

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 SAN MAURIZIO CANAVESE

Relazione tecnica 1^a e 2^a campagna di monitoraggio

(7 marzo - 4 aprile e 4 luglio-4 agosto 2022)



SERVIZIO B5.16
 PRATICA F06_2022_00619_010

Redazione	Funzione: Tecnico Struttura Attività di Produzione	
	Nome: Elisa Calderaro	
Verifica	Incarico di Funzione: Monitoraggio qualità dell'aria e Olfattometria	
	Nome: Milena Sacco	
Approvazione	Funzione: Responsabile Struttura	
	Nome: Carlotta Musto	

Redazione dei testi e delle elaborazioni a cura di:

Elisa Calderaro e Francesco Romeo, Struttura Semplice Attività di Produzione del Dipartimento territoriale Arpa Piemonte Nord Ovest

Per la gestione tecnica della rete di monitoraggio hanno collaborato:

Annalisa Bruno, Elisa Calderaro, Laura Milizia, Francesco Romeo, Milena Sacco, Roberto Sergi, Struttura Semplice Attività di Produzione del Dipartimento territoriale Arpa Piemonte Nord Ovest.

Si ringrazia Stefano Bande del Dipartimento Rischi Naturali e ambientali - Meteorologia, clima e qualità dell'aria per aver fornito i dati relativi alle valutazioni modellistiche.

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 San Maurizio Canavese per la collaborazione prestata.

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Regione Piemonte

ARPA PIEMONTE

Sede centrale di via Pio VII, 9

10135 Torino

INDICE

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.....	10
4.2.1	Emissioni sul territorio	10
4.2.2	Valutazione modellistica annuale dello stato di Qualità dell'Aria	11
4.3	Elaborazione dei dati meteorologici.....	12
4.4	Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio eseguito nel comune di San Maurizio Canavese.....	19
4.4.1	Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge.....	19
4.4.2	Ossidi di Azoto	20
4.4.3	Monossido di Carbonio	24
4.4.4	Benzene e Toluene	27
4.4.5	Particolato Sospeso (PM ₁₀) e (PM _{2.5}).....	36
4.4.6	Ozono	45
4.4.7	Idrocarburi Policiclici Aromatici.....	49
4.4.8	Metalli.....	54
5	CONCLUSIONI.....	58
6	APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI.....	60

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).

Tali sostanze possono essere distinte in due grandi gruppi: al primo gruppo appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (inquinanti primari), al secondo 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 seguente tabella 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 AZOTO					
BENZENE					
MONOSSIDO DI CARBONIO					
PARTICOLATO SOSPESO					
PIOMBO					
BENZO(a)PIRENE					

	= fonti principali
	= 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 2021", 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 gestite da Arpa Piemonte.

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

Il laboratorio mobile utilizzato sul territorio della Città Metropolitana di Torino è dotato della seguente strumentazione:

- una stazione meteorologica per la misurazione dei parametri di velocità e direzione vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare;
- analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali gli ossidi di azoto, il monossido di carbonio, l'ozono, il benzene, il toluene;
- campionatori di particolato atmosferico PM10 e PM2.5, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

Per un elenco più dettagliato in merito alla strumentazione si rimanda all'APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI.

3 IL QUADRO NORMATIVO

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria impone dei limiti per quegli inquinanti che risultano essere più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.

La normativa quadro è rappresentata dal D. Lgs. 155/2010 (così come modificato dal D. Lgs 250/2012) che ha abrogato e sostituito le normative precedenti senza modificare i valori dei limiti di riferimento degli inquinanti normati. Il decreto stabilisce tre diverse tipologie di limiti di legge:

- **valore limite annuale** per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo, per gli inquinanti biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), materiale particolato PM10 e PM2.5, piombo (Pb) e benzene;
- **valori limite giornalieri o orari** volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento per biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), PM10, e monossido di carbonio (CO);
- **soglie di allarme** per il biossido di azoto (NO₂) e l'ozono (O₃), 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.

Per quanto riguarda la prevenzione a breve termine sono previste soglie di informazione e di allarme che prendono in considerazione valori medi orari o valori medi giornalieri. Invece, 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 introdotto nuovi indicatori relativi al PM2.5 ed in particolare:

- un **valore limite**, espresso come media annuale, pari 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
- un **valore obiettivo**, espresso come media annuale, pari 20 µg/m³ 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, definite con il D.M. del 13 marzo 2013.

Nelle seguenti tabelle sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa attualmente vigente per gli inquinanti che vengono monitorati con la stazione mobile di campionamento.

Per una descrizione più esaustiva del quadro normativo si rimanda nuovamente alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2021".

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/m ³ (NO ₂)	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³ (NO ₂)	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m ³ (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/m ³	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m ³	---	1-gen-2005
PARTICOLATO (PM10)	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-2005
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---	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 (O ₃) (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	Soglia di informazione	media oraria	180 µg/m ³	-	-
	Soglia di allarme	media oraria	240 µg/m ³	-	-
	Valore bersaglio per la protezione della salute umana	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m ³ ⁽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/m ³ *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/m ³ *h ⁽²⁾		
BENZO(a)PIRENE (D. Lgs. 13/08/2010 n.155)	Obiettivo di qualità	media mobile valori giornalieri ⁽³⁾	1 ng/m ³ ⁽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/m ³
Cadmio	5.0 ng/m ³
Nichel	20.0 ng/m ³

⁽¹⁾ Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 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 San Maurizio Canavese dal Dipartimento territoriale Nord Ovest è stata effettuata in seguito alla richiesta dell'Amministrazione Comunale ed è finalizzata ad avere informazioni sulla qualità dell'aria nell'area monitorata, dato il frequente riscontro da parte della popolazione residente in zona di pulviscolo scuro sulle superfici dei davanzali e sulle pertinenze esterne alle abitazioni.

Nel corso del 2022, sono state effettuate due campagne di monitoraggio della qualità dell'aria con il laboratorio mobile, in momenti diversi dell'anno, in modo da acquisire informazioni ambientali in differenti condizioni meteo-climatiche. La prima campagna è stata eseguita dal 7 marzo al 3 aprile, in periodo tardo invernale con caratteristiche meteorologiche già simili a quelle primaverili in quanto caratterizzate da rimescolamento verticale delle masse d'aria favorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera. La seconda campagna è stata eseguita in estate, dal 4 luglio al 4 agosto, per monitorare la situazione ambientale in assenza di inquinanti derivanti dalla combustione delle biomasse utilizzate per il riscaldamento domestico.

Ai fini di una corretta interpretazione dei risultati della campagna, si ricorda che il monitoraggio effettuato permette di verificare se nell'area di indagine la concentrazione degli inquinanti oggetto di misura è significativamente diversa da quella di altre zone del territorio della Città Metropolitana, ma non di quantificare il contributo di una determinata fonte rispetto alle altre sorgenti di inquinanti atmosferici presenti.

Le strumentazioni di misura in aria ambiente come quelle installate sulla stazione mobile, infatti, rilevano per loro natura la concentrazione complessiva di un determinato inquinante, vale a dire la somma dei contributi delle sorgenti inquinanti (traffico veicolare, impianti di riscaldamento civile, impianti industriali ecc.).

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato, in accordo con i funzionari dell'ufficio tecnico del Comune, in via Cavalier Brunetto angolo via Monte Bianco.

Figura 1: Ubicazione del Laboratorio Mobile della qualità dell'aria nel Comune di San Maurizio Canavese in via Cavalier Brunetto angolo via Monte Bianco.



Figura 2: Ubicazione del Laboratorio Mobile della qualità dell'aria nel Comune di San Maurizio Canavese – Via Cavalier Brunetto, angolo Via Monte Bianco



Le elaborazioni sui dati rilevati durante le campagne di monitoraggio 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; pertanto, i dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal giorno 8 marzo al giorno 3 aprile 2022, per un totale di 27 giorni per quanto riguarda la prima campagna e dal 5 luglio al 3 agosto per la seconda (30 giorni).

Tabella 5 – Specifiche del sito di misura nel Comune di San Maurizio Canavese

MEZZO DI MISURA	PERIODO	INDIRIZZO	Coordinate UTM (S.R. WGS84) Z: 32T	
Laboratorio mobile della qualità dell'aria di Arpa Piemonte	<ul style="list-style-type: none"> I CAMPAGNA 7 marzo – 4 aprile 2022 II CAMPAGNA 4 luglio – 4 agosto 2022 	Via Cavalier Brunetto, angolo Via Monte Bianco SAN MAURIZIO CANAVESE (TO)	EST: 391309.134	NORD: 5006871.165

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso delle campagne condotte con il laboratorio mobile non permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale, della situazione di inquinamento atmosferico relativa al sito in esame; il confronto con i dati rilevati nello stesso periodo della campagna dalle stazioni fisse della rete della Città Metropolitana di monitoraggio della qualità dell'aria permette, inoltre, di effettuare considerazioni di tipo comparativo.

Una trattazione completa, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (allegato I del D. Lgs. 155/2010), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno, scelto a caso, di ogni settimana in modo che le misure siano uniformemente distribuite durante l'anno, oppure otto settimane di misurazione distribuite in modo regolare nell'arco dell'anno).

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 (<http://www.sistemapiemonte.it/fedwinemar/elenco.jsp>) 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 2015, 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:

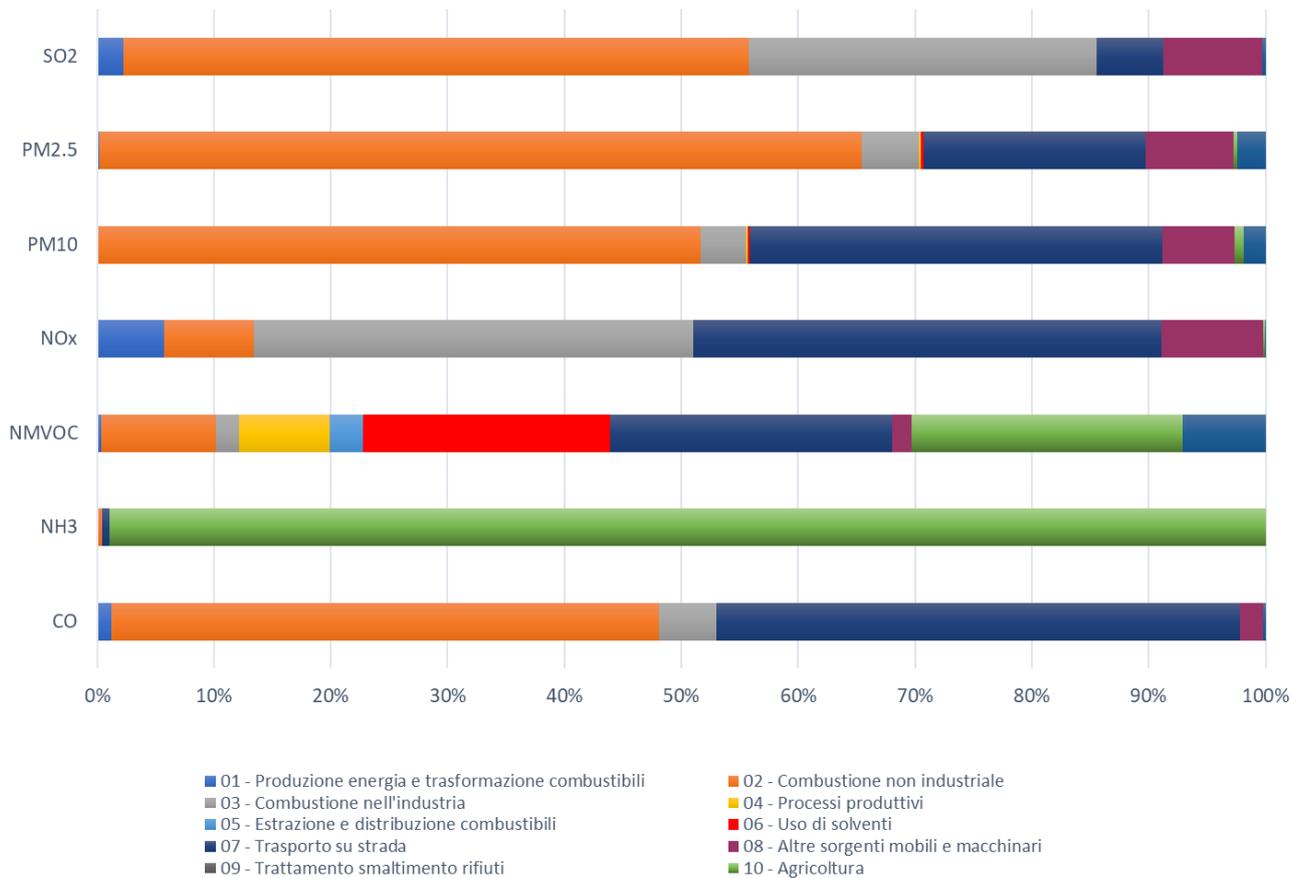
1. Centrali elettriche pubbliche, cogenerazione e teleriscaldamento, produzione di energia (elettrica, cogenerazione e teleriscaldamento) e trasformazione di combustibili;
2. Impianti di combustione non industriali (commercio, residenziale, agricoltura);
3. Combustione nell'industria;
4. Processi produttivi;
5. Estrazione e distribuzione di combustibili fossili;
6. Uso di solventi;
7. Trasporto su strada;
8. Altre sorgenti mobili e macchinari;
9. Trattamento e smaltimento rifiuti;
10. Agricoltura;
11. Altre sorgenti e assorbimenti.

La Tabella 6 riporta i principali contributi emissivi stimati per il Comune di San Maurizio Canavese espressi in tonnellate/anno. In Figura 3 sono stati rappresentati graficamente i contributi delle emissioni dei principali inquinanti atmosferici.

Tabella 6: contributi emissivi stimati per il comune di San Maurizio Canavese – tonnellate/anno

MACROSETTORE	INQUINANTE						
	CO	NH ₃	NM VOC	NO _x	PM10	PM2.5	SO ₂
01 - Produzione energia e trasformazione combustibili	3.5128	0.0000	0.4391	10.5386	0.0351	0.0351	0.0423
02 - Combustione non industriale	138.7159	0.3339	13.6722	14.2207	13.2450	13.1036	0.9900
03 - Combustione nell'industria	14.3095	-	2.7518	69.3459	0.9797	0.9797	0.5504
04 - Processi produttivi	-	-	10.7630	-	0.0405	0.0274	-
05 - Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	3.9509	-	-	-	-
06 - Uso di solventi	-	-	29.1936	-	0.0574	0.0534	-
07 - Trasporto su strada	132.6257	0.5634	33.5152	73.8725	9.0663	3.8154	0.1065
08 - Altre sorgenti mobili e macchinari	5.7986	0.0033	2.3158	16.0391	1.5760	1.5155	0.1557
09 - Trattamento smaltimento rifiuti	-	-	-	-	-	-	-
10 - Agricoltura	-	81.3268	32.1054	0.3759	0.2114	0.0638	-
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	0.5860	-	9.8136	0.0276	0.4802	0.4802	0.0059

Figura 3: stima contributi emissioni nel comune di San Maurizio Canavese



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, ARPA Piemonte, su mandato ricevuto dalla Direzione Ambiente della Regione Piemonte, ha realizzato la "Valutazione modellistica annuale sullo stato della Qualità dell'aria in Piemonte". Tale valutazione è il risultato di un approccio integrato che utilizza i valori di concentrazione dei vari inquinanti misurati presso le centraline del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA) e i 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 dal Dipartimento di ARPA "Rischi Naturali e ambientali - Meteorologia, clima e qualità dell'aria" che si occupa di modellistica di qualità dell'aria.

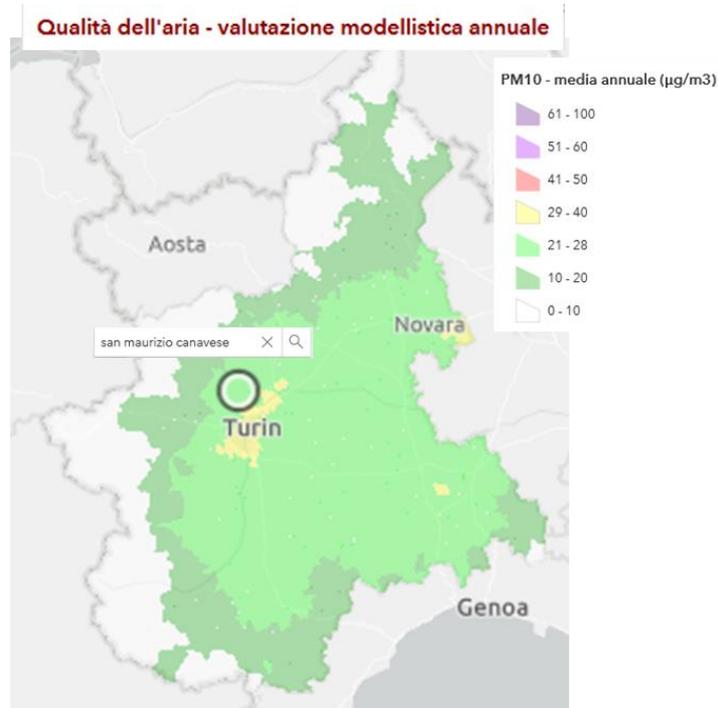
Le elaborazioni grafiche realizzate dalla suddetta struttura sono consultabili sul sito ARPA https://webgis.arpa.piemonte.it/secure_apps/aria_modellistica_webapp/index.html.

Per il periodo relativo alla prima campagna di monitoraggio, utilizzando le previsioni modellistiche era stato stimato un valore di concentrazione di PM10 per San Maurizio compreso tra il range 29÷40 µg/m³ e il valore effettivamente riscontrato è stato pari a 39 µg/m³. Anche per la seconda campagna di monitoraggio il valore stimato di concentrazione è stato confermato dai valori misurati; infatti, il range di concentrazione stimato era pari a 0÷20 ed è stato riscontrato un valore medio di concentrazione pari a 19 µg/m³.

In Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. vengono rappresentati, a titolo di esempio, le elaborazioni grafiche della modellistica in merito alla media annuale del PM10 stimata per l'anno 2020 per

tutta la Regione, da cui emerge che per San Maurizio Canavese la media annuale stimata per il 2020 è compresa tra 21 e 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dalla normativa.

Figura 4: PM10 - media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



4.3 Elaborazione dei dati meteorologici

I parametri meteoroclimatici determinati nel corso delle campagne di monitoraggio sono elencati di seguito, unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura:

Tabella 7- elenco parametri meteoroclimatici

pressione atmosferica	P	hPa
direzione vento	D.V.	gradi sessagesimali
velocità vento	V.V.	m/s
temperatura	T	°C
umidità relativa	U.R.	%
radiazione solare globale	R.S.G.	W/m ²
pioggia	Pioggia	mm/h

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteoroclimatici registrati durante la campagna di monitoraggio. In particolare, in

Tabella 8 sono riportati per ognuno dei parametri determinati i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi; è poi stato elaborato per ogni parametro un diagramma che ne illustra l'andamento orario.

Tabella 8: Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso delle campagne di monitoraggio

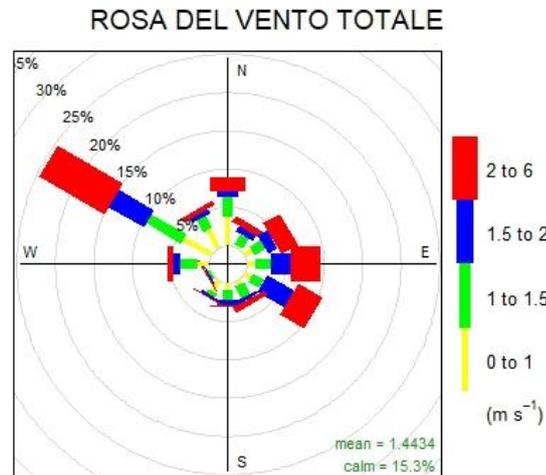
PARAMETRI METEO	RADIAZIONE SOLARE		TEMPERATURA		UMIDITÀ RELATIVA		PRESSIONE ATMOSFERICA		PIOGGIA		VELOCITA' VENTO
U.M.	(W/mq)		°C		%		hPa		mm		m/s
	I ^a camp.	II ^a camp.	I ^a camp.	II ^a camp.	I ^a camp.	II ^a camp.	I ^a camp.	II ^a camp.	I ^a camp.	II ^a camp.	II ^a camp.
Minima media giornaliera	28	119	3.2	22.2	28	41	953.8	971.9	0	0	0.6
Massima media giornaliera	155	266	13.3	29.1	95	74	995.9	983.8	0.2	0.1	1.9
Media delle medie	104	224	8.7	26.7	57	50	982.6	978.6	0	0	1
Giorni validi	27	31	27	31	27	31	27	31	24	31	31
Percentuale giorni validi	100%	97%	100%	97%	100%	97%	100%	97%	89%	97%	97%
Media dei valori orari	104	225	8.7	26.7	57	50	982.6	978.5	0	0	1
Massima media oraria	702	901	20.6	35.6	99	95	998	990	1.8	3.2	5.1
Ore valide	648	740	648	740	648	740	648	740	576	741	738
Percentuale ore valide	100%	96%	100%	96%	100%	96%	100%	96%	89%	96%	96%

Per quanto riguarda le condizioni meteorologiche locali, l'anemologia del comune di San Maurizio è particolare perché nel corso della prima campagna ha risentito delle brezze di valle e di monte tipiche delle vallate alpine per la collocazione prossima alle valli di Lanzo, mentre nel corso della seconda campagna le brezze sono risultate provenire da molte direzioni diverse. Infatti, nel corso della prima campagna di monitoraggio primaverile le rose dei venti (Figura 5 e Figura 7) evidenziano come il vento abbia due direzioni di provenienza dominanti: dai quadranti Est-SudEst ed Est nelle ore diurne e da Ovest-NordOvest, nelle ore notturne. Questo regime è caratteristico delle valli e si instaura perché al mattino le pareti dei monti si scaldano per effetto dell'insolazione e l'aria ad essi adiacente si riscalda, forma cumuli e sale lungo i pendii della valle (brezze di valle), mentre di notte l'aria a contatto con la terra si raffredda e scivola verso la valle lungo il fianco delle montagne originando una brezza discendente (brezza di monte) che scende lungo i fianchi delle montagne verso il centro della valle e poi si dirige verso lo sbocco della valle stessa, con velocità in funzione della pendenza del fondo valle.

Durante la seconda campagna di monitoraggio svolta nel periodo estivo, la direzione prevalente dei venti è stata registrata da Nord, Nord-Est nelle ore notturne, mentre nelle ore diurne è stata da Nord-Est, Est, con venti molto deboli provenienti da tutti i punti cardinali (Figura 6 e Figura 8).

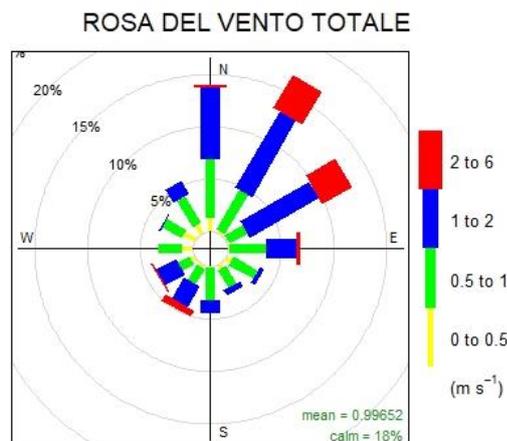
In entrambe le campagne di monitoraggio si sono verificati condizioni di vento debole, con velocità inferiore a 6 m/s e le calme di vento sono state registrate soprattutto nelle ore notturne.

