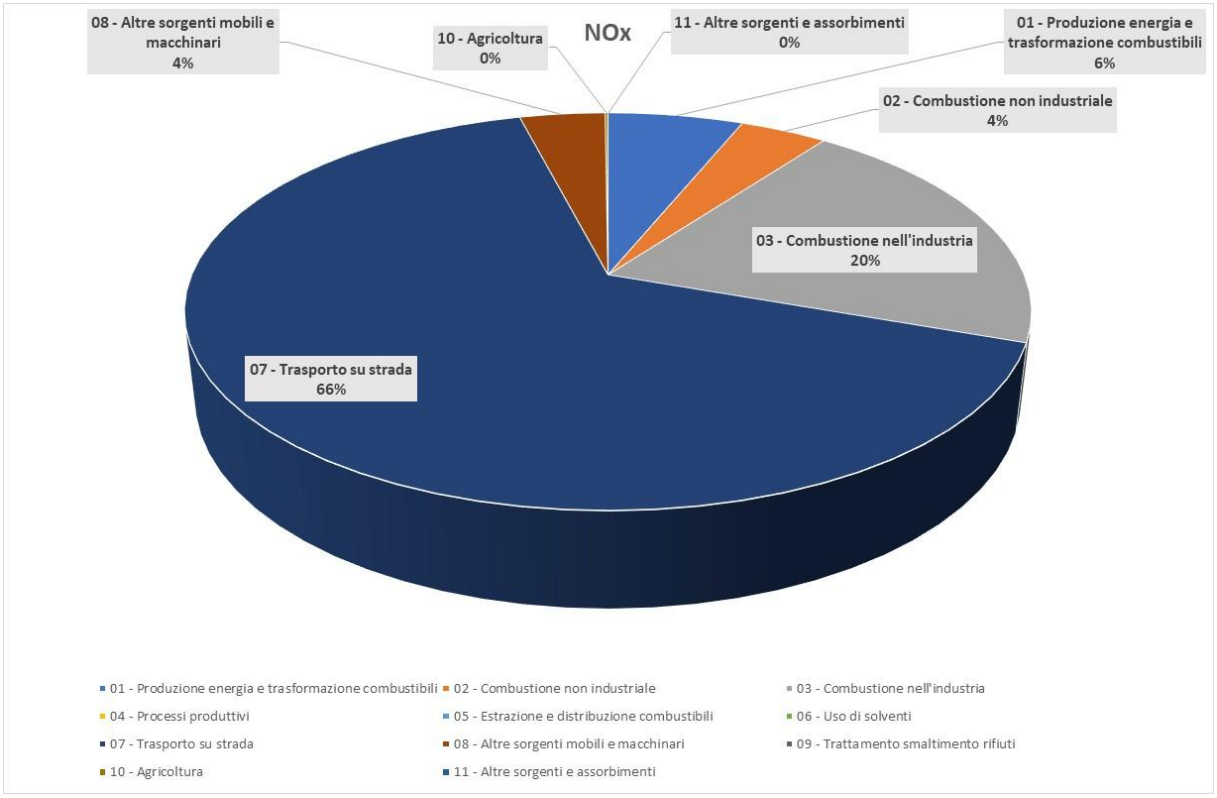


Figura 5: stima contributi emissioni di ossidi di azoto nel comune di Settimo

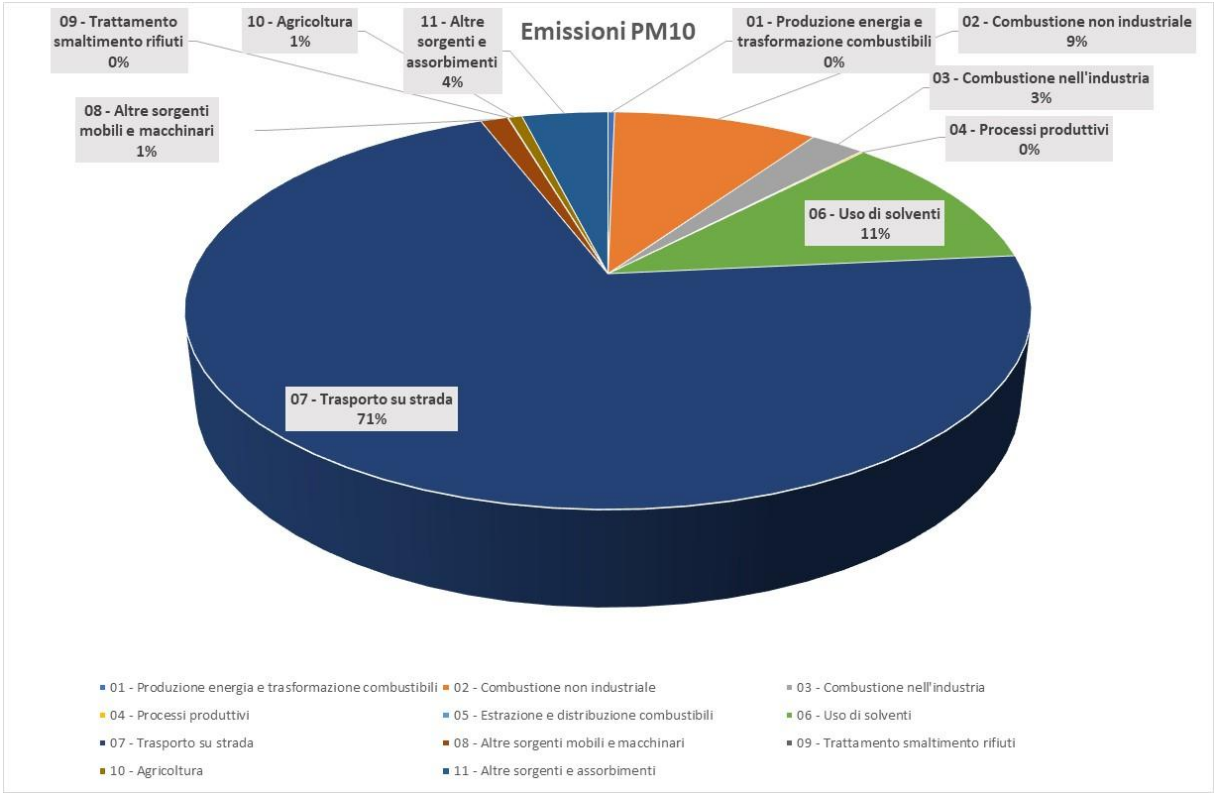


Figura 6: stima contributi emissioni di PM10 nel comune di Settimo

4.2.2 Valutazione modellistica annuale dello stato di Qualità dell'Aria

Il quadro normativo nazionale e comunitario (attualmente rappresentato dal D.Lgs. 155/2010, recepimento della direttiva 2008/50/CE) stabilisce che la valutazione della qualità dell'aria deve essere realizzata utilizzando sia misure effettuate in siti fissi, sia tecniche di valutazione modellistica. Coerentemente con tale quadro normativo la Valutazione modellistica Annuale sullo stato della Qualità dell'aria in Piemonte è stata realizzata con un approccio integrato che sfrutta le differenti tipologie informative disponibili in Regione Piemonte: la prima è rappresentata dalle misure del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA) disponibile solamente per un certo numero di localizzazioni spaziali, la seconda dai campi di concentrazione ad alta risoluzione spaziale prodotti dal sistema modellistico di trasporto, dispersione e trasformazione chimica degli inquinanti in atmosfera messo a punto ed utilizzato operativamente da Arpa Piemonte, dando seguito al mandato ricevuto dal Settore competente della Direzione Ambiente della Regione Piemonte.

La struttura di Arpa che si occupa di modellistica di qualità dell'aria e che svolge anche funzioni di Coordinamento è il Dipartimento Rischi Naturali e ambientali - Meteorologia, Clima e Qualità dell'Aria.

Di seguito vengono proposte le elaborazioni grafiche realizzate dalla suddetta struttura e consultabili sul sito ARPA https://webgis.arpa.piemonte.it/secure_apps/aria_modellistica_webapp/index.html.

Nella Figura 7 viene data evidenza del risultato della valutazione modellistica in relazione al numero di superamenti del valore limite della media giornaliera (50 µg/m^3) stabilito per il PM10, la cui stima per il territorio del comune di Settimo per il 2024 è di 40, superiore ai 35 stabiliti dalla norma.

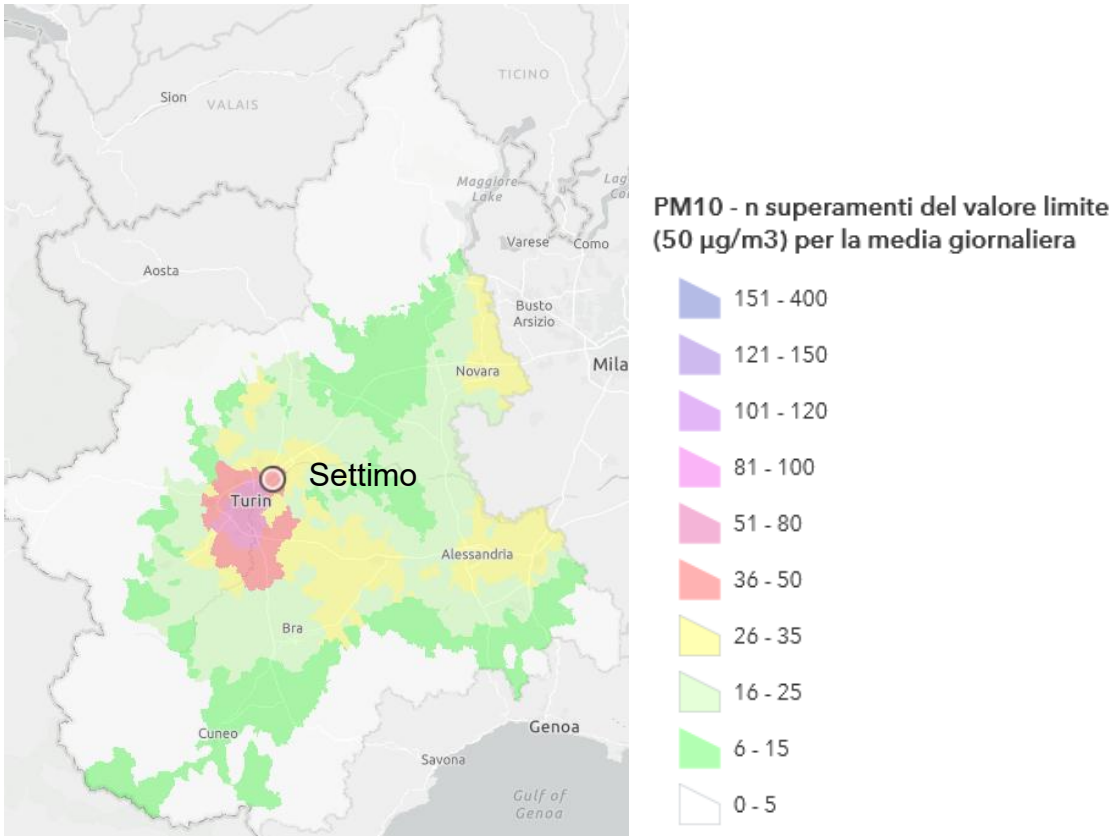


Figura 7: PM10 - n. superamenti del valore limite (50 µ/m^3) per la media giornaliera

Nella Figura 8 vengono rappresentati i risultati della modellistica in merito alla media annuale del PM10, da cui emerge che per Settimo la media annuale stimata per il 2024 è intorno ai 25 µg/m^3, inferiore al limite di 40 µg/m^3 previsto dalla normativa.

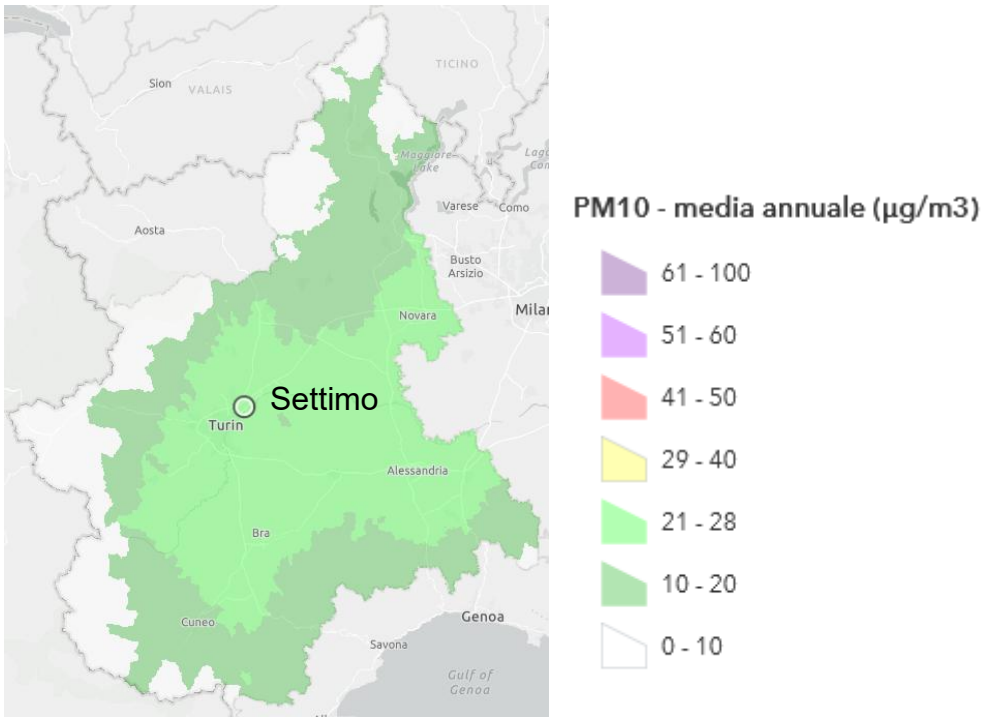


Figura 8: PM10 - media annuale (µg/m^3)

La Figura 9 mostra la stima della media annuale del 2024 del biossido di azoto che per Settimo è intorno ai 24 µg/m^3, inferiore al limite di 40 µg/m^3.

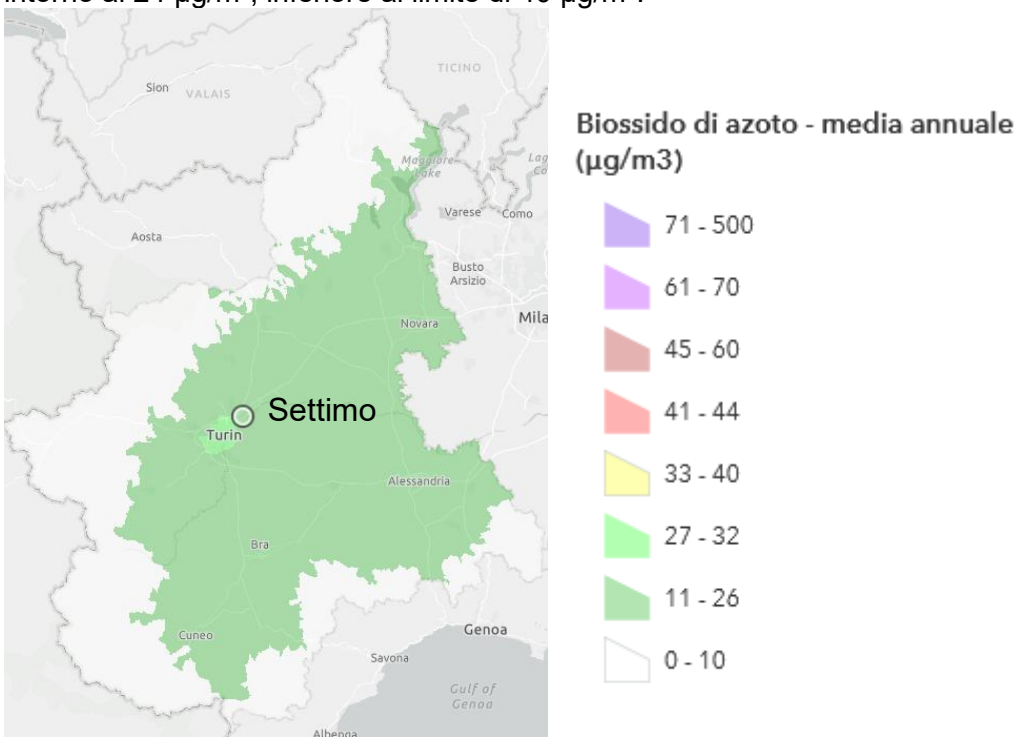


Figura 9: NO_2 - media annuale (µg/m^3)

4.3 Elaborazione dei dati meteorologici

Di seguito riportiamo i risultati e gli indici statistici di tutti gli inquinanti monitorati, sia meteorologici sia chimici. In genere, i grafici presentati sono divisi a metà, la parte di sinistra mostra l'andamento dei dati durante la prima campagna, la parte di destra l'andamento dei dati della seconda campagna, in modo da avere una visione d'assieme dei due periodi di analisi.

Si fa notare inoltre che, in particolare nelle tabelle riassuntive, ci si riferisce alla prima campagna di misura svolta nell'inverno del 2025 come "periodo freddo" e alla seconda campagna effettuata nell'estate 2025 come "periodo caldo".

Nella Tabella 7 sono riassunti gli indici statistici relativi ai dati meteoclimatici registrati durante le due campagne di misura del 2025.
I grafici dalla Figura 10 alla Figura 13 mostrano l'andamento lineare dei parametri meteo nella prima e nella seconda campagna di misura. La Figura 10 mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) e delle precipitazioni nel corso delle due campagne di monitoraggio. La durata e l'intensità dell'irraggiamento variano leggermente tra le due campagne di misura. I valori più elevati si registrano durante la campagna del periodo caldo (8/7-6/8) con una media di 291 W per unità di superficie (m^2) e valori massimi intorno ai 950 W/m2; durante l'inverno 2025 la media è inferiore - 140 W/m^2 - con massimi che raramente superano i 750 W/m^2. Le precipitazioni sono avvenute nella prima campagna dal 9 al 16 marzo e dal 21 al 24 marzo, con la massima pioggia cumulata il 15 marzo (19.4 mm). Durante la campagna del periodo caldo episodi significativi di precipitazioni si sono verificati il 13 luglio (9.2 mm), e poi in misura minore, il 20-21 luglio, e il 3 agosto.

Tabella 7.- Parametri meteo registrati durante le due campagne di misura a Settimo T.se

PARAMETRI METEO	RADIAZIONE SOLARE G.		TEMPERATURA		UMIDITÁ RELATIVA		PRESSIONE ATMOSFERICA		VELOCITÁ VENTO		PIOGGIA	
Unità di misura	**W/m²**		**°C**		**%**		**hPa**		**m/s**		**mm**	
	Freddo	Caldo	Freddo	Caldo	Freddo	Caldo	Freddo	Caldo	Freddo	Caldo	Freddo	Caldo
Minima media giornaliera	22	135	3.4	20.2	61	42	970.3	981.1	0.4	0.5	0.0	0.0
Massima media giornaliera	265	431	14.2	25.6	99	80	1005.3	993.4	2.3	1.5	0.8	0.4
Media delle medie giornaliere	140	291	8.7	22.9	77	64	992.5	987.6	0.8	1.0	0.1	0.0
Giorni validi	36	27	40	27	40	27	39	27	24	20	40	27
Percentuale giorni validi	90%	90%	100%	90%	100%	90%	98%	90%	60%	67%	100%	90%
Media dei valori orari	140	291	8.7	22.8	77	64	992.2	987.6	0.8	1.0	0.1	0.0
Massima media oraria	870	951	23.1	31.4	99	99	1007.0	995.0	3.4	3.0	7.0	5.8
Ore valide	872	666	959	678	959	678	952	678	748	532	959	679
Percentuale ore valide	91%	92%	100%	94%	100%	94%	99%	94%	78%	74%	100%	94%

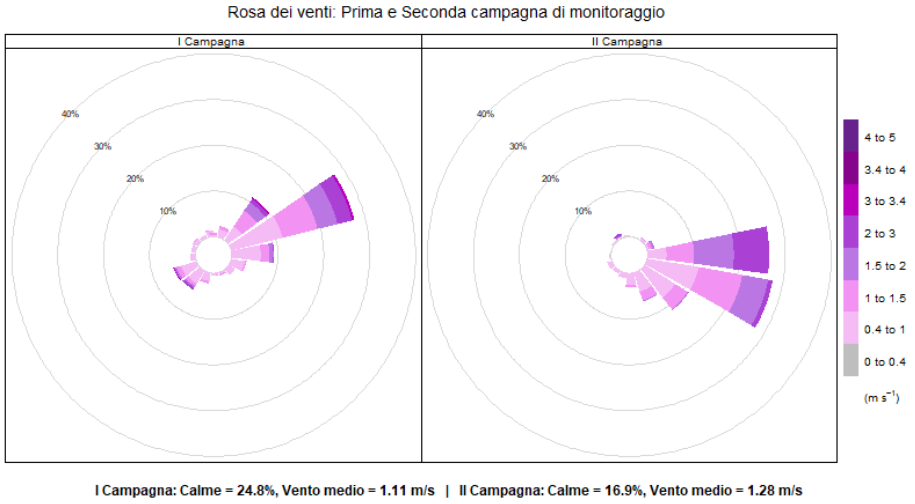
Il campo pressorio (Figura 11) si è attestato in media tra i 988 hPa (periodo caldo) e 992 hPa (periodo freddo).

La temperatura media durante il periodo di misura caldo è stata di 22.8 °C; la temperatura massima oraria è stata raggiunta il 16 luglio con 31.4 °C. Durante la campagna di misura del

periodo freddo è stata registrata una temperatura media di 8.7 °C, mentre i valori minimi e massimi hanno oscillato tra 3.4°C e 14.2°C.

In genere l'umidità segue un andamento giornaliero ciclico, con valori più alti di notte e più bassi di giorno, in corrispondenza delle temperature massime giornaliere. È evidente che durante gli eventi piovosi più o meno intensi l'andamento tipico dell'umidità viene meno e anche di giorno la percentuale di umidità rimane elevata a causa delle precipitazioni.

A Settimo T.se temperatura e umidità relativa mantengono il tipico andamento inversamente proporzionale per entrambe le campagne di misura. In merito alla velocità del vento, le due campagne sono analoghe, con velocità medie intorno a 1 m/s e massimi orari intorno ai 3 m/s (Figura 13).



I grafici della

Figura 14 e della Figura 15 rappresentano le rose dei venti registrate nel punto di misura dall'anemometro in dotazione sul laboratorio mobile durante le due campagne di misura. L'anemologia del sito di Settimo, è caratterizzato da venti a bassa intensità provenienti nella campagna invernale prevalentemente da nord-est, nella seconda campagna estiva da est-sud est come descritto nei grafici delle rose dei venti. Le percentuali di calma di vento (velocità del vento < 0.5 m/s) sono intorno al 25% di inverno e minori d'estate, intorno al 17%.

