

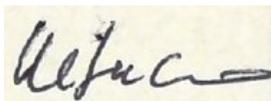
**DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST**  
**Struttura semplice "Attività di Produzione"**

**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA**  
**CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE**  
**NEL COMUNE DI TORINO – VIA ARTISTI**

Relazione I e II campagna (8 febbraio – 4 marzo 2018; 5 settembre – 4 ottobre 2018)



**CODICE DOCUMENTO: F06\_2017\_00666\_009**

Redazione	Funzione: Tecnico SS Attività di Produzione	Data: 18/02/2019	Firma: 
	Nome: ing. Milena Sacco		
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente responsabile della SS Attività di Produzione		
	Nome: dott. Carlo Bussi		

L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai tecnici del Nucleo Operativo "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" nel Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest di Arpa Piemonte, dott.ssa Annalisa Bruno, dott.ssa Elisa Calderaro, sig.ra Laura Gerosa, dott.ssa Laura Milizia, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, coordinati dal Dirigente responsabile dott. Carlo Bussi.

Si ringrazia il personale della Circostrizione 7 del Comune di Torino per la collaborazione prestata.

## INDICE

<b>CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO</b>	<b>3</b>
<b>IL LABORATORIO MOBILE</b>	<b>4</b>
<b>IL QUADRO NORMATIVO</b>	<b>4</b>
<b>OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO</b>	<b>8</b>
<b>ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI</b>	<b>16</b>
Monossido di Carbonio	16
Ossidi di Azoto	19
Benzene e Toluene	25
Particolato Sospeso (PM10 e PM2.5)	30
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	37
Metalli	41
Ozono	45
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>48</b>
<b><i>APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI</i></b>	<b>49</b>

## **CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO DELL'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.

Oggi giorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) al milligrammo per metro cubo ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

- emissioni veicolari;
- emissioni industriali;
- combustione da impianti termoelettrici;
- combustione da riscaldamento domestico;
- smaltimento rifiuti (inceneritori e discariche).

Le emissioni indicate generano innumerevoli sostanze che si disperdono nell'atmosfera. Si possono dividere tali sostanze 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 Tabella 1 sono indicate le fonti principali e le altre fonti dei più comuni inquinanti atmosferici.

La dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è strettamente legata alla situazione meteorologica dei punti 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 2017", elaborata congiuntamente dall' Area Risorse Idriche e Qualità dell'Aria della Città metropolitana di Torino e da Arpa, ed inviata a tutte le Amministrazioni comunali della Città metropolitana.

Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

**Tabella 1: fonti principali e altre fonti dei più comuni inquinanti atmosferici.**

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

 = fonti primarie

 = fonti secondarie

### ***IL LABORATORIO MOBILE***

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

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

Il laboratorio mobile in dotazione al Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di campionatori di particolato atmosferico PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

### ***IL QUADRO NORMATIVO***

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

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 155/2010 che ha abrogato e sostituito le normative precedenti senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento degli inquinanti già normati, I limiti di legge possono essere classificati in tre tipologie:

- **valore limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), materiale particolato PM<sub>10</sub>, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo;
- **valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo, ossidi di azoto, PM<sub>10</sub>, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento;
- **soglie di allarme** per il biossido di zolfo, il biossido di azoto e l'ozono, superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Per quanto riguarda il parametro ozono il D.Lgs 155/2010 ha abrogato il D.Lgs. n. 183 del 21 maggio 2004.

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

Il **D.Lgs 155/2010** ha inserito nuovi indicatori relativi al PM<sub>2.5</sub> e in particolare:

- **un valore limite, espresso come media annuale, pari 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;**
- **un valore obiettivo, espresso come media annuale, pari 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2010.**

La nuova normativa prevede inoltre per il PM<sub>2.5</sub> un obiettivo nazionale di riduzione e un obbligo di concentrazione dell'esposizione il cui rispetto è calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo in siti fissi di campionamento urbani, che sono state definite con Decreto del Ministero dell'Ambiente (all' art. 2 del D.M. 13.3.2013). Questi due ultimi indicatori esulano quindi dall'ambito della presente relazione.

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

Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda ancora alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2016".

**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 ZOLFO (SO <sub>2</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	24 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	3 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	--	19-lug-2001
		inverno 1 ott + 31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m <sup>3</sup>	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) e OSSIDI DI AZOTO (NO <sub>x</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>x</sub> )	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM <sub>10</sub> )	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	---	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 <sub>3</sub> ) (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>3</sup> *h come media su 5 anni <sup>(2)</sup>		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 <sup>3</sup> *h <sup>(2)</sup>		
BENZO(a)PIRENE (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	OBIETTIVO DI QUALITÀ	media mobile valori giornalieri <sup>(3)</sup>	1 ng/m <sup>3</sup> <sup>(4)</sup>	-	-

(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/m<sup>3</sup> e il valore di 80 µg/m<sup>3</sup>, 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 <sup>(1)</sup>
Arsenico	6.0 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	5.0 ng/m <sup>3</sup>
Nichel	20.0 ng/m <sup>3</sup>

(1) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

## **OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO**

La campagna di monitoraggio, condotta nel Comune di Torino da Arpa Piemonte - Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest, è stata effettuata in seguito alla richiesta della Circoscrizione 7 della Città di Torino (prot. n°13440/T6.90.2 del 16/11/2016, prot. Arpa n° 96846/2016 del 16/11/2016). In particolare tale campagna è stata richiesta allo scopo di approfondire l'effettivo livello di inquinamento ambientale in Via Vanchiglia.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato in Via Artisti 28, a circa 35 metri da Via Vanchiglia, dove è stata possibile l'alimentazione elettrica del laboratorio mobile in sicurezza.

Le campagne di misura con il laboratorio mobile vengono in generale calendarizzate in modo da acquisire informazioni ambientali in differenti condizioni meteo-climatiche. Nello specifico sono state previste due campagne di misura: una prima campagna nel periodo freddo ed una seconda campagna nel periodo caldo.

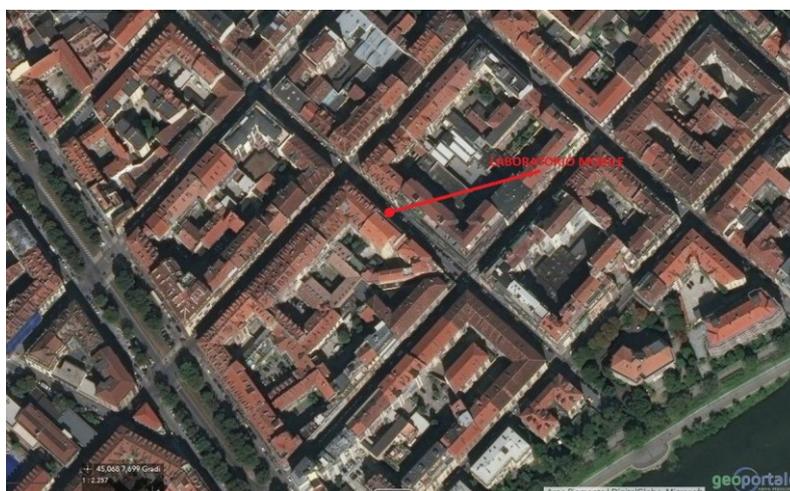
Le campagne oggetto della presente relazione sono state condotte tra il **7 febbraio 2018 e il 5 marzo 2018** (campagna invernale) e tra il **4 settembre e il 5 ottobre 2018** (campagna estiva). Si rammenta che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile. I dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal **8 febbraio 2018 e il 4 marzo 2018**, e dal **5 settembre al 4 ottobre** per un totale di 55 giorni.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso della campagna condotta 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 ai siti in esame.

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).

I dati presentati forniscono quindi, unicamente un quadro generale della situazione di inquinamento atmosferico del sito in esame; il confronto con i dati rilevati nello stesso periodo della campagna dalle stazioni fisse della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria permette, inoltre, di effettuare considerazioni di tipo comparativo.

**Figura 1: Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nella Città di Torino.**



## ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante la campagna di monitoraggio. In particolare per ognuno dei parametri determinati si riporta un diagramma che ne illustra l'andamento orario e una tabella riassuntiva che evidenzia i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi.

I parametri meteorologici determinati sono elencati di seguito, unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura:

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 <sup>2</sup>
pioggia	Pioggia	mm/h

Rispetto alle condizioni meteorologiche registrate in Piemonte nei mesi di febbraio e settembre 2018, durante i quali si sono svolti in gran parte le campagne di monitoraggio, si riportano di seguito le considerazioni generali riportate nelle relazioni climatiche redatte dal Servizio Meteorologico di Arpa Piemonte. In Piemonte il mese di febbraio 2018 ha avuto un'anomalia termica negativa di circa 2°C rispetto alla media del periodo 1971-2000 ed è risultato il 13° mese di febbraio più freddo nella distribuzione storica degli ultimi 61 anni. Occorre andare indietro fino a febbraio 2012 per trovare un mese dell'anno con uno scarto termico negativo più marcato nel nuovo millennio. L'episodio di freddo intenso degli ultimi tre giorni del mese ha dato un contributo determinante a tale anomalia. Le precipitazioni sono state inferiori alla media degli anni 1971-2000, con un deficit di 12.9 mm (pari al 23%) e febbraio 2018 si pone così al 29° posto nella distribuzione storica dei mesi di febbraio più asciutti dal 1958 ad oggi.

In Piemonte il mese di settembre 2018 è risultato caldo e secco. In dettaglio è stato il 3° mese di settembre con la temperatura media più elevata degli ultimi 61 anni ed un'anomalia positiva di 2.7°C rispetto alla media del periodo 1971-2000. Inoltre ha avuto un deficit precipitativo pari a 56.5 mm (-57%), risultando il 18° mese di settembre più secco nella distribuzione storica dal 1958 ad oggi.