Figura 5: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità – totale (prima campagna)



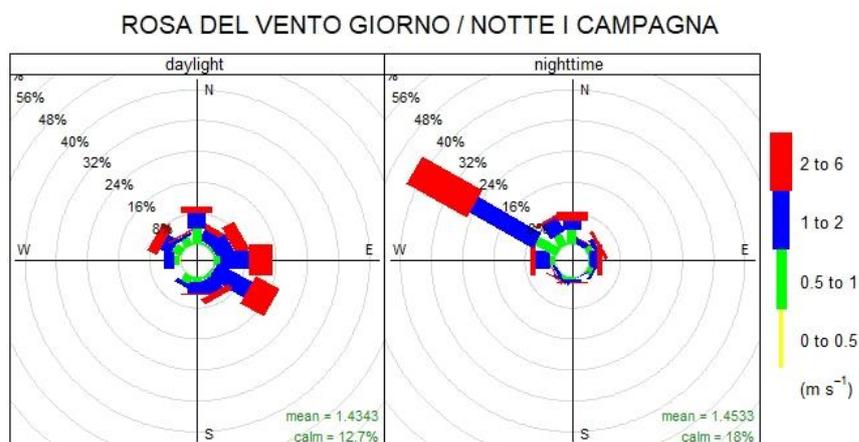
dal 8/03/2022 al 3/04/2022

Figura 6: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità – totale (seconda campagna)



dal 05/07/2022 al 03/08/2022

Figura 7: Rosa dei venti suddivisa tra ore diurne e ore notturne – prima campagna



dal 8/03/2022 al 3/04/2022

Figura 8: Rosa dei venti suddivisa tra ore diurne e ore notturne – seconda campagna

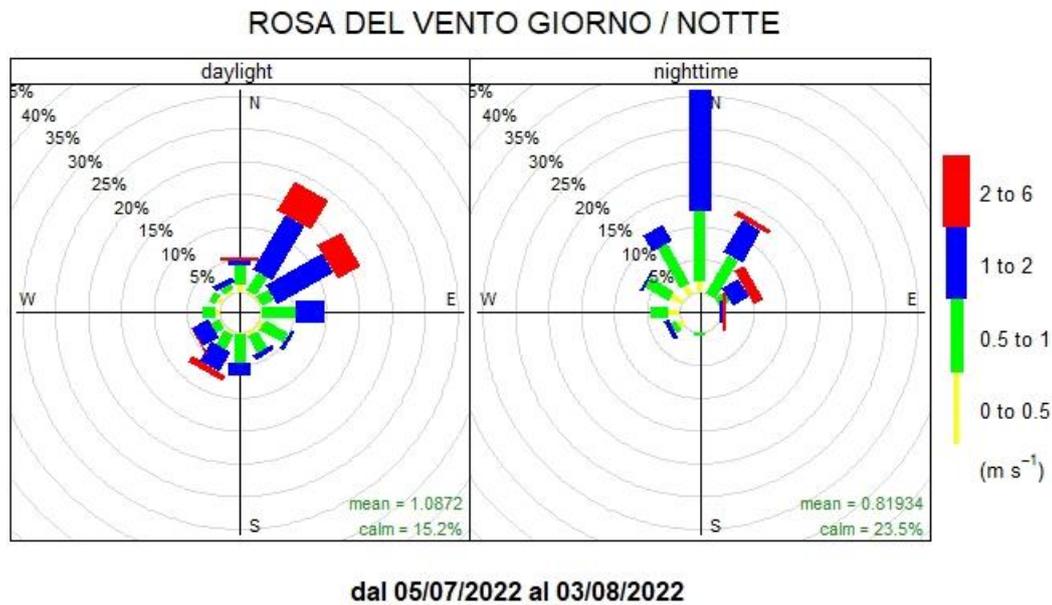
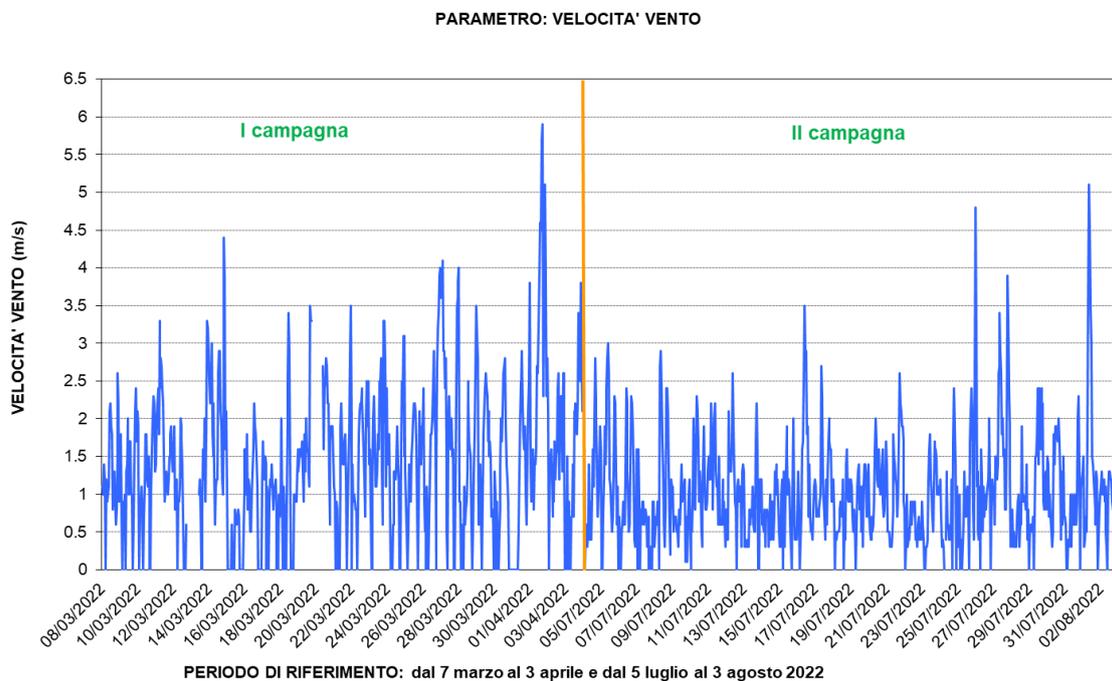
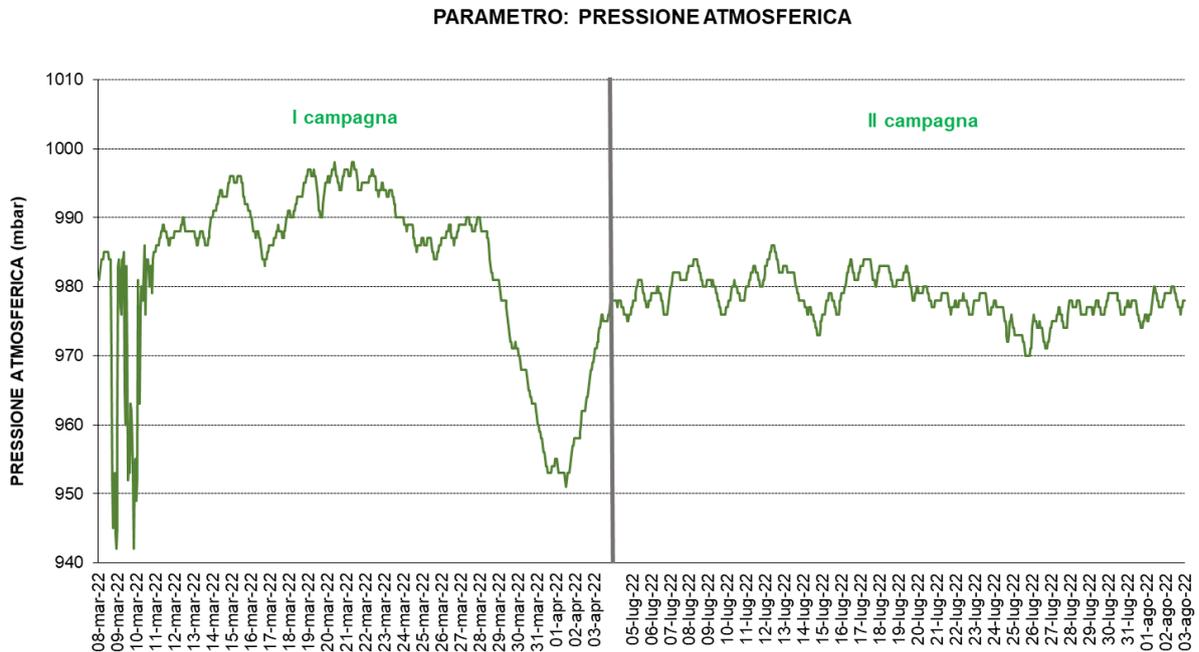


Figura 9: Velocità Vento



Durante la prima campagna il campo pressorio si è attestato tra 954 e 986 mbar (Figura 10), con picchi minimi di 942 mbar registrati nei giorni 8 e 9 di marzo e picchi massimi di 985 mbar riscontrati il 20 e il 21 marzo. Nel corso della seconda campagna il campo pressorio ha oscillato tra 972 e 984 mbar, con picco massimo di 985 mbar raggiunto il 13 luglio.

Figura 10: Pressione Atmosferica



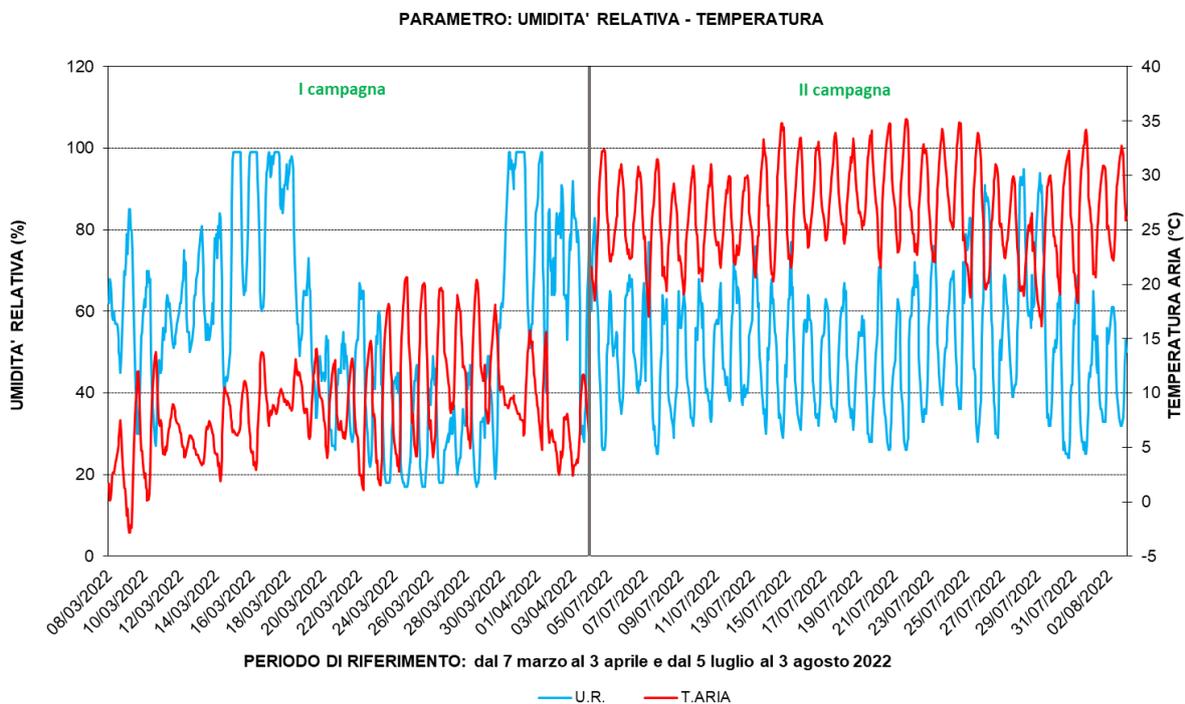
Per quanto riguarda la temperatura, il valore medio della campagna primaverile è stato di 8,7°C (Tabella 7); con valore minimo di -2.8°C registrato il 9 marzo e valore massimo di 20.6°C raggiunto il 24 marzo; nella campagna estiva la media registrata è stata di 26.7°C con temperatura massima raggiunta di 35,2°C il 22 luglio.

A livello regionale, il mese di luglio 2022 verrà ricordato per la sua anomalia termica positiva di 3.4°C rispetto alla media del periodo 1971-2000, risultando il mese più caldo della stagione e in assoluto il terzo mese più caldo dopo luglio 2015 e agosto 2003, anche se non ci sono stati picchi da primato assoluto, infatti, non sono stati superati i 40°C come avvenuto in anni passati.

Il 14 luglio 2022 ha avuto inizio una prolungata fase con temperature superiori alla norma; fino al 26 luglio 2022 la media delle temperature massime in pianura è risultata costantemente superiore ai 32°C. Il 22 luglio 2022 per il Piemonte è stato il giorno mediamente più caldo del mese, con una media delle temperature massime in pianura pari a 35°C.

L'andamento orario della temperatura registrata nel corso delle due campagne di monitoraggio è stato rappresentato in Figura 11 in relazione all'andamento medio dell'umidità relativa, e come ben evidenziato per il periodo estivo tali parametri presentano andamenti speculari: durante il giorno il forte irraggiamento porta ad un abbassamento dei valori di vapore acqueo presente nell'atmosfera, che torna ad aumentare nelle ore notturne con la diminuzione della temperatura.

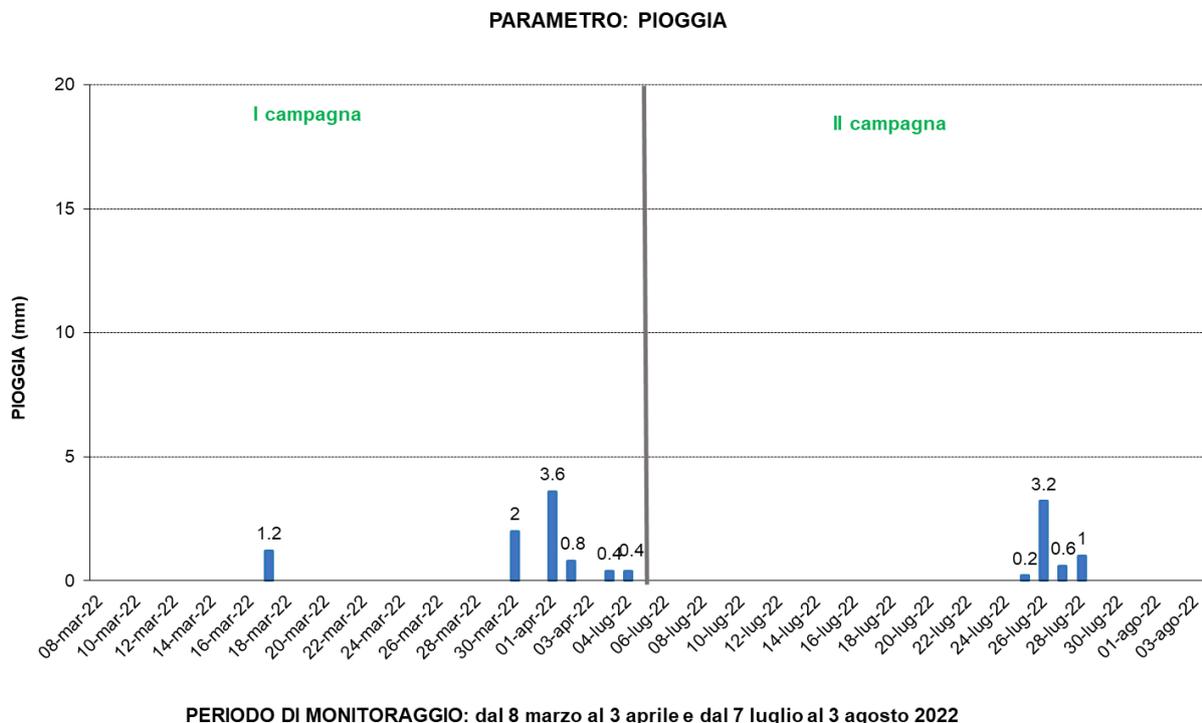
Figura 11: Umidità Relativa - Temperatura aria



Entrambe le campagne di monitoraggio sono state caratterizzate da precipitazioni di bassa consistenza con valori giornalieri massimi per la prima campagna registrati il 1° aprile e pari a 3.6 mm e 3.2 mm misurati il 26 luglio nel corso della seconda campagna, valore che corrisponde anche al massimo valore orario registrato per tutto il periodo di monitoraggio.

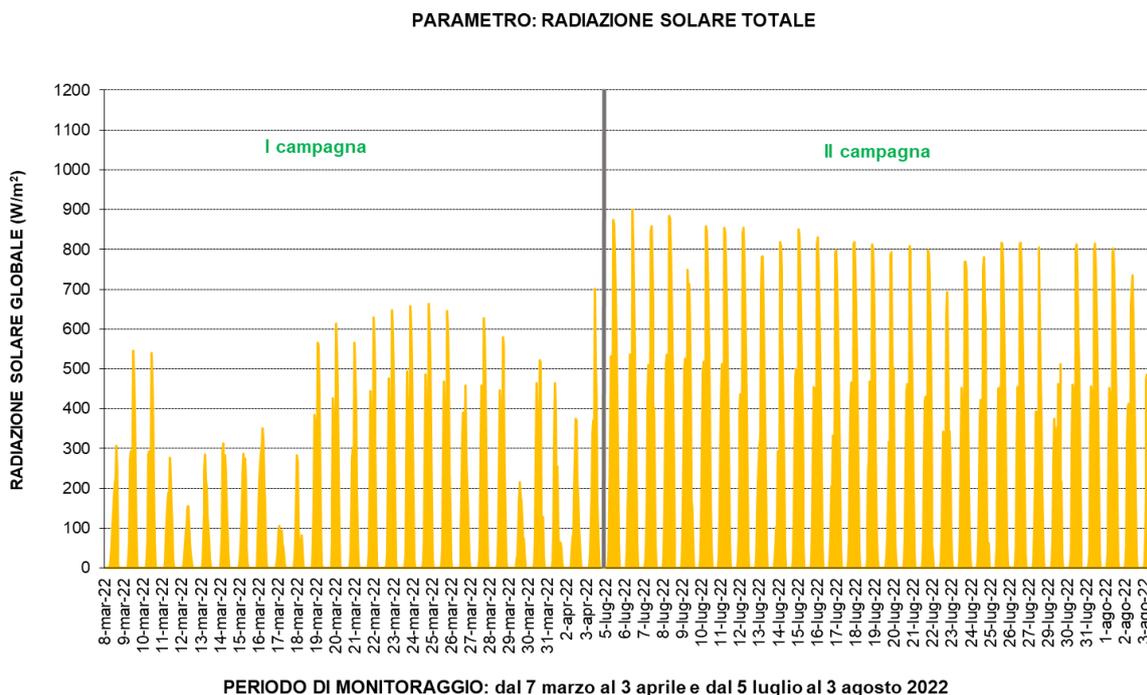
In Piemonte nella primavera 2022 le precipitazioni sono state inferiori alla media degli anni 1971-2000, con 158.2 mm medi e un deficit precipitativo di 171 mm (pari al 52%): la primavera 2022 si pone al 6° posto nella distribuzione storica delle stagioni primaverili meno piovose dal 1958 ad oggi. In tutti i tre mesi le precipitazioni sono state inferiori alla norma: in marzo si è riscontrato un deficit di precipitazioni del 75%. Anche nell'estate 2022 le precipitazioni sono state inferiori alla media degli anni 1971-2000, con 192.8 mm medi ed un deficit precipitativo di 47 mm (pari al 20% circa): l'estate 2022 si pone al 15° posto nella distribuzione storica delle stagioni estive meno piovose dal 1958 ad oggi. In particolare, il mese di luglio è stato il mese più secco con 37.4 mm medi e un deficit del 38%. Tuttavia, negli ultimi giorni del mese il territorio piemontese è stato interessato dal transito di tre successive onde depressionarie di origine atlantica che hanno eroso l'anticiclone di matrice africana che ha interessato il Piemonte per buona parte del mese. Le tre saccature hanno determinato diffusi fenomeni temporaleschi, accompagnati da fulminazioni, raffiche di vento e, in alcuni casi, da violente grandinate.

Figura 12: precipitazioni atmosferiche



In Figura 13 è mostrato l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) in correlazione con le precipitazioni. Durante la campagna primaverile nelle giornate del 17 e del 30 marzo la copertura nuvolosa si è protratta per gran parte della giornata, determinando un abbassamento della radiazione solare. Gli eventi sporadici di pioggia verificatisi durante la campagna estiva non hanno inciso in modo significativo sui valori della radiazione solare globale, anche perché le precipitazioni registrate il 26 e il 27 luglio si sono verificate in orario notturno.

Figura 13: Radiazione Solare Globale e precipitazioni



La radiazione solare è un parametro significativo nel determinare il grado di stabilità atmosferica; in generale ad elevate intensità della radiazione solare corrisponde un'elevata turbolenza convettiva che favorisce il rimescolamento degli inquinanti; quindi, nel periodo estivo si osservano valori generalmente bassi degli inquinanti primari e di polveri. Essa, tuttavia, favorisce le reazioni chimiche che coinvolgono gli inquinanti presenti in atmosfera e di conseguenza lo sviluppo dell'inquinamento secondario di origine fotochimica, come nel caso dell'ozono, che raggiunge le concentrazioni maggiori proprio durante i mesi di massima radiazione solare.

4.4 Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio eseguito nel Comune di San Maurizio Canavese

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge di inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori nel periodo di campionamento.

Si riporta di seguito l'elenco degli inquinanti analizzati con gli strumenti presenti sul laboratorio mobile.

Tabella 9 – Parametri chimici misurati con il laboratorio mobile

Benzene	C ₆ H ₆	µg/m ³
Biossido di azoto	NO ₂	µg/m ³
Monossido di azoto	NO	µg/m ³
Monossido di carbonio	CO	mg/m ³
Ozono	O ₃	µg/m ³
Particolato sospeso PM10	PM10	µg/m ³
Particolato sospeso PM2.5	PM2.5	µg/m ³
Toluene	C ₆ H ₅ CH ₃	µg/m ³

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest (Attività Istituzionali di Produzione) ed è a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati. I dati sono altresì reperibili in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all'indirizzo: <https://aria.ambiente.piemonte.it/#/>

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 quest'Agenzia e può essere inviata su richiesta specifica.

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è stato calcolato il *giorno medio* che 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 1:00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 1:00 di ciascun giorno del periodo di monitoraggio. 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

Benché per il monossido di azoto (NO) la normativa non preveda valori limite di concentrazione nell'aria, viene comunque misurato in quanto è considerato un precursore dell'inquinamento fotochimico dato che, in presenza di radiazione solare, ossigeno e ozono, si trasforma in biossido di azoto.

Nel corso della prima campagna di monitoraggio i livelli di NO (Tabella 10) hanno registrato un valore massimo orario pari a 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e una media dei valori orari pari a 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre durante la seconda campagna il valore massimo orario di concentrazione è stato di 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e un valore medio di 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 10: Dati relativi al monossido di azoto (NO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Monossido di azoto	I ^a campagna	II ^a campagna
<u>Minima media giornaliera</u>	2	2
Massima media giornaliera	8	3
<u>Media delle medie giornaliere (b):</u>	3	2
Giorni validi	27	30
<u>Percentuale giorni validi</u>	100%	100%
Media dei valori orari	3	2
<u>Massima media oraria</u>	59	9
Ore valide	646	715
<u>Percentuale ore valide</u>	100%	99%

Per quanto riguarda il confronto con altre stazioni della rete della Città Metropolitana di Torino (Figura 14 e Figura 15) la campagna svolta ha evidenziato concentrazioni medie orarie e andamenti molto inferiori sia di quelle registrate presso la stazione di fondo urbano di Torino-Lingotto, sia delle 2 stazioni di fondo suburbano, di Borgaro e Leinì per entrambe le campagne di monitoraggio. Come evidenziato in entrambi i grafici, per il monossido di azoto le concentrazioni sono più critiche in inverno rispetto al periodo estivo.