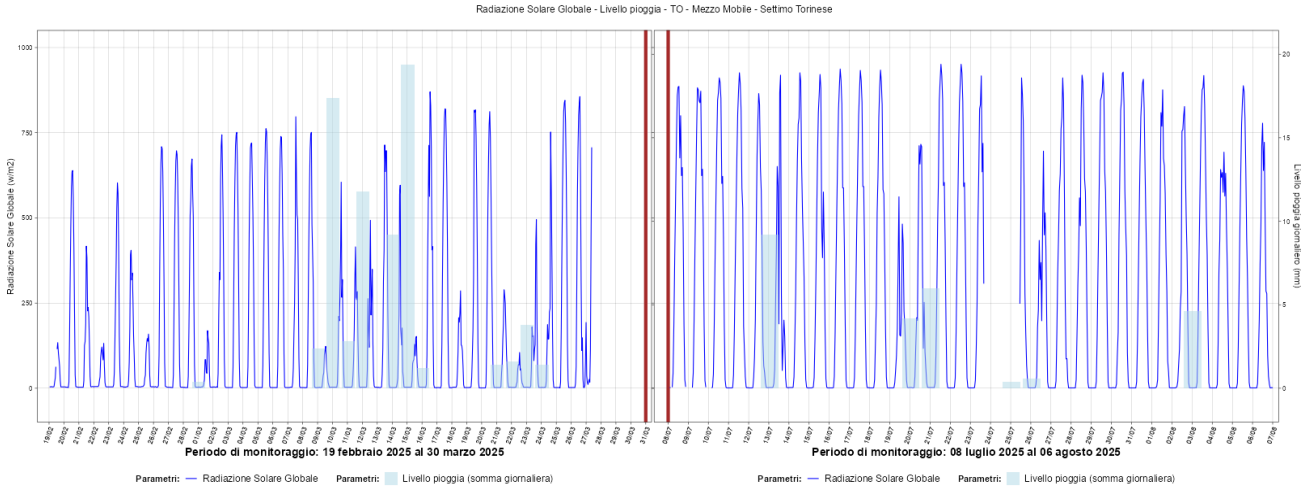


Figura 10- Andamento di pioggia e radiazione solare a Settimo T.se durante le due campagne di misura

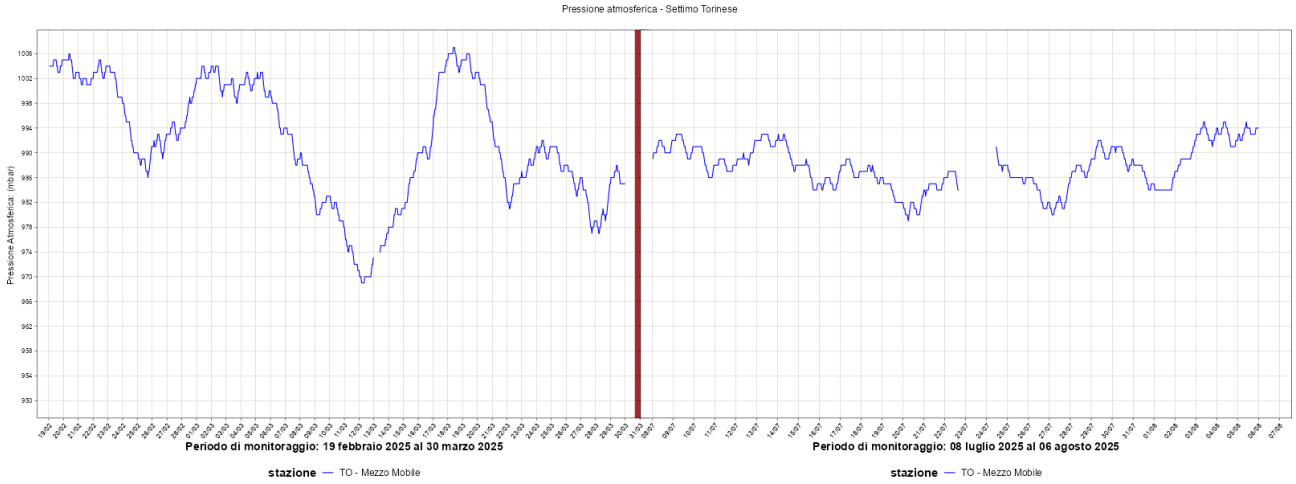


Figura 11 - Andamento della pressione atmosferica a Settimo T.se durante le due campagne di misura

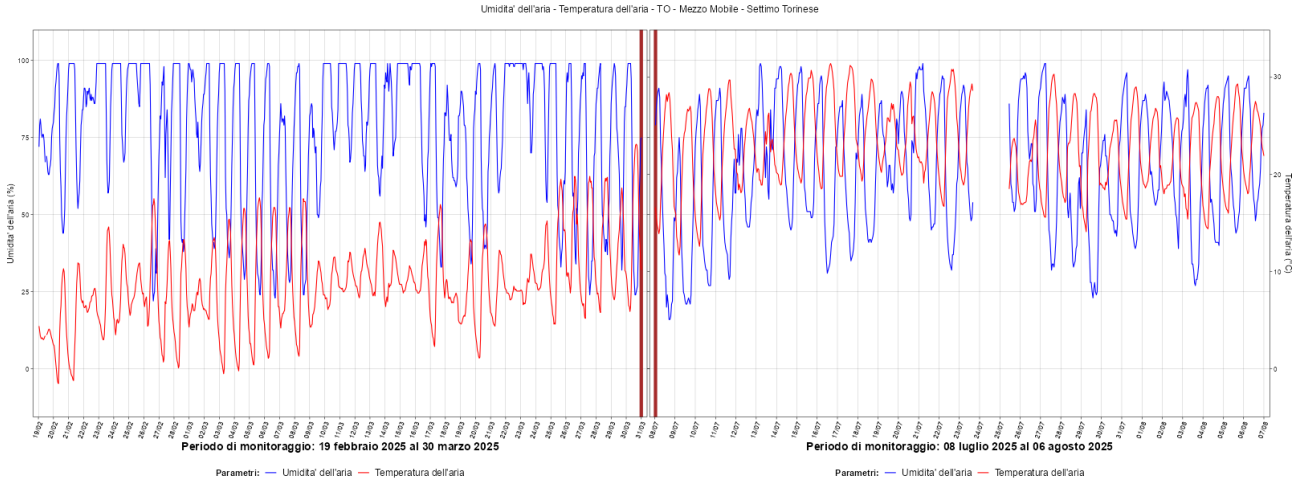


Figura 12 - Andamento di temperatura e umidità relativa a Settimo T.se durante le due campagne di misura

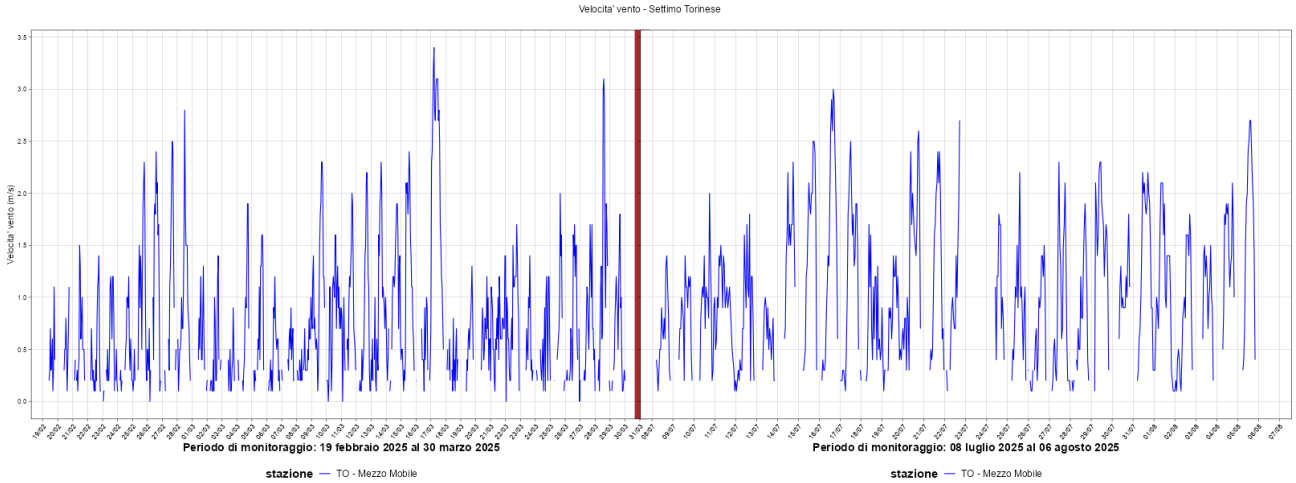


Figura 13 - Andamento della velocità del vento a Settimo T.se durante le due campagne di misura

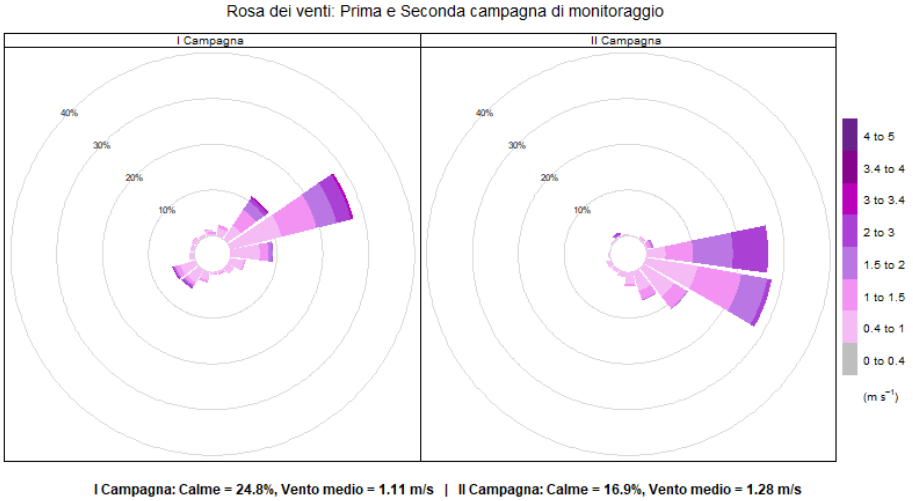


Figura 14- Rosa dei venti per il sito di misura di Settimo T.se

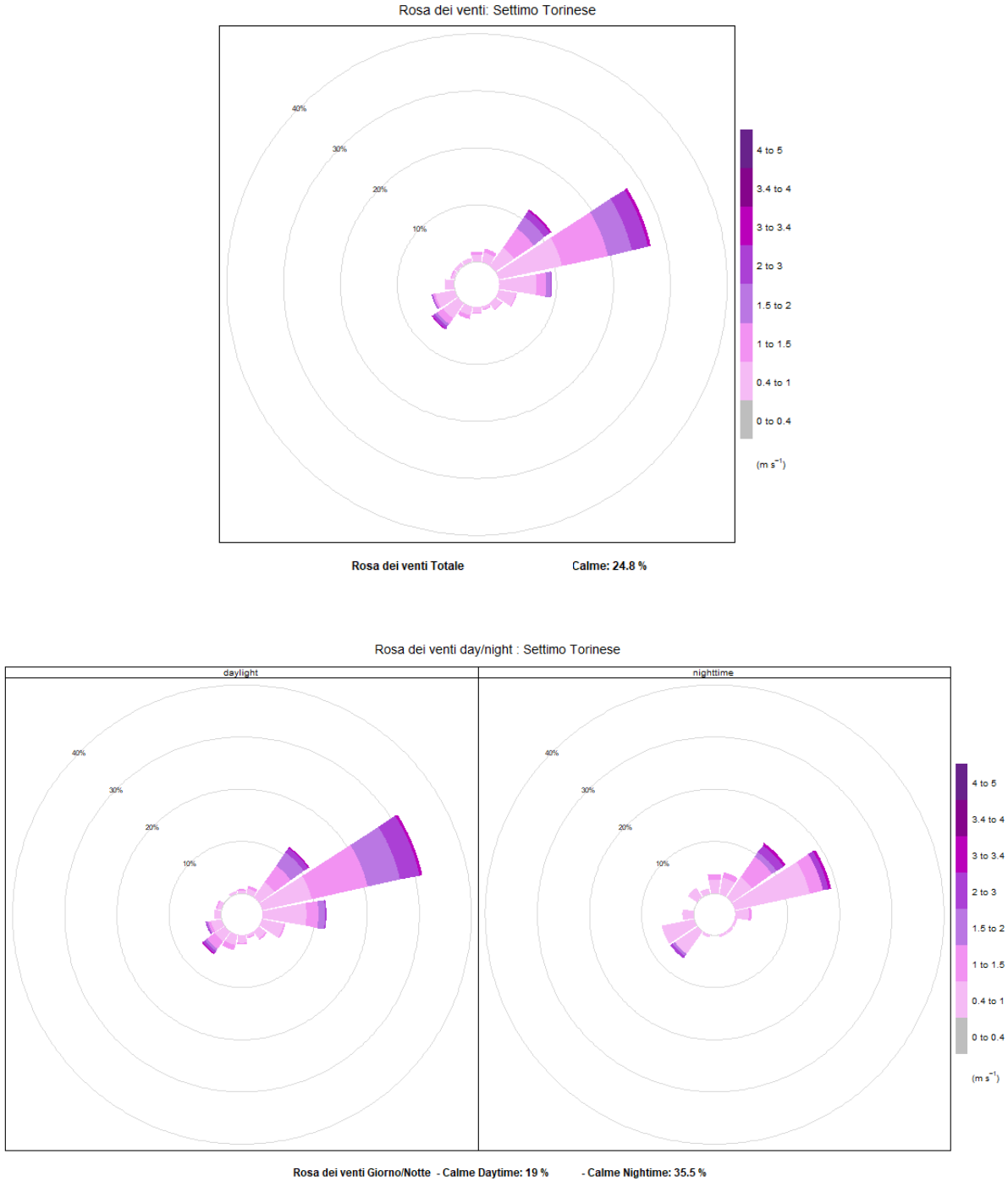


Figura 15 - Rosa dei venti per il sito di misura di Settimo T.se – prima campagna

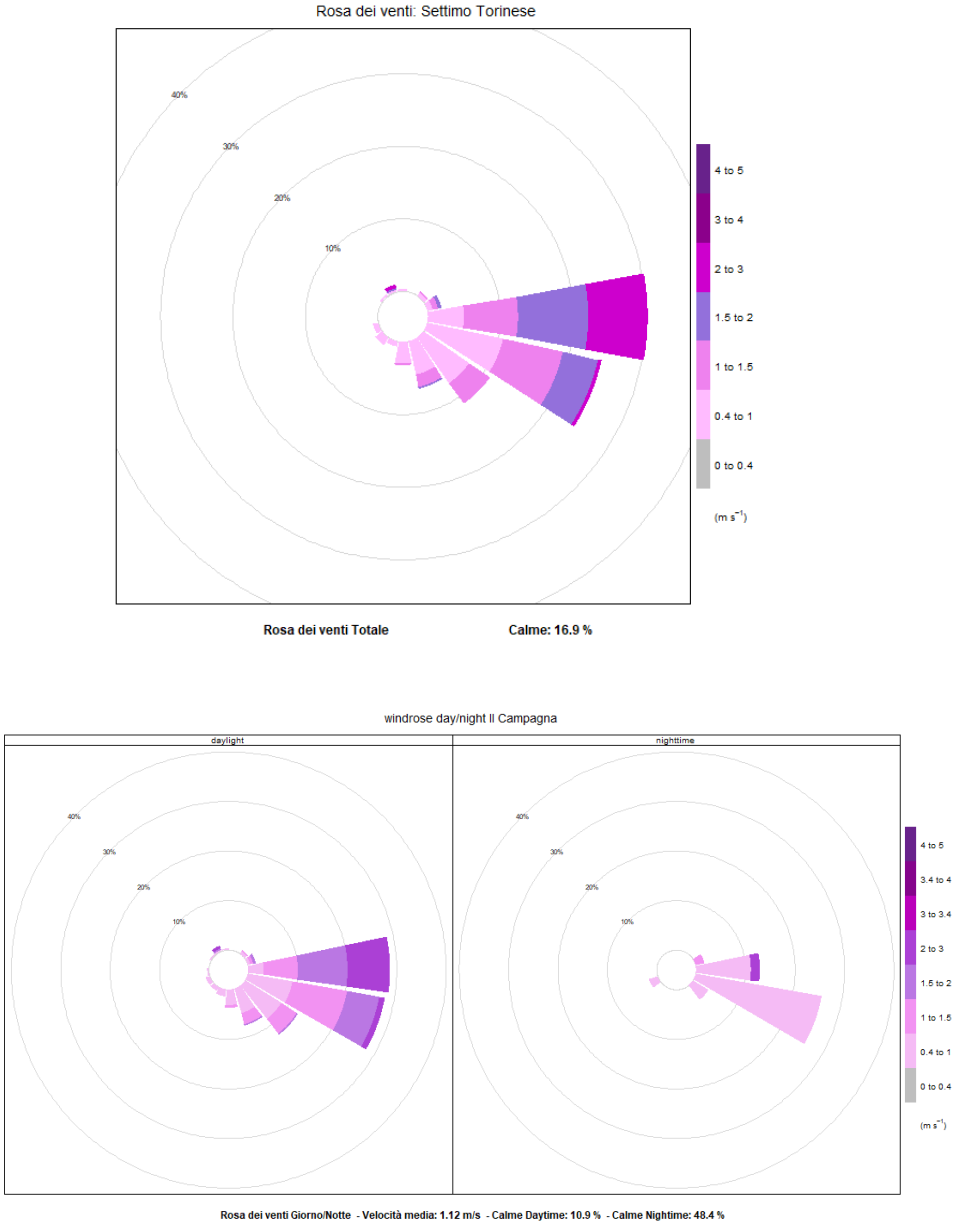


Figura 16 - Rosa dei venti per il sito di misura di Settimo T.se – seconda campagna

4.4 Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Settimo

Nelle pagine seguenti vengono riportati le elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge relativi all'inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori nel periodo di campionamento. Nella Tabella 8 si riportano gli inquinanti e le loro le formule chimiche, utilizzate come abbreviazioni.

Tabella 8 – Parametri chimici misurati con il laboratorio mobile

Benzene	C_6H_6	µg/m³
Bossido di azoto	NO_2	µg/m³
Biossido di zolfo	SO_2	µg/m³
Monossido di azoto	NO	µg/m³
Monossido di carbonio	CO	mg/m³
Ozono	O_3	µg/m³
Particolato sospeso PM_{10}	PM_{10}	µg/m³
Toluene	$C_6H_5CH_3$	µg/m³

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest (Attività di Produzione) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all'indirizzo: https://secure.regione.piemonte.it/ambiente/ariaweb/, a disposizione per elaborazioni successive.

4.4.1 Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, in un **diagramma concentrazione-tempo**, l'andamento registrato durante il periodo di monitoraggio. La scala adottata per l'asse delle ordinate permette di evidenziare, laddove esistenti, i superamenti dei limiti. Nel caso in cui i valori assunti dai parametri risultino nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse delle ordinate rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso lo scrivente servizio e può essere inviata su richiesta specifica.

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è possibile calcolare il **giorno medio**: questo si ottiene determinando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Ad esempio, il valore dell'ora 2:00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 2:00 di ciascun giorno di monitoraggio della campagna. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.

In questo modo è possibile non solo evidenziare in quali ore generalmente si verifichi un incremento delle concentrazioni dei vari inquinanti, ma anche fornire informazioni sulla persistenza degli stessi durante la giornata.

4.4.2 Ossidi di Azoto

Gli ossidi di azoto vengono generati da tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile usato.

Monossido d’azoto

Il monossido di azoto rappresenta un tracciante delle attività di combustione ad alta temperatura, quali il traffico veicolare. In relazione alla sua minore tossicità rispetto al biossido di azoto, non è preso in considerazione dalla normativa in termini di valori di riferimento per la protezione della salute, ma viene comunque misurato in quanto partecipa ai fenomeni di inquinamento fotochimico trasformandosi in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono.

Occorre sottolineare che le emissioni dirette di ossidi di azoto dei veicoli sono principalmente costituite da monossido di azoto ma, come già accennato, il monossido in aria ambiente si trasforma parzialmente per ossidazione in biossido di azoto, per cui la quantità di quest’ultimo è maggiore di quella che sarebbe prevedibile sulla base della sola emissione diretta.

Nel sito di rilevamento con il laboratorio mobile a Settimo, i valori di NO sono confrontabili con quelli registrati nelle stazioni di monitoraggio fisse di Leinì e di Borgaro, entrambe di fondo suburbano, stazioni che si possono paragonare alla localizzazione del laboratorio mobile (

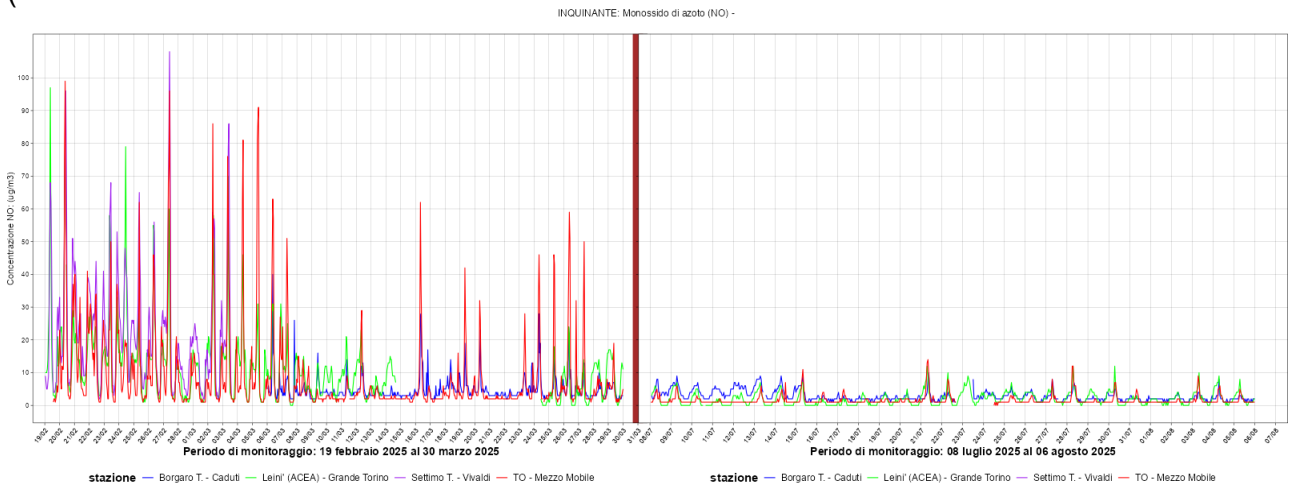


Figura 17). I valori misurati nel parco Alcide De Gasperi sono inferiori rispetto a quelli della stazione fissa di Settimo-Vivaldi, ubicata in prossimità di una rotatoria (in via Vivaldi angolo via Milano) e maggiormente influenzata dal traffico veicolare, che rappresenta la maggiore sorgente di ossidi di azoto in area urbana. Mediando i dati in cui la misura è stata contemporanea in entrambe le stazioni, nel Parco de Gasperi i valori medi invernali misurati sono pari a 13 µg/m^3 contro i 21 µg/m^3 a Settimo-Vivaldi (periodo 19 febbraio-3 marzo); mentre nel periodo estivo non è possibile fare il confronto in quanto i dati della stazione fissa sono stati tutti invalidati per un problema tecnico strumentale.

L’andamento del giorno medio (Figura 18) mostra con maggiore evidenza la differenza tra gli andamenti del periodo caldo e del periodo freddo per le quattro stazioni di monitoraggio messe a confronto. L’andamento orario presenta, soprattutto nella campagna invernale, la tipica curva con due massimi giornalieri in corrispondenza dei picchi di traffico veicolare, dalle 8 alle 9 del mattino cui corrisponde il picco di concentrazione più elevato e dalle 21 alle 22. In estate non è presente il picco serale a causa della maggiore intensità solare, che favorisce la rapida conversione del monossido di azoto in biossido di azoto e la successiva formazione di ozono attraverso reazioni fotochimiche, rendendo l'NO meno persistente nell'aria nelle ore serali rispetto all'inverno, quando condizioni di luce e di inversione termica favoriscono l’accumulo dell’inquinante.