In dettaglio per quanto riguarda quanto misurato in via Artisti a Torino, il valore medio della temperatura di tutto il periodo estivo è stata di 20.8°C (Tabella 5); il valore massimo orario si è raggiunto l'11 settembre con un valore pari a 30°C; nella campagna invernale la media registrata è stata di 3.3 °C con un massimo di 10,2 °C il 10 febbraio ed un minimo di -4.6 °C raggiunto il 28 febbraio.

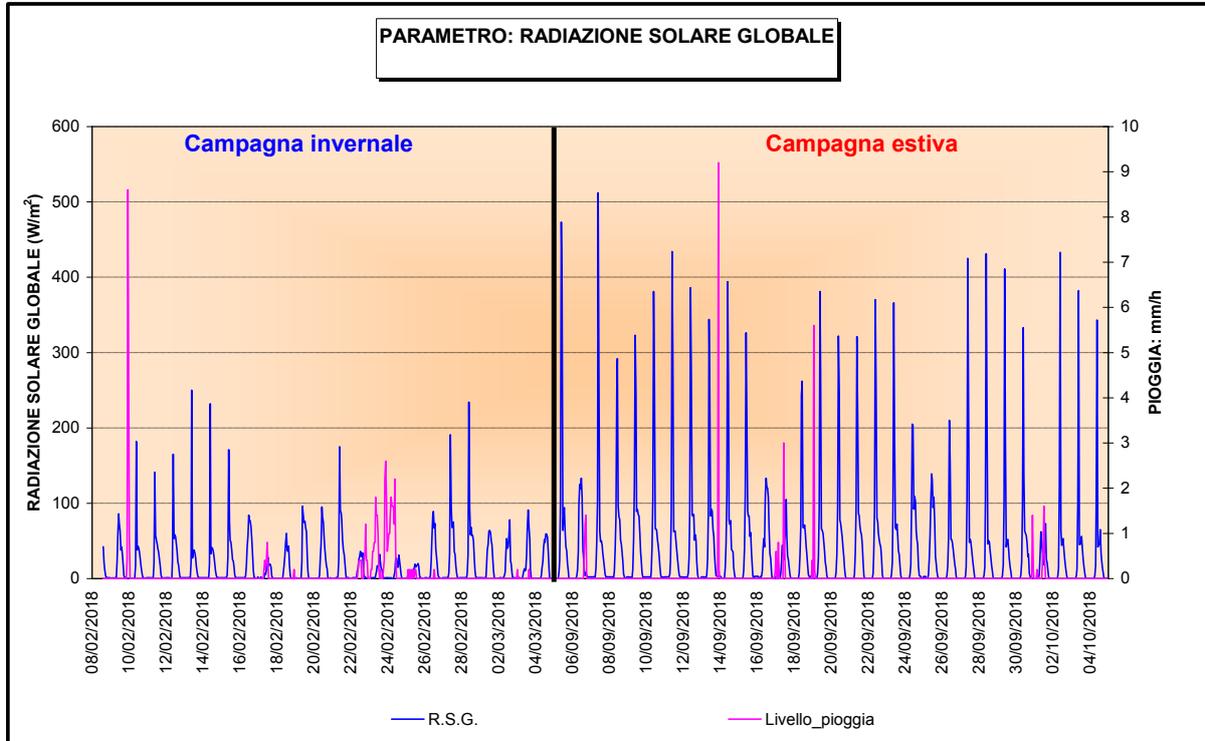
La Figura 2 mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) e delle precipitazioni nel corso delle campagne di monitoraggio. Sia la campagna estiva che quella invernale hanno registrato vari eventi piovosi; come si evince dal grafico in queste giornate è corrisposto un abbassamento della radiazione solare globale a causa della copertura nuvolosa. In assenza di copertura nuvolosa i valori massimi di radiazione solare, che si osservano nelle ore centrali della giornata.

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.

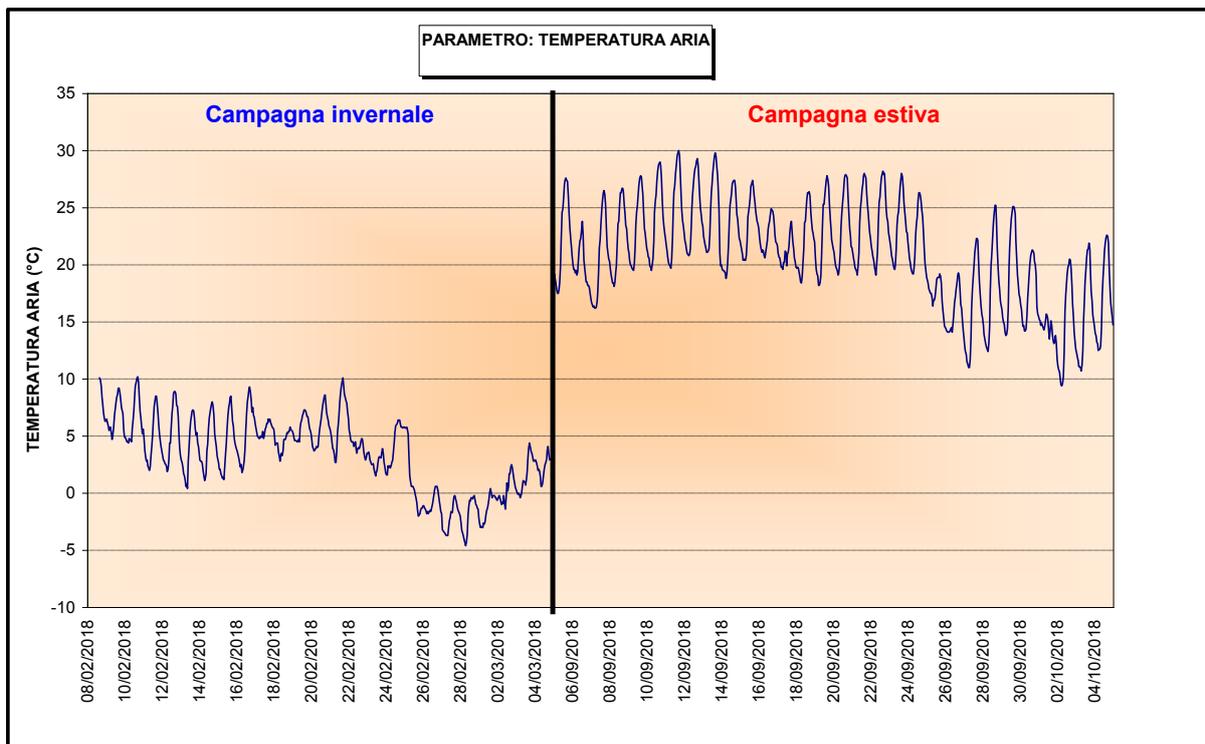
***Tabella 5: Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso delle campagne di monitoraggio***

	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE		TEMPERATURA		UMIDITA' RELATIVA		PRESSIONE ATMOSFERICA		VELOCITA' VENTO	
	W/m <sup>2</sup>		°C		%		hPa		m/s	
	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate
Minima media giornaliera	6.0	16.6	-2.1	14.3	36.2	49.0	972.6	984.2	0.3	0.2
Massima media giornaliera	29.5	58.4	6.8	24.7	90.6	80.9	996.7	1009.1	1.2	1.3
Media delle medie giornaliere	17.3	41.3	3.3	20.8	70.6	64.4	985.4	992.7	0.6	0.5
Giorni validi	24	30	24	30	23	30	24	30	23	30
Percentuale giorni validi	96%	100%	96%	100%	92%	100%	96%	100%	92%	100%
Media dei valori orari	17.1	41.3	3.4	20.8	70.6	64.4	985.5	992.7	0.6	0.5
Massima media oraria	250.0	512.0	10.2	30.0	97.0	93.0	999.0	1012.0	2.5	2.6
Ore valide	586	720	586	720	562	720	586	720	562	700
Percentuale ore valide	98%	100%	98%	100%	94%	100%	98%	100%	94%	97%

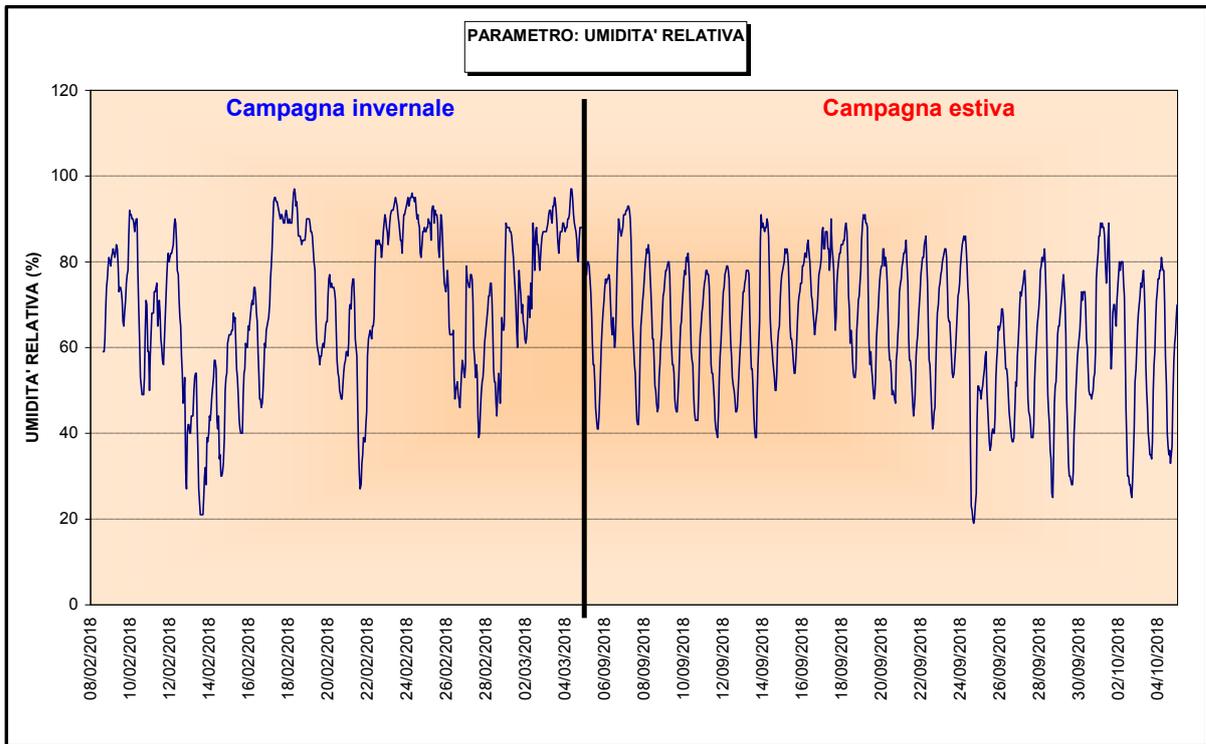
**Figura 2 – Andamento della radiazione solare globale e livello pioggia nel corso delle campagne di monitoraggio**