Figura 14: NO - medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa

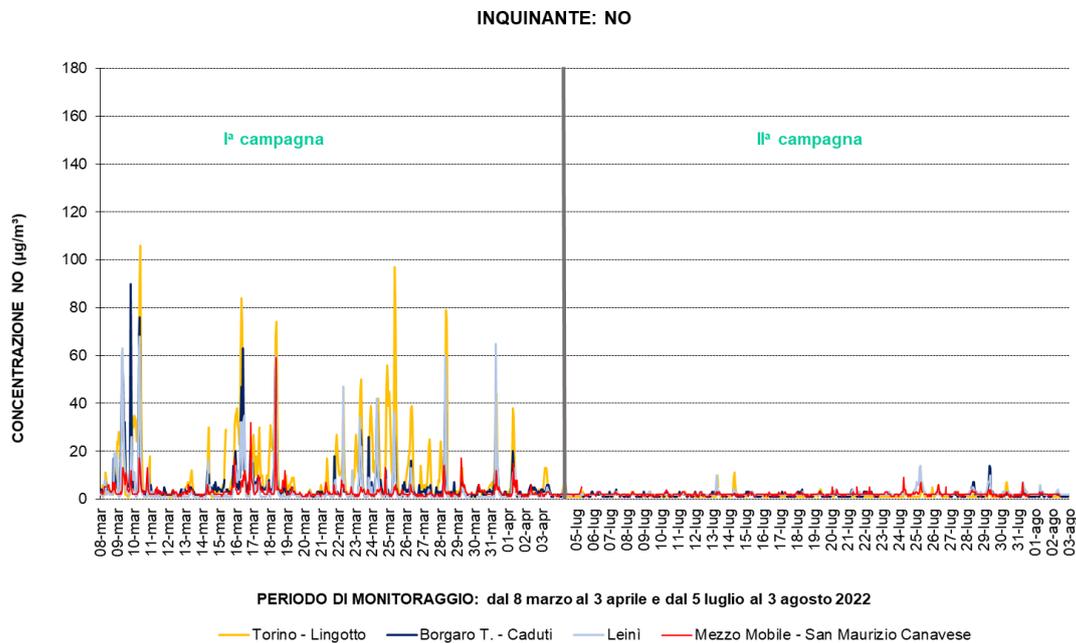
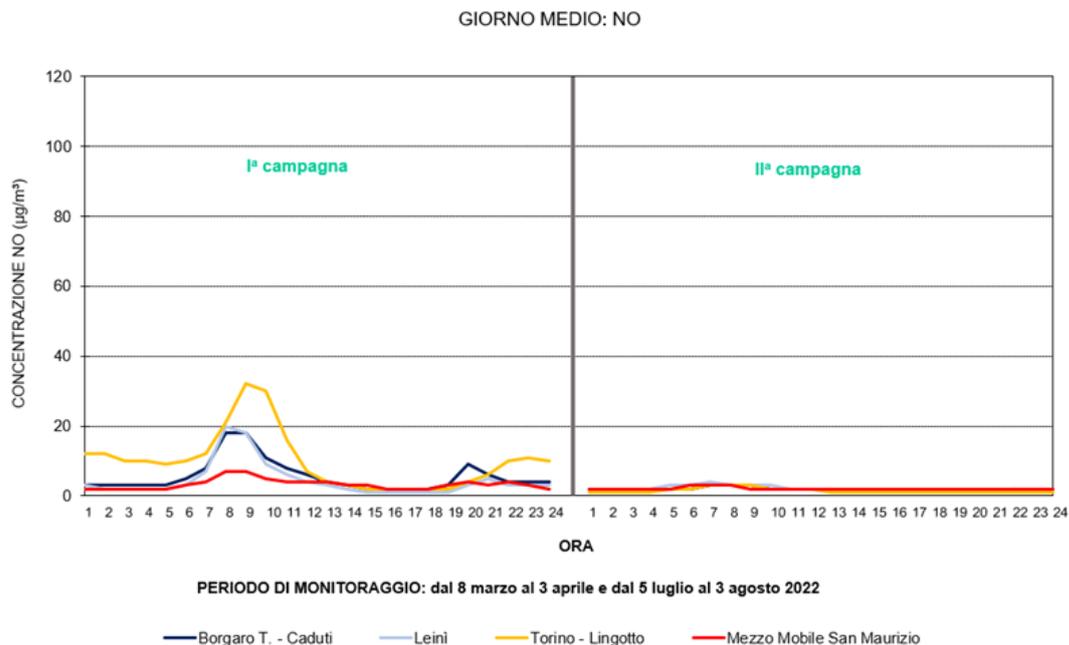


Figura 15: NO - giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



L'andamento giornaliero delle concentrazioni di NO nel corso della prima campagna presenta, per le stazioni utilizzate per il confronto, due picchi di concentrazione in concomitanza alle ore di maggior traffico veicolare, anche se per le concentrazioni rilevate a San Maurizio questi picchi sono meno evidenti. Nel corso della campagna estiva, invece, il profilo medio giornaliero presenta solo il picco mattutino in quanto, in presenza di forte radiazione solare, il monossido di azoto viene convertito in biossido di azoto.

Biossido d'azoto

Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente 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 NO₂ è piuttosto complessa poiché si tratta di un inquinante di origine mista, in quanto viene originato sia direttamente dal traffico veicolare, soprattutto quando si raggiungono elevate velocità e la combustione nei motori è più completa, sia indirettamente, da un complesso di reazioni fotochimiche che determinano l'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto

Per quanto riguarda l'NO₂ (Tabella 11), durante le campagne di monitoraggio non sono stati registrati superamenti del limite orario di 200 µg/m³, né tantomeno del livello di allarme di 400 µg/m³, essendo la massima media oraria misurata pari a 93 µg/m³ (prima campagna) e di 32 µg/m³ (seconda campagna).

Tabella 11: Dati relativi al biossido di azoto (NO₂) (µg/ m³)

Biossido di azoto	I ^a campagna	II ^a campagna
Minima media giornaliera	10	6
Massima media giornaliera	29	13
Media delle medie giornaliere (b):	18	9
Giorni validi	27	30
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	18	9
Massima media oraria	93	32
Ore valide	646	715
Percentuale ore valide	100%	99%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0	0

In Figura 16 e in Figura 17 sono stati confrontati i dati delle campagne condotte con il laboratorio mobile con quelli provenienti da alcune stazioni della rete fissa di monitoraggio. Dal confronto emerge che durante la prima campagna le concentrazioni medie orarie presentano valori inferiori alla stazione di fondo urbano di Torino Lingotto, ma in linea, seppur inferiori nei valori massimi, con i valori misurati presso le centraline di Borgaro e Leinì, classificate come stazioni di fondo suburbano. Nella seconda campagna le concentrazioni presentano un andamento molto simile a quello riscontrato presso le medesime stazioni di confronto, ma anche in questo caso i valori massimi misurati risultano inferiori alle altre stazioni.

Il profilo del giorno medio del periodo invernale del laboratorio mobile, mostra lo stesso andamento di quello delle altre stazioni di confronto, ma con valori di concentrazione inferiori; nel periodo estivo, invece, l'andamento dei valori medi orari concentrazione misurati nelle ore diurne è praticamente sovrapponibile agli andamenti di Borgaro e Leinì. Per entrambe le campagne risulta evidente l'aumento di concentrazione del biossido di azoto nelle ore della giornata caratterizzate da maggior traffico veicolare. La localizzazione scelta per il posizionamento del laboratorio mobile risulta pertanto influenzata dalle emissioni prodotte dai veicoli che transitano sulla Strada Provinciale n. 2.

Figura 16: NO₂ - confronto con i limiti di legge e con i dati delle stazioni di Borgaro, Leini e Torino-Lingotto

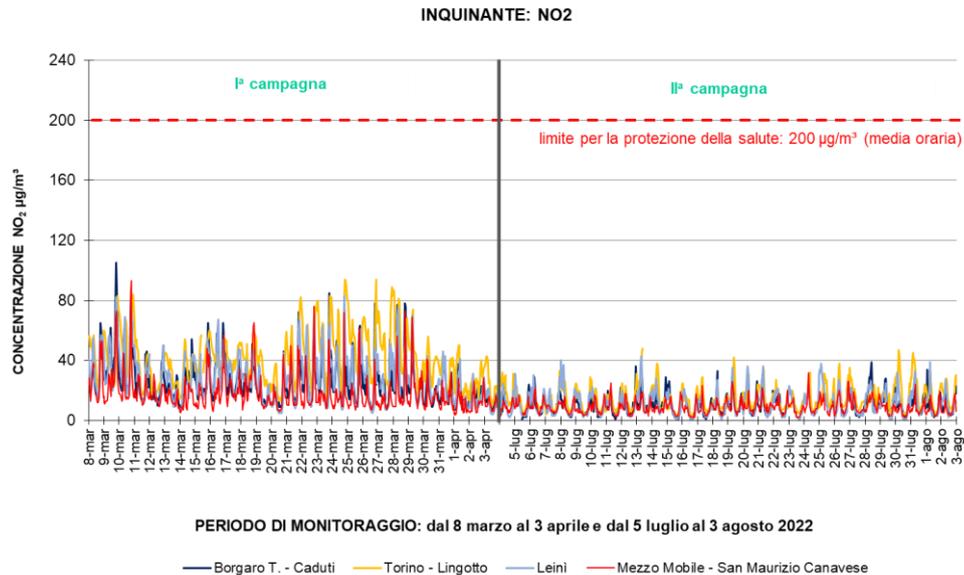
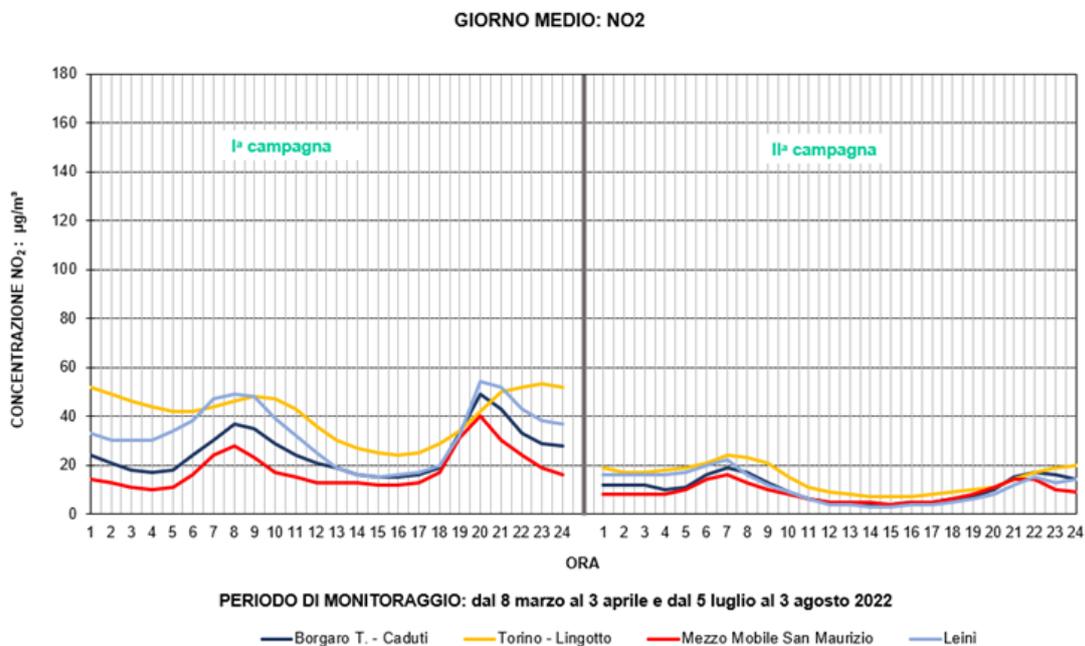


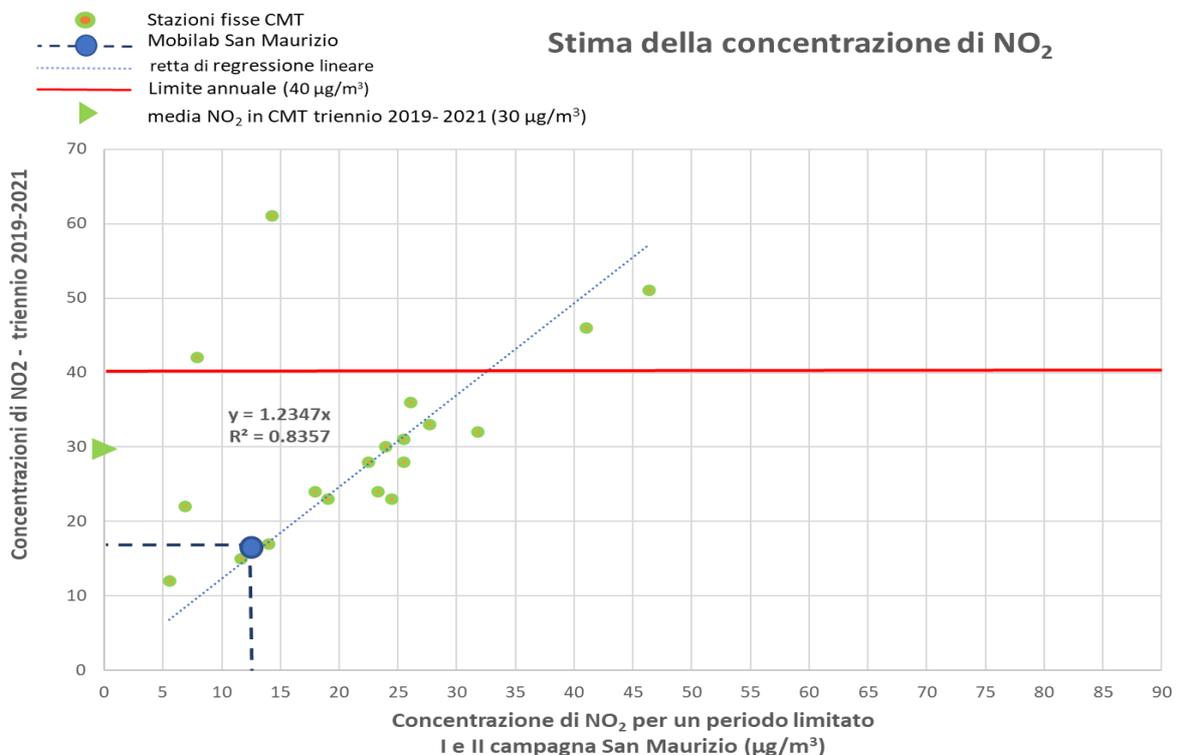
Figura 17: NO₂ - andamento del giorno medio



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/m³. Dal momento 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. Si può però considerare un valore stimato di media annuale facendo riferimento alle centraline della rete fissa. Sono state utilizzati i dati di concentrazione delle stazioni della Città Metropolitana di Torino nel triennio 2019- 2021 e i dati di concentrazione misurati durante i periodi delle due campagne. Rapportando i dati della concentrazione media di NO₂ relativi al triennio precedente il valore della concentrazione media del 2022 di NO₂, alla concentrazione media misurata nei giorni delle due campagne svolte a San Maurizio Canavese, è stata costruita la retta di regressione di Figura 18. Il coefficiente di determinazione R² trovato - pari a 0.84- evidenzia una correlazione tra i dati attendibile. Con questo metodo è stato così possibile

prevedere una concentrazione media annuale per San Maurizio Canavese, riferita al 2022, di $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 18: NO₂ - stima della concentrazione annuale a San Maurizio



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. La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare, in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. I valori più elevati si raggiungono in zone caratterizzate da intenso traffico rallentato in quanto le maggiori concentrazioni di CO in emissione si verificano quando il motore del veicolo funziona al minimo o si trova in decelerazione.

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 trentennio, 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.

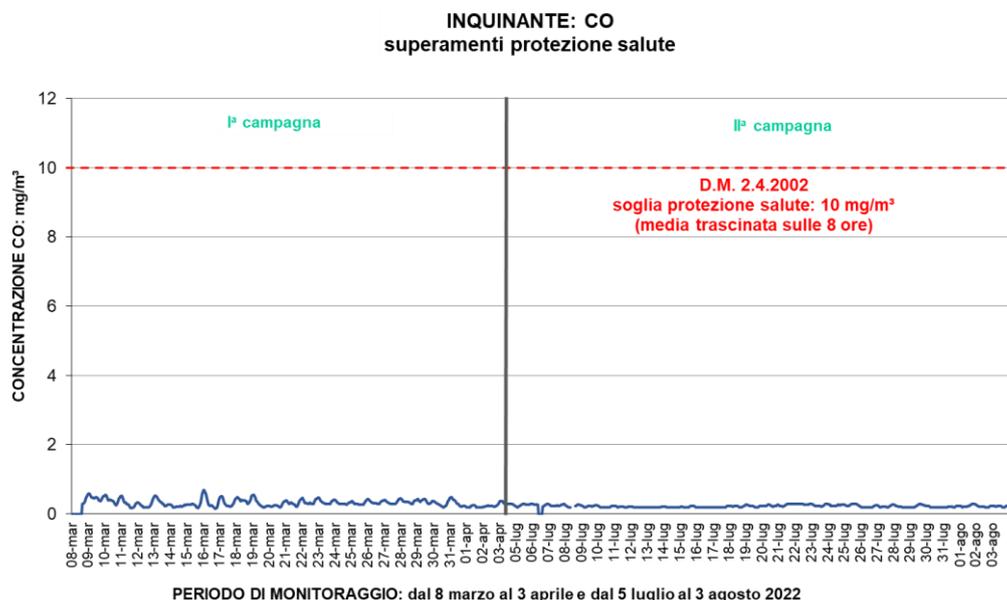
I dati misurati durante le due campagne di San Maurizio Canavese confermano tale andamento osservato su scala regionale.

Tabella 12: dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m³)

Monossido di carbonio (mg/m ³)	I ^a campagna	II ^a campagna
Minima media giornaliera	0.2	0.2
Massima media giornaliera	0.5	0.3
Media delle medie giornaliere (b):	0.3	0.2
Giorni validi	26	30
Percentuale giorni validi	96%	100%
Media dei valori orari	0.3	0.2
Massima media oraria	1.0	0.4
Ore valide	637	715
Percentuale ore valide	98%	99%
Minimo medie 8 ore	0.2	0.2
Media delle medie 8 ore	0.3	0.2
Massimo medie 8 ore	0.7	0.3
Percentuale medie 8 ore valide	98%	98%
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

La normativa prevede un limite di 10 mg/m³, calcolato come media su otto ore consecutive, il quale è ampiamente rispettato visto che il valore massimo su otto ore è pari a 0.7 mg/m³ per la prima campagna e 0.3 mg/m³ per la seconda (Figura 19); questo limite non è raggiunto neppure su base oraria (il massimo valore medio orario è stato di 1.0 e 0.4 mg/m³ nelle rispettive campagne).

Figura 19: CO - confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)



La Figura 20 mostra il confronto dell'andamento delle concentrazioni medie orarie misurate a San Maurizio con quelle misurate presso le stazioni di Leini, stazione di fondo suburbano, e Torino-Consolata, stazione di traffico urbano. Per gran parte della prima campagna i valori sono risultati inferiori a quelli delle altre centraline di confronto, mentre nel corso della seconda campagna sono stati riscontrati valori in linea con Torino Consolata, ma con valori sempre inferiori a 0.5 mg/m^3 . Le stesse considerazioni valgono anche per l'andamento delle concentrazioni nel giorno medio (Figura 21).

Figura 20: CO - medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa

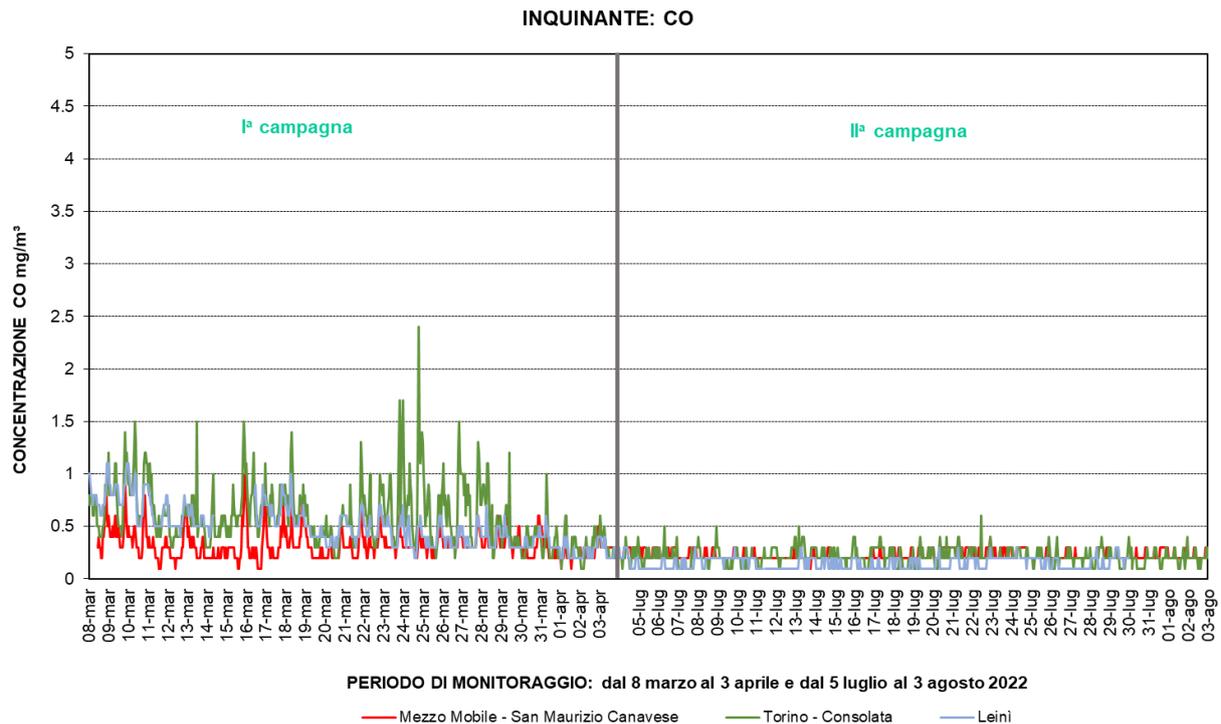
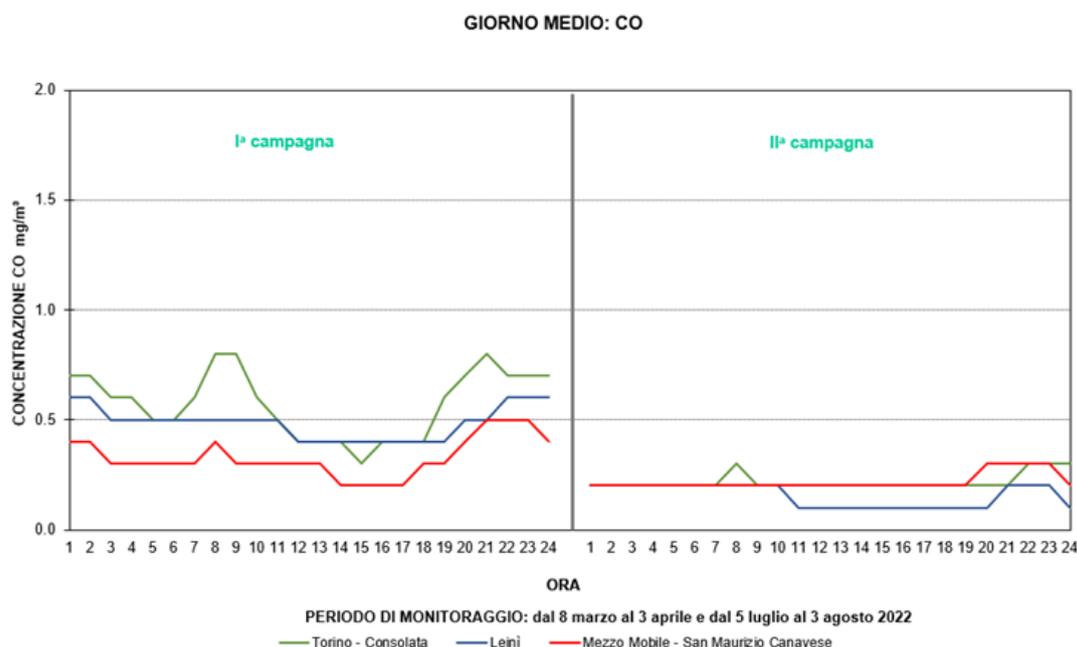


Figura 21: CO - andamento del giorno medio



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 utilizzato come antidetonante nelle benzine, ma a causa della sua pericolosità per la salute e della facilità con cui contamina l'ambiente, la normativa italiana in vigore fissa, a partire dal 1° luglio 1998, il tenore massimo di benzene nelle benzine all'uno per cento. Il benzene viene anche prodotto durante la combustione, a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici.

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

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).

La normativa vigente (D. Lgs. 155/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Durante le campagne di monitoraggio nel comune di San Maurizio per il benzene sono state determinate le concentrazioni medie pari a $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel corso della prima campagna e $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella seconda, mentre i valori massimi misurati sono stati rispettivamente di 4.1 e $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, come riportato in Tabella 13.