Tabella 9 - Dati relativi al monossido di azoto (NO) (µg/ m³)

Monossido di azoto (µg/m³)	I campagna freddo	II campagna caldo
Minima media giornaliera	2	1
Massima media giornaliera	24	3
Media delle medie giornaliere (b):	9	2
Giorni validi	38	27
Percentuale giorni validi	95%	90%
Media dei valori orari	9	2
Massima media oraria	99	14
Ore valide	931	676
Percentuale ore valide	97%	94%

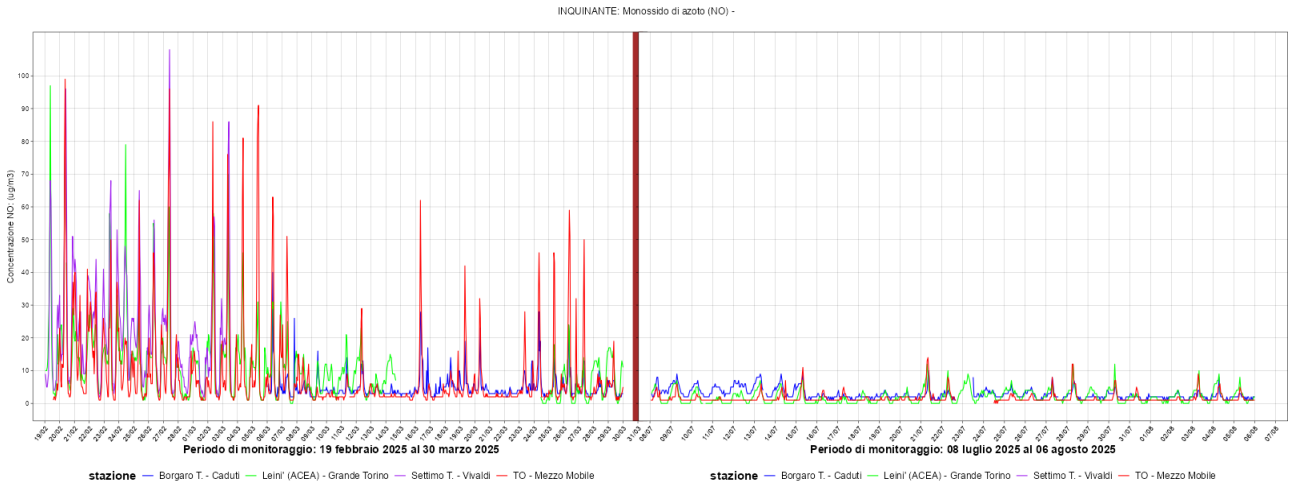


Figura 17 - NO medie orarie: confronto con alcune stazioni della rete fissa durante le campagne di misura, in rosso il mezzo mobile

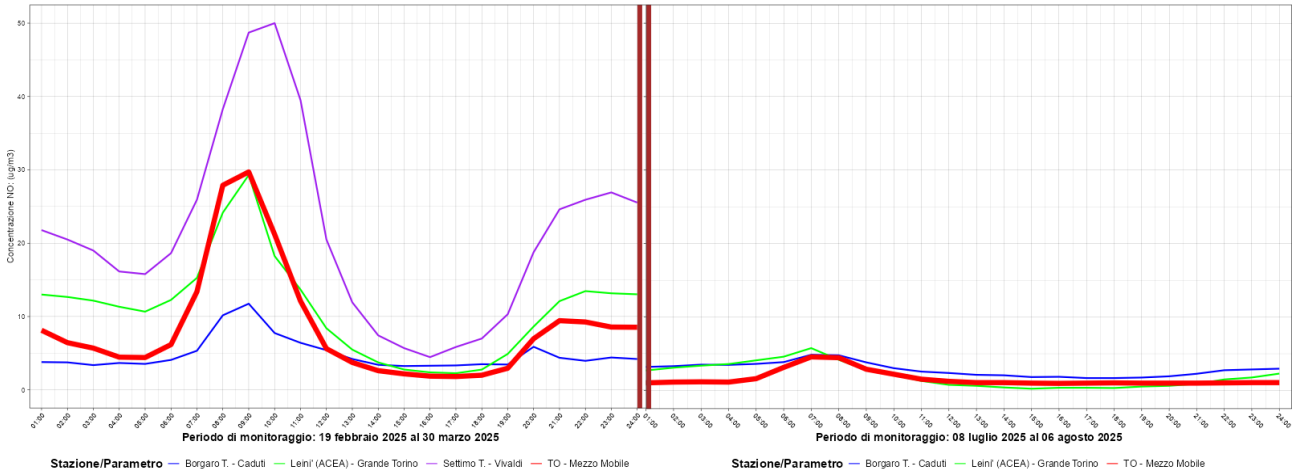


Figura 18 - NO giorno medio: confronto con alcune stazioni della rete fissa durante le campagne di misura, in rosso il mezzo mobile

Biossido d'azoto

Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici più pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico".
La formazione di NO_2 è piuttosto complessa. Infatti, oltre ad essere originato direttamente dal traffico veicolare, soprattutto quando si raggiungono elevate velocità e la combustione nei motori è più completa, tale inquinante ha un'importante fonte secondaria, essendo originato anche attraverso complesse reazioni fotochimiche che hanno luogo in atmosfera.

La sorgente prevalente degli ossidi di azoto, il trasporto su strada, dà luogo ad emissioni quasi costanti nel corso dell'anno; tuttavia, nel caso degli NO_X si assiste spesso ad un andamento stagionale delle concentrazioni, con valori più elevati d'inverno e decisamente più bassi d'estate. La motivazione di tale variabilità va ricercata principalmente nella diversa meteorologia stagionale, per cui, soprattutto in Pianura Padana, d'inverno si instaurano prolungati periodi di stabilità atmosferica e basso rimescolamento dell'aria che limitano la dispersione degli inquinanti e favoriscono il loro confinamento nei primi strati dell'atmosfera a contatto con il suolo.

Nel caso della campagna nel comune di Settimo le concentrazioni maggiori di NO_2 e NO si registrano nella prima campagna di misura, svolta nel periodo invernale (Tabella 10 e Figura 19). Durante la campagna di monitoraggio del periodo freddo per il biossido di azoto non si sono comunque registrati superamenti del limite orario di 200 µg/m³ né tantomeno del livello di allarme di 400 µg/m³; la massima media oraria misurata nel sito di monitoraggio risulta pari a 82 µg/m^3 e la media giornaliera massima è pari a 39 µg/m³. Durante la campagna estiva la media giornaliera di NO_2 è molto più bassa, la massima concentrazione oraria è pari a 33 µg/m^3 e la massima media giornaliera è uguale a 13 µg/m³.
Per l'andamento del giorno medio, di NO_2 si possono fare le stesse considerazioni già fatte per il monossido d'azoto. Nella campagna invernale le concentrazioni orarie sono mediamente più elevate di quelle del periodo caldo e sono molto più evidenti i picchi orari del mattino e della sera. I valori complessivamente sono confrontabili con le stazioni di Leinì e Borgaro (Figura 20). Mediando i dati in cui la misura è stata contemporanea in entrambe le stazioni, nel Parco de Gasperi i valori medi invernali misurati sono pari a 25 µg/m^3 contro i 43 µg/m^3 a Settimo-Vivaldi (periodo 19 febbraio-3 marzo); mentre nel periodo estivo non è possibile fare il confronto in quanto i dati della stazione fissa sono stati tutti invalidati per un problema tecnico strumentale.

Tabella 10 – Indici statistici per NO_2 - campagne di misura 2025 a Settimo T.se

Biossido di azoto	I campagna freddo	II campagna caldo
Minima media giornaliera	10	6
Massima media giornaliera	39	13
Media delle medie giornaliere (b):	23	10
Giorni validi	38	27
Percentuale giorni validi	95%	90%
Media dei valori orari	23	10
Massima media oraria	82	33
Ore valide	933	676
Percentuale ore valide	97%	94%
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)	0	0
Numero di medie giornaliere superiori a 50	0	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0	0

Nella Figura 21 sono vengono rappresentate, come ulteriore strumento di confronto, il box plot delle concentrazioni orarie registrate con il laboratorio mobile e quelle misurate dalle stazioni fisse del territorio della Città Metropolitana di Torino che nel medesimo periodo delle campagne di monitoraggio hanno raggiunto il 85% di dati validi.
Il box plot sintetizza la posizione di tutti i dati orari ottenuti: il rettangolo (la "scatola") è delimitato dal 25° e dal 75° percentile[1] e diviso al suo interno dalla mediana, che evidenzia l'eventuale asimmetria (solo in caso di distribuzione simmetrica, media e mediana coincidono). I segmenti che escono dalla scatola (i "baffi") delimitano la zona al di fuori della quale i valori sono definiti outliers (anomali) ed esprimono l'asimmetria della distribuzione dei dati degli inquinanti.

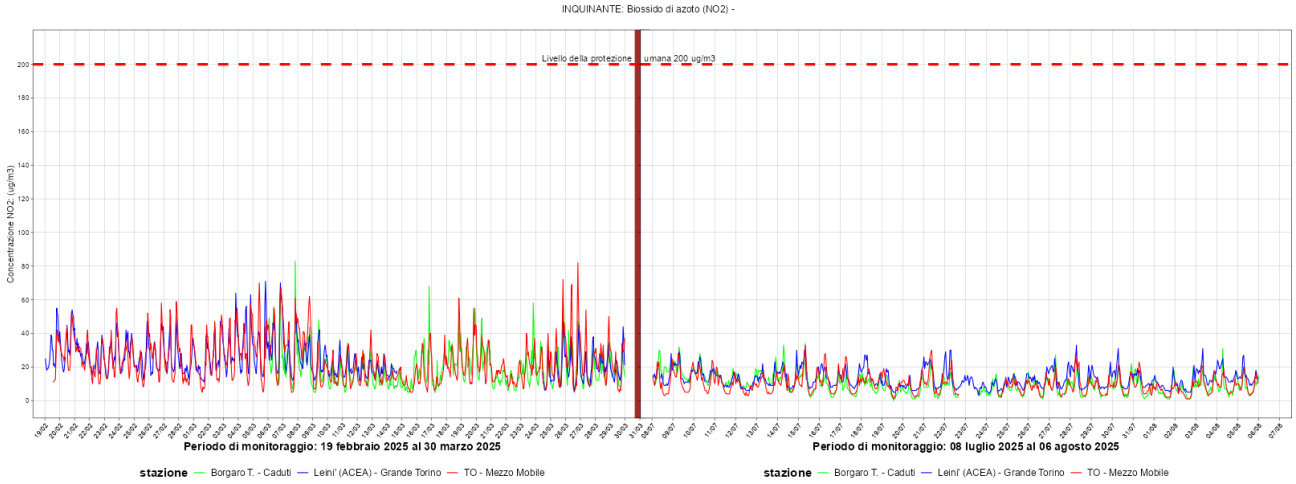


Figura 19 – NO_2 medie orarie: confronto con alcune stazioni della rete fissa durante le campagne di misura

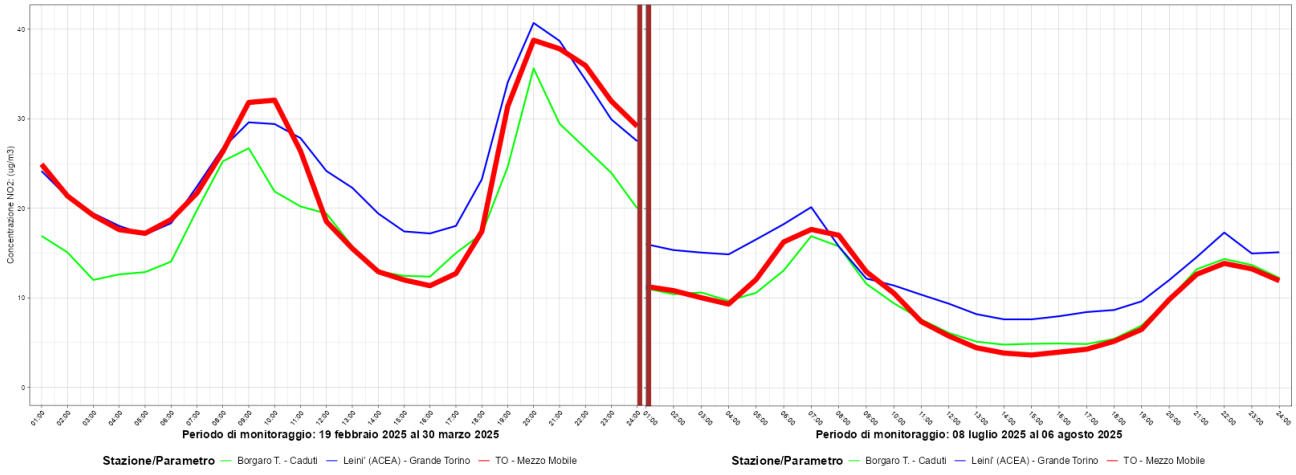


Figura 20 – NO_2 giorno medio: confronto con alcune stazioni della rete fissa durante le campagne di misura

[1] Percentile di ordine k (P_k) è il numero che suddivide la successione dei valori ordinati in senso crescente in due parti, tali che i valori minori o uguali a P_k siano una percentuale uguale a k%. La mediana corrisponde al 50° percentile.

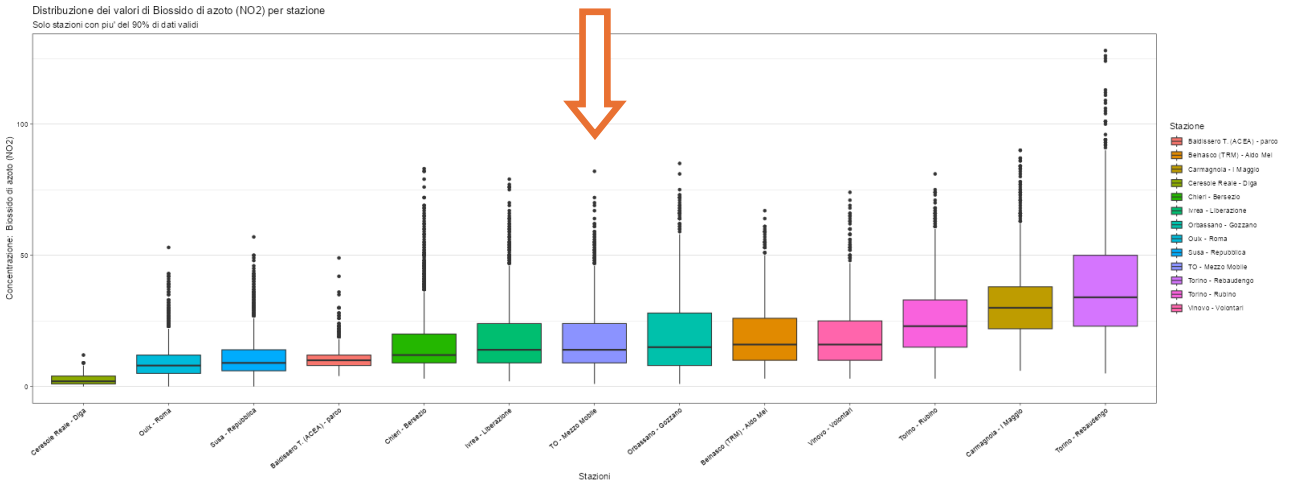


Figura 21: box plot dati orari NO_2– prima e seconda campagna di monitoraggio. In evidenza con la freccia i dati del laboratorio mobile

Il D.Lgs 155/2010 prevede per il biossido di azoto anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m^3. Visto che la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate. Tramite l'applicazione di una metodologia statistica si può tuttavia arrivare a stimare un valore di media annuale anche per le campagne di monitoraggio di durata inferiore a quanto richiesto dalla norma.

La metodologia utilizzata prevede che si prendano in considerazione tutte le stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria (RRQA) situate nel territorio della Città Metropolitana di Torino (nel seguito CMT) e che se ne calcolino i relativi indici statistici come mostrato in Tabella 11. Per il laboratorio mobile e per tutte le stazioni della rete fissa sono state calcolate le medie di concentrazione nei giorni delle due campagne di misura, singolarmente e mediando i due periodi di monitoraggio, e per ogni stazione della rete si è preso in considerazione il dato medio di concentrazione di biossido di azoto nel 2025, anno solare all'interno del quale sono state svolte entrambe le campagne di misura.

Il valore medio delle concentrazioni di NO_2 calcolato per le stazioni fisse nel 2025, è stato rapportato alla concentrazione media calcolata nelle stesse stazioni nei giorni delle due campagne svolte a Settimo, e, come esemplificato nel grafico di Figura 22, è stata costruita una retta di interpolazione tra i dati[2]. Attraverso l'equazione della retta, nel sito di Settimo-Parco De Gasperi è stato possibile stimare una concentrazione di NO_2 per il 2025, pari a 18 µg/m^3, valore simile alla media della Città Metropolitana di Torino (19 µg/m^3).

[2] Il coefficiente di determinazione R^2 trovato - pari a 0.99 - evidenzia che la correlazione tra i valori considerati è altamente significativa

Tabella 11 – indici statistici per NO_2 per l'elaborazione della stima anno solare 2025

Stazioni di misura	Media NO_2 Prima campagna [µg/m³]	Media NO_2 Seconda campagna [µg/m³]	Media NO_2 due campagne [µg/m³]	Media NO_2 2025*
SETTIMO T.SE-Parco De Gasperi	**23**	**10**	**17**	**18**
CERESOLE	3	3	3	2
BALDISSERO	11	9	10	11
OULX	12	7	10	10
SUSA	15	7	11	12
CHIERI	21	10	16	18
VINOVO	24	12	18	19
IVREA	25	10	18	17
ORBASSANO	26	12	19	21
BORGARO	27	10	19	20
TO RUBINO	33	15	24	27
CARMAGNOLA	38	22	30	31
TO REBAUDENGO	48	25	37	39
Media CMT	***27***	***13***	***19***	***19***

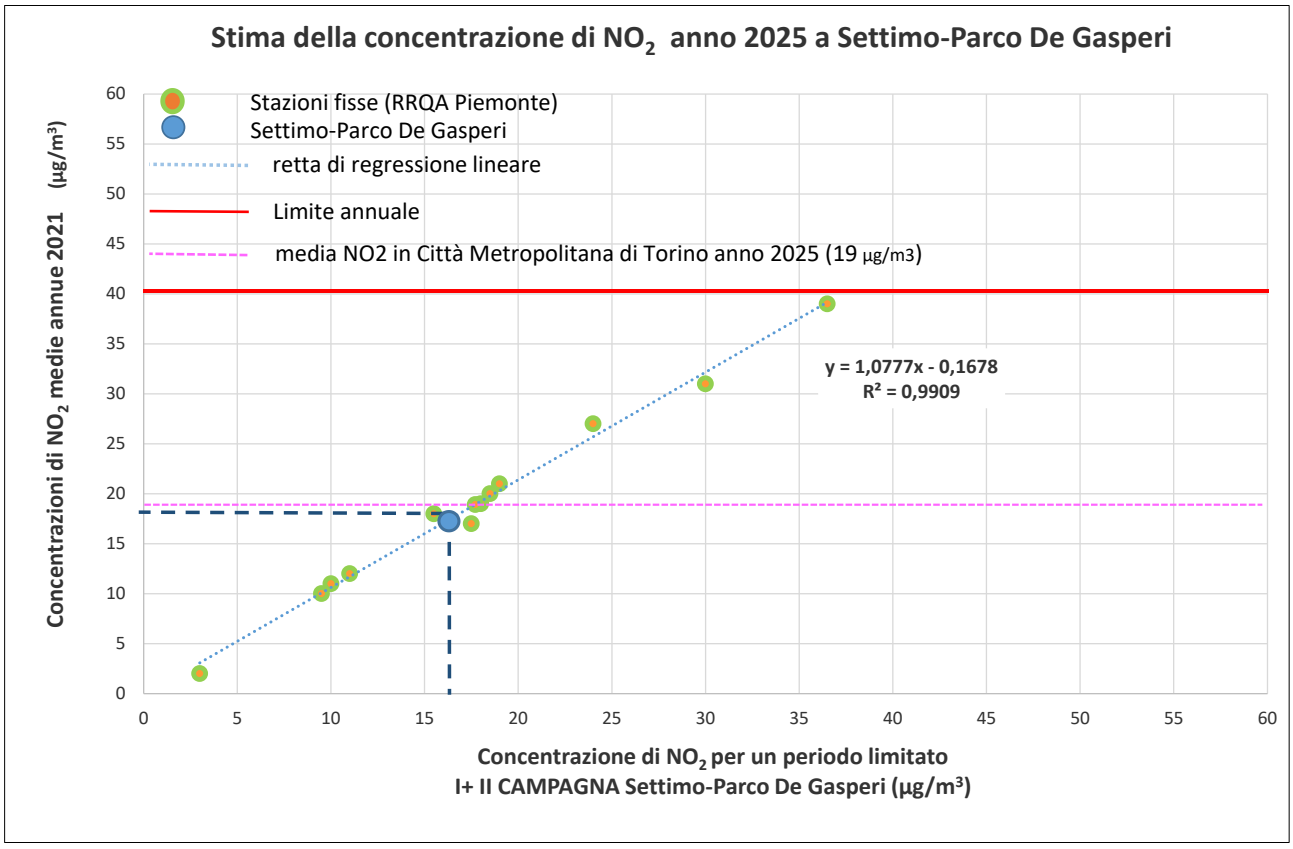


Figura 22 - Stima della concentrazione di NO_2 a Settimo – Parco De Gasperi nel 2025

4.4.3 Monossido di Carbonio

È un gas inodore ed incolore che viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3) infatti, si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione, per cui i valori più elevati si raggiungono in zone caratterizzate da intenso traffico rallentato.

Il monossido di carbonio è caratterizzato da un'elevata affinità con l'emoglobina presente nel sangue (circa 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno), pertanto la presenza di questo gas comporta un peggioramento del normale trasporto di ossigeno nei diversi distretti corporei. Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale e il sistema cardiovascolare. Nei casi peggiori con concentrazioni elevatissime di CO si può arrivare anche alla morte per asfissia. La carbossiemoglobina, che si può formare in seguito ad inalazione del CO alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera delle nostre città, non ha effetti sulla salute di carattere irreversibile e acuto, pur essendo per sua natura, un composto estremamente stabile.

Nell'ultimo ventennio, con l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel, si è osservata una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli autoveicoli ed i valori registrati attualmente rispettano ampiamente i limiti normativi.

I dati misurati durante la campagna di Settimo-Parco De Gasperi (Tabella 12) confermano l'andamento osservato su scala regionale. La normativa prevede un limite di 10 mg/m^3, calcolato come media su otto ore consecutive, il quale è ampiamente rispettato visto che il valore massimo su otto ore misurato nella campagna del periodo freddo – quella più critica per questo inquinante - è pari a 0.9 mg/m^3 e il massimo valore orario registrato nel periodo è 1.1 mg/m^3.

La Figura 23, relativa alla concentrazione oraria, e la Figura 24, relativa all'andamento dei valori di CO nel giorno medio, mettono a confronto i dati di Settimo-Parco De Gasperi con quelli di alcune stazioni fisse della rete di qualità dell'aria gestita da Arpa Piemonte. Le concentrazioni di CO a Settimo sono molto basse e di poco superiori a quelle di Leinì, stazione analoga come tipologia al sito di ubicazione del laboratorio mobile e Baldissero T.se, che rappresenta un fondo rurale. Nel grafico di Figura 25 sull'andamento del giorno medio si evidenzia il doppio picco intorno alle 8-9 ed intorno alle 23, in corrispondenza alle ore di maggiore traffico veicolare, ed il valore tipicamente piatto estivo.