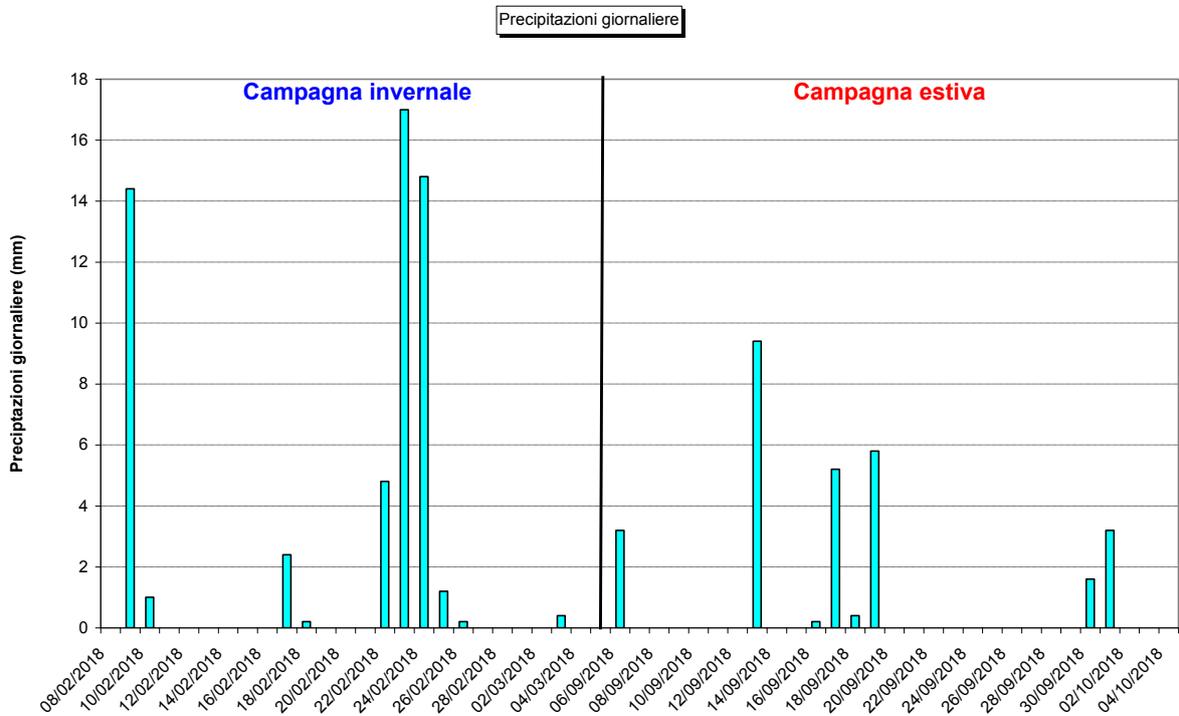
**Figura 3 – Andamento della temperatura nel corso delle campagne di monitoraggio**



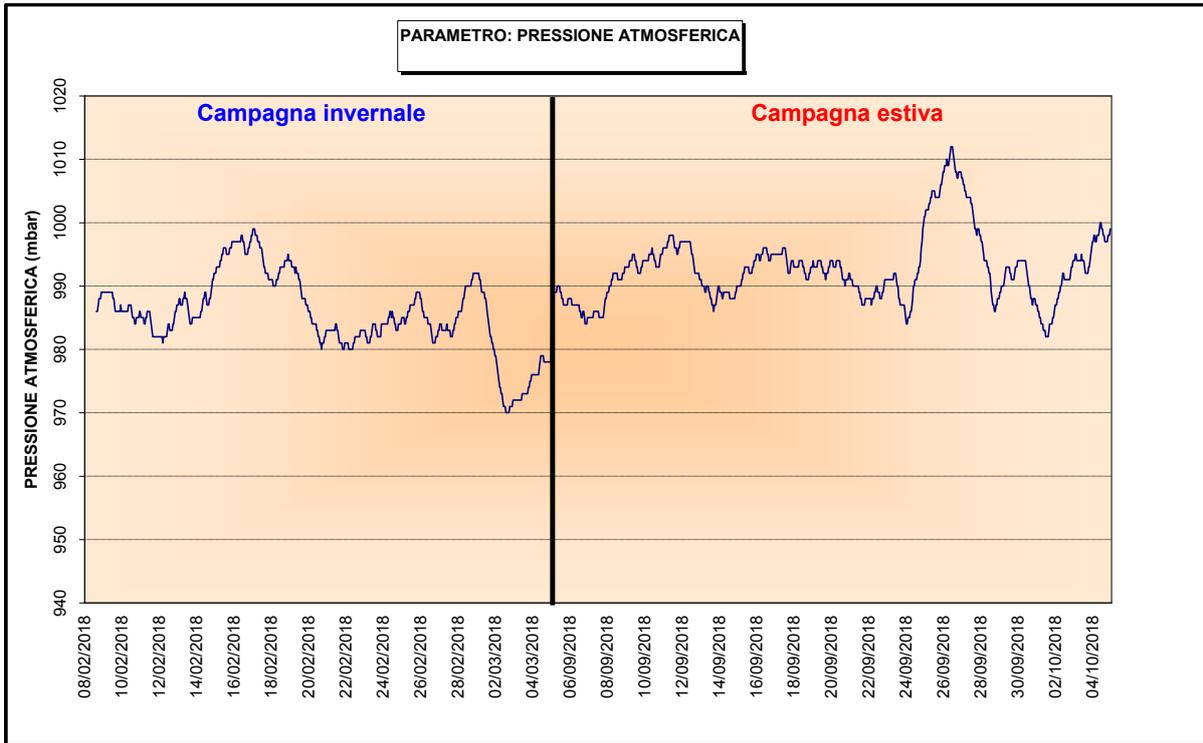
**Figura 4– Andamento dell'umidità relativa nel corso delle campagne di monitoraggio**



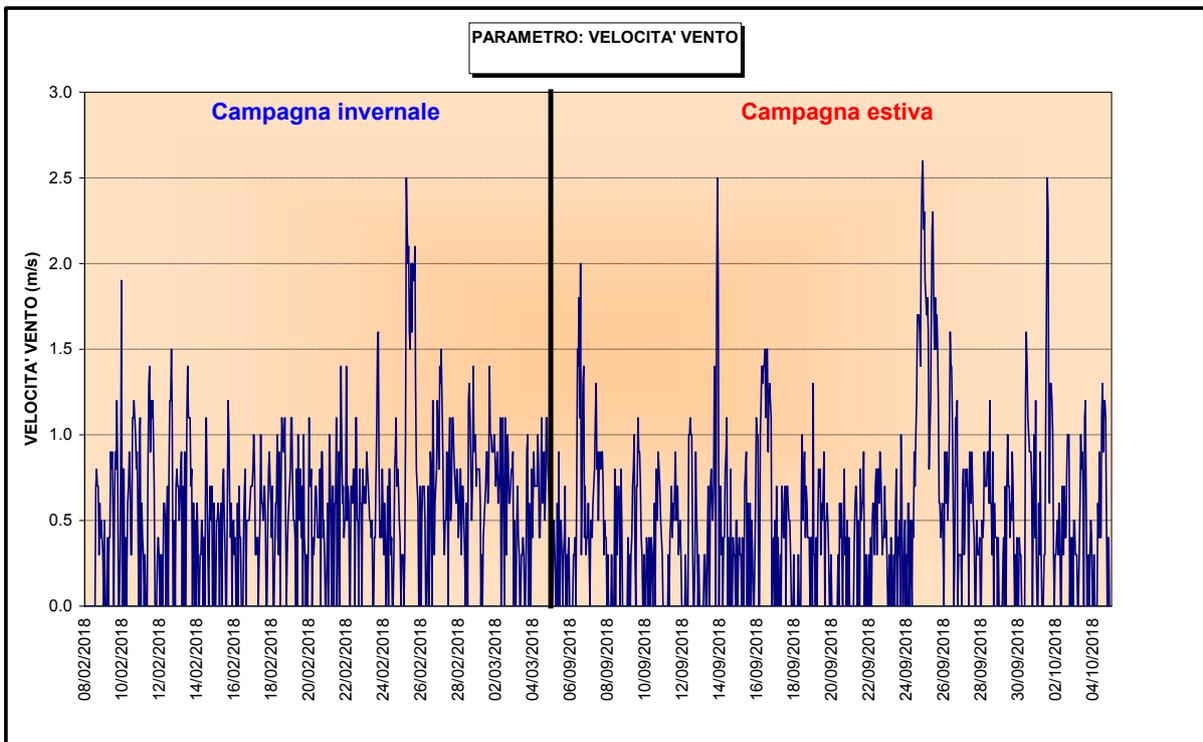
**Figura 5 – Andamento delle precipitazioni nel corso delle campagne di monitoraggio**