Tabella 13: Dati relativi al benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Benzene	I ^a campagna	II ^a campagna
Minima media giornaliera	0.4	0.1
Massima media giornaliera	1.6	0.3
Media delle medie giornaliere	0.9	0.2
Giorni validi	26	28
Percentuale giorni validi	96%	93%
Media dei valori orari	0.9	0.2
Massima media oraria	4.1	0.6
Ore valide	618	671

Dalla Figura 22 e dalla Figura 23 si osserva che le concentrazioni orarie del benzene presso il sito monitorato risultano mediamente inferiori rispetto a quelle di Torino -Consolata stazione di traffico urbano e in linea con i valori riscontrati presso la stazione di Settimo (traffico urbano) e di Borgaro (fondo suburbano).

In entrambe le campagne i valori di concentrazione più alti della giornata sono stati registrati nelle ore serali; la concentrazione media oraria massima di $4.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stata misurata all'inizio della prima campagna, nello specifico l'8 marzo alle ore 22 e il 15 marzo alle ore 24, ossia in presenza di condizioni atmosferiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Figura 22: Benzene - medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa

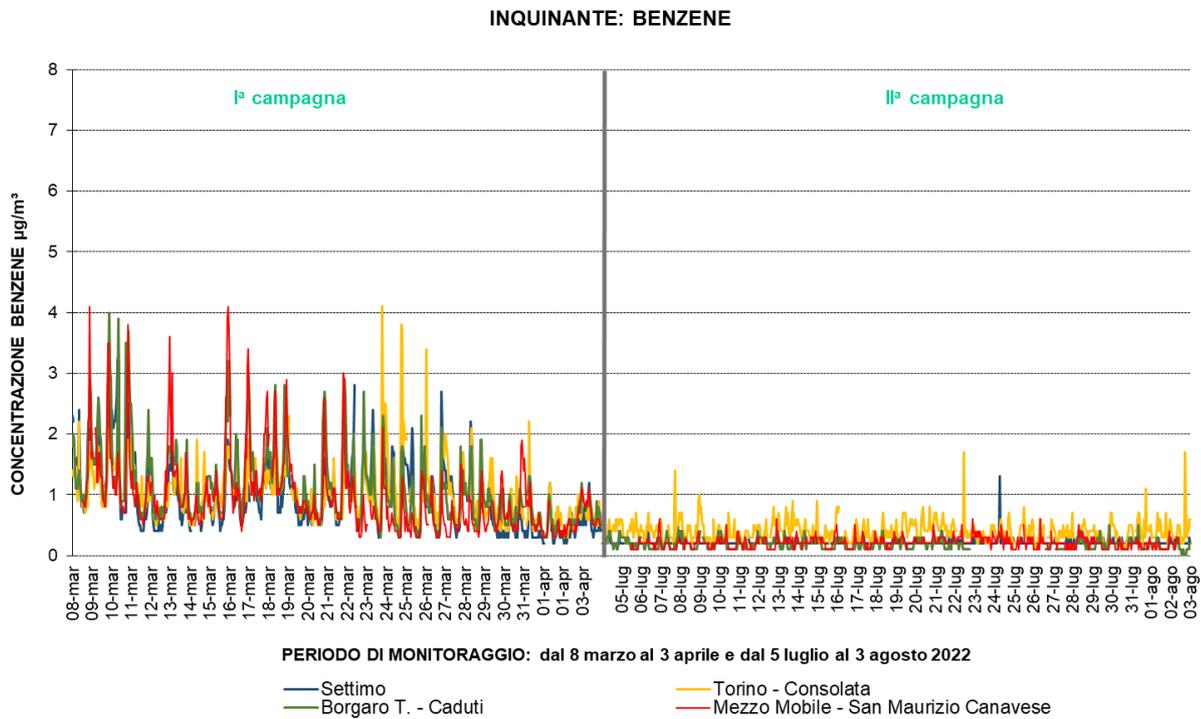
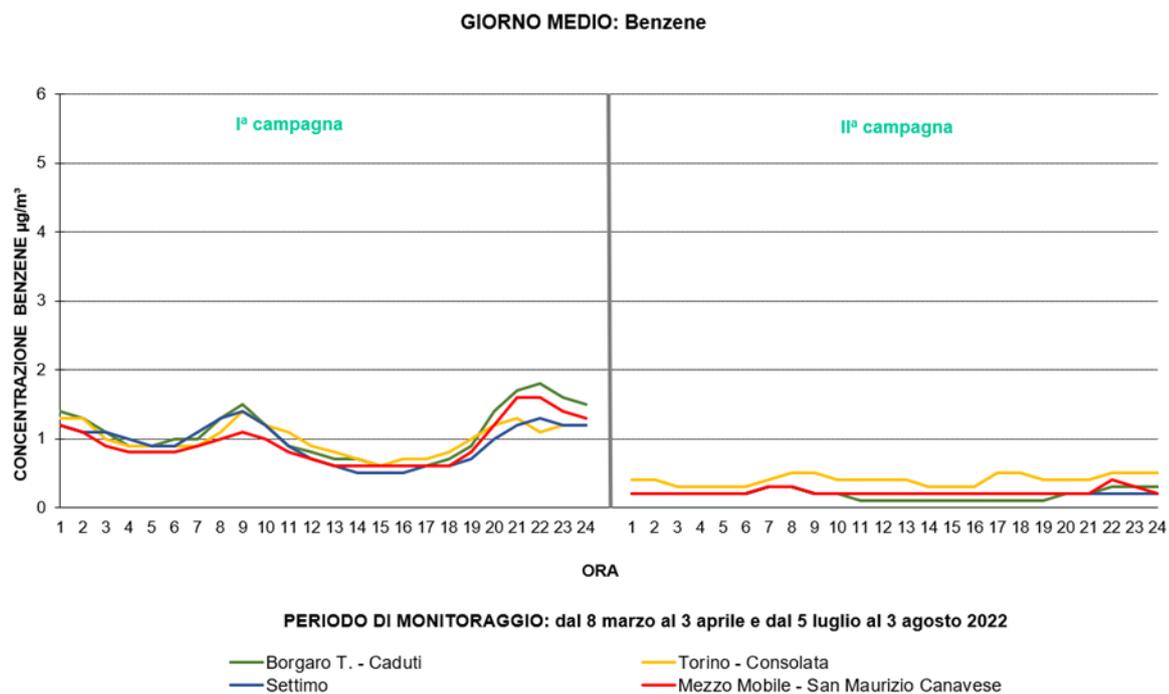
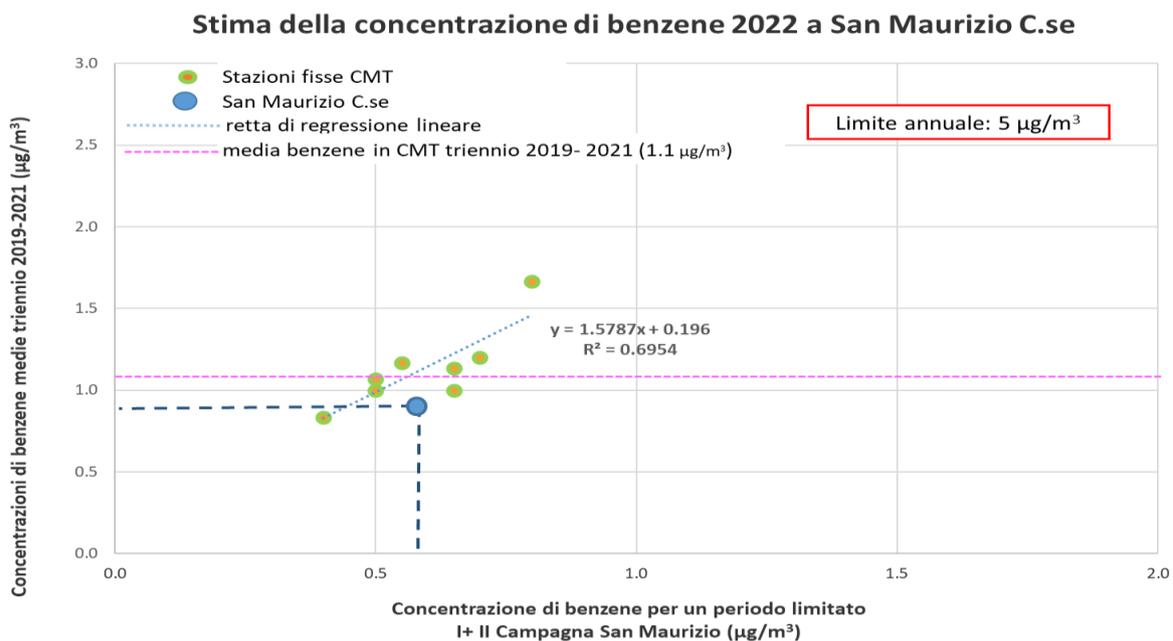


Figura 23: Benzene - andamento del giorno medio



La normativa vigente prevede per il benzene un valore limite annuale ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ma la durata del monitoraggio effettuato con il laboratorio mobile non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, pertanto, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate. Si può però considerare un valore stimato di media annuale facendo riferimento alle centraline della rete fissa. Utilizzando la stessa metodologia descritta per la stima della media annuale del biossido di azoto, sono state prese in considerazione tutte le stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria (RRQA) della Città Metropolitana di Torino nel triennio 2019-2021 e durante i periodi delle due campagne. Applicando tale procedimento è stata ricavata la retta di regressione di Figura 24, il cui coefficiente di correlazione (R^2 0.695) indica una discreta correlazione, tenuto conto che i dati utilizzati sono relativi ad un numero limitato di stazioni; infatti, sul territorio della Città Metropolitana di Torino le stazioni presso le quali viene analizzato il benzene sono solamente 8. Utilizzando questa metodologia, per San Maurizio si stima una media annuale di $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore inferiore al limite annuale previsto dalla normativa.

Figura 24: Benzene - stima della concentrazione annuale a San Maurizio

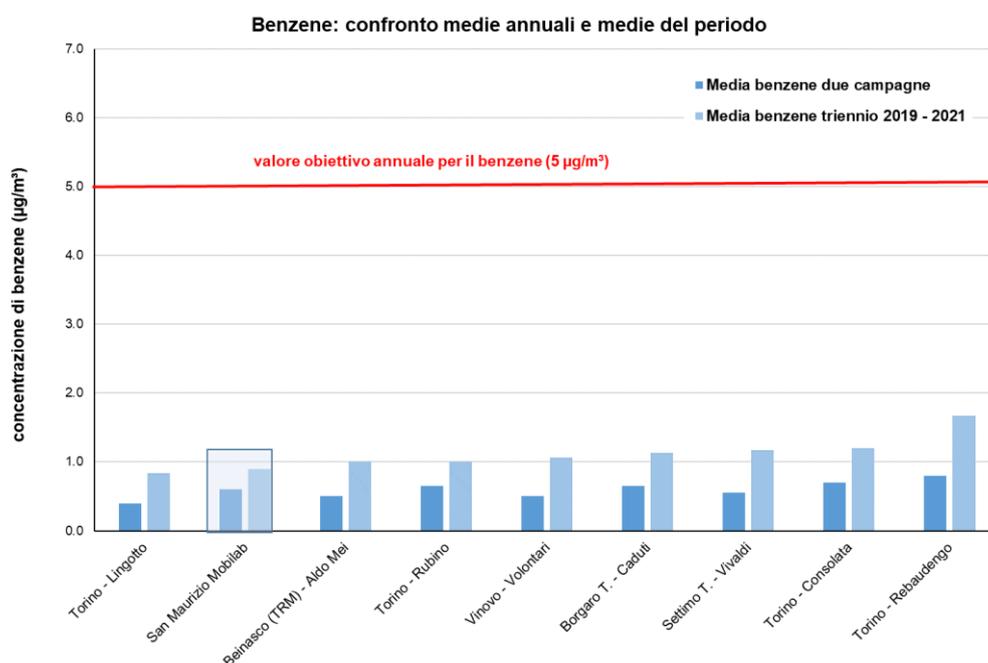


In Tabella 14 e in Figura 25 il valore stimato per San Maurizio è stato confrontato con i valori delle altre stazioni della rete di monitoraggio fissa della Città Metropolitana di Torino: la concentrazione stimata risulta simile a quella della stazione di fondo urbano di Torino Lingotto e alla stazione di fondo suburbano di Beinasco.

Tabella 14: Benzene confronto concentrazioni medie del periodo di misura e del triennio 2019-2021

Stazioni di misura	I campagna Media benzene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	II campagna Media benzene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	I e II campagna Media benzene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Triennio 2019 - 2021 Media benzene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
San Maurizio Mobilab	0.9	0.2	0.6	0.9
Beinasco (TRM) - Aldo Mei	0.8	0.2	0.5	1.0
Borgaro T. - Caduti	1.1	0.2	0.7	1.1
Settimo T. - Vivaldi	0.9	0.2	0.6	1.2
Vinovo - Volontari	0.8	0.2	0.5	1.1
Media CMT senza TO	0.9	0.2	0.6	1.1
Torino - Consolata	1.0	0.4	0.7	1.2
Torino - Lingotto	0.6	0.2	0.4	0.8
Torino - Rebaudengo	1.2	0.4	0.8	1.7
Torino - Rubino	1.0	0.3	0.7	1.0
Media CMT	0.9	0.3	0.6	1.1

Figura 25: Benzene confronto medie del triennio 2019-21e medie del periodo nella Città Metropolitana di Torino



Nelle figure che seguono (Figura 26, Figura 27, Figura 29, Figura 30) sono state rappresentate graficamente le elaborazioni della direzione e velocità del vento del sito di San Maurizio durante le rispettive campagne di monitoraggio; successivamente questi parametri sono stati messi in correlazione con le concentrazioni orarie di benzene misurate (Figura 28 e Figura 31).

Come già evidenziato nel capitolo dedicato ai parametri meteorologici, dalla rosa dei venti ottenuta¹ (Figura 26, Figura 27, Figura 29, Figura 30) emerge che la provenienza del vento è diversa nelle due campagne: nella prima campagna il vento proviene dai quadranti Est-SudEst ed Est nelle ore diurne e da Ovest-NordOvest, nelle ore notturne, mentre nella seconda campagna la direzione prevalente dei venti è

¹ La rosa dei venti rappresenta la percentuale di tempo in cui il vento soffia da un certo angolo e con una data velocità. La velocità è raffigurata dalle differenti larghezze e colore delle palette, secondo la scala indicata sotto la figura. I cerchi grigi indicano le frequenze in percentuale.

stata registrata da Nord, Nord-Est nelle ore notturne, mentre nelle ore diurne è stata da Nord-Est, Est, con venti molto deboli provenienti da tutti i punti cardinali.

Le Figura 28 e Figura 31 evidenziano l'analisi delle concentrazioni di benzene in relazione ai corrispondenti dati di velocità e direzione del vento. Nei grafici le concentrazioni di questo inquinante sono state rappresentate in coordinate polari dove ogni punto è identificato da un angolo che rappresenta la direzione di provenienza del vento, da una distanza dal centro che indica la velocità del vento e da un colore che individua la concentrazione media di benzene corrispondente a quei valori di direzione e velocità del vento.

Dai grafici si evince che le concentrazioni più elevate si sono verificate in corrispondenza di vento proveniente da Ovest-NordOvest e Nord-NordEst e con bassa velocità (minore di 2.5 m/s). La bassa velocità, correlabile con la vicinanza della fonte emissiva, e la direzione di provenienza del vento rendono plausibile correlare un contributo significativo di questo inquinante nel sito oggetto di indagine sia all'area industriale del comune di Ciriè sia alla vicina strada provinciale. Dalla scala dei colori che rappresentano la concentrazione media di benzene emerge in modo evidente come le concentrazioni della seconda campagna siano inferiori rispetto alla prima, come caratteristico del periodo estivo.

Figura 26: Rosa dei venti con le frequenze di velocità e direzione di provenienza del vento registrate dal laboratorio mobile nel sito di San Maurizio durante la prima campagna. Nella figura di destra la rosa dei venti è rappresentata nel punto di misura sull'ortofoto della zona.

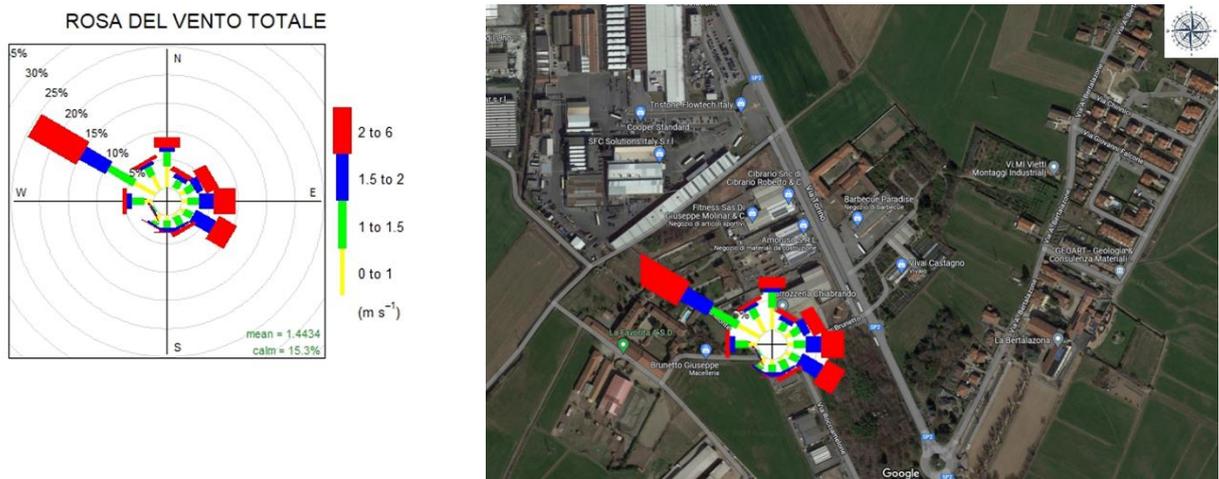


Figura 27: Rosa dei venti suddivisa tra ore diurne e ore notturne – prima campagna

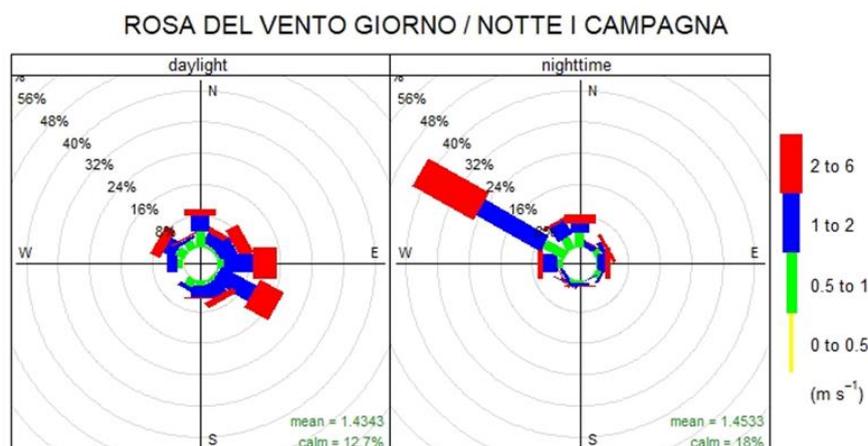


Figura 28: Rosa benzene - concentrazioni medie in funzione della direzione di provenienza del vento e della sua velocità – prima campagna

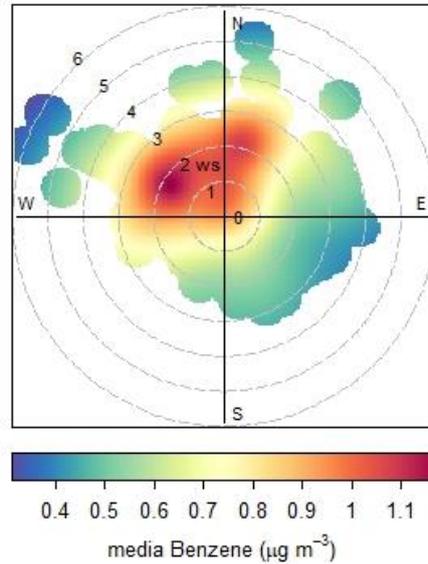


Figura 29: Rosa dei venti con le frequenze di velocità e direzione di provenienza del vento registrate dal laboratorio mobile nel sito di San Maurizio durante la seconda campagna. Nella figura di destra la rosa dei venti è rappresentata nel punto di misura sull'ortofoto della zona.

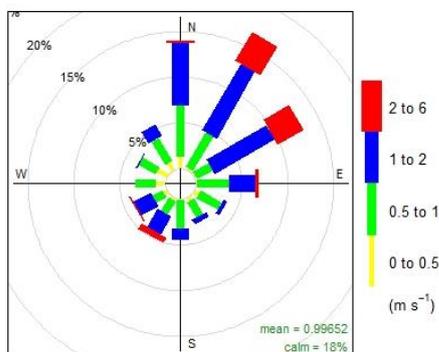


Figura 30: Rosa dei venti suddivisa tra ore diurne e ore notturne – seconda campagna

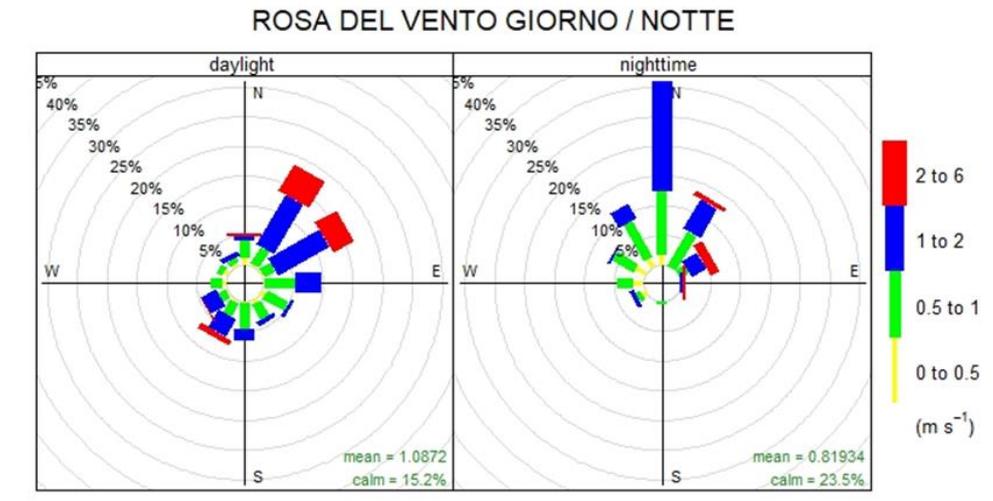
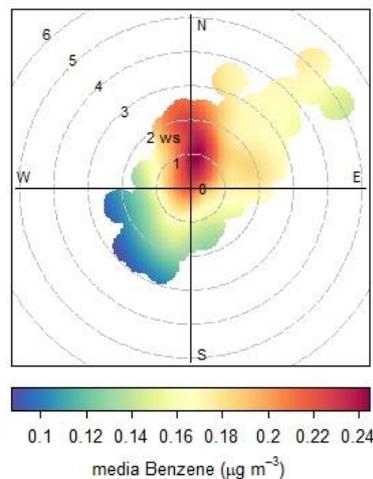


Figura 31: Rosa benzene - concentrazioni medie in funzione della direzione di provenienza del vento e della sua velocità – seconda campagna



Per quanto riguarda il toluene la normativa italiana non prevede alcun limite, ma le linee guida del 2000 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) indicano un valore di 260 µg/m³ 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.

Per il toluene la massima media giornaliera riscontrata nel corso delle campagne di monitoraggio è risultata essere di 3.7 µg/m³ durante la prima campagna e 1.5 µg/m³ durante la seconda, mentre la massima concentrazione media oraria è stata pari a 7.9 µg/m³ ed è stata misurata il giorno 10 marzo (Tabella 15). Come si nota, si tratta di valori ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

Tabella 15: Dati relativi al toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Toluene	I ^a campagna	II ^a campagna
Minima media giornaliera	0.8	0.7
Massima media giornaliera	3.7	1.5
Media delle medie giornaliere	1.6	1.1
Giorni validi	26	28
Percentuale giorni validi	96%	93%
Media dei valori orari	1.6	1.1
Massima media oraria	7.9	5.0
Ore valide	618	669
Percentuale ore valide	95%	93%

In Figura 32 è riportato il profilo orario del toluene misurato presso il sito di misura durante le campagne di misura a confronto con quanto registrato presso alcune stazioni della RRQA della provincia. Per entrambi i periodi di campionamento il toluene presenta valori di concentrazione molto inferiori a quelli rilevati presso le altre centraline scelte per il confronto. Le stesse osservazioni possono essere fatte in merito all'andamento del giorno medio del toluene (Figura 33).