Tabella 12 – Indici statistici per CO – campagna di misura invernale ed estiva a Settimo T.se

Monossido di carbonio (mg/m^3)	I campagna freddo	II campagna caldo
Minima media giornaliera	0.2	0.2
Massima media giornaliera	0.6	0.5
Media delle medie giornaliere (b):	0.4	0.4
Giorni validi	40	27
Percentuale giorni validi	100%	90%
Media dei valori orari	0.4	0.4
Massima media oraria	1.1	0.6
Ore valide	956	676
Percentuale ore valide	100%	94%
Minimo medie 8 ore	0.1	0.2

Media delle medie 8 ore	0.4	0.4
Massimo medie 8 ore	0.9	0.5
Percentuale medie 8 ore valide	100%	94%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)	0	0
Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)	0	0

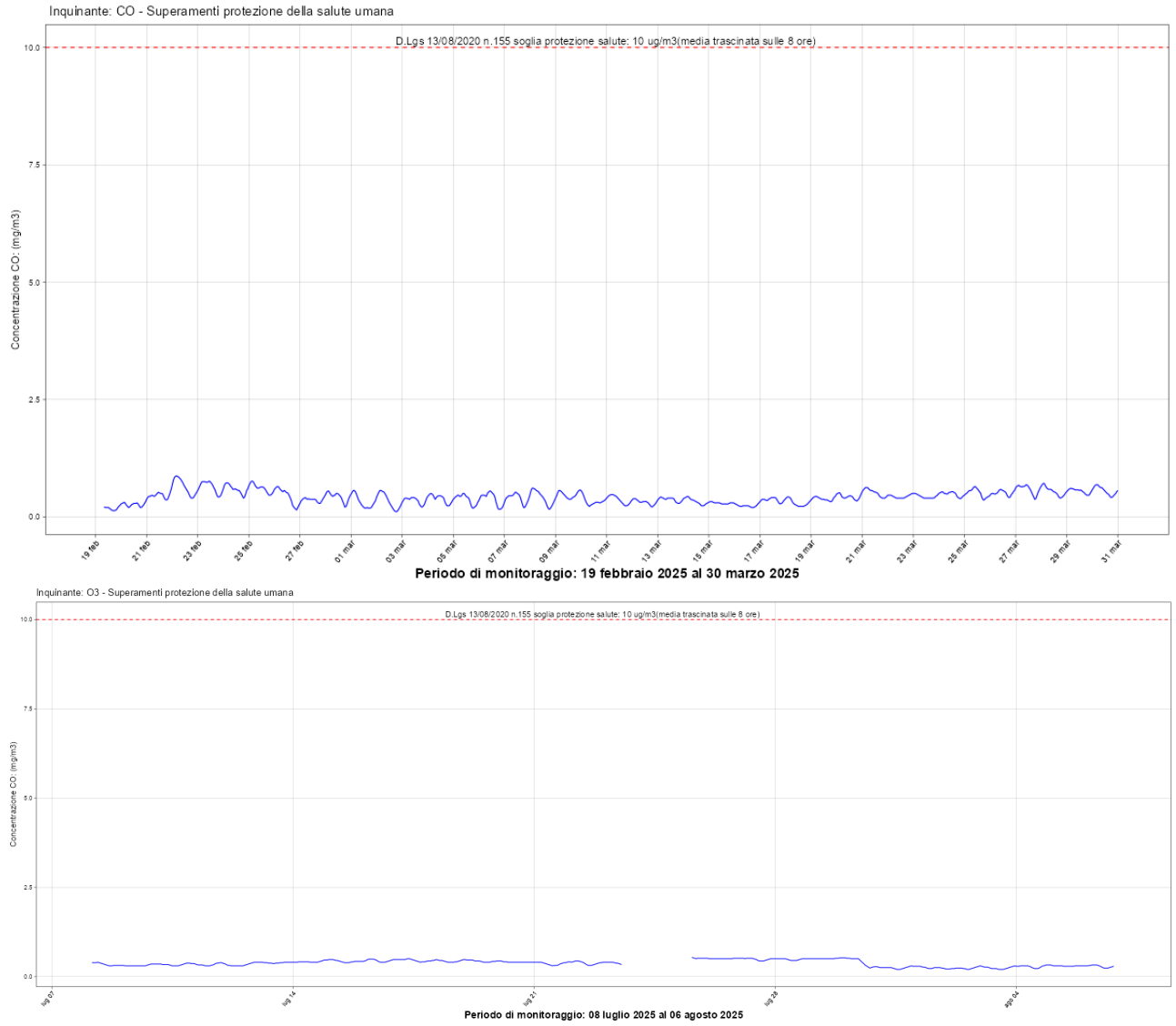


Figura 23 - CO: confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore) durante le campagne di misura

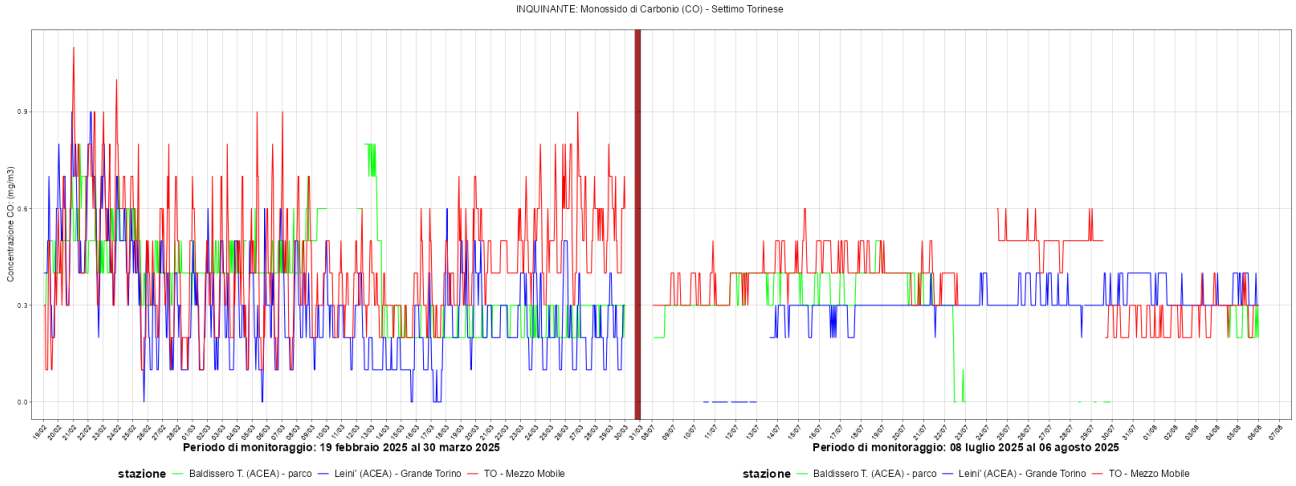


Figura 24 – CO medie orarie: confronto con alcune stazioni della rete fissa durante le campagne di misura

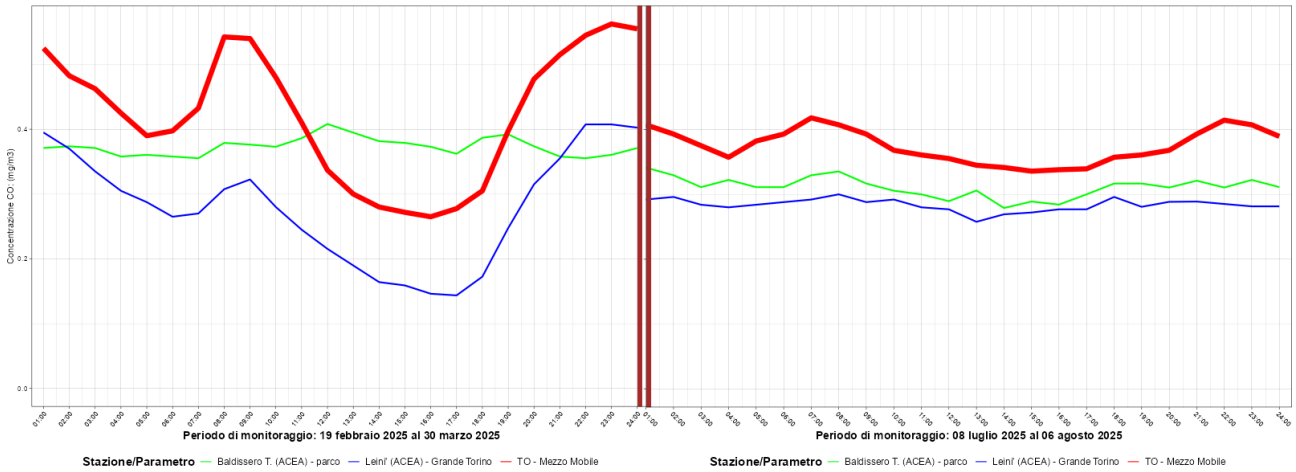


Figura 25 – CO giorno medio: confronto con alcune stazioni della rete fissa durante le campagne di misura

Si può serenamente concludere che questo parametro non mostra alcuna criticità, poiché le azioni a livello nazionale per il miglioramento dei motori degli autoveicoli, l'introduzione delle marmitte catalitiche e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi e le concentrazioni di CO sono sempre molto al di sotto dei limiti. Tali risultati positivi si osservano anche a livello provinciale dai dati ottenuti con le altre stazioni fisse di monitoraggio.

4.4.4 Benzene e Toluene

Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati.

La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore fissa, a partire dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene nelle benzine all'uno per cento.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu g/m^3$).

Il benzene è una sostanza classificata:

- dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) ;
- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule. Con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo. Una esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a 1 $\mu g/m^3$ di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

Durante le campagne di monitoraggio nel Comune di Settimo è stata determinata una concentrazione media di benzene di 0.9 $\mu g/m^3$ nel periodo freddo e di 0.2 $\mu g/m^3$ nel periodo caldo (Tabella 13).

Tabella 13: Dati relativi al benzene ($\mu g/ m^3$) Indici statistici per Benzene e Toluene

Settimo T.se – Lab mobile	**Benzene** ($\mu g/m^3$)		**Toluene** ($\mu g/m^3$)	
	I campagna	II campagna	I campagna	II campagna
Minima media giornaliera	0.5	0.2	0.6	0.6
Massima media giornaliera	1.4	0.3	4.2	2
Media delle medie giornaliere	0.9	0.3	2.2	1.3
Giorni validi	33	19	32	19
Percentuale giorni validi	82%	63%	80%	63%
Media dei valori orari	0.9	0.2	2.2	1.3
Massima media oraria	3.5	0.6	16.2	12.9
Ore valide	776	479	752	479
Percentuale ore valide	81%	67%	78%	67%

Benché esista solo un limite di legge annuale per questo inquinante, a titolo puramente informativo sono stati comunque confrontati l'andamento orario e il giorno medio del benzene con quello di altre stazioni della rete (Figura 26 e Figura 27). I valori misurati a Settimo-De Gasperi sono simili a quelli della stazione di Settimo-Vivaldi e Borgaro Torinese. Anche nel caso del benzene si rileva un doppio picco mattutino e serale nell'elaborazione del giorno medio invernale, che non è visibile nel periodo estivo. Essendo il benzene un inquinante primario emesso dalle auto alimentate a benzina, possono valere le considerazioni fatte per il CO sul sito di posizionamento del laboratorio mobile.

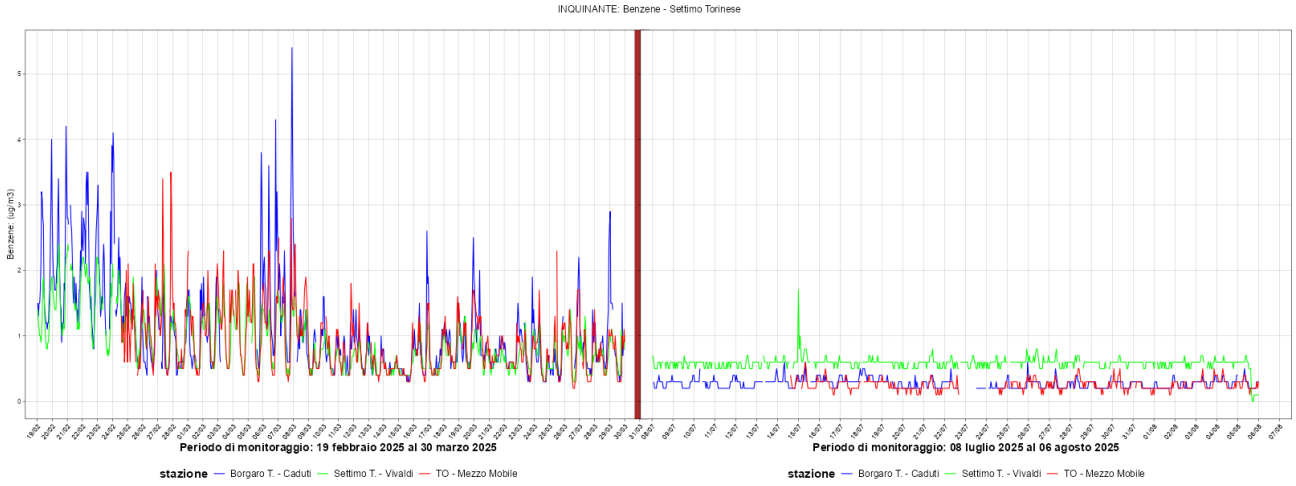


Figura 26 – Benzene medie orarie: confronto con alcune stazioni della rete fissa durante le campagne di misura

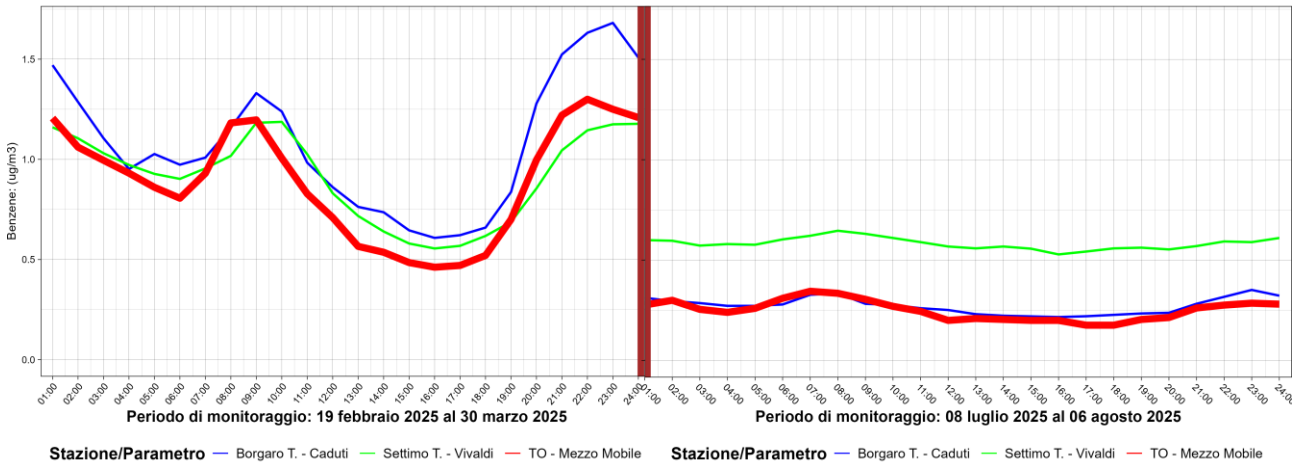


Figura 27 – Benzene giorno medio: confronto con alcune stazioni della rete fissa durante le campagne di misura

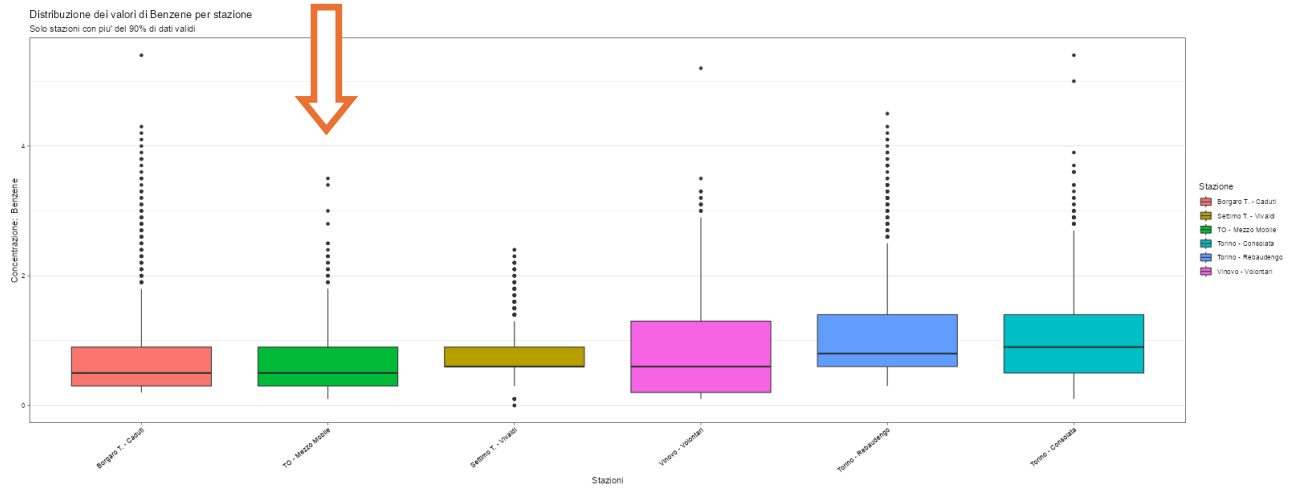


Figura 28 – box plot dati orari benzene – prima e seconda campagna di monitoraggio. In evidenza con la freccia i dati del laboratorio mobile

Poiché la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo (un anno), non è possibile calcolare direttamente una media annuale per il benzene a Settimo - Parco De Gasperi. Si può però fare lo stesso ragionamento fatto per NO_2 tramite l'applicazione della stessa metodologia statistica per arrivare a stimare un valore di media annuale anche per il benzene a Settimo.

La metodologia utilizzata prevede che si prendano in considerazione tutte le stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria (RRQA) situate nel territorio della Città Metropolitana di Torino (CMT) e che se ne calcolino i relativi indici statistici come mostrato in Tabella 14. Per la stazione di Settimo e per tutte le stazioni della rete fissa sono state calcolate le medie di concentrazione nei giorni delle due campagne di misura, singolarmente e mediando i due periodi di monitoraggio, e per ogni stazione della rete si è preso in considerazione il dato medio di concentrazione di benzene nel 2025.

Il valore medio delle concentrazioni di benzene calcolato per le stazioni fisse nel 2025 è stato rapportato alla concentrazione media calcolata nelle stesse stazioni nei giorni delle due campagne svolte a Settimo - Parco De Gasperi, e, come esemplificato nel grafico di Figura 29, è stata costruita una retta di interpolazione tra i dati[3]. Attraverso l'equazione della retta è stato possibile stimare nel sito di Settimo - Parco De Gasperi una concentrazione di benzene per il 2025, pari a 0.5 µg/m^3, significativamente inferiore alla media della Città Metropolitana di Torino ed al valore limite annuale di 5 µg/m^3.

Tabella 14 - indici statistici per l'elaborazione della stima di benzene per l'anno 2025

Stazioni di misura	Media benzene Prima campagna [µg/m^3]	Media benzene SECONDA campagna [µg/m^3]	Media benzene due campagne [µg/m^3]	Media benzene Anno 2025*
SETTIMO T.SE- Parco De Gasperi	**0,9**	**0,2**	**0,55**	**0,5**
BORGARO	1,1	0,3	1,1	1
SETTIMO	0,9	0,6	0,9	0,8
TO-CONSOLATA	1,4	0,7	1,4	1,2
TO-REBAUDENGO	1,4	0,6	1,4	1,4
VINOVO	1,3	0,2	1,3	1,1
Media CMT	1,22	0,48	1,22	1,1

[3] Il coefficiente di determinazione R^2 trovato - pari a 0.86 - evidenzia che la correlazione tra i valori considerati è altamente significativa

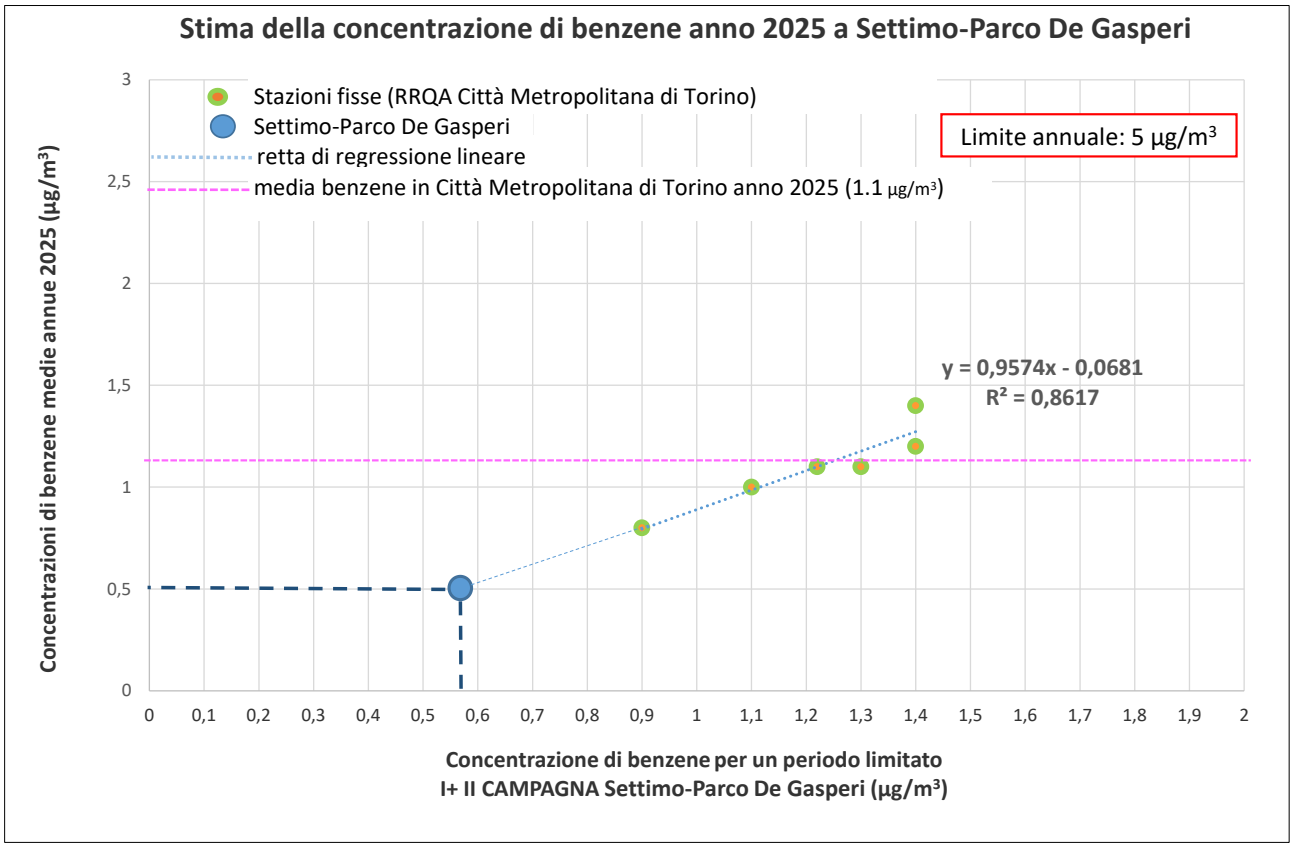


Figura 29 - Stima della concentrazione di benzene a Settimo-Parco De Gasperi nel 2025

Per quanto riguarda il toluene la normativa italiana non prevede alcun limite, ma le linee guida del 2000 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) consigliano un valore guida di 260 µg/m^3 come media settimanale.

Gli effetti del toluene sono stati studiati soprattutto in relazione all'esposizione lavorativa e sono stati dimostrati casi di disfunzioni del sistema nervoso centrale, ritardi nello sviluppo e anomalie congenite, oltre a sbilanci ormonali in donne e uomini.

Nel sito di Settimo la concentrazione media di toluene (Tabella 13) nel periodo freddo è stata di 2.2 µg/m^3, la massima media oraria non ha superato i 16.2 µg/m^3, il valore guida individuato dall'OMS verrebbe quindi sicuramente rispettato. I valori di toluene durante la campagna svolta nel periodo estivo sono inferiori, 1.3 µg/m^3 il valore medio, 12.9 µg/m^3 la massima media oraria, quindi anche in questo caso si tratta di valori molto lontani da quello che l'OMS consiglia di non superare.

Nella Figura 30 è riportato l'andamento giornaliero di toluene del mezzo mobile, Borgaro e Settimo-Vivaldi. I valori registrati nel sito della campagna di misura sono in genere confrontabili con entrambe le stazioni. Anche nell'elaborazione del giorno medio si evidenzia lo stesso tipo di andamento (Figura 31).