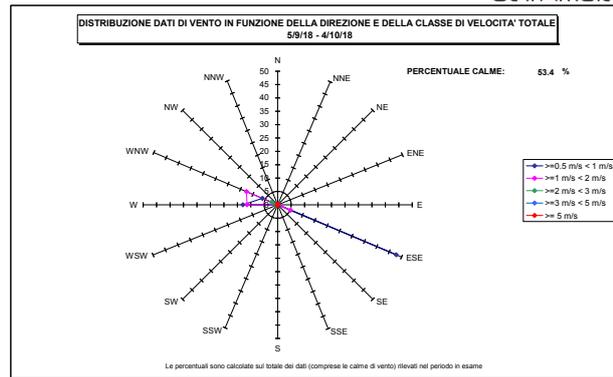
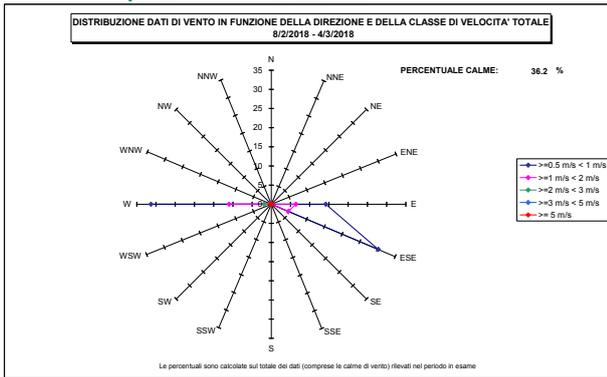
**Figura 6– Andamento della pressione atmosferica nel corso delle campagne di monitoraggio**



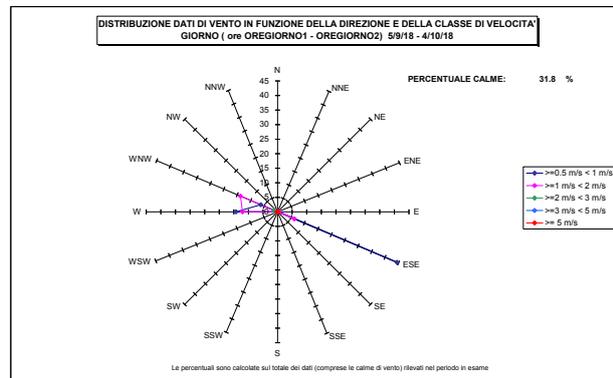
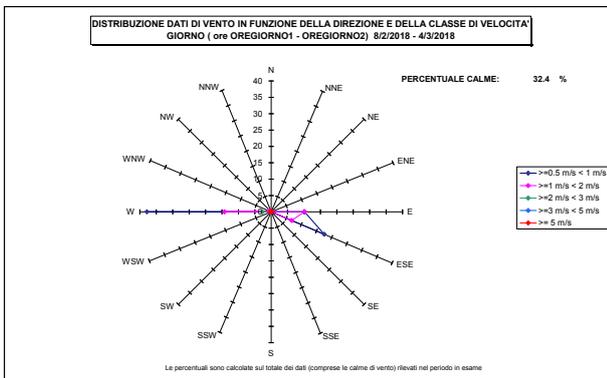
**Figura 7– Andamento della velocità del vento nel corso delle campagne di monitoraggio**



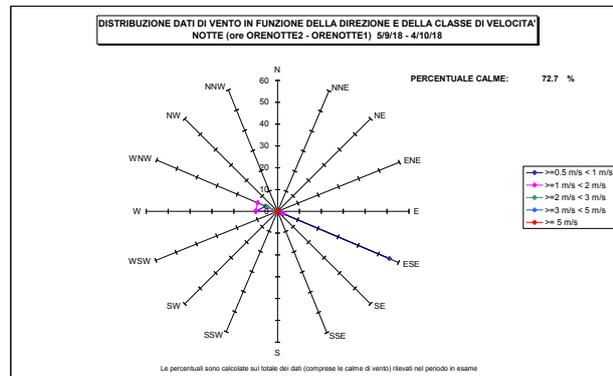
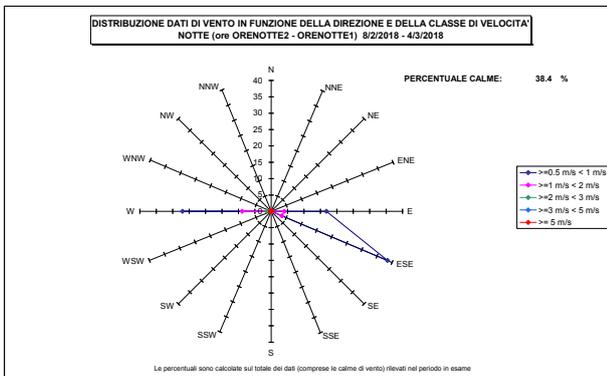
**Figura 8– Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale**



**Figura 9- Rosa dei venti diurna**



**Figura 10- Rosa dei venti notturna**



Le rose dei venti evidenziano la presenza di venti prevalentemente provenienti dalla direzione ESE. Si deve considerare comunque che il laboratorio mobile è stato posto in una zona circondata da abitazioni e costruzioni superiori all'altezza del palo meteorologico, soprattutto ai lati nord - est e sud - ovest, pertanto i venti provenienti da queste direzioni sono stati schermati.

Durante il periodo invernale di monitoraggio le calme di vento sono state circa il 36% e la massima velocità oraria del vento è stata 1.5 m/s; pertanto si può concludere che il periodo è stato caratterizzato da una bassa ventosità. Durante il periodo estivo le calme di vento sono state circa il 53% e la massima velocità oraria del vento è stata 2.6 m/s il 24 settembre.

## ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

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 riportano di seguito le formule chimiche degli inquinanti, utilizzate come abbreviazioni:

C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	BENZENE
NO <sub>2</sub>	BIOSSIDO DI AZOTO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
O <sub>3</sub>	OZONO
PM <sub>10</sub>	PARTICOLATO SOSPESO PM <sub>10</sub>
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	TOLUENE

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

La relazione è inoltre disponibile sul sito

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/torino/aria/relazioni-mezzo-mobile/elenco-relazioni-qualita-aria>.

Nei paragrafi seguenti è riportata l'analisi statistica dei dati rilevati nel corso della campagna di monitoraggio, con particolare attenzione a quelli che presentano una particolare criticità nel semestre freddo dell'anno, vale a dire biossido di azoto, PM10 e PM2.5 .

### 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<sup>3</sup>), infatti si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare i gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione, per cui i valori più elevati si raggiungono in zone caratterizzate da intenso traffico rallentato.

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

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

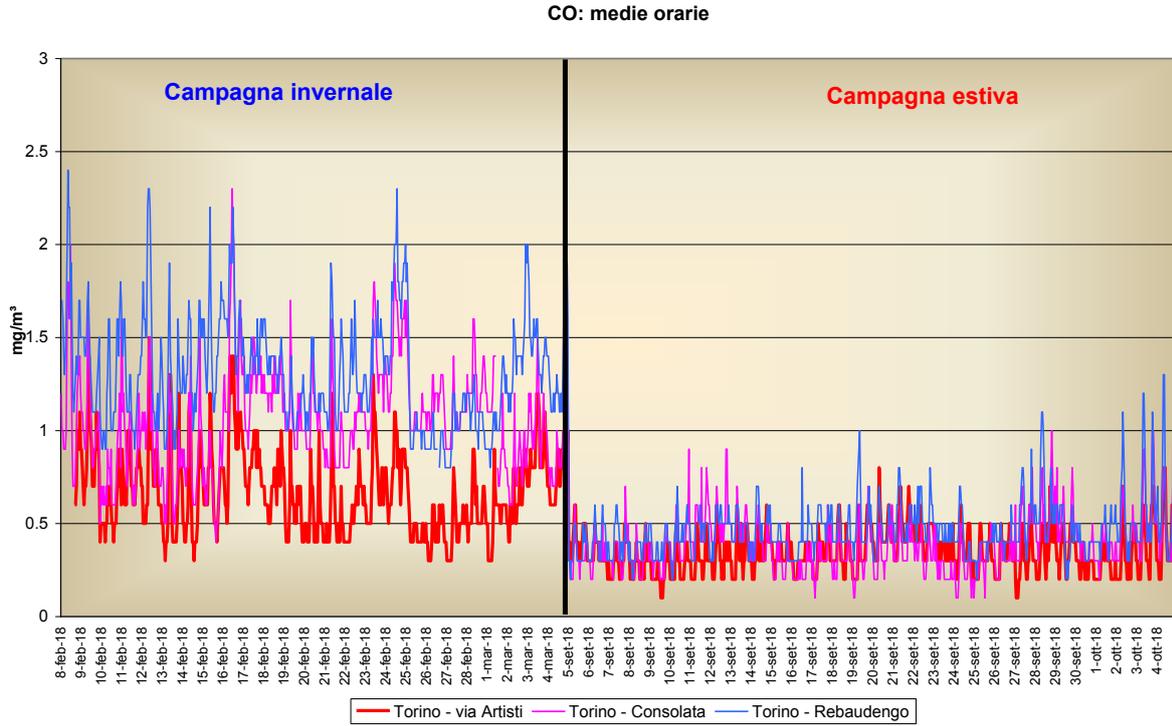
valori registrati attualmente rispettano ampiamente i limiti normativi.

Durante la campagna di monitoraggio in via Artisti non si sono osservate criticità per questo parametro. La Tabella 6 e la Figura 11 evidenziano infatti che non si sono registrati superamenti del valore di 10 mg/m<sup>3</sup> che, in base alla normativa vigente, è il limite da non superare come media di otto ore consecutive.