Figura 32: Toluene - confronto andamento della concentrazione oraria con i dati di altre stazioni di monitoraggio

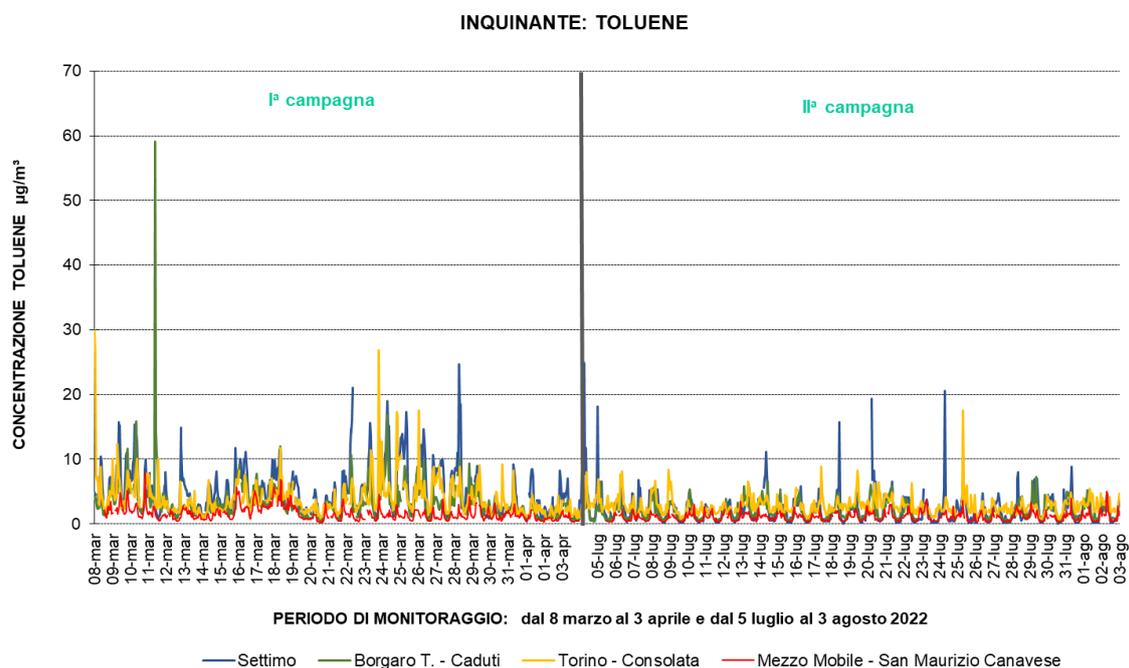
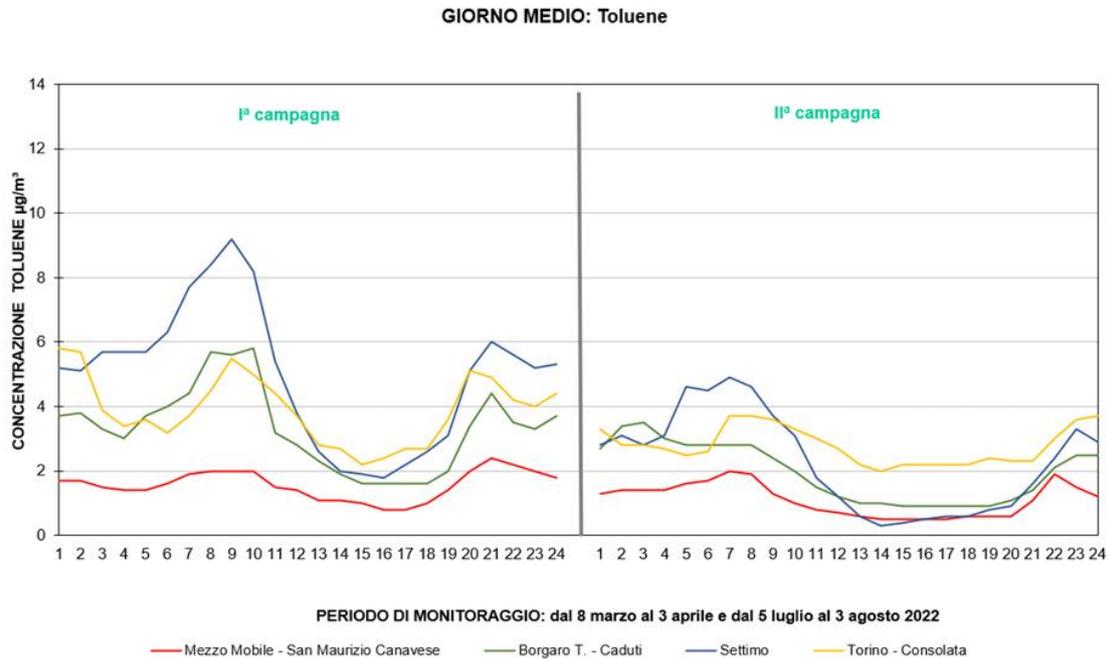


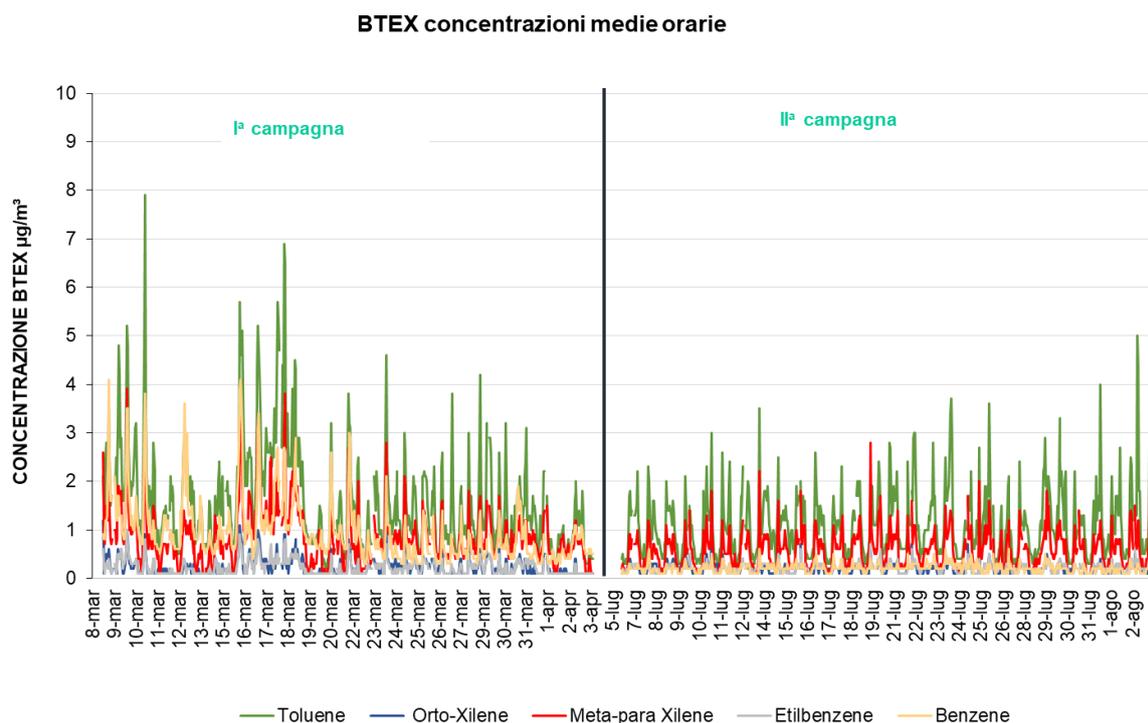
Figura 33: Toluene - andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



L'analizzatore che misura le concentrazioni di benzene e toluene, rileva anche le concentrazioni di altri tre composti aromatici: etilbenzene, meta-para-xilene e orto-xilene, per i quali non è previsto alcun limite normativo. Dal momento che una delle motivazioni per cui è stato effettuato il monitoraggio presso il comune di San Maurizio è legato alla segnalazione di emissioni odorigene avvertite dalla cittadinanza, sono state analizzate anche le concentrazioni medie di queste sostanze per valutare se si siano verificati picchi anomali di tali inquinanti nel corso delle due campagne eseguite, dal momento che queste sostanze possono alterare la percezione odorigena dell'aria.

Come evidenziato in Figura 34 non si riscontrano anomalie e l'andamento dei cinque composti misurati è molto simile, pur presentando range di concentrazione differenti.

Figura 34: BTEX – concentrazioni medie orarie misurate nel corso delle due campagne di monitoraggio



4.4.5 Particolato Sospeso (PM₁₀) e (PM_{2.5})

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 (pollini e frammenti di piante), il materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia), dall'erosione del suolo (sabbie).

Nelle aree urbane il materiale particolato di natura primaria può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dagli impianti di riscaldamento (soprattutto combustibili solidi) dall'usura dell'asfalto, degli pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Una componente significativa del particolato di minori dimensioni ha origine da processi secondari, che a seguito di complessi fenomeni chimico-fisici comportano la trasformazione in particelle di precursori 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 la concentrazione di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano, quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici e i metalli, e che possono essere rilasciati negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, con il D. Lgs 155/2010 ha previsto per il particolato PM₁₀, cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm, un valore limite giornaliero di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile. Inoltre, è previsto anche un valore limite medio annuo di 40 µg/m³ (Allegato XI D. Lgs 155/2010).

Invece, per il PM_{2.5}, la frazione del particolato con diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm, la normativa prevede un valore limite annuo pari a 25 µg/m³.

Particolato PM₁₀

Nel monitoraggio eseguito nel Comune di San Maurizio tra marzo e inizio aprile 2022 si sono registrati per il particolato PM₁₀ 7 superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³, mentre nel monitoraggio eseguito nel periodo estivo non si è verificato alcun superamento (Tabella 16).

Durante la prima campagna il valore medio del periodo rilevato è stato di 39 µg/m³, con un valore massimo giornaliero di 68 µg/m³ registrato il 10 marzo.

Nel corso della seconda campagna il valore medio è stato di 19 µg/m³, con un valore massimo di 29 µg/m³ registrato il 22 luglio.

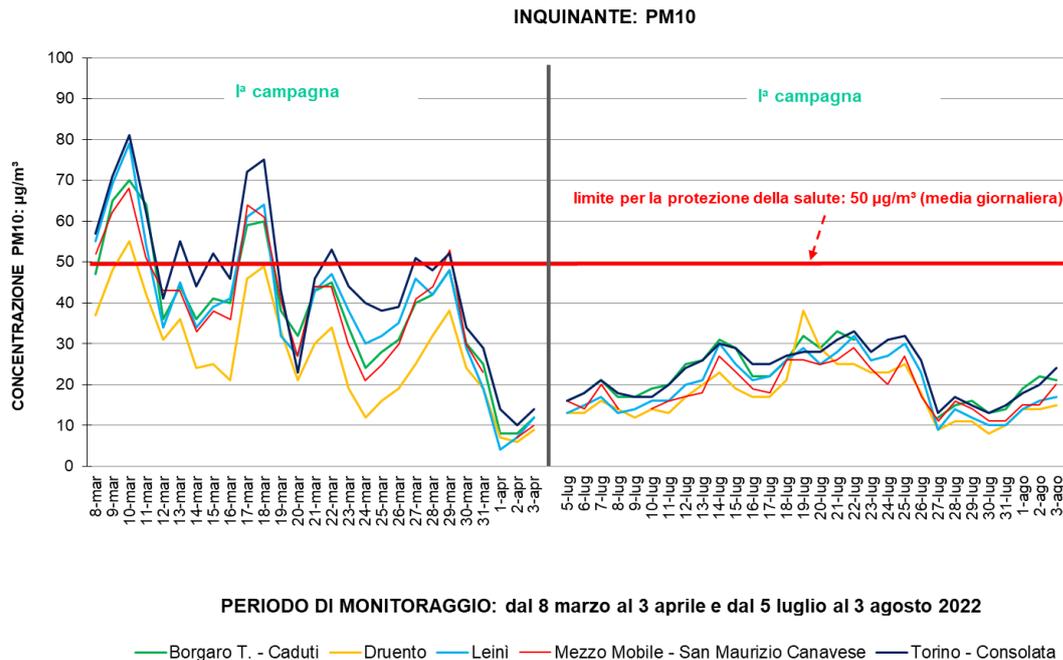
Tabella 16: Dati relativi al particolato sospeso PM₁₀ (µg/m³)

PM ₁₀ (µg/m ³)	I ^a campagna	II ^a campagna
Minima media giornaliera	7	11
Massima media giornaliera	68	29
Media delle medie giornaliere	39	19
Giorni validi	26	29
Percentuale giorni validi	96%	97%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	7	0

Dal confronto con le concentrazioni di alcune cabine della rete di monitoraggio della Città Metropolitana di Torino, rappresentato nella Figura 35, si osserva anche per il PM₁₀ un andamento leggermente differente tra le due campagne di monitoraggio delle concentrazioni medie giornaliere misurate; durante la prima

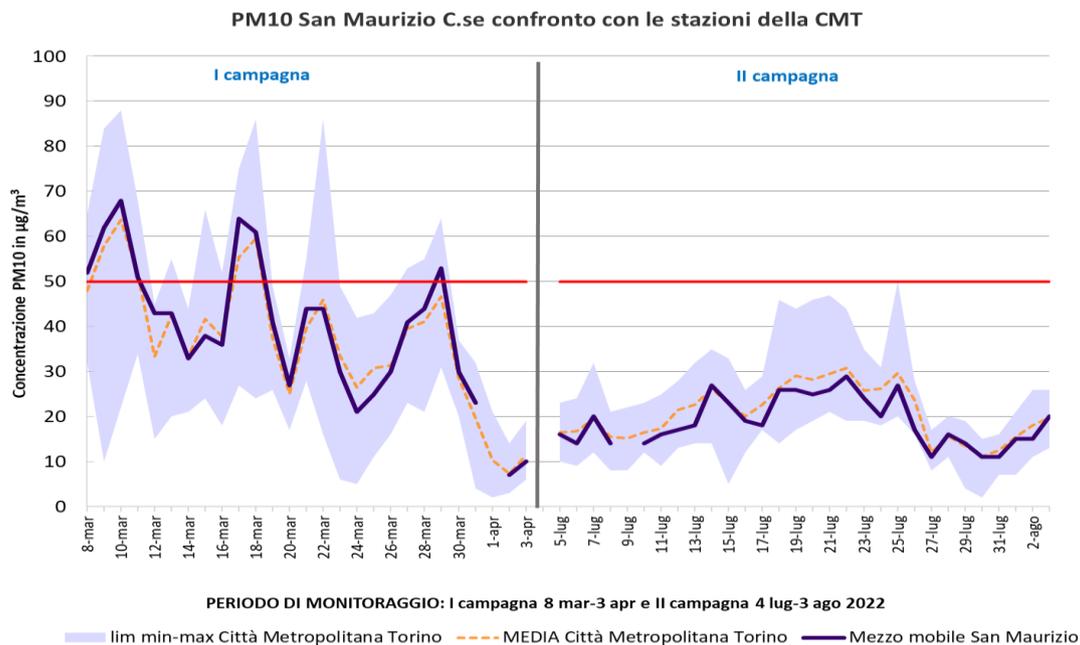
campagna le concentrazioni risultano maggiori di quelle di Druento (fondo rurale), ma generalmente inferiori a Torino - Consolata (stazione di traffico urbano) e risultano molto simili alle concentrazioni rilevate presso la stazione di Borgaro (fondo suburbano). Nella seconda campagna, invece, si sono registrate differenze meno marcate tra le stazioni, trattandosi di un periodo caratterizzato da concentrazioni mediamente inferiori rispetto a quelle del periodo della prima campagna; le concentrazioni sono risultate inferiori a quelle di Torino - Consolata e molto simili a quelle di Druento.

Figura 35: Particolato sospeso PM₁₀ - confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute e con i dati di alcune stazioni della rete fissa



Il grafico di Figura 36 mette in evidenza i valori massimi, minimi e medi della Città Metropolitana di Torino nei due periodi di misura indagati: le concentrazioni medie riscontrate a San Maurizio risultano compresi tra i valori medi provinciali per entrambe le campagne di monitoraggio.

Figura 36: Particolato sospeso PM₁₀ - confronto con la rete delle stazioni fisse della Città Metropolitana di Torino



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, come per gli altri inquinanti già analizzati, la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento stabilito dal limite normativo e non è possibile quindi un confronto diretto con le misure effettuate.

Per stimare un dato di concentrazione annuale di PM₁₀ per il sito di San Maurizio sono stati utilizzati i dati della Rete Regionale di Qualità dell'Aria della Città Metropolitana di Torino. Sono state prese in considerazione le stazioni che hanno presentato almeno il 90% dei dati validi nel triennio precedente 2019-2021. Di queste stazioni sono stati utilizzati i valori di concentrazione media annua del PM₁₀ e i valori di concentrazione media di PM₁₀ calcolata nei periodi delle due campagne di misura svolte, per ricavare la retta di regressione di Figura 37.

La concentrazione media annuale per San Maurizio, calcolata utilizzando la retta di regressione ricavata dai dati riferiti al triennio 2019-2021, è pari a 27 µg/m³: valore in linea a quello della media delle stazioni della Città Metropolitana di Torino (27 µg/m³), e inferiore al limite normativo (40 µg/m³).

Figura 37: stime della concentrazione annuale di PM₁₀ a Ciriè nel triennio 2019-2021

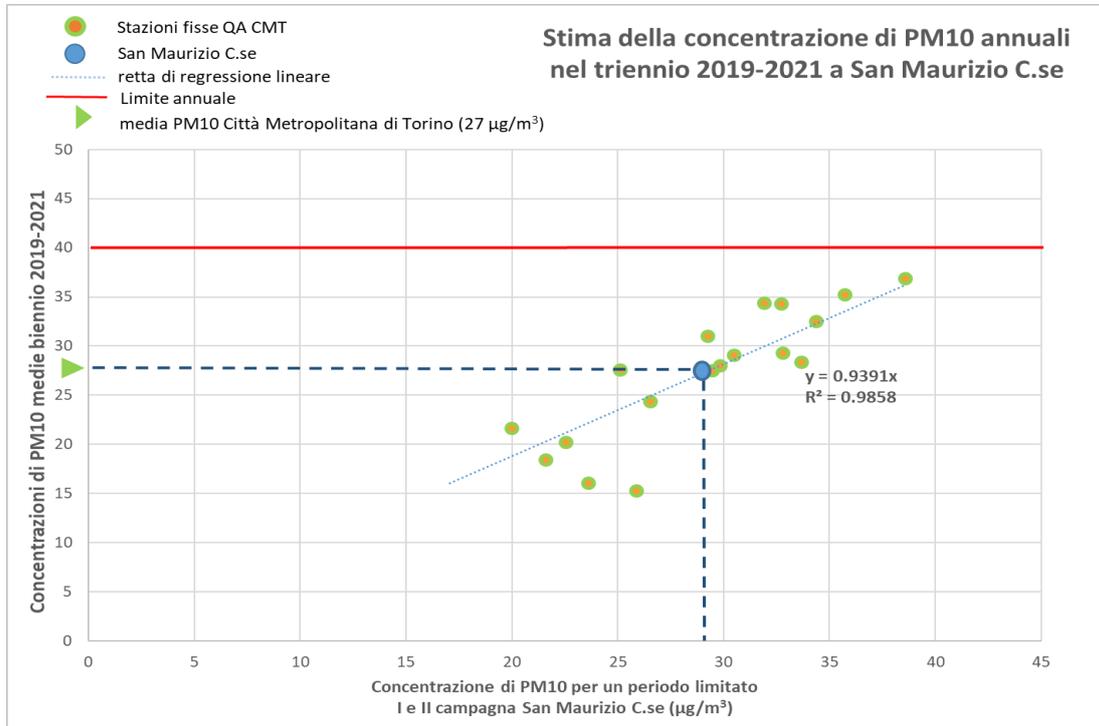
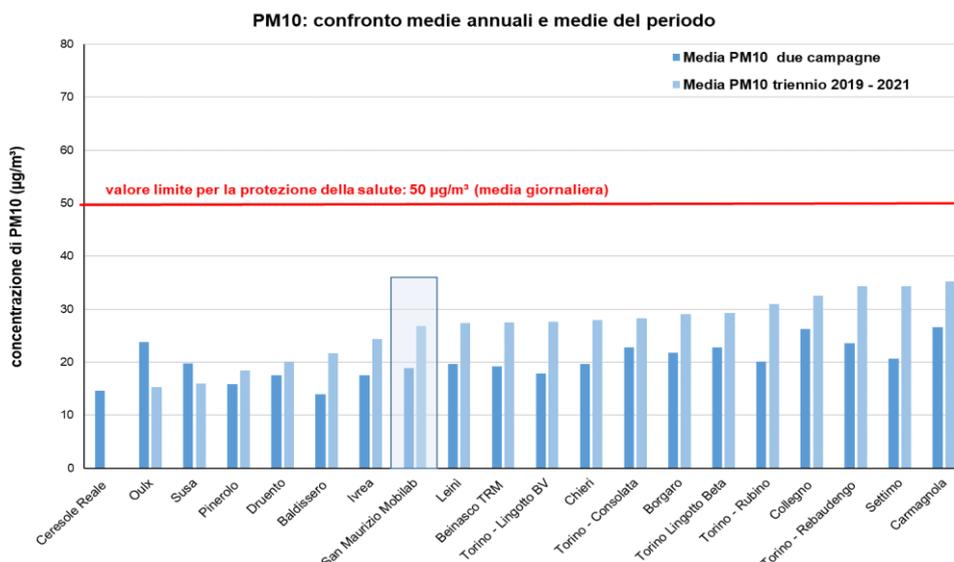


Tabella 17: PM₁₀ (µg/m³) confronto concentrazioni medie del periodo e triennio 2019-2021

Stazioni di misura	I campagna Media PM ₁₀ [µg/m ³]	II campagna Media PM ₁₀ [µg/m ³]	I e II campagna Media PM ₁₀ [µg/m ³]	Triennio 2019 - 2021 Media PM ₁₀ [µg/m ³]
San Maurizio Mobilab	39	19	19	27
Baldissero	25	14	14	22
Beinasco TRM	39	19	19	27
Borgaro	39	22	22	29
Carmagnola	46	27	27	35
Ceresole Reale	20	15	15	
Chieri	41	20	20	28
Collegno	43	26	26	32
Druento	28	18	18	20
Ivrea	37	18	18	24
Leini	39	20	20	27
Oulx	28	24	24	15
Pinerolo	28	16	16	18
Settimo	44	21	21	34
Susa	28	20	20	16
Media CMT senza TO	35	20	20	25
Torino - Consolata	46	23	23	28
Torino - Grassi	52	26	26	37
Torino Lingotto Beta	46	23	23	29
Torino - Lingotto BV	33	18	18	28
Torino - Rebaudengo	44	24	24	34
Torino - Rubino	39	20	20	31
Media CMT	37	21	21	27

In Figura 38 si riporta il confronto della media del biennio 2018-2019 registrata presso le stazioni di monitoraggio della rete provinciale e quella stimata presso il sito del laboratorio mobile, da cui si evince che in generale la situazione a San Maurizio è molto simile alle stazioni di fondo suburbano di Ivrea e Leini.