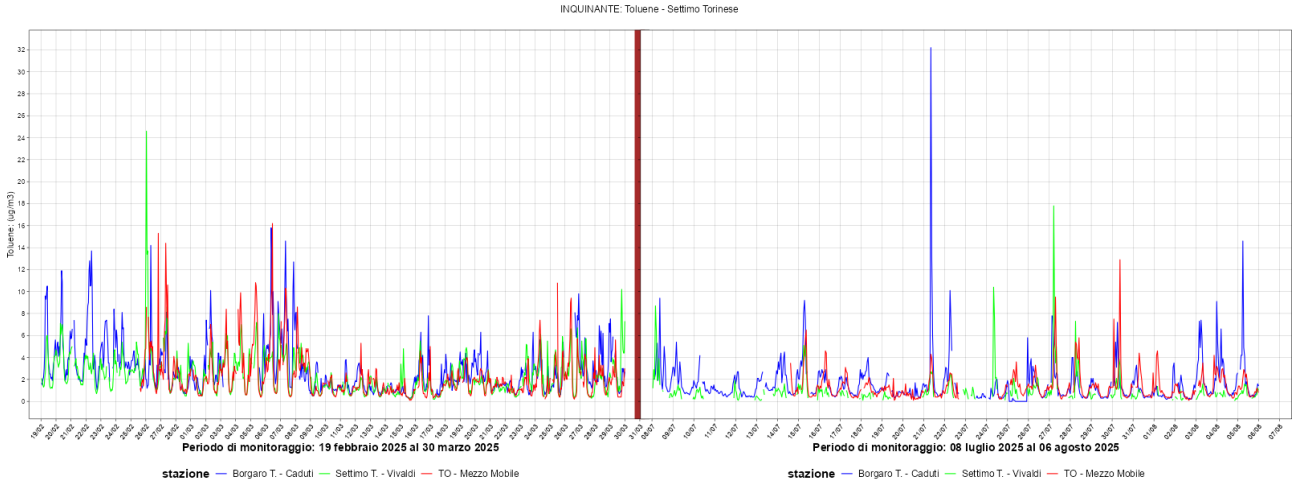


Figura 30 - Toluene medie orarie: confronto con alcune stazioni della rete fissa durante le campagne di misura

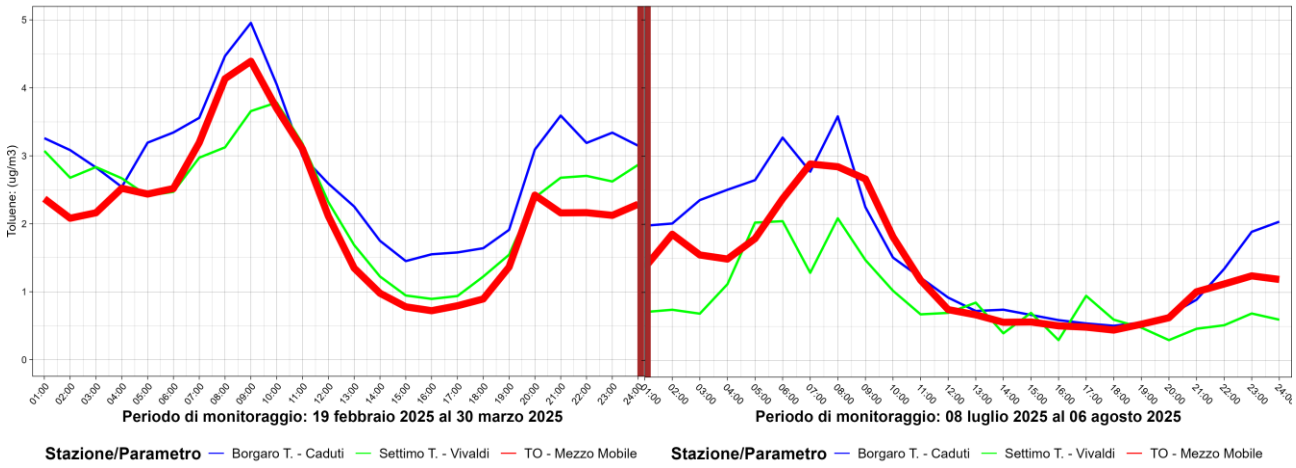


Figura 31 – Toluene giorno medio: confronto con alcune stazioni della rete fissa durante le campagne di misura

4.4.5 Particolato Sospeso PM10 e PM2.5

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc... Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, degli pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Un contributo significativo alle concentrazioni di particolato è inoltre dato da fenomeni secondari di trasformazione in particelle di inquinanti originariamente emessi in forma gassosa.

Il rischio sanitario legato a questo tipo di inquinamento dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalle dimensioni delle particelle stesse; infatti, le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciate negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma a partire dal DM 60/2002 ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM10 cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 μm, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi e mettere inoltre a contatto l'apparato respiratorio con sostanze ad elevata tossicità adsorbite sul particolato stesso.

Inoltre, il DLgs 155/2010 ha introdotto, come descritto nel capitolo relativo alla normativa, un valore limite e un valore obiettivo annuale anche per il PM2.5 (particolato con diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 μm).

PM10

Nel monitoraggio eseguito nel comune di Settimo Torinese nel periodo invernale si sono verificati 5 superamenti del valore limite giornaliero di 50 μg/m^3 per il particolato PM10, mentre nel periodo estivo non si è registrato alcun superamento di tale limite, come indicato in Tabella 15.
Durante la prima campagna il valore medio del periodo rilevato è stato di 28 μg/m^3, con un valore massimo giornaliero di 87 μg/m^3 registrato il 22 febbraio.
Nel corso della seconda campagna il valore medio è stato di 12 μg/m^3, con un valore massimo di 21 μg/m^3 registrato il 17 luglio.
Si può vedere dal grafico di Figura 32 l'evidente l'influenza della meteorologia sulle concentrazioni di polveri atmosferiche: in seguito a giornate piovose, ad esempio il periodo 9 marzo-16 marzo o intorno al 23 marzo, le concentrazioni di PM10 si riducono notevolmente.
Il grafico di Figura 33 presenta il confronto tra l'andamento del PM10 a Settimo e le stazioni della rete regionale della Città Metropolitana di Torino. Il grafico mette in evidenza i valori massimi, minimi e medi della città Metropolitana di Torino nei due periodi di misura indagati: l'andamento del PM10 a Settimo è completamente in linea con la media provinciale e non ne raggiunge mai i valori massimi.

Tabella 15 – Indici statistici per il PM10 - campagna di misura primaverile-estiva a Settimo T.se

PM10 (µg/m^3)	**I campagna freddo**	**II campagna caldo**
Minima media giornaliera	5	4
Massima media giornaliera	87	21
Media delle medie giornaliere	28	12
Giorni validi	40	26
Percentuale giorni validi	100%	87%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	5	0

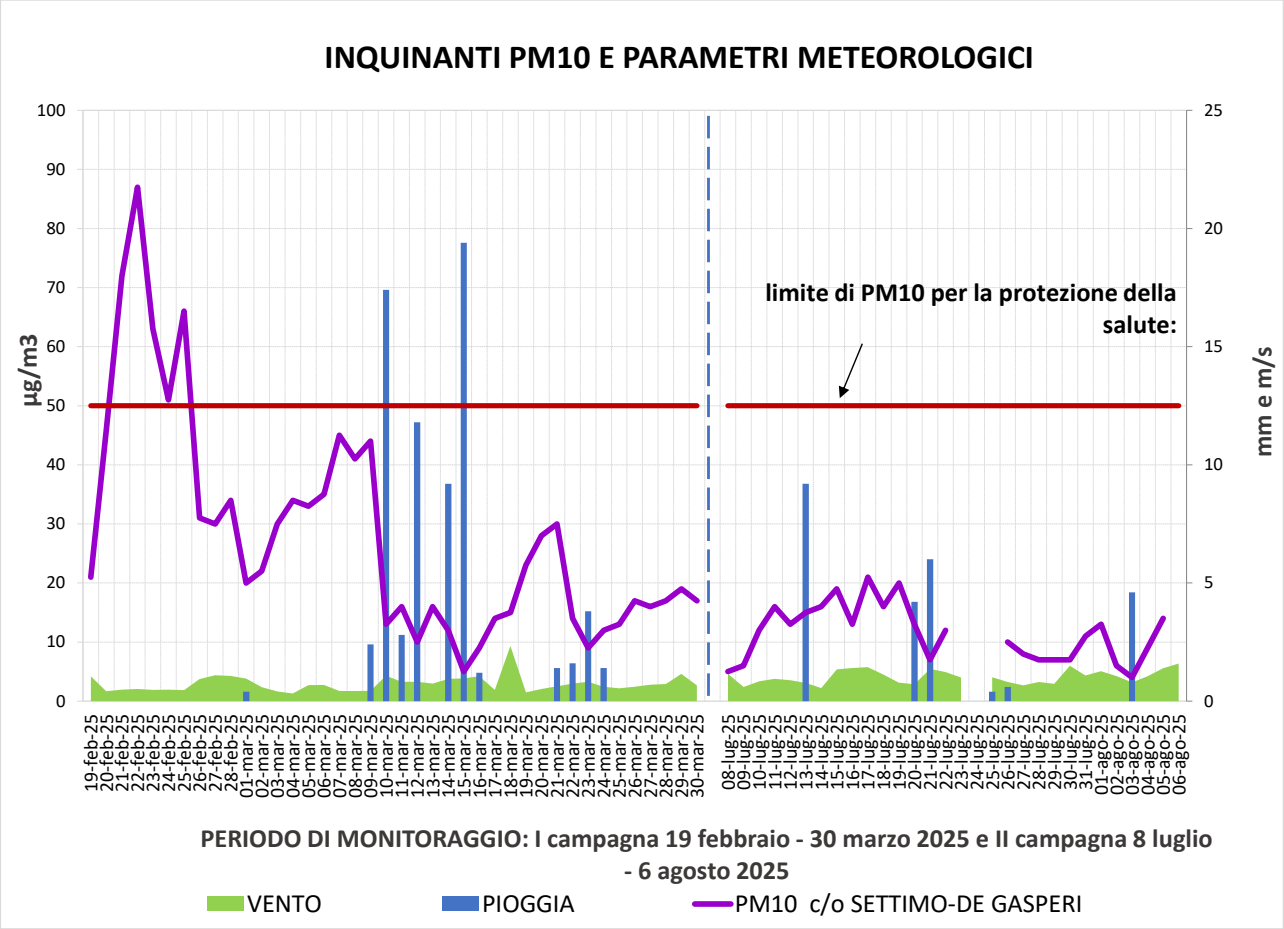


Figura 32 – PM10 confronto con il limite giornaliero e con i principali parametri meteo durante le campagne di misura

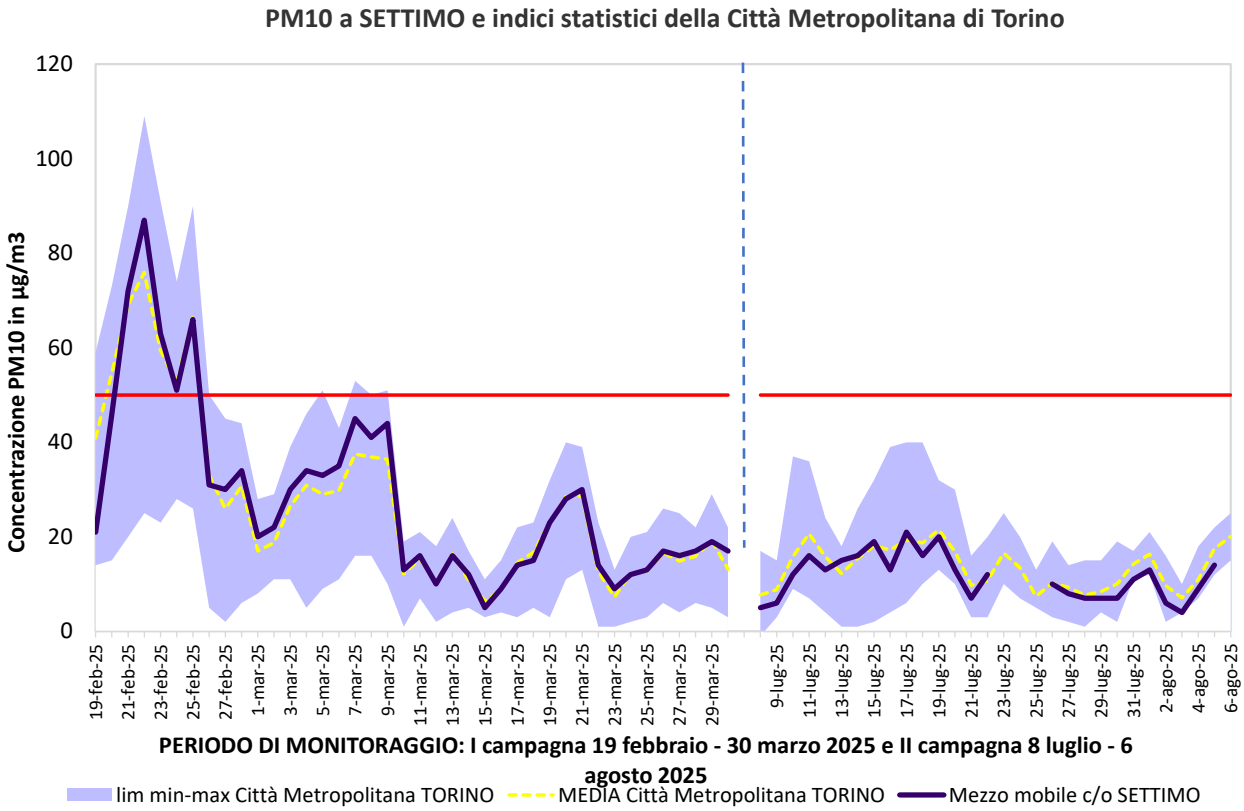


Figura 33 - PM10: confronto gli indici statistici della rete delle stazioni fisse della CMT

Il D.Lgs 155/2010 prevede per le polveri PM10 un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³. Anche in questo caso la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo e non è possibile quindi un confronto diretto con le misure effettuate. Tuttavia, per arrivare a stimare un dato di concentrazione annuale di PM10 per il sito di Settimo si può fare riferimento ai dati della Rete Regionale di Qualità dell'Aria della CMT e utilizzare la stessa metodologia statistica applicata ai dati di NO_2 e benzene. Sono state prese in considerazione le stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria presenti sul territorio della Città Metropolitana di Torino e sono stati rapportati i valori di concentrazione del PM10 come media dell'anno 2025, alla concentrazione media calcolata nei giorni delle due campagne di misura svolte, ed è stata costruita la retta di interpolazione di Figura 34. Il coefficiente di determinazione R^2 trovato, evidenzia che la correlazione tra i dati è altamente significativa. La metodologia esposta ha permesso di stimare per Settimo-De Gasperi una concentrazione media annuale, riferita all'anno solare 2025 pari a 23 µg/m³, valore pari a quello della media CMT e notevolmente inferiore al limite annuale individuato dalla normativa di 40 µg/m³.

Tabella 16 - indici statistici per l'elaborazione della stima di PM10 per l'anno 2025

Stazioni di misura	Media PM10 Prima campagna [µg/m³]	Media PM10 Seconda campagna [µg/m³]	Media PM10 due campagne [µg/m³]	Media PM10 2025 [µg/m³]
Ceresole	8	10	9	9
Baldissero T.se	17	9	14	15
Oulx	20	11	16	14
Leinì	25	10	19	22
Pinerolo	26	13	20	21
Ivrea	28	12	21	22
Settimo-De Gasperi	**28**	**12**	**22**	**23**
Collegno	27	15	22	25
Borgaro T.se	29	14	23	25
Chieri	31	12	24	26
Vinovo	30	16	24	28
Beinasco	29	14	24	26
Torino-Rubino	30	16	25	27
Carmagnola	30	18	26	28
Torino-Rebaudengo	34	16	26	28
Settimo Torinese	35	15	27	29
Torino-Consolata	38	13	28	29
Media CMT	***27***	**13**	***22***	***23***

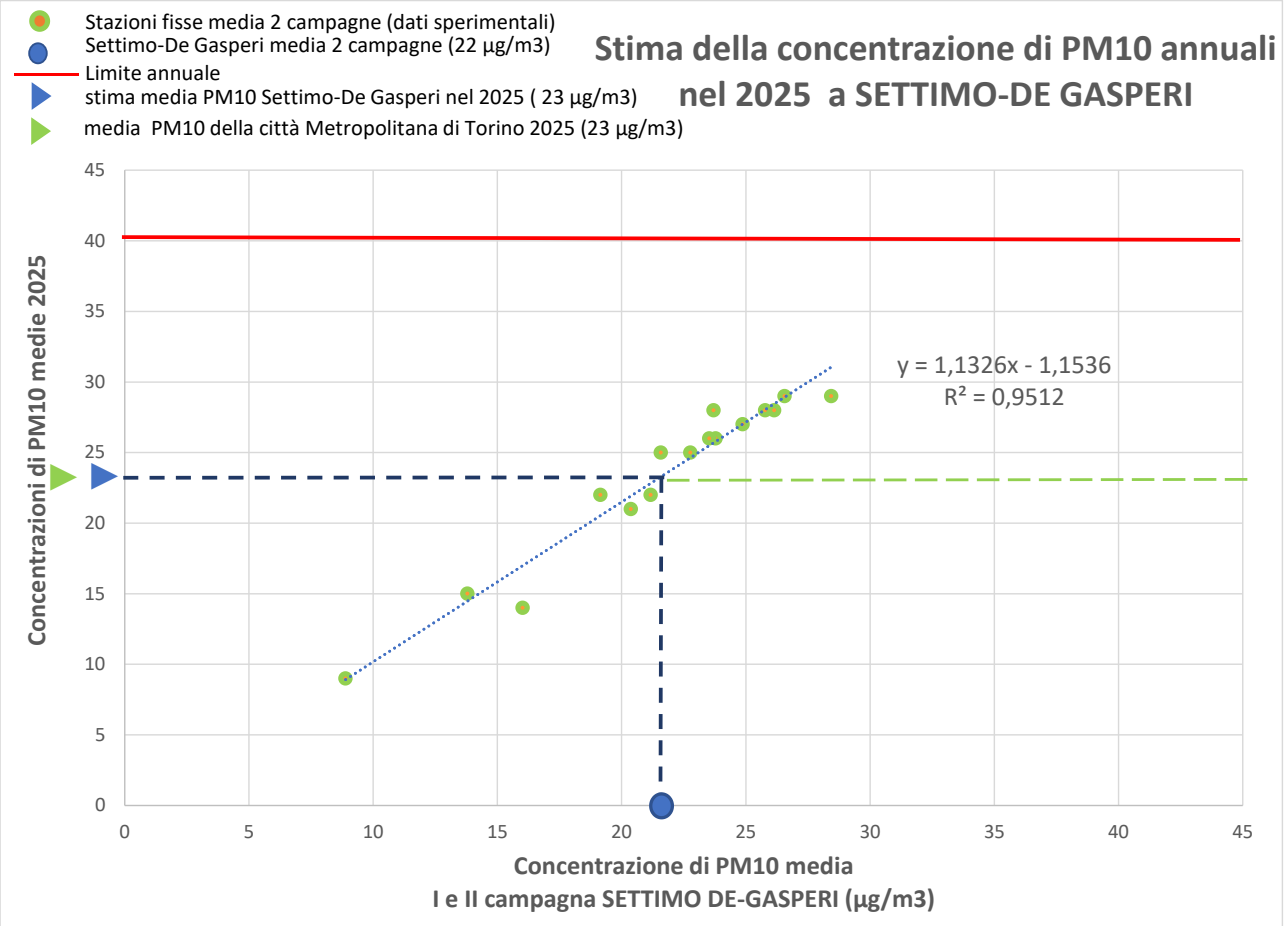


Figura 34 - Stima della concentrazione di PM10 a Settimo-De Gasperi nel 2025

PM2.5

In entrambe le campagne di misura il parametro PM2.5 segue, come l'andamento temporale dei valori medi di concentrazione giornaliera del PM10 (Figura 35). Il valore medio della campagna di misura del periodo freddo è pari a 20 µg/m^3, circa il 70% del valore medio di PM10; nel periodo estivo la media è 4, ma purtroppo per problemi strumentali la percentuale di dati validi è solo il 37%. Nel periodo estivo, nei giorni in cui sono presenti i dati di entrambe le frazioni, il PM2.5 rappresenta circa il 50% del valore medio di PM10, inferiore alla percentuale invernale, come atteso, perché aumenta la frazione grossolana (data dalla differenza tra PM10 e PM2.5) e si riduce l'accumulo della frazione fine, per una combinazione di processi emissivi, chimico-fisici e meteorologici. In estate diminuiscono il riscaldamento domestico e la formazione di nitrato d'ammonio (instabile alle alte temperature), mentre aumentano invece sorgenti di particolato più grossolano, quali la risospensione del suolo e del pulviscolo stradale, pollini e frammenti biologici ed attività agricole. Inoltre, lo strato limite più alto, il maggiore rimescolamento verticale e la maggiore ventilazione limitano l'accumulo del PM2.5 (che è più legato a fenomeni di stagnazione).

Tabella 17– Indici statistici per il PM2.5 durante le due campagne di misura

PM2.5 (µg/m^3)	**I campagna freddo**	**II campagna caldo**
Minima media giornaliera	4	2
Massima media giornaliera	70	9
Media delle medie giornaliere	20	4
Giorni validi	39	11
Percentuale giorni validi	98%	37%
Numero di medie giornaliere superiori a 25	9	0

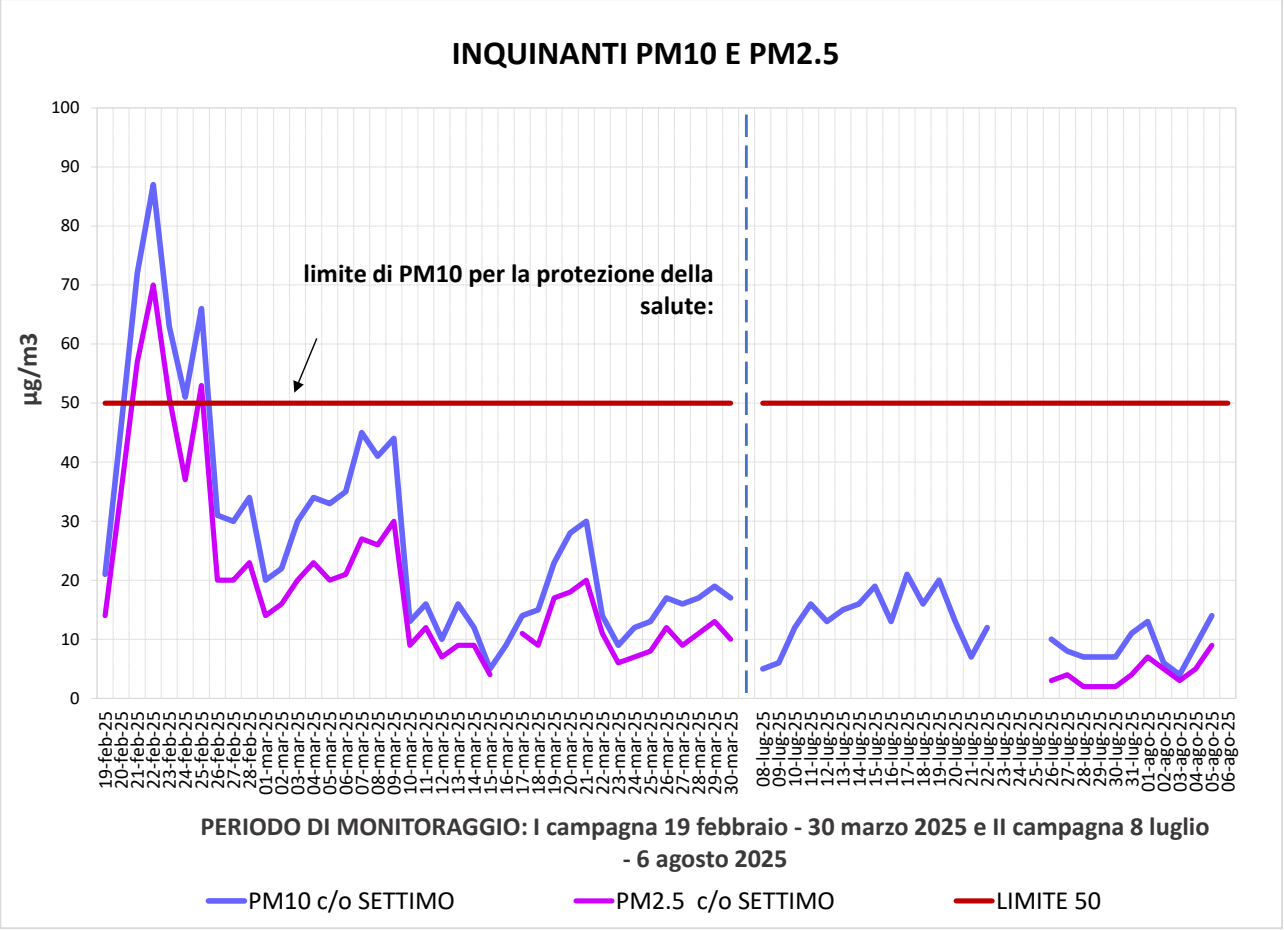


Figura 35 – Confronto PM10 e PM2.5 per le campagne di misura a Settimo T.se

La Figura 36 presenta il confronto con gli indici statistici della rete fissa gestita da Arpa Piemonte. Dal grafico notiamo che i valori di PM2.5 nel sito di Settimo sono in genere nell'intorno della media delle stazioni provinciali della rete regionale di qualità dell'aria, nel periodo estivo in alcune giornate rappresentano o sono al di sotto del valore minimo misurato nella Città Metropolitana di Torino.