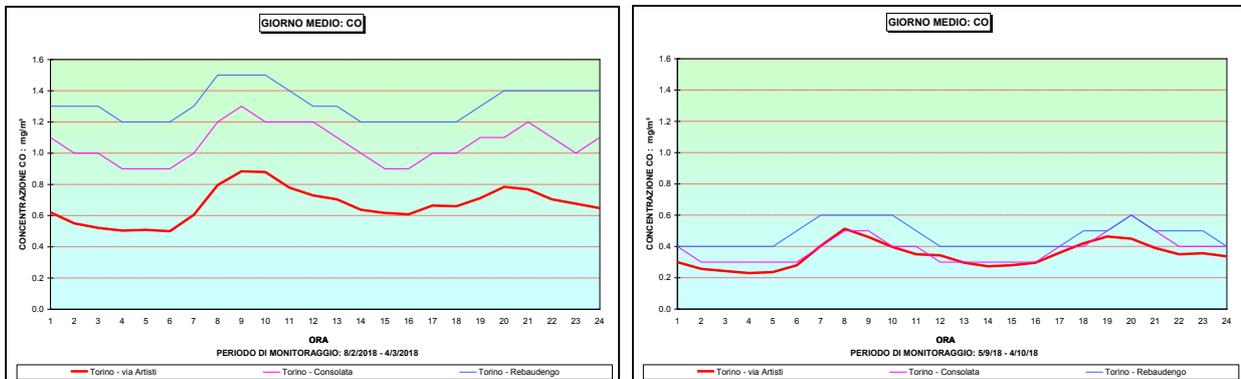
**Tabella 6 – Dati relativi al monossido di Carbonio (CO (mg/m<sup>3</sup>))**

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	0.5	0.2
Massima media giornaliera	1.0	0.5
Media delle medie giornaliere	0.7	0.3
Giorni validi	24	30
Percentuale giorni validi	96%	100%
Media dei valori orari	0.7	0.3
Massima media oraria	1.5	0.8
Ore valide	584	720
Percentuale ore valide	97%	100%
Minimo medie 8 ore	0.3	0.2
Media delle medie 8 ore	0.7	0.3
Massimo medie 8 ore	1.8	0.6
Percentuale medie 8 ore valide	97%	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 10)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Figura 11 - CO andamento orario.**



**Figura 12 - CO giorno medio.**



## Ossidi di Azoto

Gli ossidi di azoto vengono generati da tutti i processi di combustione (prevalentemente dalla circolazione veicolare e dalle emissioni da riscaldamento), qualsiasi sia il tipo di combustibile usato.

Per il monossido di azoto la normativa non prevede valori limite, ma questo inquinante viene comunque misurato in quanto partecipa ai fenomeni di inquinamento fotochimico e si trasforma in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono; per tale inquinante la normativa non prevede dei limiti di concentrazione nell'aria per la protezione della salute umana.

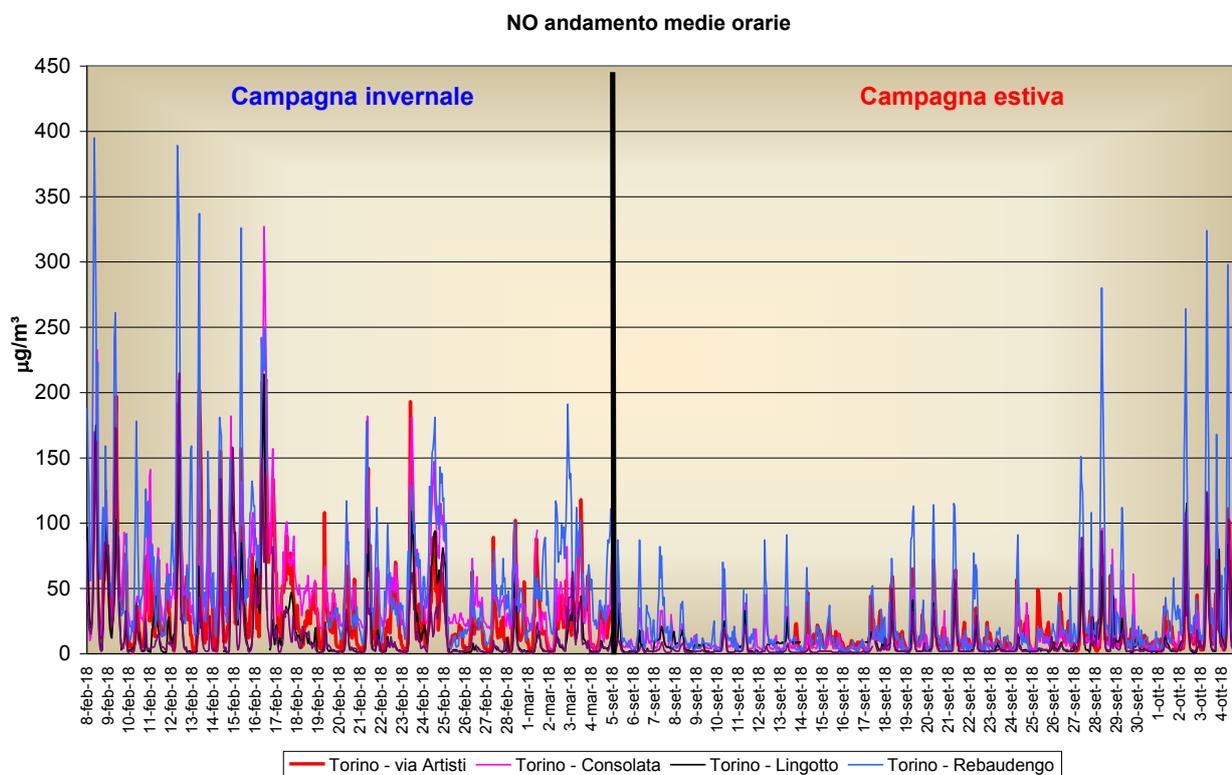
Durante le campagne di monitoraggio i livelli di NO registrano un valore massimo pari a 102  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel periodo invernale (Tabella 7).

Confrontando i dati con quelli osservati in altre stazioni della Città di Torino, si può notare che i valori siano inferiori a quelli registrati nelle stazioni di piazza Rebaudengo, storicamente la stazione in cui vengono monitorati i valori più alti degli inquinanti atmosferici in città, e Torino - Consolata, quest'ultima analoga al sito di via Artisti in quanto ubicata in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.

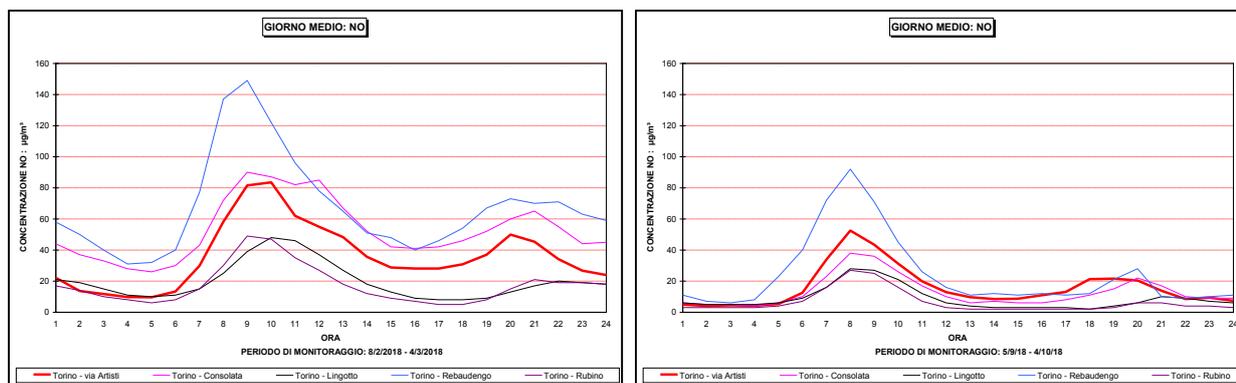
**Tabella 7 - Dati relativi al monossido di azoto (NO) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	15	6
Massima media giornaliera	102	33
Media delle medie giornaliere	36	16
Giorni validi	24	21
Percentuale giorni validi	96%	70%
Media dei valori orari	36	16
Massima media oraria	210	111
Ore valide	584	514
Percentuale ore valide	97%	71%

**Figura 13 – NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio**



**Figura 14 - NO: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio**



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 NO<sub>2</sub> è piuttosto complessa, in quanto si tratta di un inquinante di origine mista, vale a dire in parte originato direttamente dai fenomeni di combustione e indirettamente dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto (NO) all'interno di un insieme complesso di reazioni fotochimiche.

Nel corso della campagna di monitoraggio in via Artisti, l'andamento dell'NO<sub>2</sub> registra un valore medio di 52 µg/m<sup>3</sup> in inverno, con un picco di 115 µg/m<sup>3</sup>; mentre in estate il valore medio è di 45 µg/m<sup>3</sup>, con un picco di 144 µg/m<sup>3</sup>; non si verifica nessun superamento dei limiti (vedi Tabella 8).