Figura 38: Particolato sospeso PM₁₀ confronto medie anni 2019-2021 e medie del periodo nella provincia di Torino



Particolato PM_{2.5}

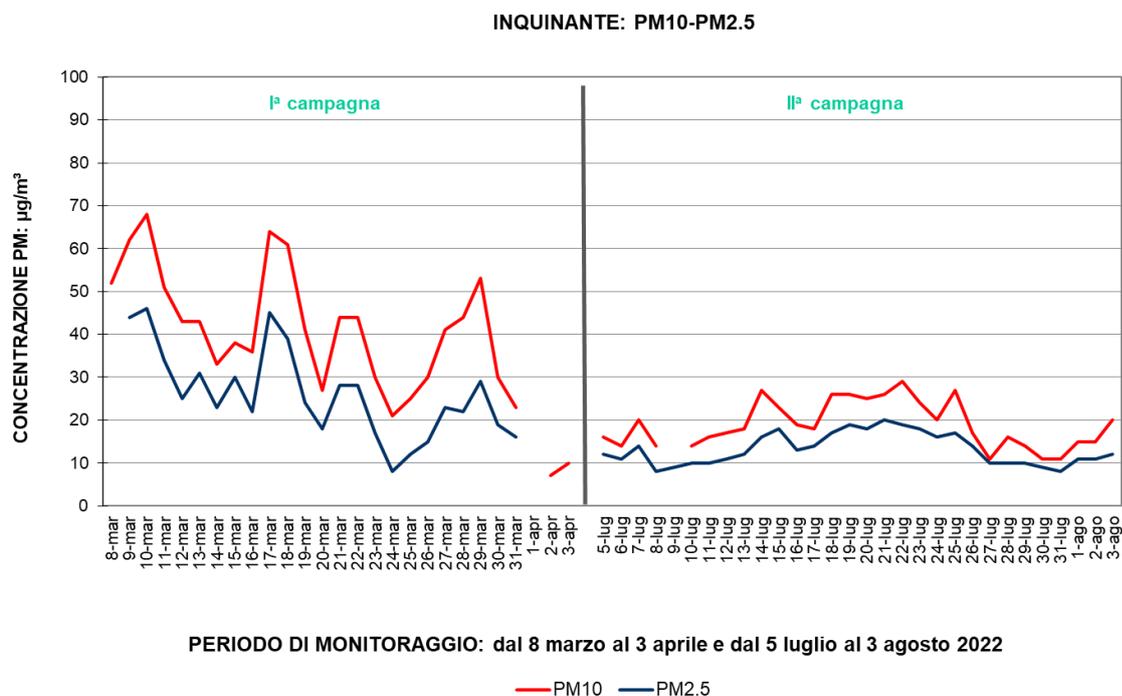
Il parametro PM_{2.5} segue, come andamento temporale e valori medi di concentrazione giornaliera, il PM₁₀ (vedi Figura 39).

Il valore medio del periodo invernale è stato di 26 µg/m³, che corrisponde al 38% della media del PM₁₀, una percentuale in linea con il periodo indagato; il valore massimo è stato misurato il 10 aprile ed è pari a 46 µg/m³. Durante la seconda campagna, la media registrata è stata di 13 µg/m³ (29% della media del PM₁₀) con un valore massimo di 20 µg/m³, misurato il 21 luglio (Tabella 18).

Tabella 18: Dati relativi al particolato sospeso PM_{2.5} (µg/m³)

PM _{2.5} (µg/m ³)	I ^a campagna	II ^a campagna
Minima media giornaliera	8	8
Massima media giornaliera	46	20
Media delle medie giornaliere	26	13
Giorni validi	23	30
Percentuale giorni validi	85%	100%

Figura 39: Particolato sospeso PM₁₀ e PM_{2.5}: confronto



Dalla Figura 40 si nota che, in termini relativi, i valori di PM_{2.5} nel sito di San Maurizio sono risultati durante la prima campagna mediamente più bassi delle stazioni utilizzate per confronto (Borgaro, Ivrea e Leini), ad eccezione di qualche giornata. Nel corso della seconda campagna le concentrazioni e gli

andamenti hanno registrato valori più bassi rispetto alla prima, essendo un periodo caratterizzato da maggiore dispersione degli inquinanti in atmosfera ed alla mancanza del contributo del riscaldamento domestico. Tuttavia, le concentrazioni misurate, sono risultate maggiori rispetto ai valori riscontrati presso le centraline di confronto, come si può anche vedere dal grafico di

Figura 41 dal quale risulta che i valori misurati nella seconda campagna sono quasi sempre superiori al 75° percentile dei valori riscontrati nelle stazioni della Città Metropolitana di Torino.

Figura 40: Particolato sospeso PM_{2.5} - confronto con i dati di alcune stazioni della rete fissa

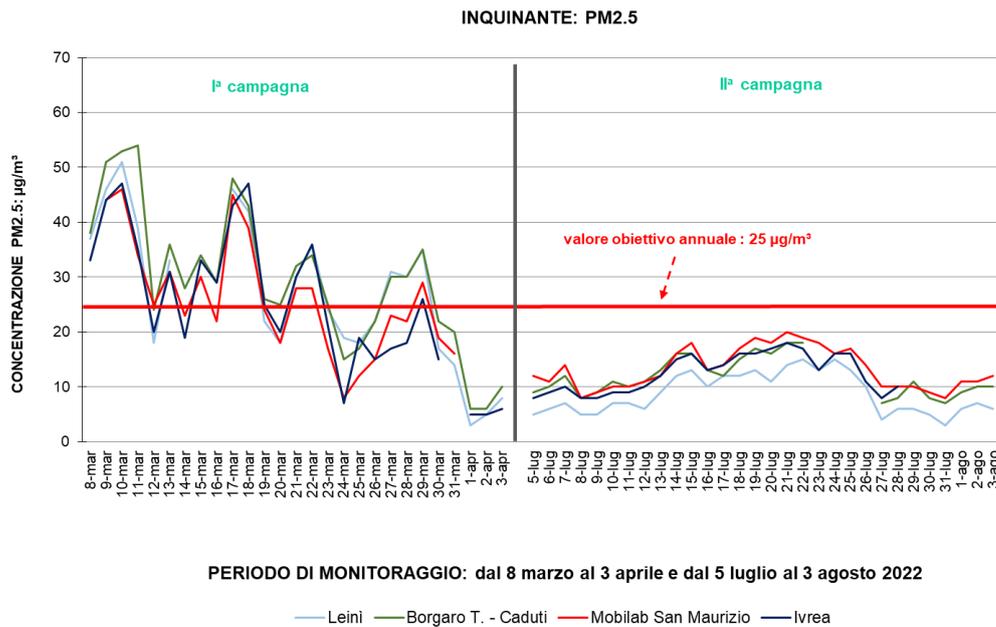
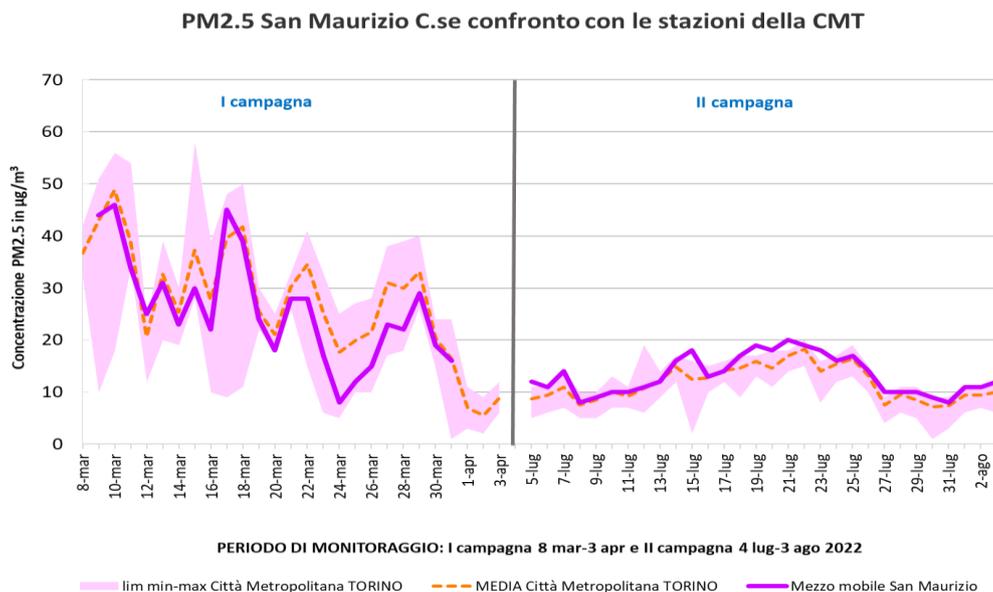


Figura 41 - Particolato sospeso PM_{2.5}: confronto con la rete delle stazioni fisse della Città Metropolitana di Torino

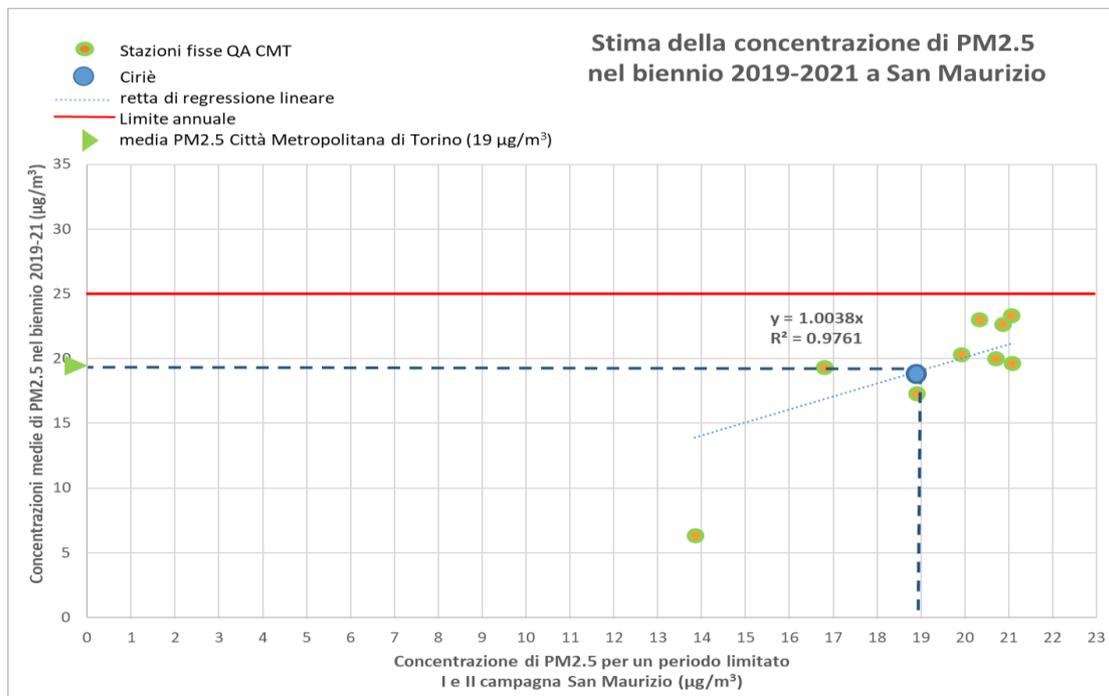


Come già anticipato, la normativa italiana prevede per il PM2.5 solamente il rispetto di un limite annuale, pari a 25 µg/m³. Anche in questo caso per stimare un dato di concentrazione annuale di PM2.5 per il sito di San Maurizio si può fare riferimento ai dati delle stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria situate sul territorio della Città Metropolitana di Torino.

Per le 9 stazioni provinciali della Rete Regionale presso le quali viene misurato il parametro relativo al PM2.5 sono stati rapportati i valori di concentrazione come media del triennio 2019 - 2021 alla concentrazione media calcolata nei giorni delle due campagne svolte, ed è stata costruita la retta di regressione lineare (Figura 42), il cui coefficiente di determinazione R² evidenzia una buona correlazione tra i dati.

In base all'equazione della retta per il triennio 2019 - 2021 a San Maurizio è stata stimata una concentrazione media annua di PM2.5 di 19 µg/m³, valore uguale alla media della Città Metropolitana (19 µg/m³) e inferiore al limite normativo (25 µg/m³).

Figura 42: stima della concentrazione annuale di PM2.5 a San Maurizio nel triennio 2019 - 2021

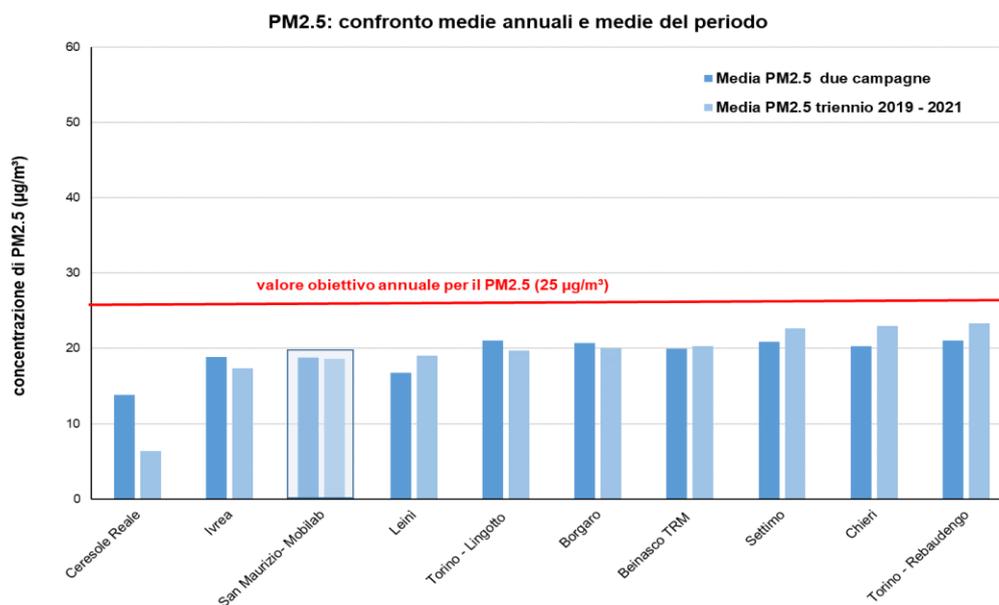


In Tabella 19 e in Figura 43 il valore stimato per San Maurizio è stato confrontato con i valori delle altre stazioni della rete di monitoraggio fissa della Città Metropolitana di Torino evidenzia che i valori di concentrazione misurati a San Maurizio sono in linea con i valori medi della Città Metropolitana di Torino, sia come media dei periodi in cui sono state svolte le campagne di monitoraggio sia come media annuale.

Tabella 19: PM_{2.5} confronto concentrazioni medie del periodo di misura e del triennio 2019-21

Stazioni di misura	I campagna Media PM _{2.5} [µg/m ³]	II campagna Media PM _{2.5} [µg/m ³]	I e II campagna Media PM _{2.5} [µg/m ³]	Triennio 2019 - 2021 Media PM _{2.5} [µg/m ³]
San Maurizio- Mobilab	26	13	19	19
Beinasco TRM	28	12	20	20
Borgaro	29	12	21	20
Ceresole Reale	16	12	14	6
Chieri	30	12	20	23
Ivrea	25	12	19	17
Settimo	31	12	21	23
Media CMT senza TO	26	12	19	18
Torino - Lingotto	33	12	21	20
Torino - Rebaudengo	31	13	21	23
Media CMT	28	12	20	19

Figura 43: Particolato sospeso PM_{2.5} confronto medie del triennio 2019-21 e medie del periodo nella Città Metropolitana di Torino



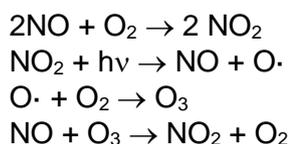
In termini generali per PM_{2.5} e PM₁₀, che sono due tra gli inquinanti più critici nell'intero bacino padano, sono necessari interventi strutturali a livello di territorio metropolitano e regionale per la riduzione delle fonti primarie di polveri e dei precursori della componente secondaria del particolato.

Tuttavia, anche interventi a livello locale in armonia con tale strategia possono dare un contributo importante per ottenere gli obiettivi indicati.

4.4.6 Ozono

L'ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, ma che si genera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche che sono favorite da un intenso irraggiamento solare e che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NOx) e i composti organici volatili (VOC).

Le reazioni coinvolte nella formazione di questo inquinante si possono riassumere nel modo seguente:



L'elevato potere ossidante dell'ozono è in grado di produrre infiammazioni e danni più o meno gravi all'apparato respiratorio, 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).

Per diversi giorni della prima campagna problemi strumentali hanno pregiudicato il corretto monitoraggio di questo inquinante e i dati disponibili non consentono un'attendibile valutazione e confronto con altre stazioni, infatti, la percentuale di giorni validi è stata solo del 67%. Pertanto, le considerazioni relative all'ozono possono essere effettuate per tutto il periodo di monitoraggio solo per la seconda campagna, che è quella più rappresentativa, dato che l'ozono presenta le maggiori criticità nel periodo caldo dell'anno, quando l'elevata radiazione solare e le alte temperature ne favoriscono la formazione.

Tabella 20: Dati relativi all'ozono (O₃) (µg/ m³)

O ₃ (µg/m ³)	I ^a campagna	II ^a campagna
Minima media giornaliera	26	71
Massima media giornaliera	108	118
Media delle medie giornaliere	73	99
Giorni validi	18	30
Percentuale giorni validi	67%	100%
Media dei valori orari	73	99
Massima media oraria	141	197
Ore valide	432	715
Percentuale ore valide	67%	99%
Minimo medie 8 ore	11	27
Media delle medie 8 ore	73	99
Massimo medie 8 ore	131	170
Percentuale medie 8 ore valide	66%	98%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	11	164
<u>N. di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	3	24
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0	3
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0	1
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0	0

Come riassunto in Tabella 20 nel corso della seconda campagna la media dei valori orari di ozono è stata di 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una massima media oraria di 197 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; si sono registrati 3 superamenti su base oraria del livello di informazione pari a 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il grafico di Figura 44 evidenzia che nel corso di entrambe le campagne di monitoraggio si siano verificati dei superamenti del livello di protezione della salute su medie di 8 ore (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), per il quale la norma consente al massimo 25 giorni di superamento per anno civile come media di 3 anni.

Figura 44: O₃ - superamenti protezione della salute umana

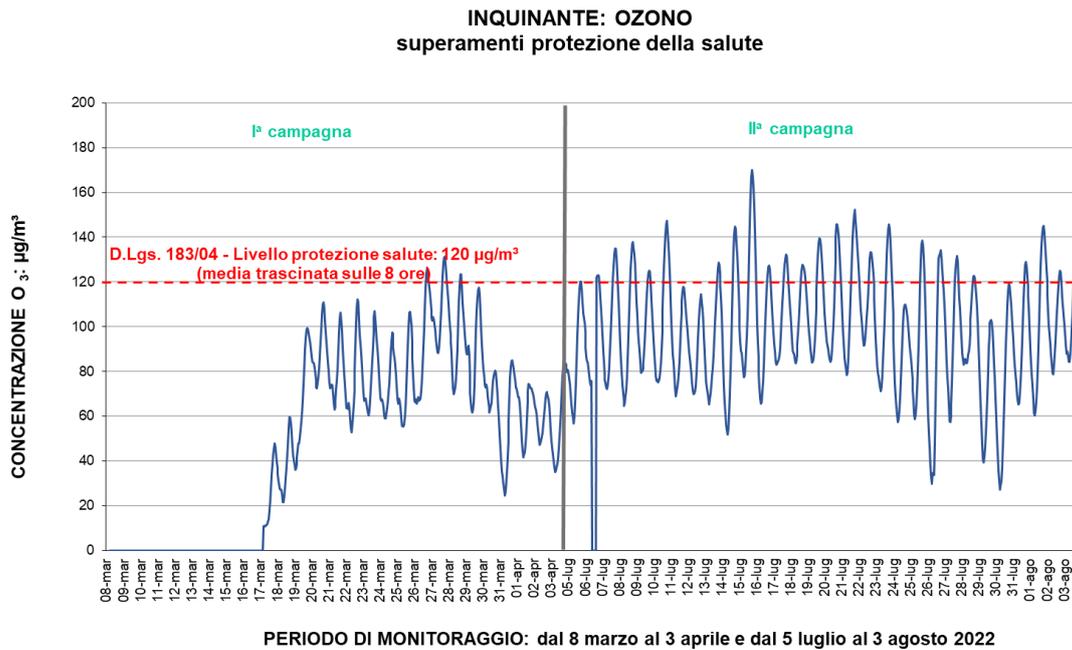
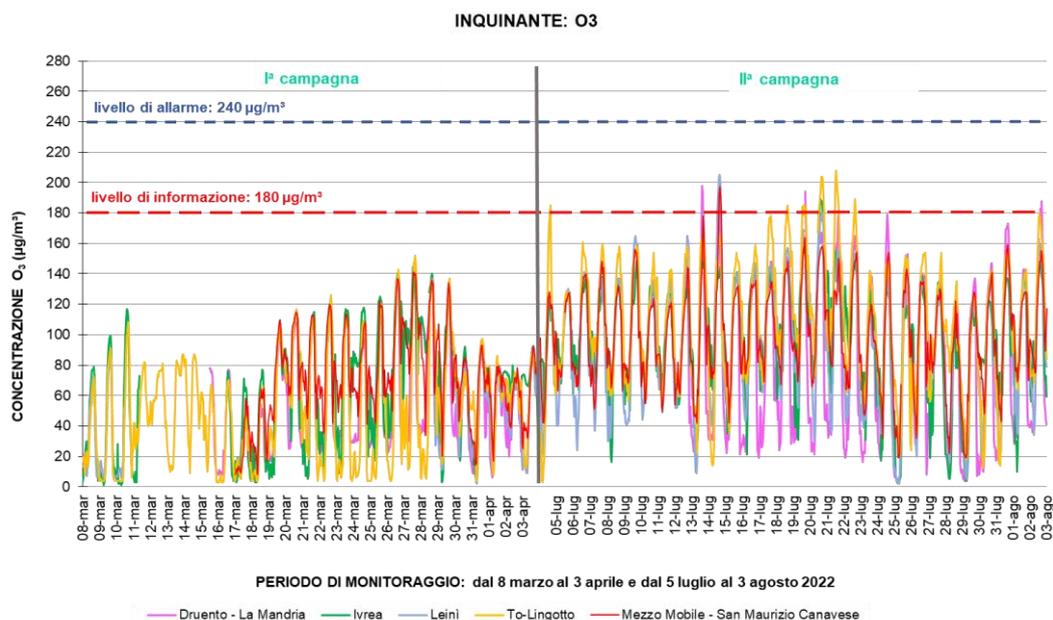


Figura 45: O₃ - confronto con le altre stazioni della Città Metropolitana di Torino e con i limiti di legge

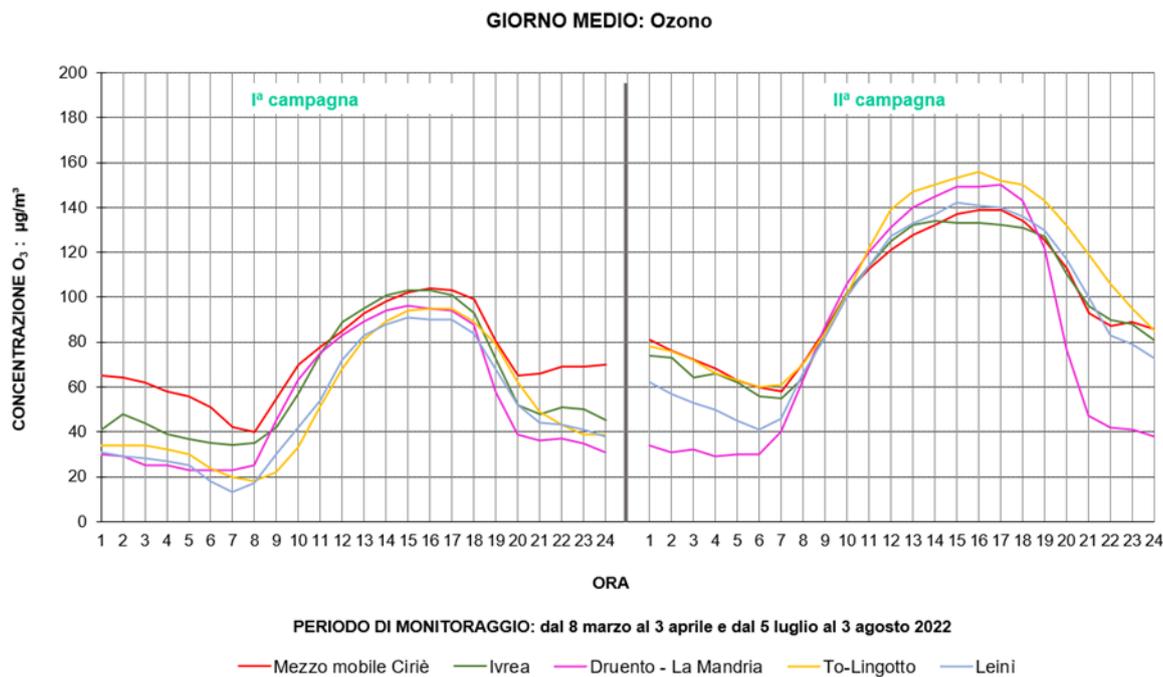


Dal grafico di Figura 45 in cui si riporta il profilo orario registrato a San Maurizio Canavese e quello relativo ad alcune stazioni di fondo della rete di monitoraggio provinciale, si evince che le concentrazioni misurate

a San Maurizio sono risultate per entrambe le campagne complessivamente in linea, sia negli andamenti sia nelle quantità assolute, con quelle registrate nelle altre stazioni utilizzate per il confronto.