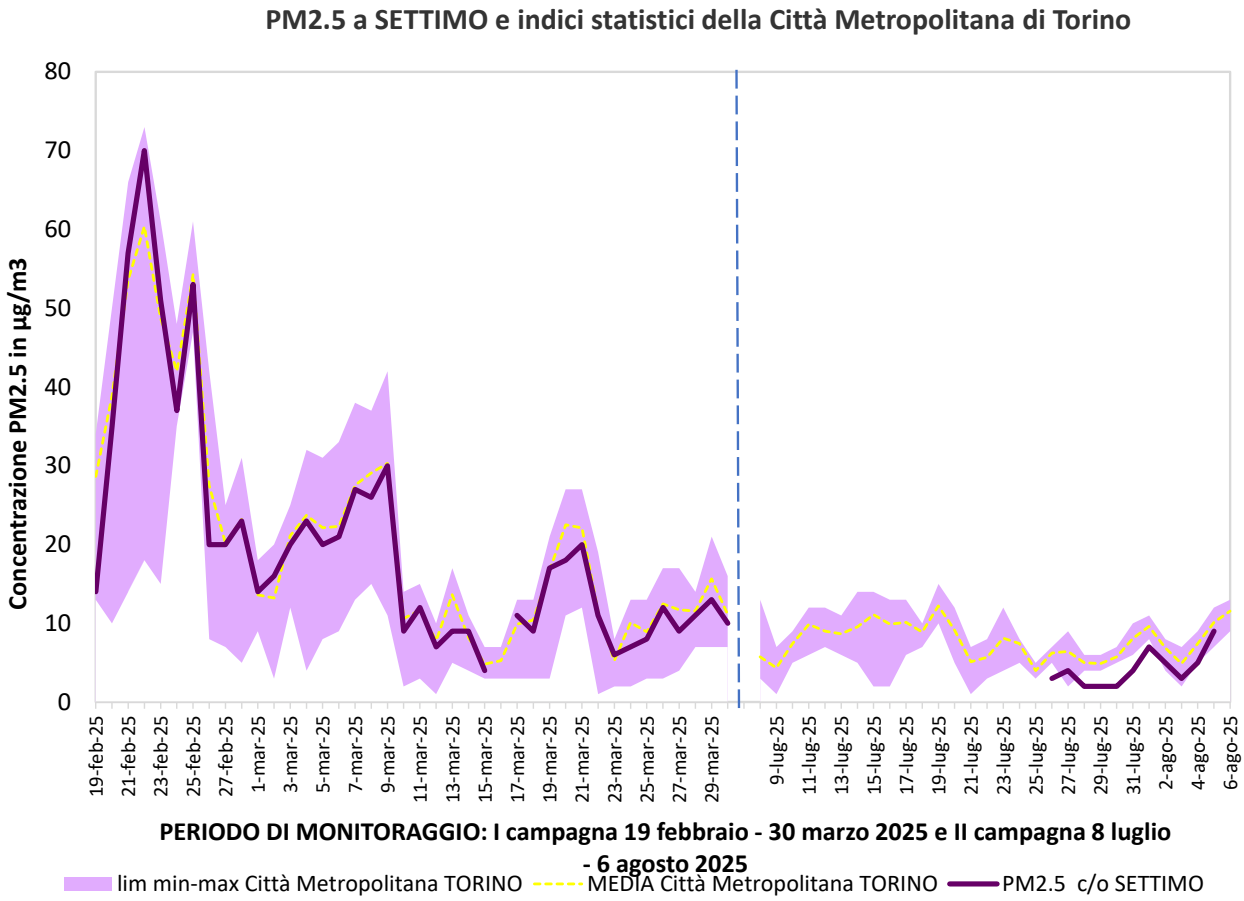


Figura 36 – PM2.5: confronto gli indici statistici della rete delle stazioni fisse della CMT

La normativa italiana prevede per il PM2.5 solamente il rispetto di un limite annuale, pari a 25 µg/m^3. Anche in questo caso per stimare un dato di concentrazione annuale di PM2.5 per il sito di Settimo si può fare riferimento ai dati delle stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria situate sul territorio della Città Metropolitana di Torino.

Per le stazioni provinciali della Rete Regionale (Tabella 18) sono stati calcolati i valori di concentrazione del PM2.5 annuale del 2025 e tali dati sono stati rapportati alla concentrazione media calcolata nei giorni delle due campagne svolte. È stata quindi costruita la retta di interpolazione di Figura 37 il cui coefficiente di determinazione R^2 evidenzia un'ottima correlazione tra i dati. In base all'equazione della retta per l'anno 2025 a Settimo è stata stimata una concentrazione media annua di PM2.5 di 18 µg/m³, valore poco superiore alla media della Città Metropolitana di Torino (17 µg/m³) e significativamente più basso del limite normativo di 25 µg/m³.

Tabella 18 - Indici statistici per l'elaborazione della stima di PM2.5 per l'anno 2025

Stazioni di misura	Media PM2.5 Prima campagna [µg/m³]	Media PM2.5 SECONDA campagna [µg/m³]	Media PM2.5 due campagne [µg/m³]	Media PM2.5 2025 [µg/m³]
Ceresole Reale	7	7	7	8
Ivrea	18	6	14	14
Leini' (ACEA)	21	7	15	16
Beinasco (TRM)	22	8	17	17
Borgaro T. se	22	8	16	17
Settimo T. se	22	8	16	17
Settimo-De Gasperi	20	4	17	18
Chieri	24	8	18	19
Torino RUBINO	22	9	16	19
Torino REBA	24	9	18	20
Vinovo	25	9	18	20
Città METROPOLITANA DI TORINO Media	**21**	**8**	**15**	**17**

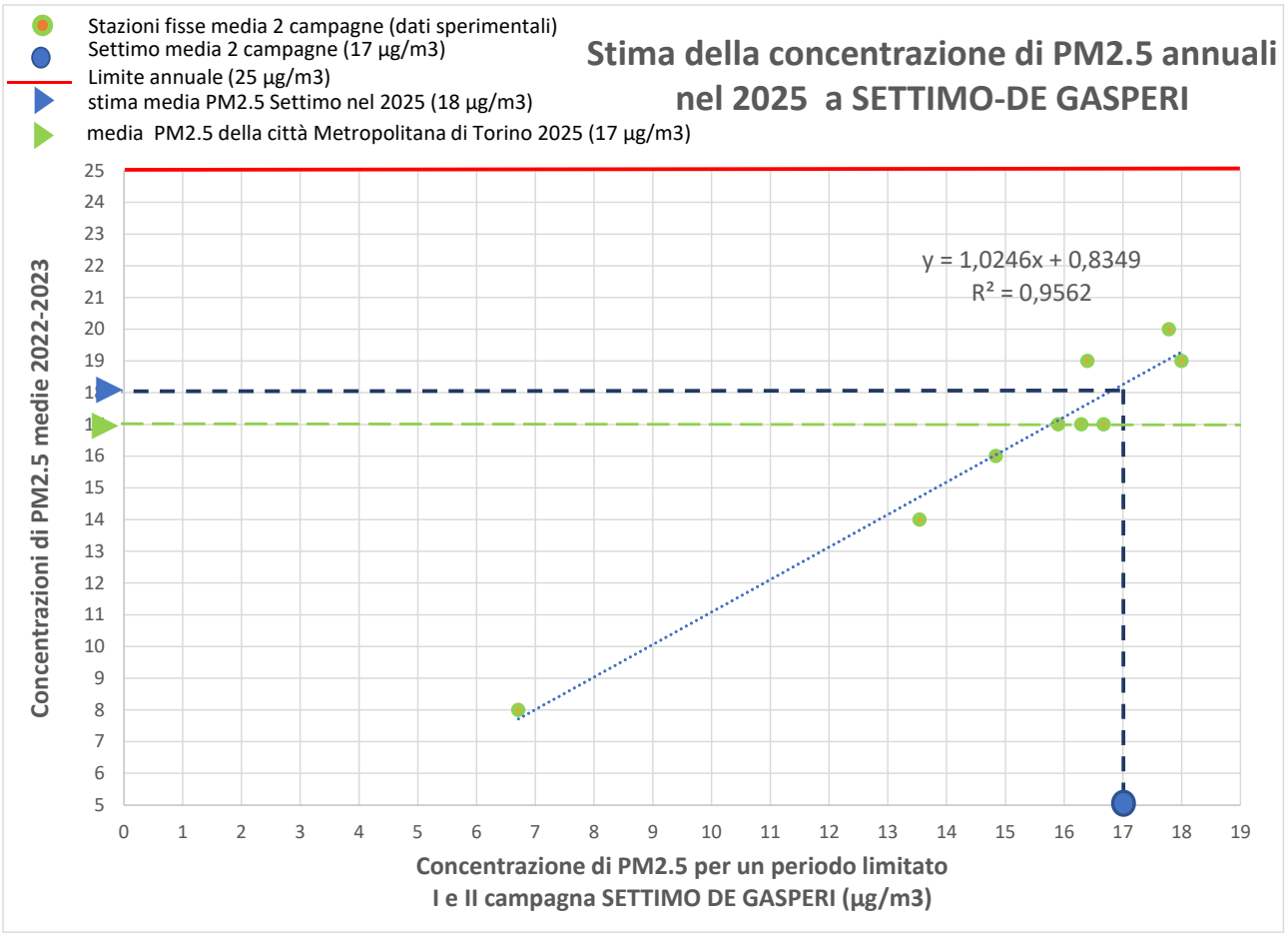


Figura 37 - Stima della concentrazione di PM2.5 a Settimo nell'anno 2025

4.4.6 Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente. L'ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, che si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NO_X) e i composti organici volatili (VOC).
In forma semplificata, così si possono riassumere le reazioni coinvolte nella formazione di O_3:

$$2NO + O_2 \rightarrow 2\,NO_2 \qquad NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O\cdot \qquad O\cdot + O_2 \rightarrow O_3 \qquad NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$$

L'elevato potere ossidante dell'ozono è in grado di produrre infiammazioni e danni all'apparato respiratorio più o meno gravi, in funzione della concentrazione cui si è esposti, della durata dell'esposizione e della ventilazione polmonare, in particolar modo nei soggetti sensibili (asmatici, bambini, anziani, soggetti aventi patologie respiratorie).

L'ozono è un inquinante tipicamente estivo, la cui formazione è favorita dall'irraggiamento solare.
Durante la prima campagna di misura invernale quando ancora l'irraggiamento solare non è all'apice, sono stati rispettati i livelli di informazione e di allarme. La concentrazione media oraria è stata di 37 µg/ m^3 e il valore massimo su 8 ore è stato di 106 µg/ m^3 (***Tabella 19***). Durante la campagna di estiva ci sono stati 4 superamenti del valore obiettivo al lungo termine per la protezione della salute, la concentrazione media oraria e il valore massimo su 8 ore sono stati sensibilmente superiori, come atteso, a quelli della campagna del periodo freddo (Figura 38 e Figura 40), infatti la concentrazione media oraria è stata di 68 µg/ m^3 e il valore massimo su 8 ore è stato di 144 µg/ m^3

Tabella 19 – Indici statistici per l'ozono a Settimo T.se

O_3 (µg/m^3)	I campagna freddo	II campagna caldo
Minima media giornaliera	11	45
Massima media giornaliera	63	94
Media delle medie giornaliere (b):	37	69
Giorni validi	40	27
Percentuale giorni validi	100%	90%
Media dei valori orari	37	68
Massima media oraria	117	150
Ore valide	956	677
Percentuale ore valide	100%	94%
Minimo medie 8 ore	0	16
Media delle medie 8 ore	37	68
Massimo medie 8 ore	106	144
Percentuale medie 8 ore valide	100%	94%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)	**0**	**24**
Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)	**0**	**4**
Numero di giorni in cui la massima media mobile di otto ore supera la soglia di (100)	**2**	**109**
Numero di superamenti (max media 8h > 100)	**1**	**19**
Numero di superamenti livello informazione (180)	**0**	**0**
Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)	**0**	**0**
Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)	**0**	**0**

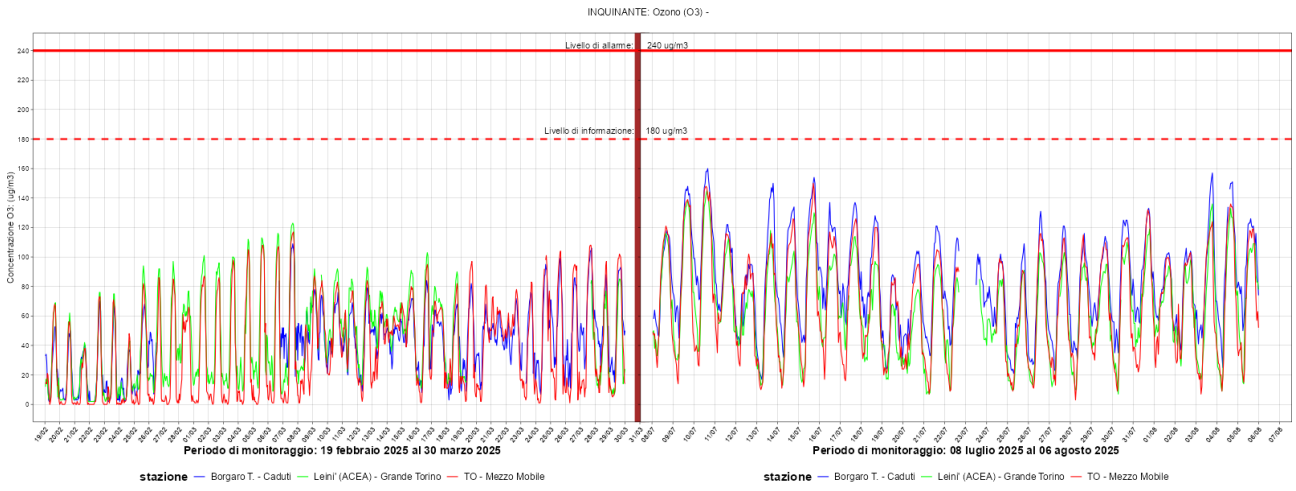


Figura 38 – Ozono: confronto con alcuni limiti normativi e con altre stazioni fisse della rete regionale

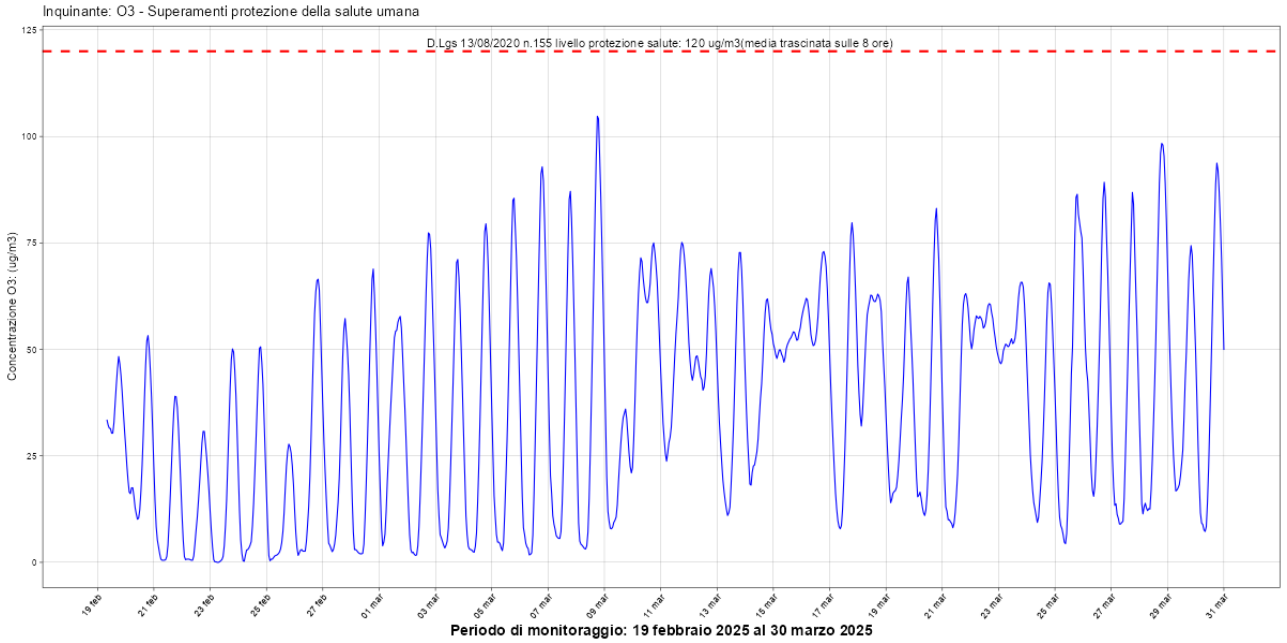


Figura 39 – Ozono: confronto con i superamenti protezione della salute umana -campagna invernale

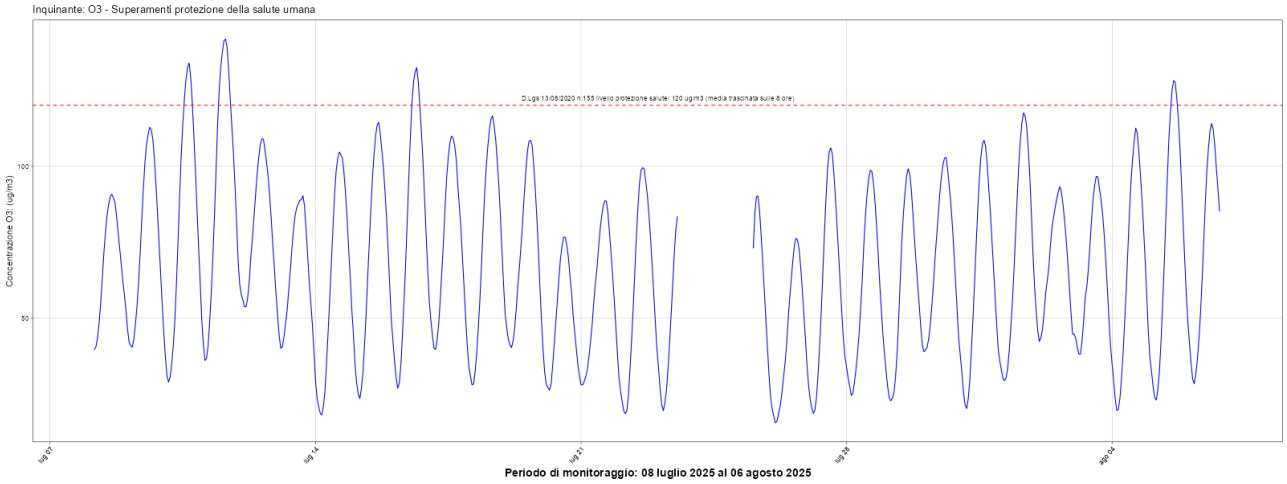


Figura 40 – Ozono: confronto con i superamenti protezione della salute umana – campagna estiva

Il grafico sull'andamento del giorno medio di Figura 41 rappresenta la classica curva a campana con massimi in corrispondenza dei massimi di temperatura, per cui in un giorno tipo i valori massimi di ozono si misurano tra le 12:00 e le 18:00, mentre i minimi, compaiono nelle ore di maggiore traffico veicolare del mattino, quando sono più elevate le concentrazioni di monossido di azoto, uno dei principali componenti dell'aria ambiente coinvolti nei complessi processi di distruzione dell'ozono.
L'ozono, data l'origine secondaria, è di fatto un inquinante ubiquitario: anche nei siti più periferici e remoti sono possibili fenomeni di trasporto e accumulo sia dell'ozono sia dei precursori emessi nelle aree antropizzate.

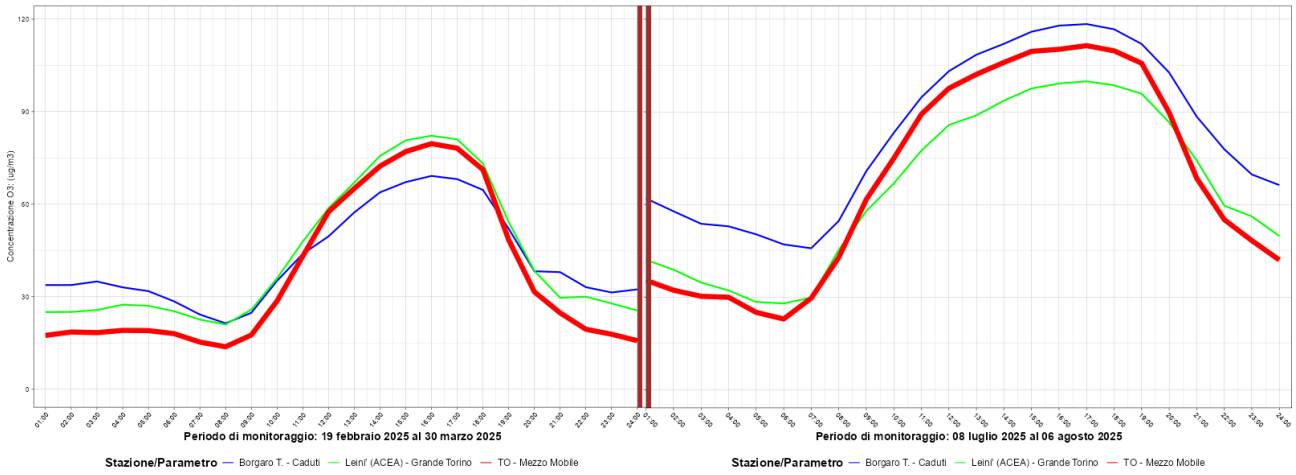


Figura 41 – Ozono: giorno medio: confronto con alcune stazioni della rete fissa durante le campagne di misura

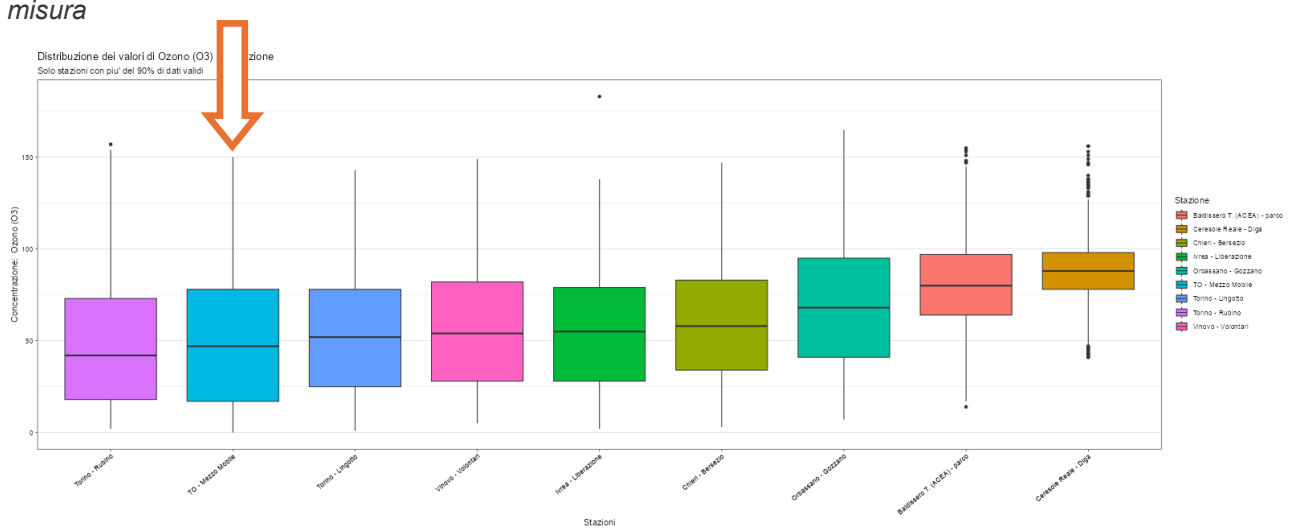


Figura 42 – box plot dati orari ozono – prima e seconda campagna di monitoraggio. In evidenza con la freccia i dati del laboratorio mobile

4.4.7. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come IPA, sono un importante gruppo di composti organici caratterizzati dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati. Gli IPA presenti in aria ambiente si originano da tutti i processi che comportano la combustione incompleta e/o la pirolisi di materiali organici. Le principali fonti di emissione in ambito urbano sono costituite dagli autoveicoli alimentati a benzina o gasolio e dalle combustioni domestiche e industriali che utilizzano combustibili solidi o liquidi. Tuttavia negli autoveicoli alimentati a benzina l'utilizzo di marmitte catalitiche riduce l'emissione di IPA dell'80-90%[4]. A livello di ambienti confinati il fumo di sigaretta e le combustioni domestiche possono costituire un'ulteriore fonte di inquinamento da IPA.