**Tabella 8 – Dati relativi al biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)**

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	34	3
Massima media giornaliera	79	64
Media delle medie giornaliere	52	45
Giorni validi	24	21
Percentuale giorni validi	96%	70%
Media dei valori orari	52	45
Massima media oraria	115	144
Ore valide	584	514
Percentuale ore valide	97%	71%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>

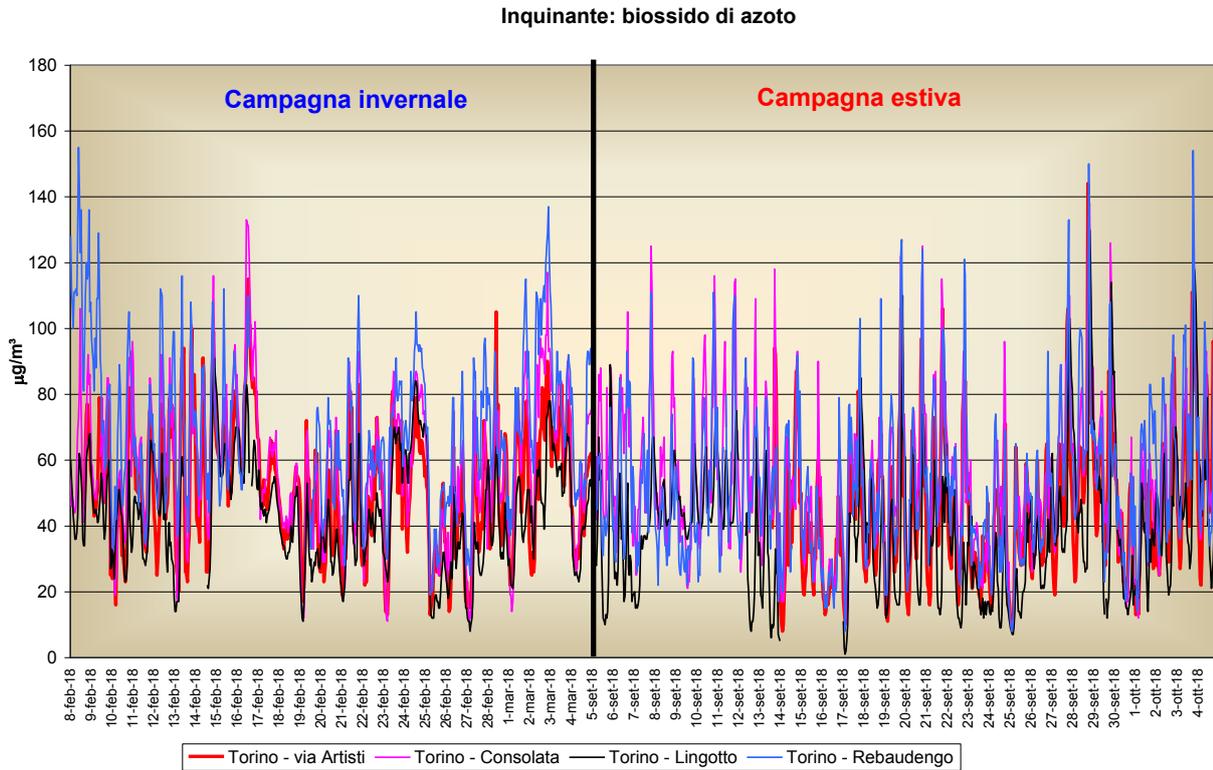
Dal grafico di Figura 15 e Figura 16 si nota che i livelli di concentrazione dell'NO<sub>2</sub> sono poco al di sotto delle concentrazioni misurate in via Consolata, presentano due picchi, uno intorno alle 10 e uno intorno alle 20, analogamente al profilo del monossido di azoto. A differenza di quest'ultimo però il picco serale è molto più pronunciato, in particolare nel periodo estivo, ed appare molto probabilmente legato a fenomeni di formazione secondaria dell'NO<sub>2</sub>. In estate il monossido di azoto (NO) reagisce con l'ozono (O<sub>3</sub>) ossidandosi a NO<sub>2</sub>, mentre d'inverno, quando le concentrazioni di ozono sono molto minori il picco serale di NO<sub>2</sub> è meno pronunciato.

Il D.Lgs. 155/2010 prevede per il biossido di azoto anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m<sup>3</sup>. Visto che la durata delle due campagne non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate. Si può però valutare un confronto tra la media rilevata nel periodo di monitoraggio in via Artisti rispetto a quella rilevata in altre stazioni della rete regionale, considerando solo quelle che hanno almeno il 90% dei dati validi, elencate in Tabella 9.

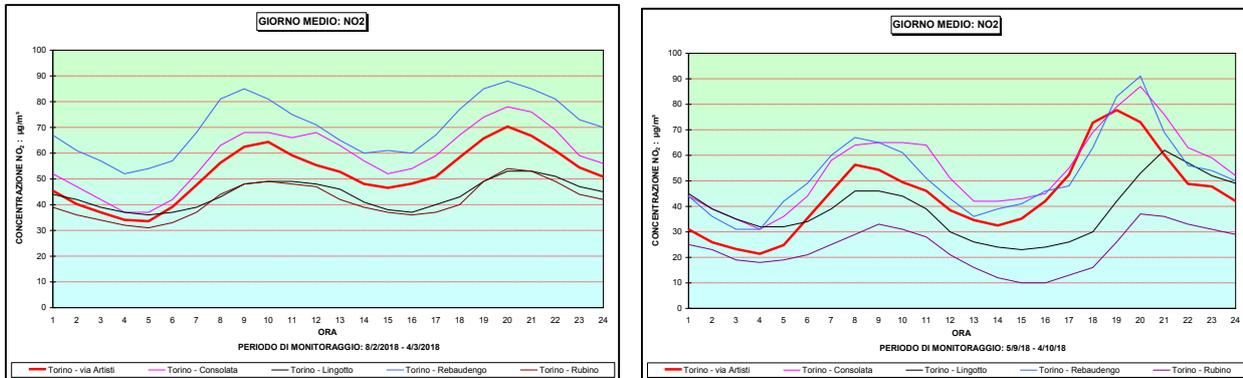
Per poter stimare la media annuale di NO<sub>2</sub> in via Artisti si sono correlate le concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate nel periodo di monitoraggio in tutte le stazioni con le medie annuali misurate nelle stesse stazioni. Il risultato è riportato in Figura 17.

La stima ottenuta per il 2018 è di 42 µg/m<sup>3</sup>, superiore al limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>. Si può quindi affermare che il sito si collochi tra quelli più critici a livello provinciale, insieme ad altre stazioni di traffico torinesi e dell'area metropolitana.

**Figura 15 – NO<sub>2</sub> : confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio**



**Figura 16 – NO<sub>2</sub> : andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio**



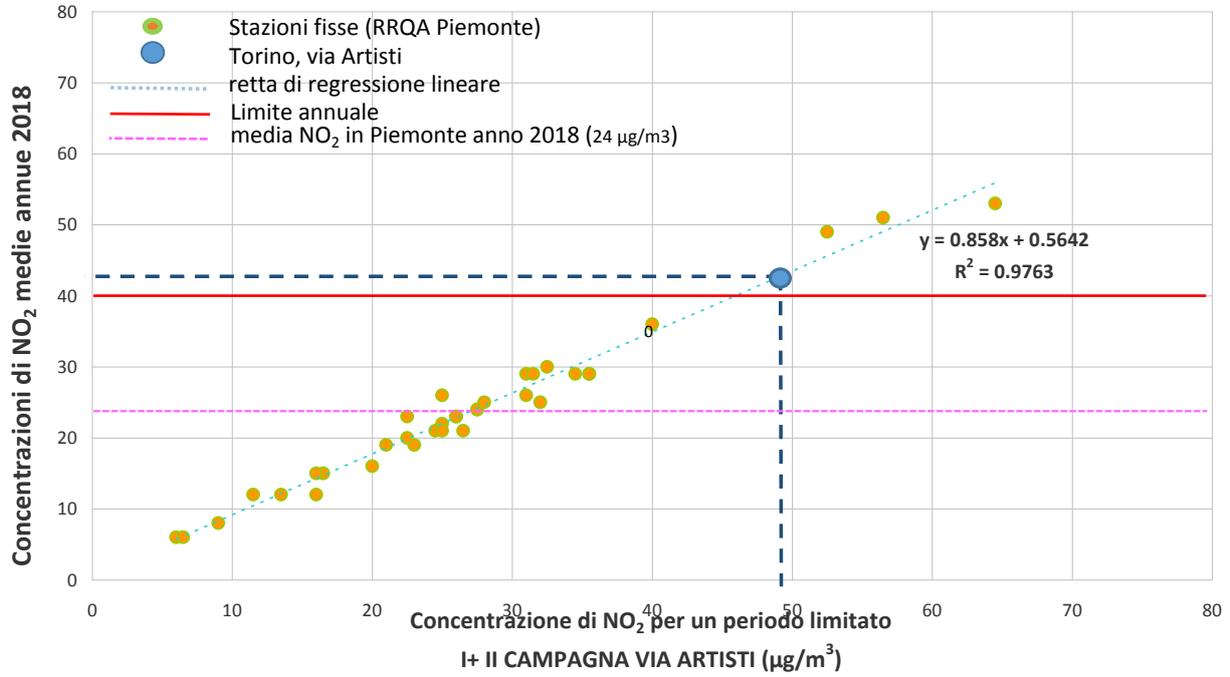
**Tabella 9 - NO<sub>2</sub> - confronto medie del periodo di monitoraggio con medie annuali 2018 in Regione Piemonte**

Stazione	media periodo campagna invernale	media periodo campagna estiva	Media 2 campagne	Media annuale 2018
	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Alba - Tanaro	32	17	25	21
Alessandria - Volta	33	22	28	24
Asti - D'Acquisto	32	20	26	23
Baceno - Alpe Devero	7	5	6	6
Biella - Sturzo	30	12	21	19
Borgaro T. - Caduti	47	24	36	29
Borgomanero - Molli	34	21	28	24
Borgosesia - Tonella	24	9	17	15
Bra - Madonna Fiori	30	20	25	22
Carmagnola - I Maggio	46	34	40	36
Casale M.to - Castello	39	17	28	25
Castelletto T. - Fontane	30	20	25	21
Cerano - Bagno	39	25	32	25
Ceresole Reale - Diga	8	5	7	6
Chieri - Bersezio	31	15	23	19
Cigliano-Autostrada	38	24	31	29
Collegno - Francia	68	61	65	53
Cuneo - Alpini	36	16	26	23
Domodossola - Curotti	20	12	16	15
Druento - La Mandria	24	8	16	12
Ivrea - Liberazione	33	20	27	21
Leini'(ACEA) - Grande Torino	31	19	25	26
Mondovi' - Aragno	25	20	23	23
Novara - Roma	65	40	53	49
Novi Ligure - Gobetti	49	22	36	29
Oleggio - Gallarate	31	32	32	29
Omegna - Crusinallo	39	23	31	26
Orbassano - Gozzano	45	24	35	29
Oulx - Roma	29	16	23	20
Pieve Vergonte - Industria	17	10	14	12
Revello - Staffarda	14	9	12	12
Saliceto - Moizo	13	5	9	8
Susa - Repubblica	30	10	20	16
<b>Torino – via Artisti</b>	<b>52</b>	<b>45</b>	<b>49</b>	<b>42(*)</b>
Torino - Consolata	59	54	57	51
Torino - Rubino	42	23	33	30
Treccate - Verra	39	22	31	26
Verbania - Gabardi	41	19	30	27
Vinchio - San Michele	15	8	12	12

(\*) media annua stimata

**Figura 17 – NO<sub>2</sub>: Stima della concentrazione media annuale nel 2018 in Torino – via Artisti**

**Stima della concentrazione di NO<sub>2</sub> nel 2018 a Torino, via Artisti**



## Benzene e Toluene

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

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

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

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

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).