Anche l'andamento del giorno medio dell'ozono riscontrato a San Maurizio Canavese, riportato in Figura 46, risulta in linea con le altre stazioni di fondo della CMT.

Figura 46: Ozono giorno medio



I grafici riportati in Figura 47 e in Figura 48 mostrano la stretta correlazione degli andamenti di ozono con i parametri meteo relativi a radiazione solare e temperatura: infatti elevate temperature ed irraggiamento solare favoriscono la formazione di ozono a partire dai suoi precursori quali ossidi di azoto e composti organici volatili.

Figura 47: andamento della concentrazione oraria di ozono e confronto con radiazione solare globale

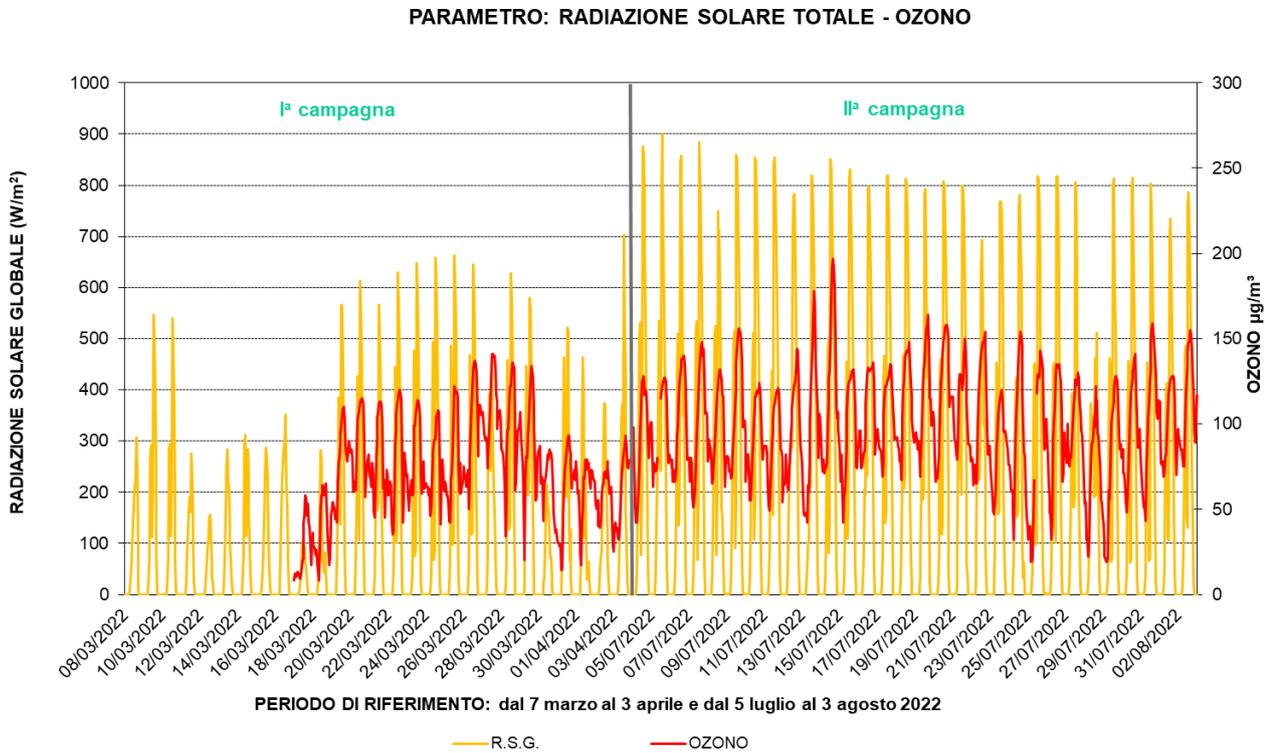
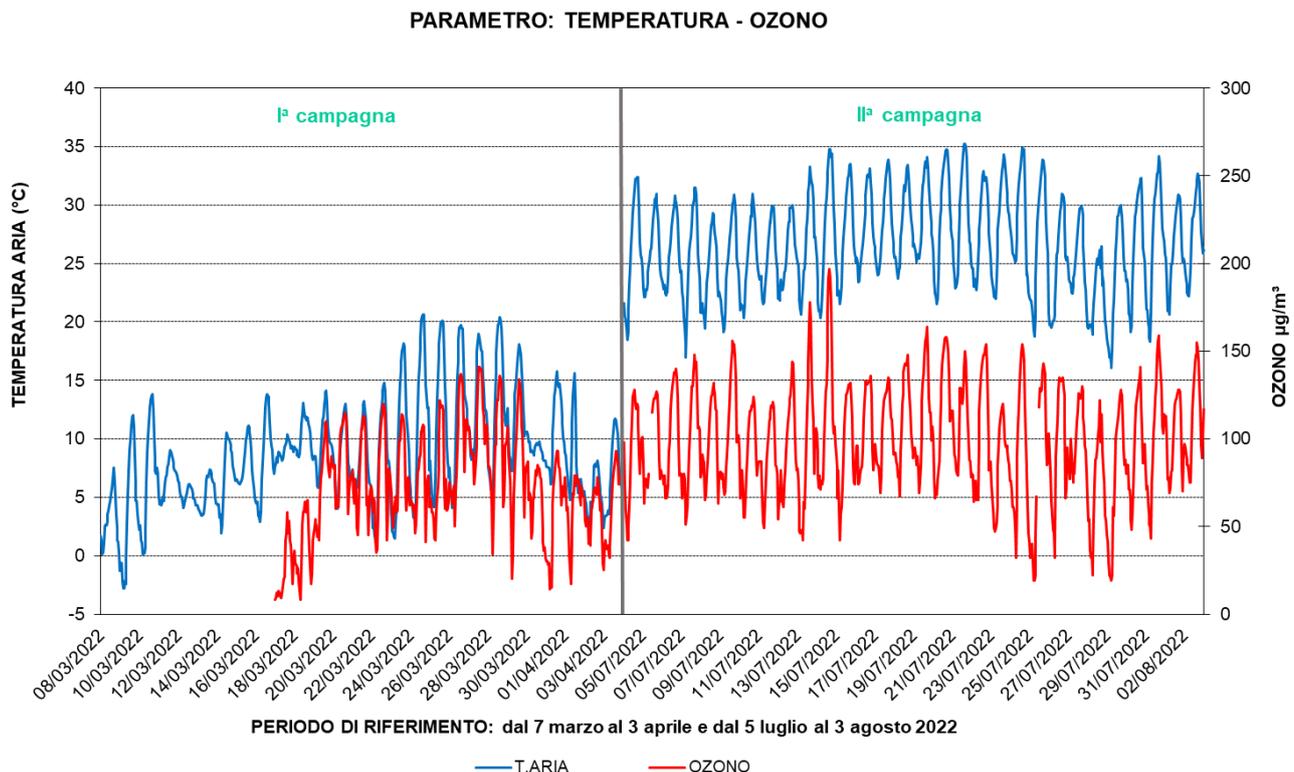


Figura 48: andamento della concentrazione oraria di ozono e confronto con temperatura



La formazione e la degradazione dell'ozono coinvolgono un numero notevole di composti e di fenomeni chimico-fisici e interessano aree molto vaste, per cui per le misure atte a contenere le concentrazioni di ozono è necessario attuare politiche a livello regionale o sovraregionale che devono mirare alla complessiva riduzione dei precursori.

4.4.7 Idrocarburi Policiclici Aromatici

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici, noti come IPA, sono un ampio gruppo di composti chimici organici formati da più anelli aromatici condensati fra loro che in atmosfera si trovano come miscele di composti. Gli IPA a basso peso molecolare, con due o tre anelli aromatici, si trovano soprattutto nella fase gassosa, mentre i composti ad alto peso molecolare caratterizzati da cinque o più anelli aromatici tendono a presentarsi per lo più in fase solida, adesa alla superficie delle particelle di particolato atmosferico. Il comportamento degli IPA in atmosfera varia, a seconda delle proprietà fisico-chimiche dei singoli composti, della struttura molecolare, delle condizioni atmosferiche (temperatura, umidità, radiazione solare) e delle reazioni con altri inquinanti (ozono, biossidi di azoto e biossido di zolfo).

Gli IPA presenti in aria ambiente si originano prevalentemente dalla combustione incompleta di combustibili a base di carbonio come il carbone, la legna, il petrolio e gli oli combustibili, ma vengono anche prodotti come sostanze di scarto in varie lavorazioni industriali (raffinerie di petrolio, lavorazione metalli grezzi, incenerimento rifiuti, industrie chimiche, ecc.); nelle aree urbane un'altra fonte di IPA è costituita dalle emissioni del traffico veicolare. Esistono anche delle fonti naturali di questi composti che possono venire liberati in atmosfera dalle eruzioni vulcaniche e dagli incendi boschivi.

L'applicazione di tecnologie avanzate per l'abbattimento delle emissioni industriali e l'installazione dei convertitori catalitici sui veicoli a combustione, nonché la maggior diffusione dell'uso gas naturale ai fini della produzione di energia hanno determinato una diminuzione di queste sostanze in aria ambiente.

L'utilizzo delle biomasse per il riscaldamento domestico, invece, pur presentando indubbi benefici in termini di bilancio complessivo di gas serra, determina una produzione di IPA notevolmente maggiore di quella emessa da un impianto alimentato a gas naturale; secondo quanto riportato nel rapporto "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook" il fattore di emissione per il benzo(a)pirene emesso da un impianto domestico alimentato a legna è di oltre 200 volte superiore² di un impianto alimentato a gas naturale.

Dal punto di vista della salute umana, l'esposizione agli idrocarburi policiclici aromatici può avvenire per inalazione, per ingestione di cibo o di bevande contaminate, oppure per via cutanea. Queste sostanze, pur costituendo in termini di massa una percentuale <0,1% del particolato atmosferico, presentano un'elevata tossicità, in quanto vengono adsorbite prevalentemente sulla frazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm, che è quella che più facilmente raggiunge la regione alveolare del polmone per poi essere veicolata tramite il sistema circolatorio in tutto il corpo; per l'elevata liposolubilità, queste sostanze sono in grado di attraversare le membrane cellulari e di depositarsi nei tessuti adiposi.

La maggior parte dei dati sulla pericolosità degli IPA derivano da studi di laboratorio condotti in vitro o su animali dai quali è risultato che molti composti hanno come effetti sanitari la cancerogenicità, l'immunotossicità e la genotossicità. In particolare, il benzo(a)pirene genera sugli animali da laboratorio tumori a livello di diversi tessuti; è inoltre stata dimostrata la tossicità per inalazione di questo idrocarburo policiclico aromatico, che è in grado di indurre il tumore polmonare in alcune specie.

L'International Agency for Research on Cancer (IARC)³ 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 (D. Lgs. 155/2010) prevede per gli IPA, determinati nella frazione PM10 del particolato atmosferico, un valore limite di concentrazione esclusivamente per il benzo(a)pirene, (Tabella

² EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019 - Part B: Technical chapters 1.A.4. Small Combustion - Tab. 3.4 pag. 33 e Tab. 3.6 pag. 35

³ International Agency for Research on Cancer (IARC) –Agents reviewed by the IARC monographs Volumes 1-100A last updated 2 april 2009

21). Non sono previsti limiti normativi per gli altri IPA perché, essendo il BaP il composto più pericoloso per la salute, viene considerato come rappresentativo dell'inquinamento ambientale dell'intero gruppo degli IPA.

Tabella 21: 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/m ³

Analogamente agli altri inquinanti in cui esiste un limite di legge annuale (NO₂, Benzene, PM₁₀, PM_{2.5}), la durata del monitoraggio del sito di San Maurizio (due mesi distribuiti nel corso dell'anno in stagioni diverse) non permette di fare il confronto con l'arco temporale di riferimento stabilito dalla normativa.

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.

Nota

Sono state calcolate le medie delle concentrazioni nel PM₁₀ 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 2021 si è calcolato il fattore che, moltiplicato per il valore medio delle campagne a San Maurizio, permette di ricavare la stima annuale:

$$M_c = (m_c / m_p) \times M_p$$

Dove

M_c : media stimata triennio 2019- 2021 per ogni parametro IPA San Maurizio

m_c : media periodo campagne per ogni parametro IPA di San Maurizio

m_p : media periodo campagne per ogni parametro IPA Città Metropolitana di Torino

M_p : media triennio 2019- 2021 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 San Maurizio è risultata di 0,62 ng/m³ inferiore al valore obiettivo indicato dal D. Lgs 155/2010.

Le quattro specie di IPA monitorati hanno evidenziato, sia nel corso delle campagne di monitoraggio sia nella stima della media annuale, concentrazioni in linea con quelle riscontrate nelle altre stazioni della rete fissa delle Città Metropolitana di Torino (vedi Figure 49÷53).

In Figura 55 viene riportato il profilo del rapporto percentuale tra la somma delle concentrazioni dei quattro IPA monitorati ed il particolato (IPA tot/PM₁₀) riferito ai periodi delle campagne di monitoraggio ed al triennio 2019 -2021. Anche da questa elaborazione grafica risulta che il rapporto tra questi inquinanti e il PM₁₀ riscontrati a San Maurizio non si discosta dai valori riscontrati presso le stazioni della Città Metropolitana di Torino.

Tabella 22: Laboratorio mobile ARPA San Maurizio - concentrazione IPA rilevati nel monitoraggio e stima medie annuali

Lab mobile ARPA Mompantero: concentrazione dei quattro IPA rilevati nel monitoraggio				
	I campagna [ng/m ³]	II campagna [ng/m ³]	Media campagne [ng/m ³]	Media annuale stimata su triennio 2019-2021 [ng/m ³]
Benzo(a)antracene (ng/m ³)	0.30	0.04	0.17	0.47
Benzo(b+j+k)fluorantene (ng/m ³)	1.30	0.10	0.70	1.58
Benzo(a)pirene (ng/m ³)	0.50	0.00	0.25	0.62
Indeno(1,2,3-cd)pirene (ng/m ³)	0.70	0.04	0.37	0.71
sommatoria dei quattro IPA (ng/m ³)	2.80	0.180	1.49	3.38

Figura 49: Benzo(a)antracene confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media del triennio 2019-2021 nella Città Metropolitana di Torino

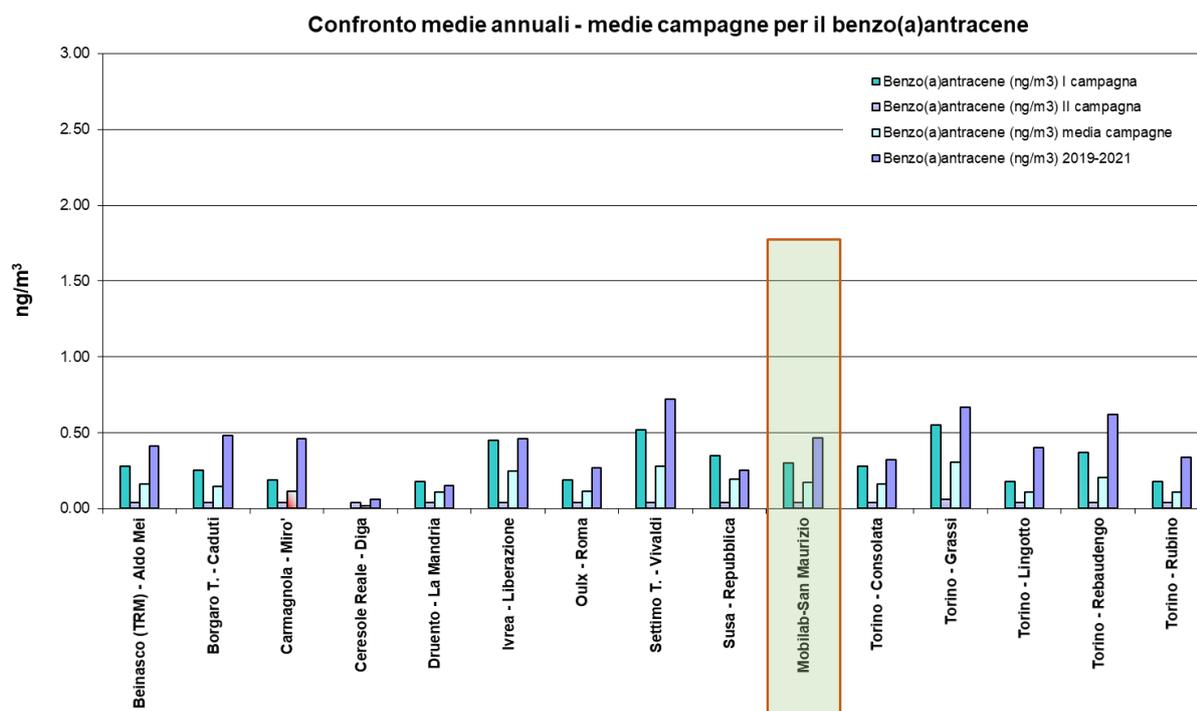


Figura 50: Benzo(b+j+k)fluorantene confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media del triennio 2019-2021 nella Città Metropolitana di Torino

Confronto medie annuali - medie campagne per il Benzo(b+j+k)fluorantene

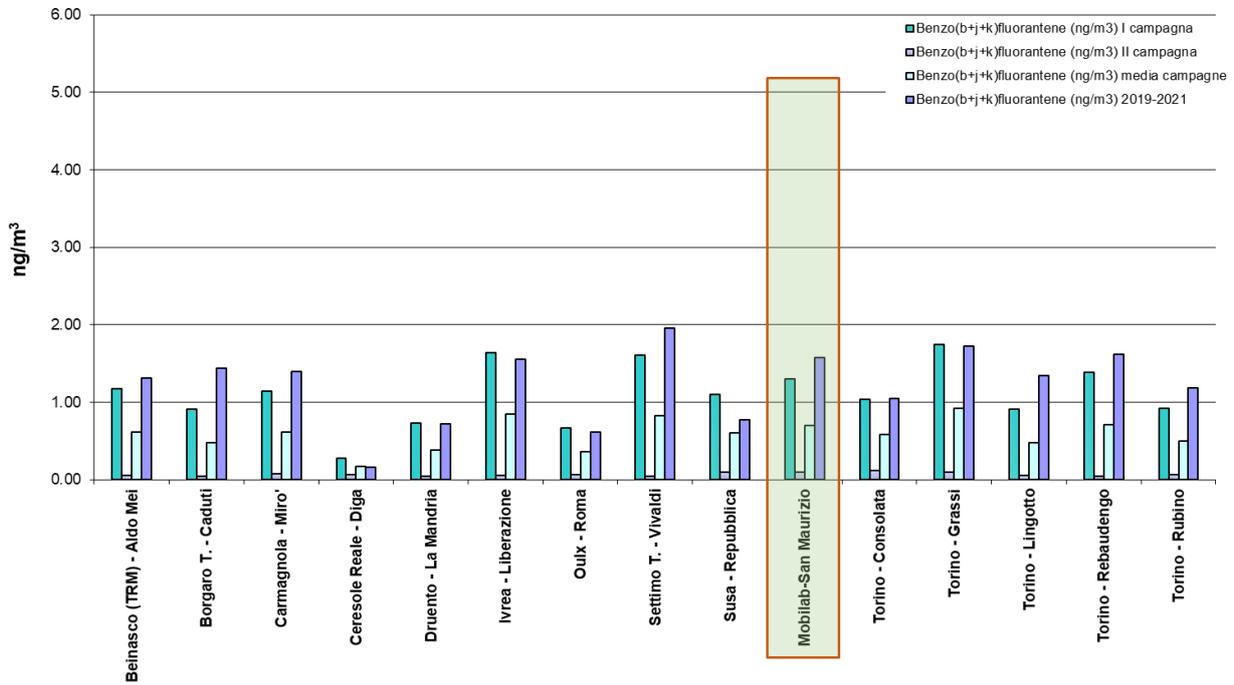


Figura 51: Benzo(a)pirene confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media del triennio 2019-2021 nella Città Metropolitana di Torino

Confronto medie annuali - medie campagne per il benzo(a)pirene

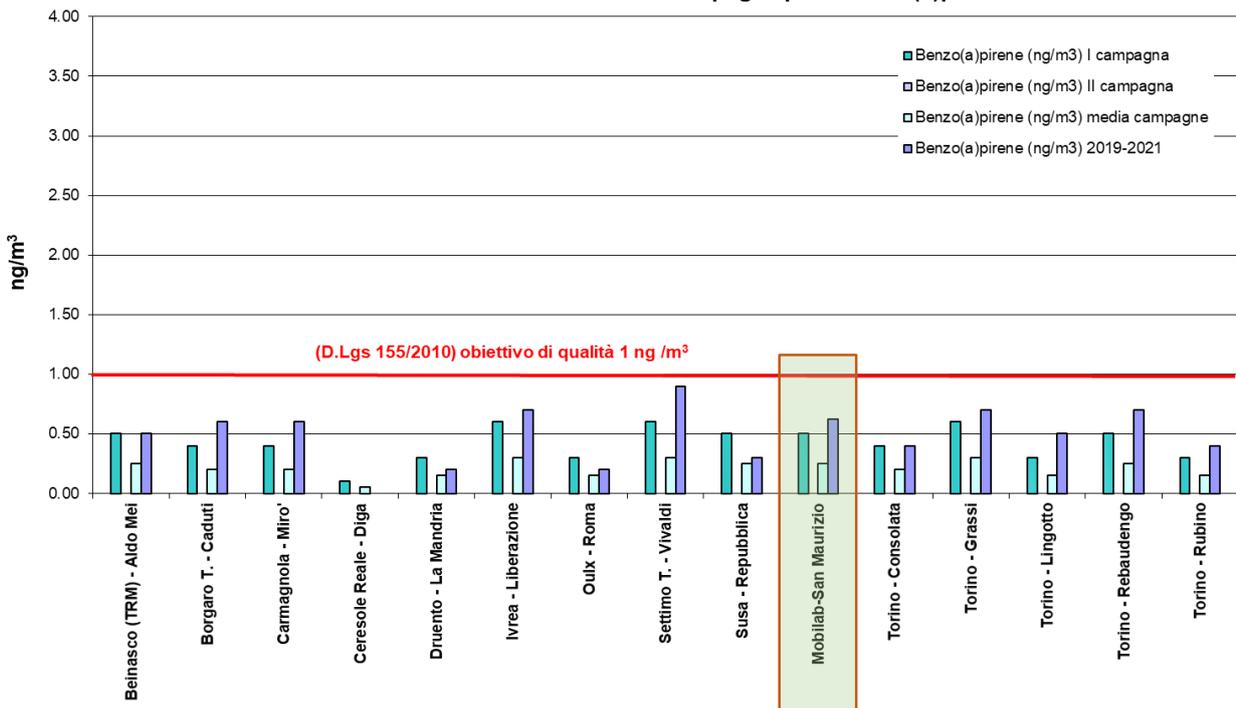


Figura 52: Indeno(1, 2, 3-cd)pirene confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media del triennio 2019-2021 nella Città Metropolitana di Torino