[4] European Commission Ambient air pollution by PAH –Position Paper , pag 8

In termini generali la parziale sostituzione del carbone e degli oli combustibili con il gas naturale ai fini della produzione di energia ha costituito un indubbio beneficio anche in termini di emissioni di IPA. La diffusione della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico, invece, se da un lato ha indubbi benefici in termini di bilancio complessivo di gas serra, dall'altro va tenuta attentamente sotto controllo in quanto la quantità di IPA emessi da un impianto domestico alimentato a legna è 5-10 volte maggiore di quella emessa da un impianto alimentato con combustibile liquido (kerosene, gasolio da riscaldamento, ecc.)[5].
In termini di massa gli IPA costituiscono una frazione molto piccola del particolato atmosferico rilevabile in aria ambiente (< 0,1%) ma rivestono un grande rilievo tossicologico, specialmente quelli con 5 o più anelli, e sono per la quasi totalità adsorbiti sulla frazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm.
In particolare, il benzo(a)pirene (o 3,4-benzopirene), che è costituito da cinque anelli condensati, viene utilizzato quale indicatore di esposizione in aria per l'intera classe degli IPA. Il D.Lgs. 152/2007 individua anche altri sei idrocarburi policiclici aromatici di rilevanza tossicologica (art. 5.4) che vanno misurati al fine di verificare la costanza dei rapporti tra la loro concentrazione e quella del benzo(a)pirene stesso.
I dati ricavati da test su animali di laboratorio indicano che molti IPA hanno effetti sanitari rilevanti che includono l'immunotossicità, la genotossicità, e la cancerogenicità. Va comunque sottolineato che, da un punto di vista generale, la maggiore fonte di esposizione a IPA, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, non è costituita dall'inalazione diretta ma dall'ingestione di alimenti contaminati a seguito della deposizione del particolato atmosferico al suolo. In particolare il benzo(a)pirene, produce tumori a livello di diversi tessuti sugli animali da laboratorio ed è inoltre l'unico idrocarburo policiclico aromatico per il quale sono disponibili studi approfonditi di tossicità per inalazione, dai quali risulta che questo composto induce il tumore polmonare in alcune specie.
L'International Agency for Research on Cancer (IARC)[6] classifica il benzo(a)pirene nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo", il dibenzo(a,h)antracene nel gruppo 2A come "probabile cancerogeno per l'uomo" mentre tutti gli altri IPA sono inseriti nel gruppo 2B come "possibili cancerogeni per l'uomo".
La normativa italiana fissa un obiettivo di qualità solo per il benzo(a)pirene qui di seguito riportato.

***Tabella 20**: benzo(a)pirene, valori di riferimento e normativa in vigore.*

BENZO(A)PIRENE			
Riferimento normativo	Parametro di controllo	Periodo di osservazione	Valore di riferimento
VALORE OBIETTIVO (D.Lgs 155/2010)	media annuale	Anno (1 gennaio - 31 dicembre)	1 ng/m³

Analogamente agli altri inquinanti in cui esiste un limite di legge annuale (NO_2, Benzene, PM_{10}, $PM_{2.5}$) e visto che la durata del monitoraggio del sito di Settimo Torinese è pari a due mesi distribuiti nel corso dell'anno in stagioni diverse, la media relativa ai due mesi non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo; non è quindi possibile in termini formali un confronto diretto con il limite stesso.

Si può però considerare anche in questo caso un valore stimato di media annuale ricavato come descritto nella nota. Applicando tale procedimento, si ottengono i valori di media annuale che sono stati messi a confronto con i valori delle altre stazioni della rete di monitoraggio della Città Metropolitana di Torino in cui si determinano gli idrocarburi policiclici aromatici.

[5] EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007 pag. B216-29 tab 8.1a e B216-.32 tab 8.2 b
[6] International Agency for Research on Cancer (IARC) –Agents rewieved by the IARC monographs Volumes 1-100A last updated 2 april 2009

Nota

Si sono calcolate le medie delle concentrazioni nel PM_{10} dei quattro IPA (Benzo(a)antracene, Benzo(b+j+k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Indeno(1, 2, 3-cd)pirene per il periodo delle campagne, di tutte le stazioni della Città Metropolitana in cui vengono monitorati tali parametri. Dal rapporto con la media dell'anno 2025 si è calcolato il fattore che, moltiplicato per il valore medio delle campagne a Settimo Torinese, permette di ricavare la stima annuale:

$\mathbf{M_c} = (\mathbf{m_c} / \mathbf{m_p}) \times \mathbf{M_p}$

dove
$\mathbf{m_c}$: *media periodo campagne per ogni parametro IPA di Settimo Torinese*
$\mathbf{M_c}$: *media stimata anno 2025 per ogni parametro IPA Settimo Torinese*
$\mathbf{m_p}$: *media periodo campagne per ogni parametro IPA Città Metropolitana di Torino*
$\mathbf{M_p}$: *media anno 2025 per ogni parametro IPA Città Metropolitana di Torino*

Dall'analisi dei dati notiamo che, in base alla stima effettuata, la media annuale di Benzo(a)pirene presso il sito di monitoraggio di Settimo Torinese è risultata di 0,5 ng/m^3, ampiamente inferiore al valore obbiettivo indicato dal D.Lgs 155/2010.
Le quattro specie di IPA monitorati hanno evidenziato concentrazioni simili a stazioni analoghe, di fondo urbano (Torino-Lingotto, Torino-Rubino, Borgaro T.se), (vedi Figure 43÷47).
In *Figura 48* viene riportato il profilo del rapporto percentuale tra la somma delle concentrazioni dei quattro IPA monitorati ed il particolato (IPA tot/PM_{10}) riferito ai periodi delle campagne di monitoraggio ed al 2025. Da questa elaborazione grafica emerge che nella prima campagna, durante la quale si sono registrate le concentrazioni più alte di IPA, il rapporto tra questi inquinanti e il PM_{10} di Settimo Torinese è analogo a quello relativo alle stazioni di fondo urbano e di traffico della Città Metropolitana di Torino.
Secondo quanto riportato in letteratura[7] questo rapporto è correlabile a diverse tipologie di fonti emissive (traffico, riscaldamento, utilizzo di biomassa): porzioni più elevate di IPA nel particolato indicano la presenza di fonti legate alla combustione di biomassa. E' il caso ad esempio delle stazioni di Ceresole, Oulx o Ivrea, il cui particolato risulta maggiormente arricchito in IPA, rispetto a stazioni di pianura, ma questo non emerge dalle concentrazioni misurate a Settimo, sia nella stazione fissa sia nel laboratorio mobile.

***Tabella 21**: Laboratorio mobile ARPA Settimo Torinese - concentrazione IPA rilevati nel monitoraggio e stima medie annuali*

Lab mobile ARPA Settimo Torinese: concentrazione dei quattro IPA rilevati nel monitoraggio				
	Inverno [ng/m^3]	Estate [ng/m^3]	Media campagne [ng/m^3]	Media annuale stimata 2025 [ng/m^3]
Benzo(a)antracene (ng/m^3)	0,24	0,04	0,14	0,31
Benzo(b+j+k)fluorantene (ng/m^3)	1,14	0,04	0,59	1,04
Benzo(a)pirene (ng/m^3)	0,40	0,00	0,20	0,49
Indeno(1,2,3-cd)pirene (ng/m^3)	0,56	0,04	0,30	0,55
sommatoria dei quattro IPA (ng/m^3)	2,34	0,12	1,23	2,38

[7] PAH Molecular Diagnostic Ratios Applied to Atmospheric Sources: A Critical Evaluation Using Two Decades of Source Inventory and Air Concentration Data from the UK.
Atmospheric Environment 79 (2013) 271e285: Source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban air using positive matrix factorization and spatial distribution analysisq – (Eunhwa Jang, Mohammed S. Alam, Roy M. Harrison)

***Figura 43**: Benzo(a)antracene confronto della media delle campagne di monitoraggio con media anno 2025 nella Città Metropolitana di Torino*

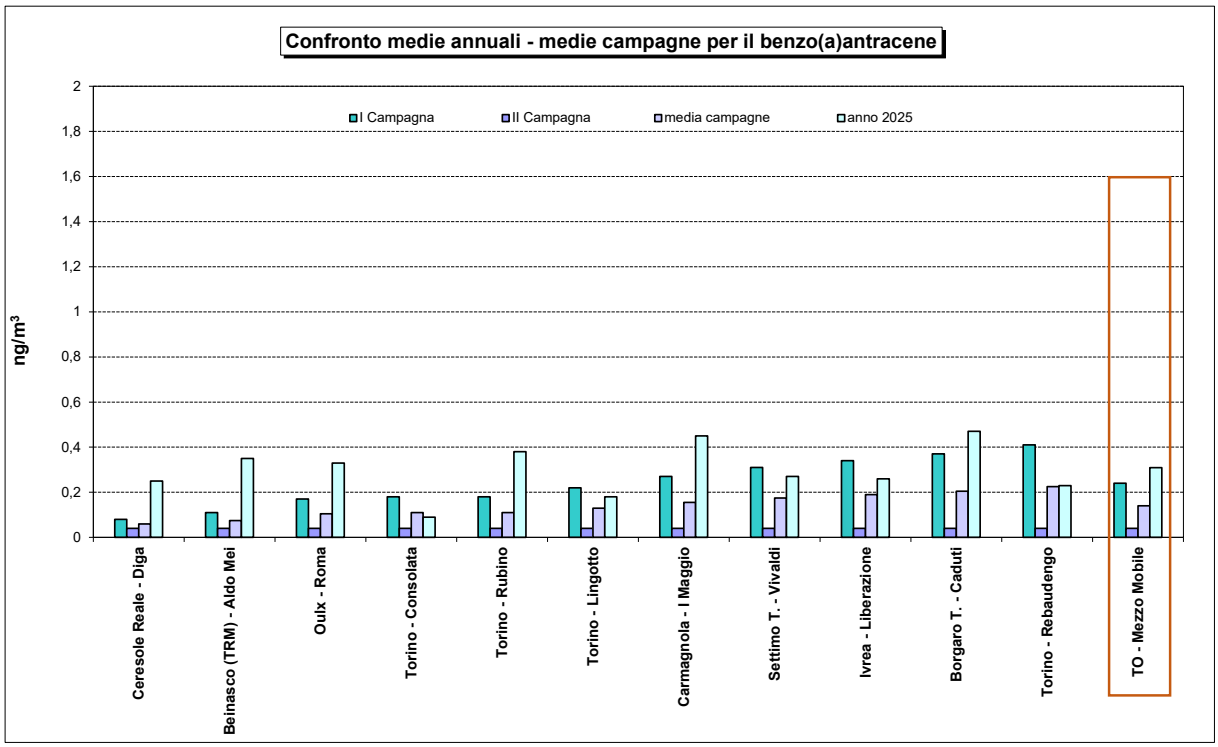


***Figura 44**: Benzo(b+j+k)fluorantene confronto della media delle campagne di monitoraggio con media anno 2025 nella Città Metropolitana di Torino*

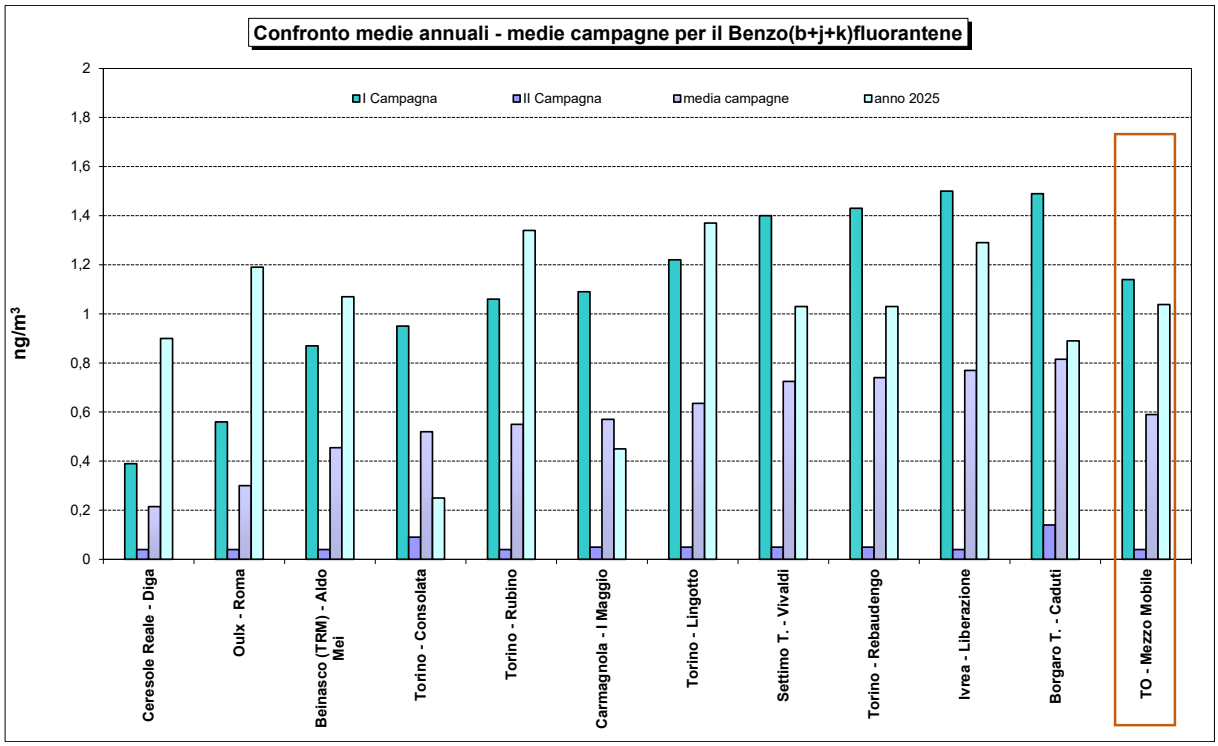


***Figura 45**: Benzo(a)pirene confronto della media delle campagne di monitoraggio con media anno 2025 nella Città Metropolitana di Torino*

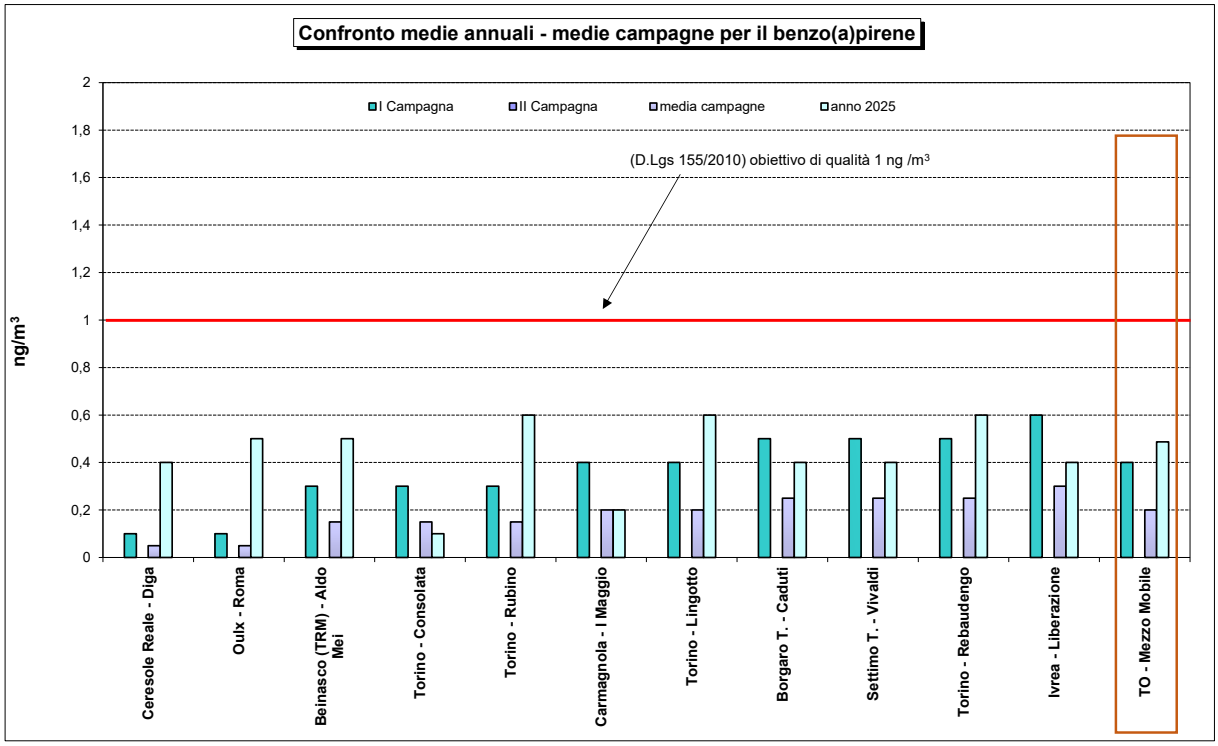


***Figura 46**: Indeno(1, 2, 3-cd)pirene confronto della media delle campagne di monitoraggio con media anno 2025 nella Città Metropolitana di Torino*

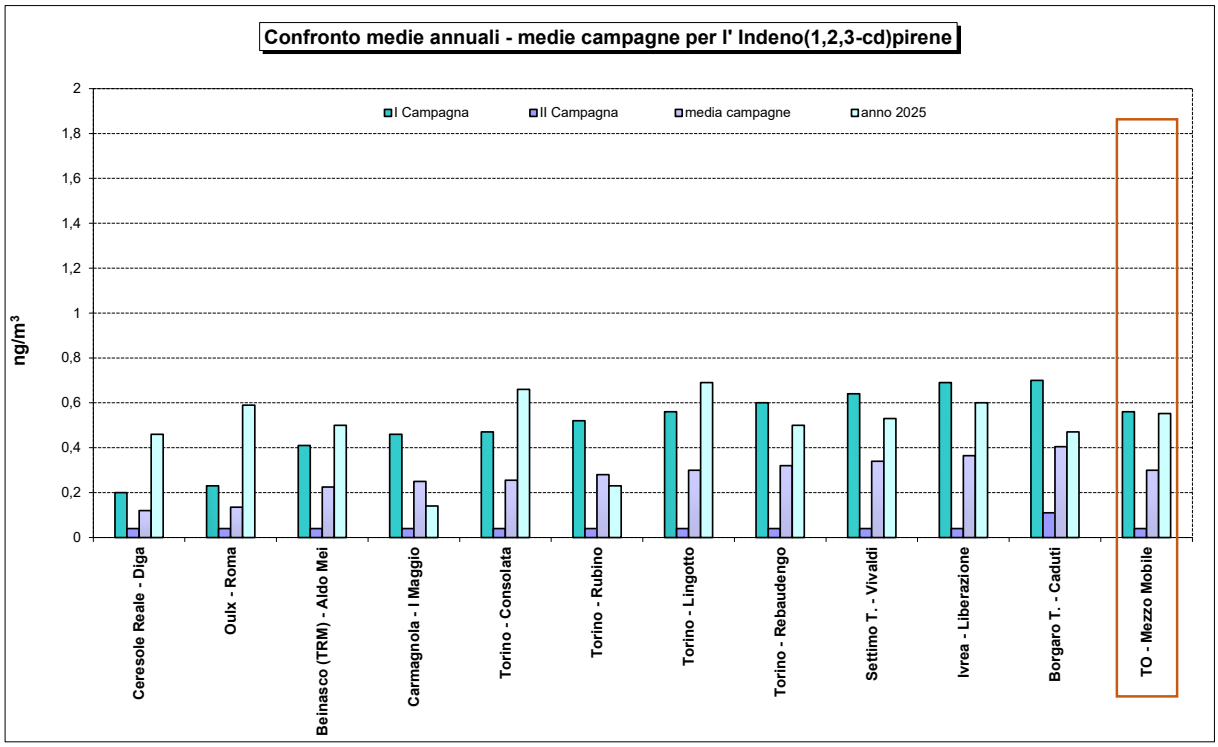


***Figura 47**: IPA totali - confronto della media delle campagne di monitoraggio con media anno 2025 nella Città Metropolitana di Torino*

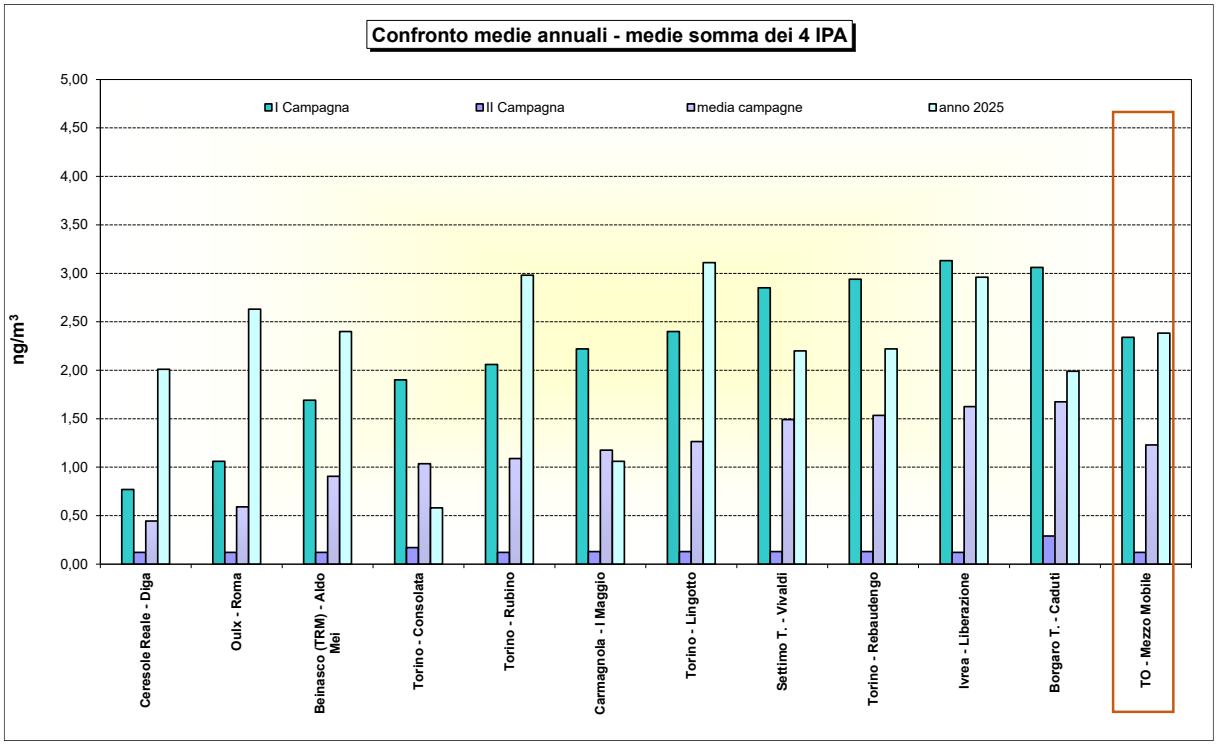
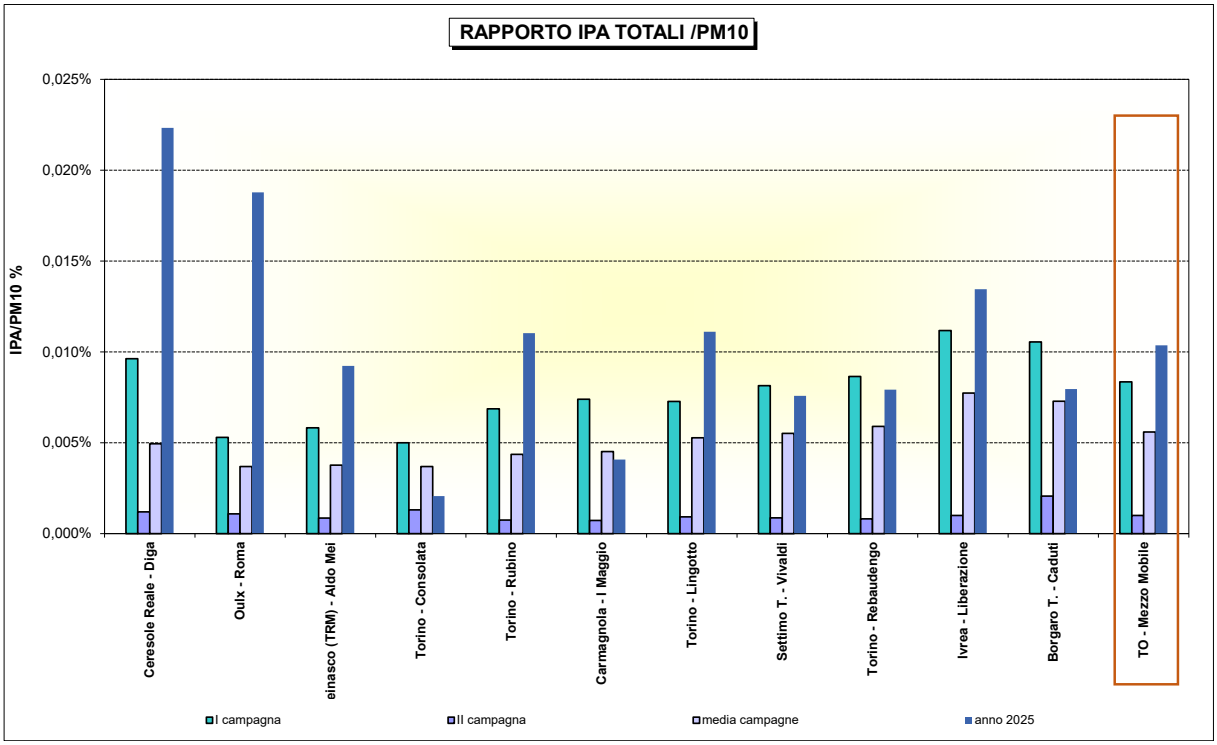