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

La normativa vigente (DLgs 155 del 13/8/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da rispettare dal 2010 in avanti.

Durante la campagna di monitoraggio, vedi Tabella 10, si registrano valori di benzene con una media del periodo invernale pari a  $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore massimo di  $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mentre nel periodo estivo la media è  $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore massimo di  $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Dalla Figura 18 si può vedere come i dati di benzene in Via Artisti abbiano valori intermedi tra piazza Rebaudengo e via Consolata.

La normativa vigente (D.Lgs. 155/2010) prevede per il benzene un valore limite annuale di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; poiché 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 ricavato dal rapporto fra la media delle medie giornaliere dei due periodi e un fattore ricavato come descritto nella nota.

Applicando tale procedimento, la media annuale stimata per il 2018 è pari a  $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valori di molto inferiori al limite (Figura 20).

**Nota**

Si sono calcolate le medie di benzene, per il periodo della campagna, di tutte le stazioni del territorio provinciale; dal rapporto con la media dell'anno 2018 si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne a Torino-via Artisti permette di ricavare la stima annuale per l'anno 2018:

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

dove

**m<sub>c</sub>** : media periodo campagna benzene Torino-via Artisti

**M<sub>c</sub>** : media stimata anno 2018 benzene Torino-via Artisti

**m<sub>p</sub>** : media periodo campagna benzene Provincia di Torino

**M<sub>p</sub>** : media anno 2018 benzene Provincia di Torino

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/m<sup>3</sup> 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 in periodo invernale è risultata essere di 7,9 µg/m<sup>3</sup> e la massima media oraria è di 14,7 µg/m<sup>3</sup>, mentre nel periodo estivo sono state rispettivamente 8,2 e 45,8 µg/m<sup>3</sup> (

Tabella 11), valori ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

**Tabella 10** – Dati relativi al benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

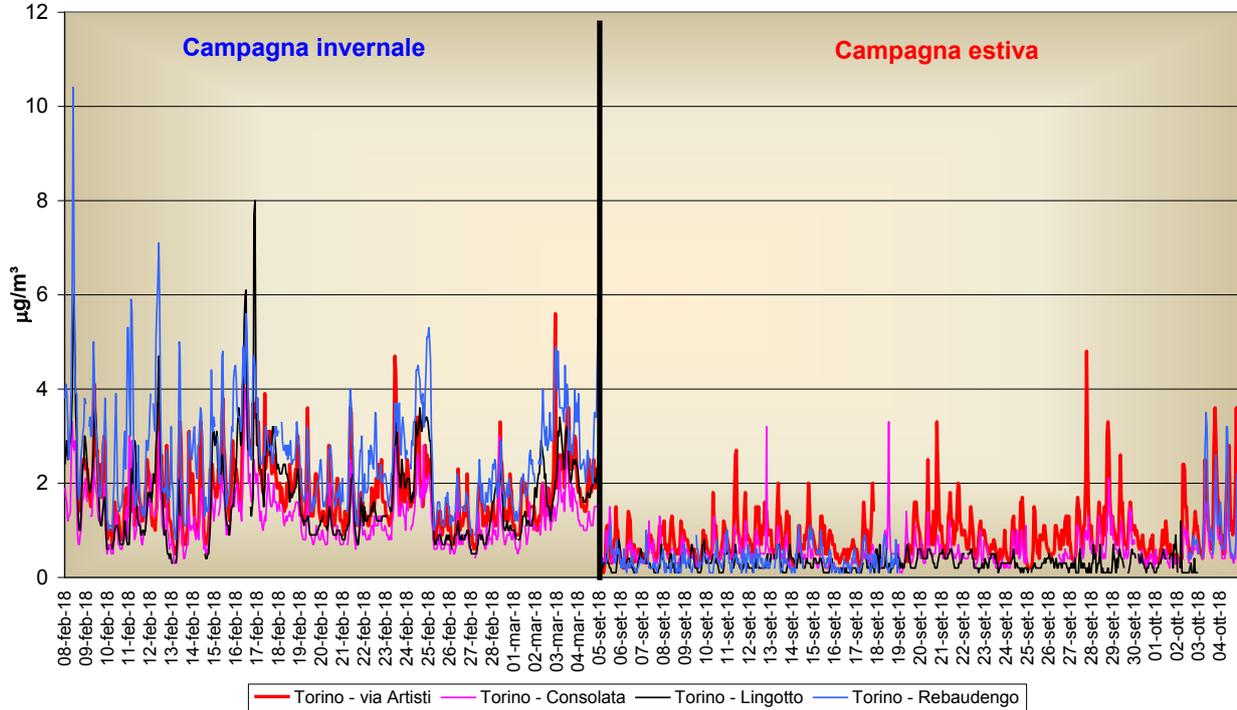
	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	1.2	0.5
Massima media giornaliera	3.0	1.4
Media delle medie giornaliere	1.8	0.9
Giorni validi	24	28
Percentuale giorni validi	96%	93%
Media dei valori orari	1.8	0.9
Massima media oraria	5.6	4.8
Ore valide	584	682
Percentuale ore valide	97%	95%

**Tabella 11**– Dati relativi al toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

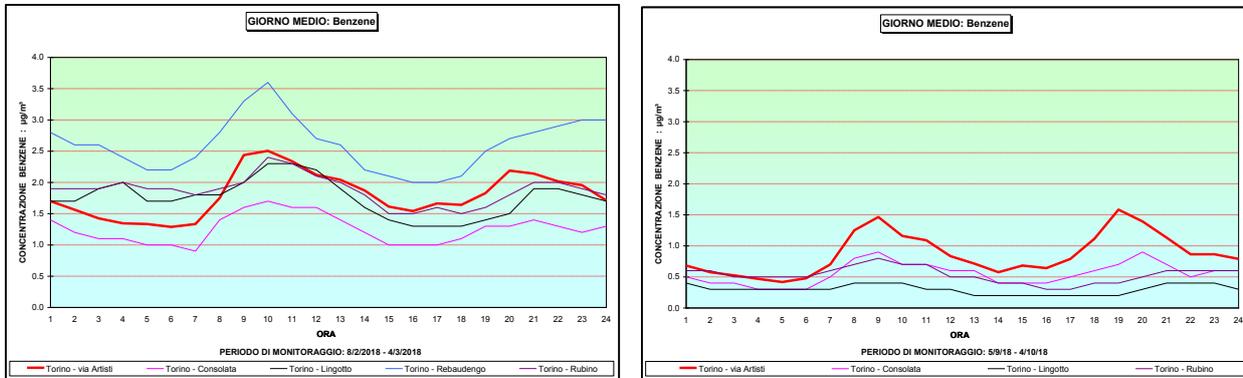
	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	1.9	2.5
Massima media giornaliera	7.9	8.2
Media delle medie giornaliere	3.4	4.7
Giorni validi	24	28
Percentuale giorni validi	96%	93%
Media dei valori orari	3.4	4.7
Massima media oraria	15.7	45.8
Ore valide	584	683
Percentuale ore valide	97%	95%