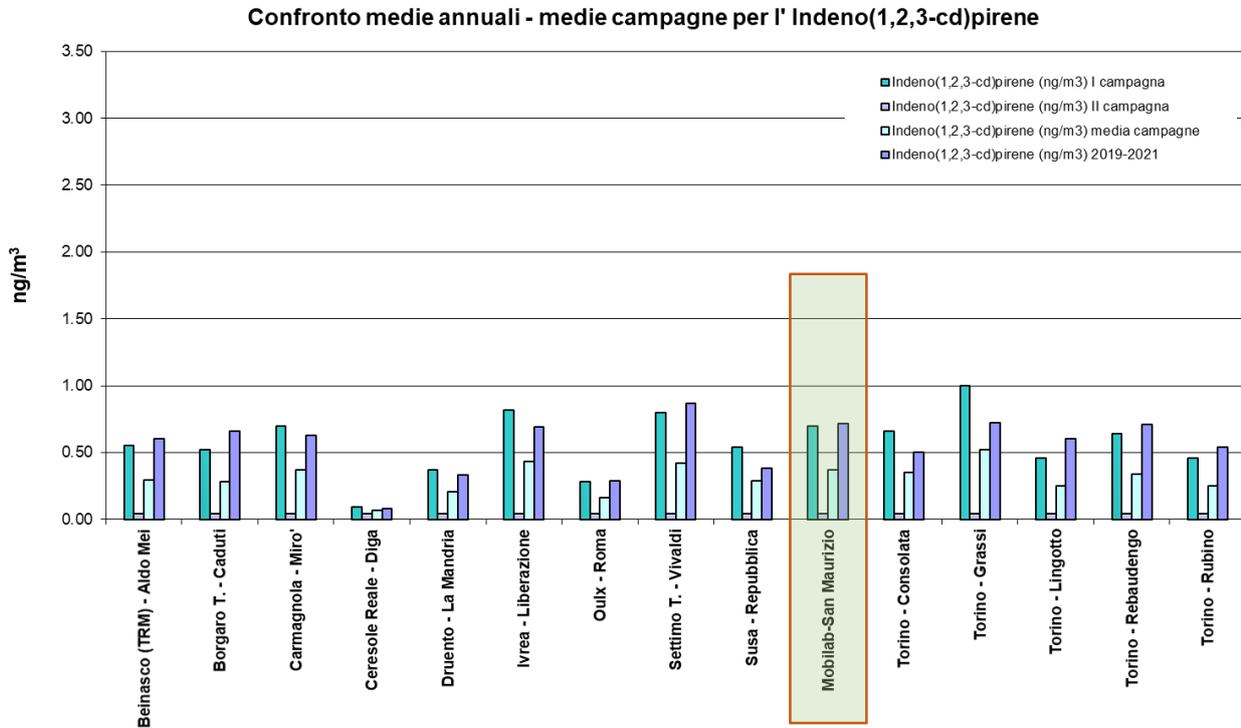
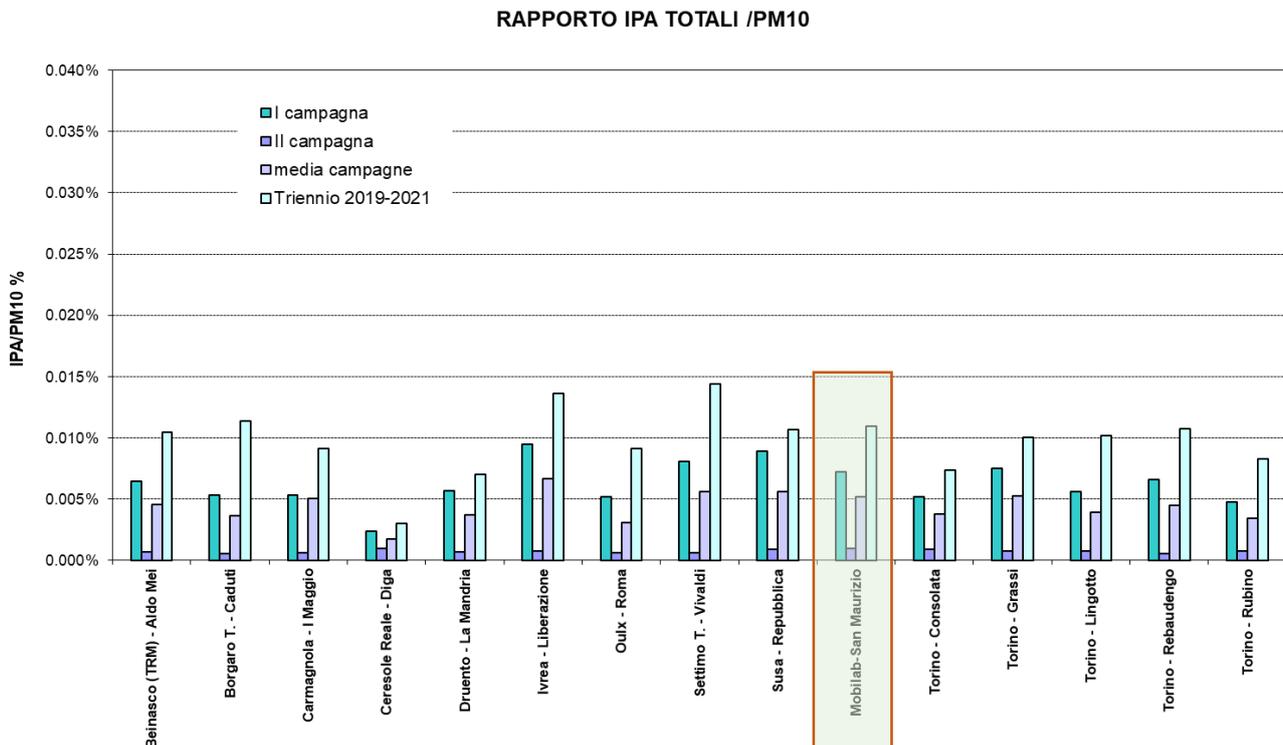


Figura 53: rapporto IPA totali/PM10 - confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media del triennio 2019-2021 nella Città Metropolitana di Torino



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 e 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 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'intera vita, quattro persone su diecimila siano a rischio di contrarre il cancro.

In Tabella 23 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 23: 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	$0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	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	$6 \text{ ng}/\text{m}^3$	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/m ³	31 dicembre 2012

Anche per i quattro metalli monitorati nell'indagine, visto che la durata del monitoraggio di San Maurizio 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 PM₁₀ 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 del triennio 2019- 2021 si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne a San Maurizio permette di ricavare la stima annuale:

$$M_c = (m_c / m_p) \times M_p$$

dove

M_c : media stimata triennio 2019-2021 per ogni metallo San Maurizio

m_c : media periodo campagne per ogni metallo San Maurizio

m_p : media periodo campagne per ogni metallo Città Metropolitana di Torino

M_p : media triennio 2019-2021 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, come si evince dai grafici delle figure 54÷57. Le concentrazioni di piombo, arsenico e cadmio sono omogenee in tutto il territorio Città Metropolitana; per il nichel le concentrazioni del sito di San Maurizio sono risultate ad un livello mediamente superiore rispetto alle altre stazioni della rete della Città Metropolitana.

Tabella 24: Laboratorio mobile ARPA San Maurizio concentrazione dei quattro metalli rilevati nel monitoraggio e stima medie annuali

Lab mobile ARPA San Maurizio concentrazione dei quattro metalli rilevati nel monitoraggio				
	I campagna [ng/m ³]	II campagna [ng/m ³]	Media campagne [ng/m ³]	Media annuale stimata su triennio 2019-2021 [ng/m ³]
Arsenico (ng/m ³)	0.70	0.70	0.70	0.70
Cadmio (ng/m ³)	0.10	0.10	0.10	0.10
Nichel (ng/m ³)	3.50	2.00	2.75	3.03
Piombo (mg/m ³)	0.009	0.004	0.006	0.01

Figura 54: Arsenico confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media del triennio 2019-2021 nella Città Metropolitana di Torino

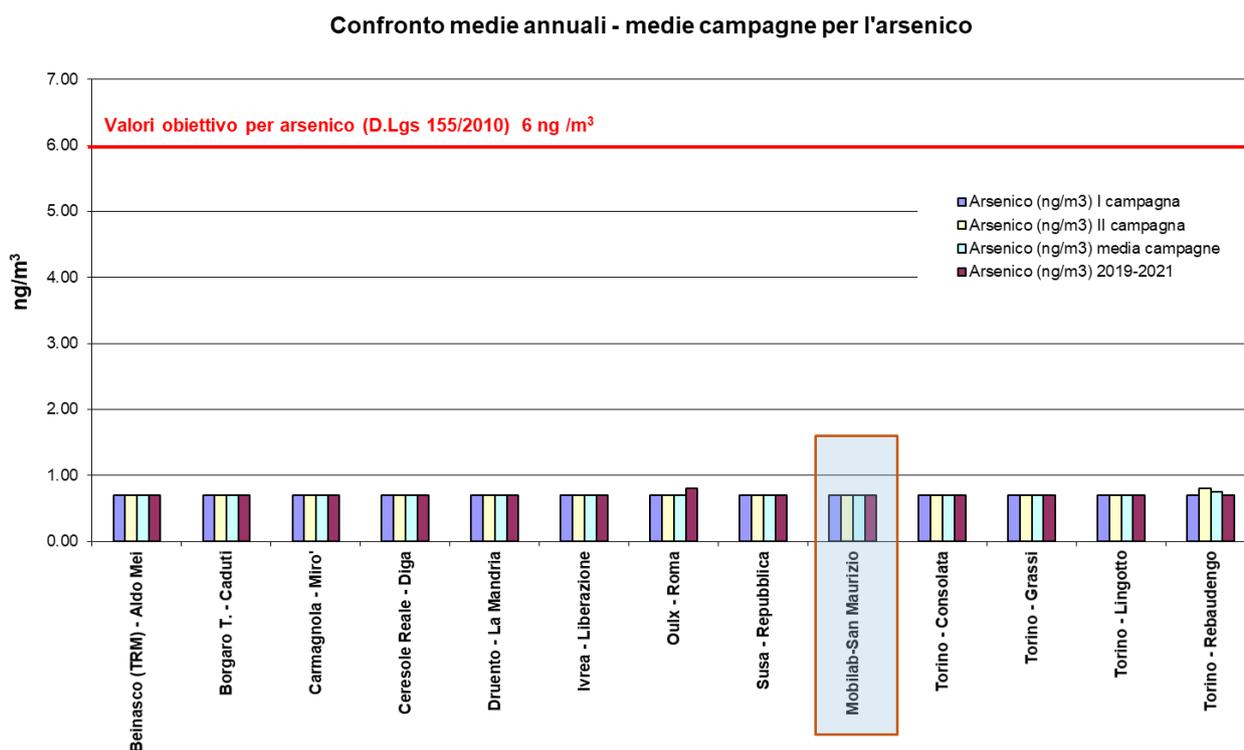


Figura 55: Cadmio confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media del triennio 2019-2021 nella Città Metropolitana di Torino

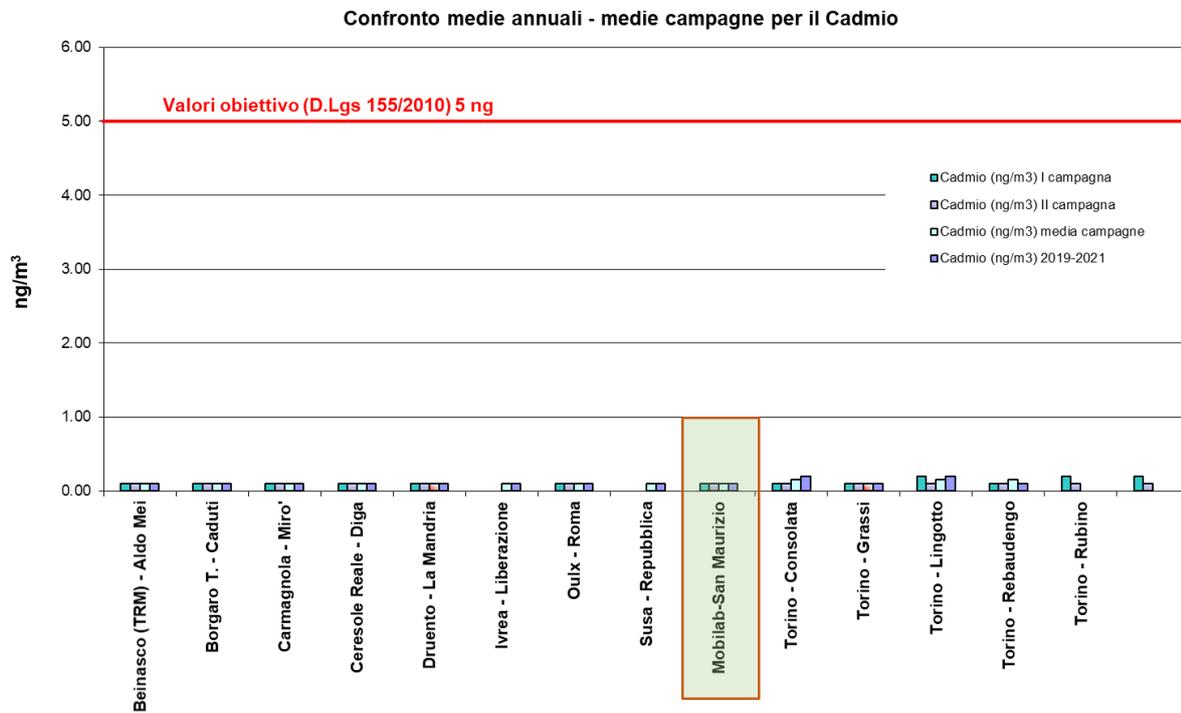


Figura 56: Nichel confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media del triennio 2019-2021 nella Città Metropolitana di Torino

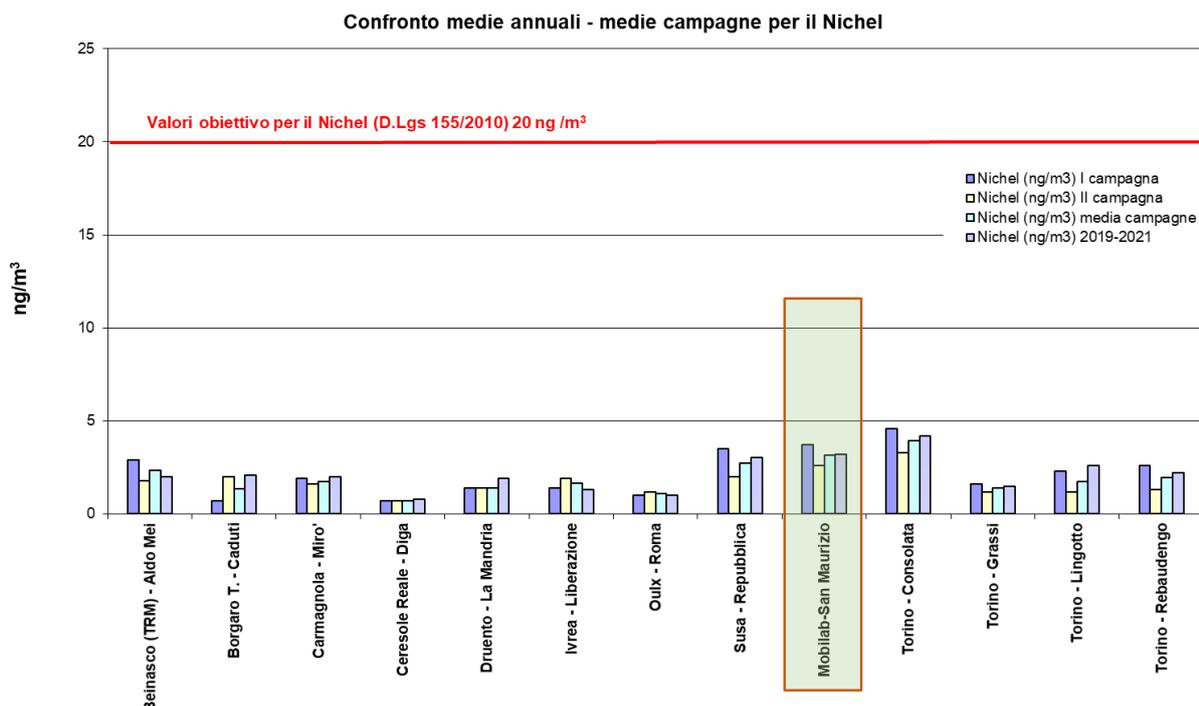
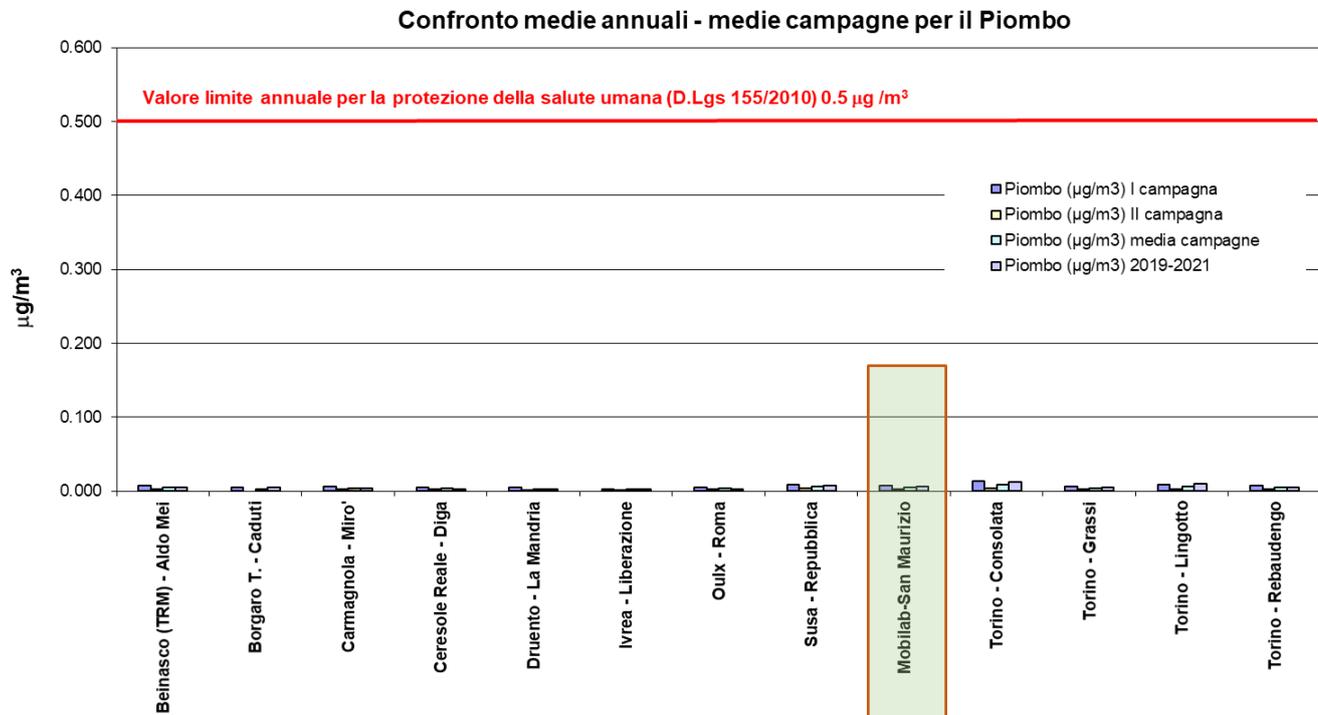


Figura 57: Piombo confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media del triennio 2019-2021 nella Città Metropolitana di Torino



5 CONCLUSIONI

I valori di concentrazione degli inquinanti misurati nel corso delle campagne di monitoraggio svolte presso il comune di San Maurizio Canavese sono in generale comparabili a quelli misurati nelle stazioni della Città Metropolitana di Torino ubicate in zone residenziali suburbane e urbane.

Nel corso di entrambe le campagne, le soglie di allarme non sono mai state superate per gli inquinanti per i quali la normativa prevede tale tipo di limite (ozono e biossido di azoto) ed è stato rispettato il valore limite per la protezione della salute umana su base oraria del monossido di carbonio.

Per gli inquinanti per i quali sono previsti dalla normativa specifici valori di riferimento sul breve periodo, solo per il PM10 sono stati registrati sette superamenti del valore medio giornaliero di 50 µg/m³, durante la prima campagna di monitoraggio.

Per il PM10, è stata calcolata una stima della media annuale sulla base dei valori registrati dalle stazioni della Rete Regionale di Qualità dell'Aria situate sul territorio della Città Metropolitana di Torino nel triennio precedente 2019-2021, ottenendo un valore di concentrazione stimato pari a 27 µg/m³, valore uguale al valore medio delle altre stazioni della rete, e inferiore sia al limite annuale di 40 µg/m³.

Anche per il PM2.5 la stima del valore medio annuale, pari a 19 µg/m³, indica un valore di concentrazione uguale alla media delle centraline della Città Metropolitana di Torino e inferiore al valore limite di 25 µg/m³ previsto dalla normativa vigente.

Valori inferiori ai limiti di legge sono stati stimati anche per le concentrazioni medie annuali del biossido di azoto con 17 µg/m³, rispetto al limite normativo di 40 µg/m³ e per il benzene, per il quale è stata stimata una concentrazione media annua di 0.9 µg/m³, valore di molto inferiore al limite di 5 µg/m³. L'analisi della provenienza del benzene evidenzia che le maggiori fonti per l'area oggetto di monitoraggio derivano sia dall'area industriale del Comune di Ciriè poste a Nord, Nord-Ovest del sito scelto per il monitoraggio con il laboratorio mobile, sia dalla strada provinciale. Tuttavia, non sono stati riscontrati andamenti anomali o valori anomali delle concentrazioni relative ai composti aromatici (benzene, etilbenzene, meta-para-xilene

e orto-xilene, toluene) che potrebbero ricondurre alla percezione di emissioni odorigene segnalate dalla cittadinanza.

Per quasi tutti gli inquinanti analizzati sono stati riscontrati valori di concentrazione più elevati nel corso della prima campagna di monitoraggio, quando le condizioni atmosferiche più stabili favoriscono l'accumulo degli inquinanti. Fanno eccezione il monossido di carbonio, che essendo presente in atmosfera in concentrazioni molto basse non ha presentato evidenti differenze tra i valori misurati nelle due campagne, e l'ozono che, essendo un inquinante tipicamente estivo, si origina da una serie di reazioni chimiche che vengono favorite dall'intensa radiazione solare e dalle elevate temperature. L'inquinamento da ozono interessa aree molto vaste, per cui per la risoluzione di questo problema sono fondamentali le politiche a livello regionale o sovraregionale miranti alla complessiva riduzione dei precursori

I valori stimati di media annuale per il benzo(a)pirene e per tutti i metalli analizzati sul particolato atmosferico PM10 (arsenico, cadmio, nichel e piombo) sono abbondantemente inferiori ai valori obiettivo in vigore. Inoltre, le concentrazioni medie riscontrate nel corso di entrambe le campagne di monitoraggio sono in linea con i valori riscontrati presso le stazioni fisse della rete di monitoraggio della Città Metropolitana di Torino.

In conclusione, la valutazione di tutti gli inquinanti analizzati presso l'area oggetto di monitoraggio, ha evidenziato che il Comune di San Maurizio Canavese ricade in un contesto interessato da fonti emissive derivanti da attività antropiche e presenta un quadro comparabile alle stazioni della Rete fissa di Rilevamento della Qualità dell'aria ubicate nei comuni limitrofi alla città di Torino.

Inoltre, dai valori di concentrazione misurati per i composti organici aromatici, il particolato atmosferico nonché gli IPA e i metalli presenti nel PM10, non sono state riscontrate particolari anomalie che possano ricondurre alle problematiche sollevate dai cittadini che risiedono nelle aree limitrofe all'area industriale del confinante Comune di Ciriè. È probabile che le emissioni odorigene segnalate si riscontrino per periodi molto brevi e determinino una lieve variazione di concentrazione degli inquinanti che viene rilevata dalla strumentazione utilizzata.

6 APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

• Ossidi di azoto

TELEDYNE API 200E

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 Mod. 49i

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O₃ nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.001 ppm.

• Monossido di carbonio

TELEDYNE API 300 A

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.

Campionatore di particolato sospeso PM2.5: campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm in aria ambiente, con testa di prelievo a norma europea.
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro di diametro 47 mm.

• Benzene, Toluene, Xileni

CHROMATOTEC AIR TOXIC CG 866

Gasromatografo 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;

• Stazione meteorologica

LSI LASTEM

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