***Figura 48**: rapporto IPA totali/PM10 - confronto della media delle campagne di monitoraggio con media anno 2025 nella Città Metropolitana di Torino*



4.4.8.METALLI

I metalli pesanti costituiscono una classe di sostanze inquinanti estremamente diffusa nelle varie matrici ambientali. La loro presenza in aria, acqua e suolo può derivare da fenomeni naturali (erosione, eruzioni vulcaniche), ai quali si sommano gli effetti derivanti da tutte le attività antropiche.
Riguardo l'inquinamento atmosferico i metalli che maggiormente preoccupano sono generalmente As (arsenico), Cd (cadmio), Co (cobalto), Cr (cromo), Mn (manganese), Ni (nichel) e Pb (piombo), che sono veicolati dal particolato atmosferico.
La loro origine è varia, Cd, Cr e As provengono principalmente dalle industrie minerarie e metallurgiche; Cu dalla lavorazione di manufatti e da processi di combustione; Ni dall'industria dell'acciaio, della numismatica, da processi di fusione e combustione; Co e Zn da materiali cementizi ottenuti con il riciclaggio degli scarti delle industrie siderurgiche e degli inceneritori. L'incenerimento dei rifiuti può essere una fonte di metalli pesanti quali antimonio, cadmio, cromo, manganese, mercurio, stagno, piombo.
L'effetto dei metalli pesanti sull'organismo umano dipende dalle modalità di assunzione del metallo, nonché dalle quantità assorbite. Alcuni metalli sono oligoelementi necessari all'organismo per lo svolgimento di numerose funzioni quali il metabolismo proteico (Zn), quello del tessuto connettivo osseo e la sintesi dell'emoglobina (Cu), la sintesi della vitamina B12 (Co) e altre funzioni endocrino-metaboliche ancora oggetto di studio. L'assunzione eccessiva e prolungata di tali sostanze, invece, può provocare danni molteplici a tessuti ed organi.
L'avvelenamento da zinco si manifesta con disturbi al sistema nervoso centrale, anemia, febbre e pancreatite. Il rame, invece, produce alterazioni della sintesi di emoglobina e del tessuto connettivo osseo oltre a promuovere epatiti, cirrosi e danni renali. L'intossicazione da cobalto provoca un blocco della captazione dello iodio a livello tiroideo con conseguente gozzo da ipotiroidismo, alterazioni delle fibre muscolari cardiache e disturbi neurologici. Cromo e nichel, sono responsabili, in soggetti predisposti, di dermatiti da contatto e di cancro polmonare. L'enfisema polmonare (per deficit di $\alpha 1$ antitripsina) è la principale manifestazione dell'intossicazione cronica da cadmio, cui generalmente si accompagnano danni ai tubuli renali e osteomalacia. Sia il piombo, che l'arsenico, inoltre, sono responsabili di numerose alterazioni organiche. L'avvelenamento cronico da piombo (saturnismo), ad esempio, è responsabile di anemia emolitica e danni neurologici.
Tra i metalli che sono più comunemente monitorati nel particolato atmosferico, quelli di maggiore rilevanza sotto il profilo tossicologico sono il nichel, il cadmio e il piombo. I composti del nichel e del cadmio sono classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo; l'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che, a fronte di una esposizione ad una concentrazione di nichel nell'aria di 1 $\mu g/m^3$ per l'intera vita, quattro persone su diecimila siano a rischio di contrarre il cancro.

Nella *Tabella 22* sono riportati i valori obiettivo per As, Cd e Ni e il valore limite per la protezione della salute umana per il Pb previsti dal D.Lgs. 13/8/2010 n. 155.

Tabella 22*: valori obiettivo per As, Cd e Ni e il valore limite per la protezione della salute umana per il Pb previsti dal D.Lgs. 13/8/2010 n. 155.*

PIOMBO (Pb)		
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	0,5 µg/m^3	1 gennaio 2005
ARSENICO (As)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	6 ng/m^3	31 dicembre 2012
CADMIO (Cd)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	5 ng/m^3	31 dicembre 2012
NICHEL (Ni)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	20 ng/m3	31 dicembre 2012

Anche per i quattro metalli monitorati nell'indagine, visto che la durata del monitoraggio di Settimo Torinese oggetto della relazione è pari a due mesi distribuiti nel corso dell'anno in stagioni diverse, la media dei valori del periodo di campionamento non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo; non è quindi possibile in termini formali un confronto diretto con il limite stesso.
Si può però considerare un valore stimato di media annuale ricavato come descritto nella nota. Applicando tale procedimento, si ottengono i valori di media annuale che sono stati messi a confronto con i valori delle altre centraline della rete di monitoraggio della Città Metropolitana di Torino in cui si determinano i metalli.

Nota

Si sono calcolate le medie delle concentrazioni nel PM_{10} di nichel (Ni), cadmio (Cd), arsenico (As) e piombo (Pb) per il periodo delle campagne, di tutte le stazioni della Città Metropolitana in cui vengono monitorati tali parametri. Dal rapporto con la media dell'anno 2025 si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne a Settimo Torinese permette di ricavare la stima annuale:

$\mathbf{M_c} = (\mathbf{m_c} / \mathbf{m_p}) \times \mathbf{M_p}$

dove
$\mathbf{m_c}$: *media periodo campagne per ogni metallo Settimo Torinese*
$\mathbf{M_c}$: *media stimata anno 2025 per ogni metallo Settimo Torinese*
$\mathbf{m_p}$: *media periodo campagne per ogni metallo Città Metropolitana di Torino*
$\mathbf{M_p}$: *media anno 2025 per ogni metallo Città Metropolitana di Torino*

Il valore stimato di media annuale per tutti i metalli considerati è abbondantemente inferiore al valore obiettivo in vigore. Le concentrazioni di piombo, arsenico e cadmio sono omogenee in tutto il territorio Città Metropolitana.

***Tabella 23**: Laboratorio mobile ARPA Settimo Torinese concentrazione dei quattro metalli rilevati nel monitoraggio e stima medie annuali*

Lab mobile ARPA Settimo Torinese concentrazione dei quattro metalli rilevati nel monitoraggio				
	Inverno [ng/m^3]	Estate [ng/m^3]	Media campagne [ng/m^3]	Media annuale stimata 2025 [ng/m^3]
Arsenico (ng/m^3)	0,7	0,70	0,70	0,70
Cadmio (ng/m^3)	0,1	0,10	0,10	0,10
Nichel (ng/m^3)	4,5	1,50	3,00	2,30
Piombo (mg/m^3)	0,003	0,001	0,002	0,003

***Figura 49**: Arsenico confronto della media delle campagne di monitoraggio con media anno 2025 nella Città Metropolitana di Torino*

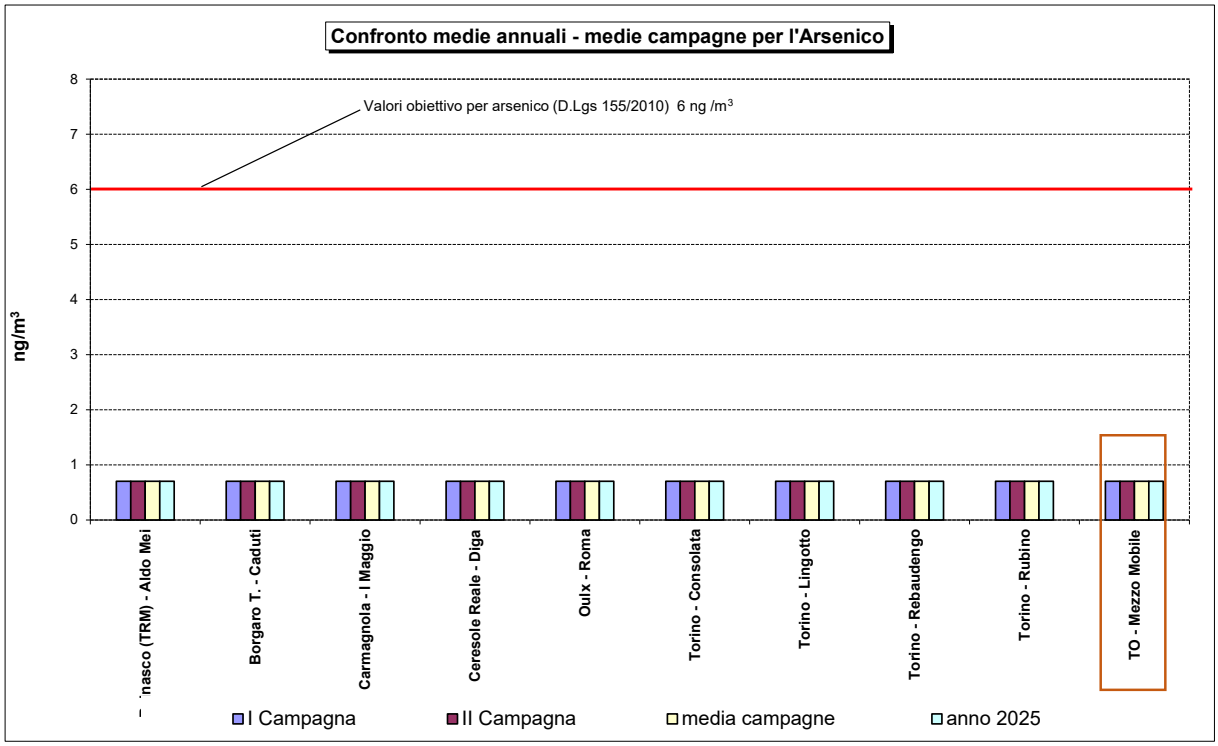


***Figura 50**: Cadmio confronto della media delle campagne di monitoraggio con media anno 2025 nella Città Metropolitana di Torino*

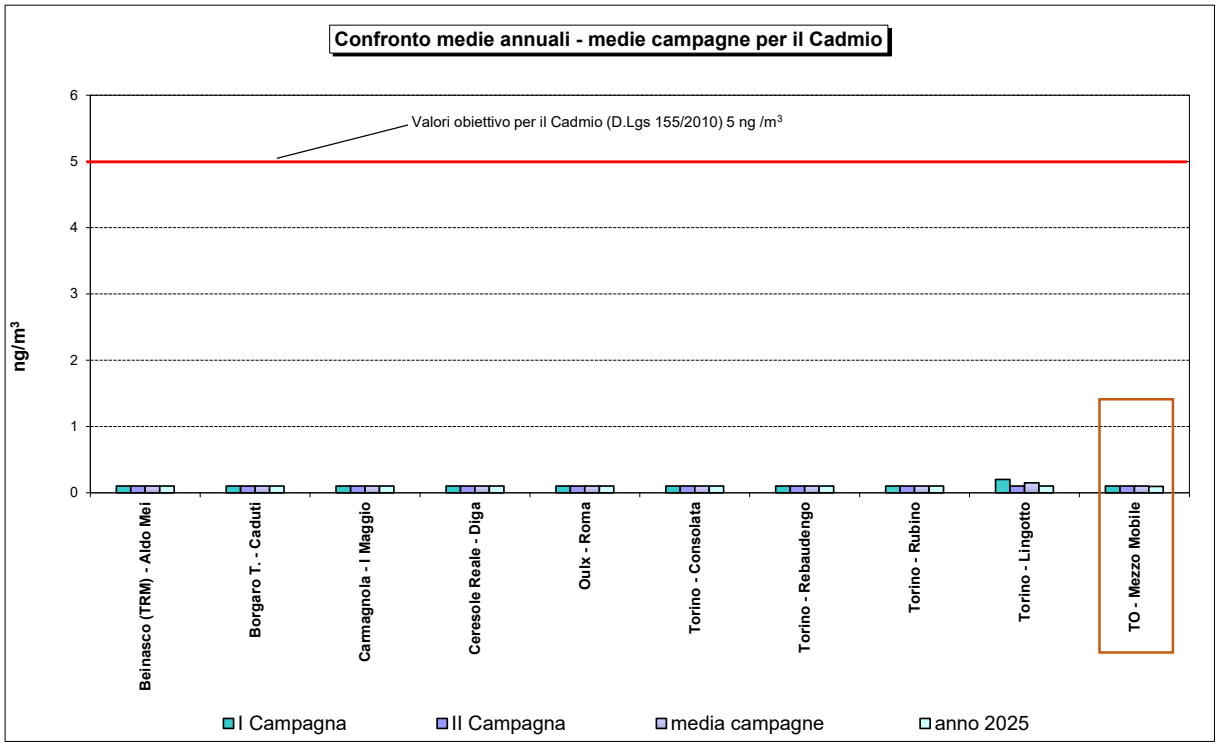


***Figura 51**: Nichel confronto della media delle campagne di monitoraggio con media anno 2025 nella Città Metropolitana di Torino*

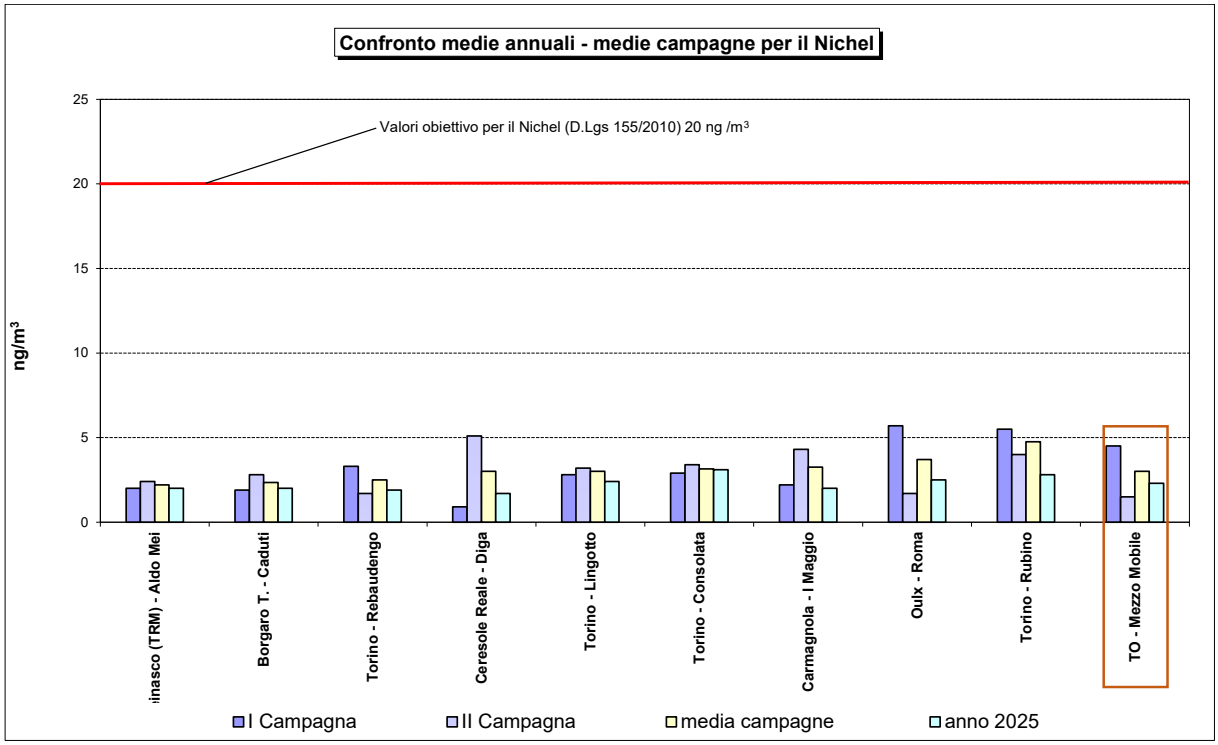
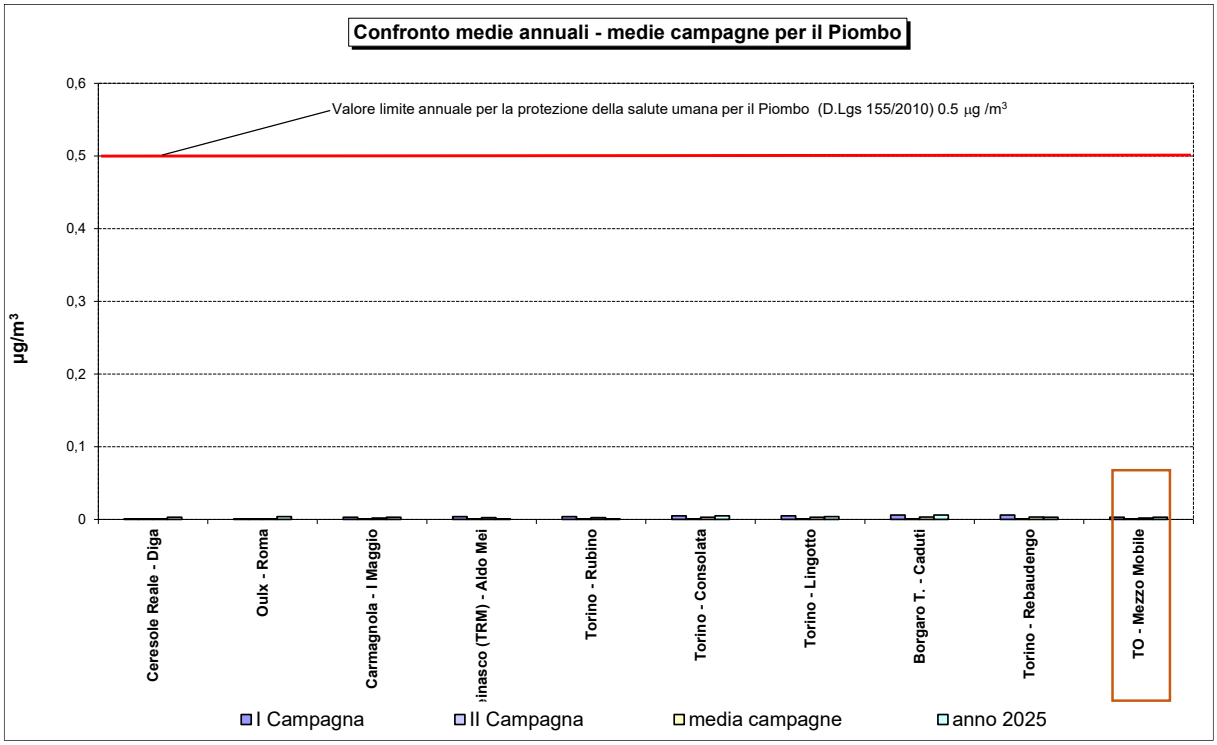


***Figura 52**: Piombo confronto della media delle campagne di monitoraggio con media anno 2025 nella Città Metropolitana di Torino*



5 CONCLUSIONI

I valori rilevati nel corso della campagna di monitoraggio mediante la stazione mobile nel sito di Parco Alcide De Gasperi a Settimo sono in generale comparabili a quelli misurati in siti simili, vale a dire ubicati in zona residenziale di fondo suburbano, della Città Metropolitana di Torino.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per i due inquinanti per i quali la normativa prevede tale tipo di limite (biossido di azoto e ozono); sono inoltre rispettati i valori limite di breve periodo per la protezione della salute umana per biossido d'azoto, e monossido di carbonio.

Durante la campagna di monitoraggio del periodo freddo per il biossido di azoto non si sono registrati nemmeno superamenti del limite orario di 200 µg/m³. Alla fine delle due campagne di misura è stato possibile stimare il valore annuale di NO_2 che si sarebbe registrato nel sito se il campionamento fosse durato un intero anno solare. Applicando una metodologia di confronto con le altre stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria situata sul territorio della città Metropolitana di Torino (CMT) per Settimo è stato stimata per l'anno 2025 una concentrazione di NO_2 di 18 µg/m³, valore vicino ma inferiore alla media CMT (19 µg/m^3) e significativamente inferiore al limite annuale di 40 µg/m³.

Per il parametro PM10 si sono registrati cinque superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m^3 durante la campagna di misura invernale.

Alla fine delle due campagne di misura, invernale ed estiva, è stato inoltre possibile stimare il valore annuale di PM10 che si sarebbe registrato a Settimo se il campionamento fosse durato un intero anno solare. Applicando una metodologia di confronto con le altre stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria situata sul territorio della città Metropolitana di Torino (CMT) per Settimo è stato stimato per l'anno solare 2025 una concentrazione di PM10 di 23 µg/m³, valore uguale a quello della media CMT e significativamente inferiore al limite annuale di 40 µg/m³.

A seguito delle due campagne di misura svolte, anche per il PM2.5 è stato possibile stimare un dato annuale per il sito di Settimo, da confrontare con il limite normativo di 25 µg/m^3. Si è fatto riferimento alle stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria e con la stessa metodologia di confronto usata per il PM10 si è stimato un valore annuale per l'anno 2025 di 18 µg/m^3, valore di poco superiore alla media della Città Metropolitana di Torino (17 µg/m^3) e significativamente più basso del limite normativo.

Per quanto riguarda l'ozono, durante la campagna del periodo caldo, quando l'irraggiamento solare è all'apice, ci sono stati 4 superamenti del valore obiettivo al lungo termine per la protezione della salute umana. L'ozono, data l'origine secondaria, è di fatto un inquinante ubiquitario: anche nei siti più periferici e remoti sono possibili fenomeni di trasporto e accumulo sia dell'ozono sia dei precursori emessi nelle aree antropizzate.

I parametri benzene e toluene infine non hanno presentato criticità, a Settimo sono stati trovati valori confrontabili con quelli di altre stazioni fisse della rete con caratteristiche simili. Anche nel caso del benzene, per il quale la normativa prevede un valore limite espresso come media annuale, il valore stimato per l'anno 2025 sulla base delle stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria situate sul territorio della Città Metropolitana di Torino è stato di 0,5 µg/m^3, dieci volte inferiore al limite normativo di 5 µg/m^3.

6 APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

- **Ossidi di azoto** **TELEDYNE API 200 E**

  Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO_x.
  - ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 ppb;
  - ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.5 ppb.

- **Ozono** **THERMO SCIENTIFIC 49i**

  Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O_3 nell'aria ambiente.
  - ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20 ppm;
  - ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.001 ppm.

- **Monossido di carbonio** **TELEDYNE API 300 E**

Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.
- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 200 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 ppm.

- **Particolato sospeso PM10 e PM2.5** **TECORA CHARLIE AIR GUARD PM**

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 μm in aria ambiente, con testa di prelievo a norma europea.
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro di diametro 47 mm.

- **Stazione meteorologica** **LSI LASTEM**

Stazione completa per la misura dei seguenti parametri: velocità e direzione vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare.

- **Benzene, Toluene, Xileni** **CHROMATOTEC** **AIR TOXIC GC 866**

Gascromatografo con doppia colonna, rivelatore PID (fotoionizzazione)
- ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 324 µg/m³;
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m³;
- ✓ Campo di misura xileni : 0 ÷ 442 µg/m³;
- ✓ Campo di misura etilbenzene: 0 ÷ 441 µg/m³;