**Figura 18 – Benzene: andamento della concentrazione oraria**

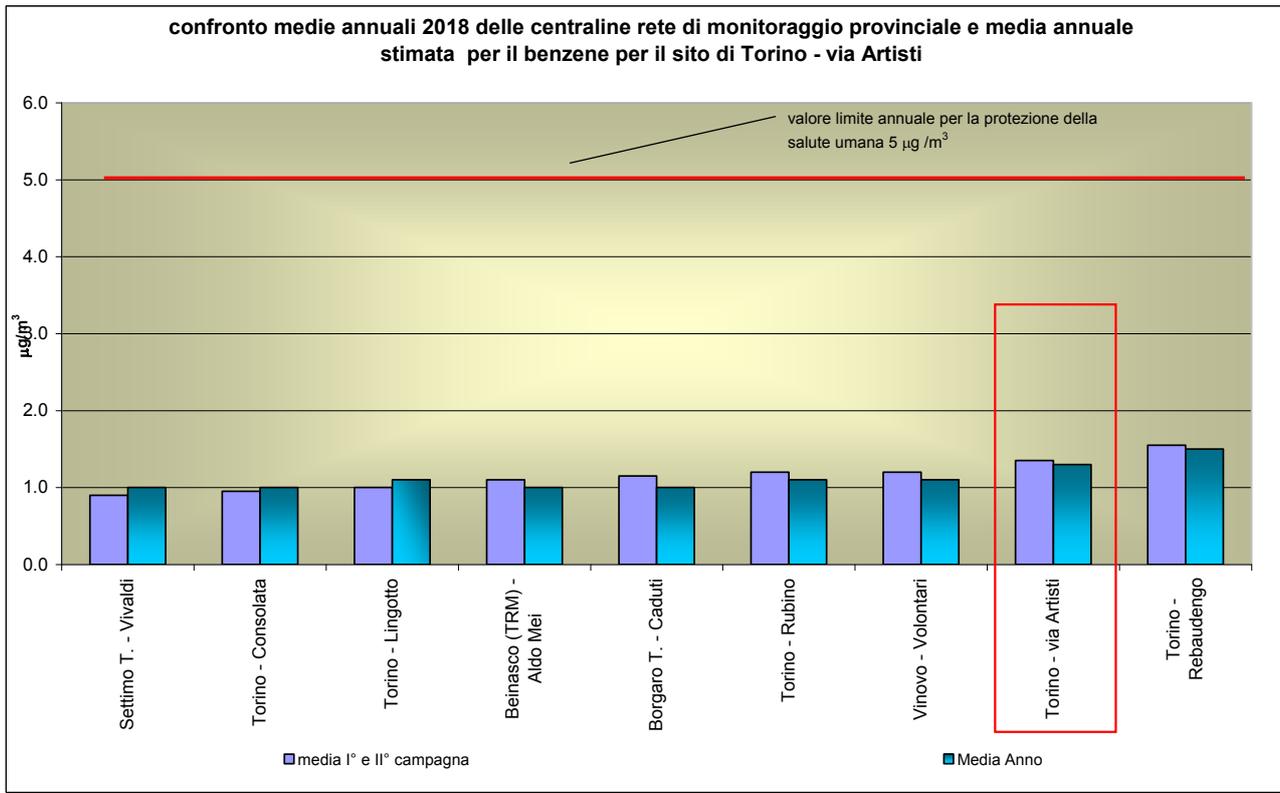
Benzene: medie orarie



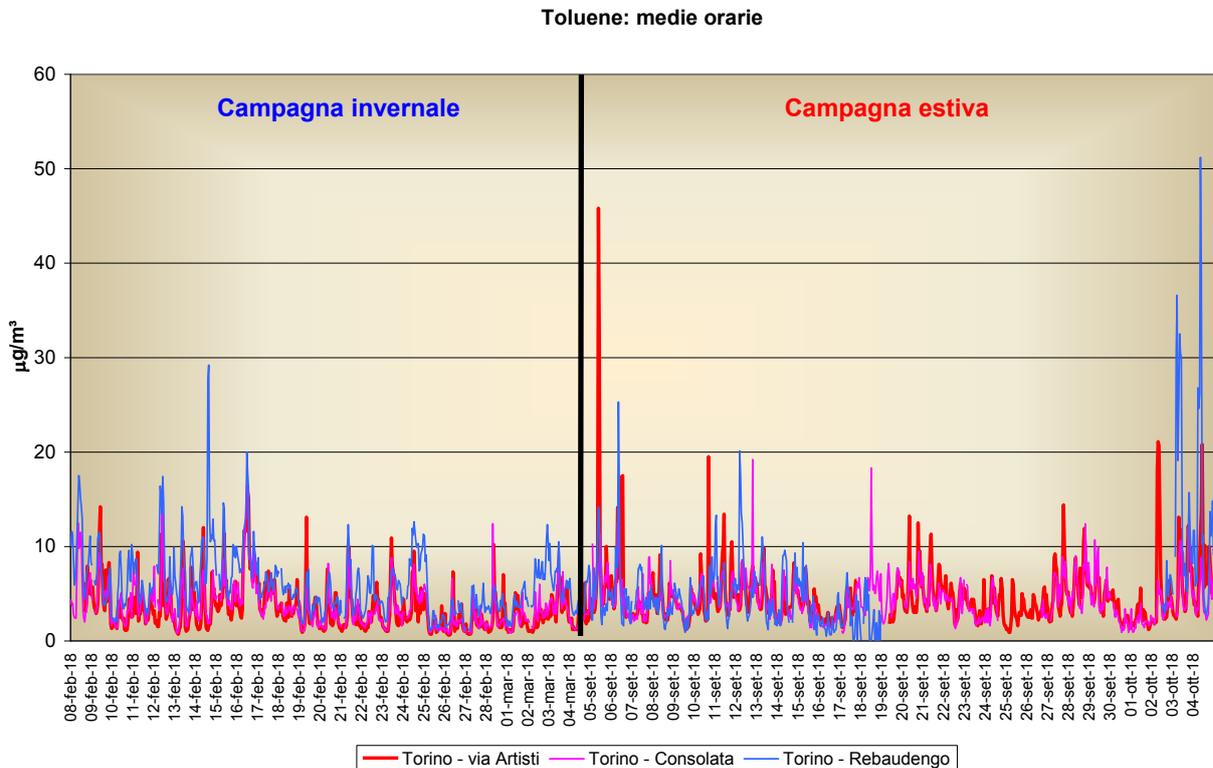
**Figura 19 – Benzene: andamento del giorno medio**



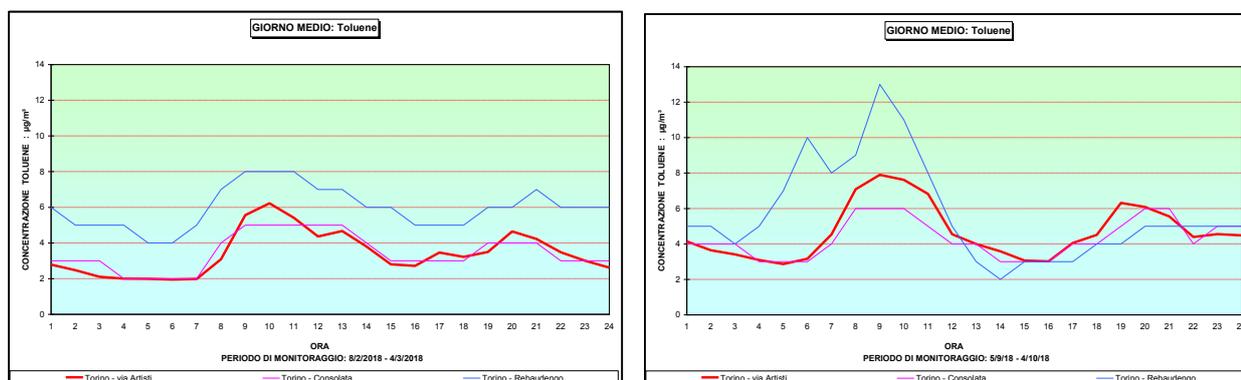
**Figura 20 – Benzene: confronto delle medie annuali 2018 e medie nel periodo delle due campagne di monitoraggio**



**Figura 21– Toluene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio**



**Figura 22 – Toluene: andamento del giorno medio**



### Particolato Sospeso (PM10 e PM2.5)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc... Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Il particolato è costituito anche da una componente secondaria, che si forma in atmosfera a seguito di complessi fenomeni chimico-fisici a carico da 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 le concentrazioni di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciati negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma, prima con il DM 60/2002 e successivamente con il DLgs 155/2010, ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM10, cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi ed inoltre gli inquinanti adsorbiti sulla polvere possono venire a contatto con gli alveoli polmonari.

Inoltre il DLgs 155/2010 introduce un limite anche per il PM2.5 (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolati come media annuale pari a 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Nella campagna di monitoraggio invernale la media dei valori di concentrazione di particolato PM10 è stata pari a 46 µg/m<sup>3</sup>, mentre in quella estiva 29 µg/m<sup>3</sup> (vedi Tabella 12), con un valore massimo giornaliero di 94 µg/m<sup>3</sup> e 9 superamenti del valore giornaliero dei 50 µg/m<sup>3</sup>, registrati entrambi nel periodo invernale, il più critico per questo inquinante.

I valori registrati durante la campagna hanno andamento simile a quelli registrati nelle altre stazioni torinesi, i dati sono quasi sovrapponibili a quelli della stazione di Torino – Consolata (Figura 23), a dimostrazione che ciò che modula l'andamento del PM10 sono sostanzialmente le condizioni atmosferiche. Il minimo invernale si è verificato il 23 febbraio, in corrispondenza del massimo nel valore di precipitazione giornaliera.

La durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), e non è possibile una comparazione diretta con le misure effettuate. Analogamente a quanto fatto per il biossido di azoto, si può però valutare un confronto tra la media rilevata nel periodo di monitoraggio in via Artisti rispetto a quella rilevata in altre stazioni della rete regionale, considerando solo quelle che hanno almeno il 90% dei dati validi, elencate in *Tabella 14*. Per poter stimare la media annuale di PM10 in via Artisti si sono correlate le concentrazioni di PM10 rilevate nel periodo di monitoraggio in tutte le stazioni con le medie annuali misurate nelle stesse stazioni. Il risultato è riportato in *Figura 24*.

La stima ottenuta per il 2018 è di  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi al di sotto del limite annuale, come per tutte le altre stazioni torinesi. Si deve considerare comunque che il valore limite della media annuale non è stato superato in nessuna stazione della Regione Piemonte, a differenza dell'anno precedente, nel quale vi era stato il superamento in più stazioni della città di Torino e nella città di Alessandria. L'anno 2018 è stato caratterizzato da temperature elevate e da abbondanti precipitazioni (è stato il 5° anno più piovoso degli ultimi 61), concentrate soprattutto nei mesi più freddi, che hanno determinato su gran parte del territorio una maggiore capacità di dispersione degli inquinanti e una conseguente diminuzione dei livelli del particolato in aria ambiente.

Per stimare il numero di superamenti nel corso dell'anno ci si è basati sulle elaborazioni effettuate per valutare quale sia la media annuale da conseguire per rispettare il valore limite giornaliero. Tali elaborazioni si possono reperire sull'edizione 2014 di "Uno Sguardo all'Aria" (Arpa Piemonte, Città Metropolitana di Torino), nel capitolo "Analisi del rapporto di correlazione fra media annuale e numero di superamenti del valore limite per il particolato PM10 – La situazione nella Città Metropolitana di Torino nel quadro europeo". Sulla base di tali considerazioni il valore di media annuale "efficace" di PM10, che permette di rispettare anche il valore limite giornaliero, risulta pari a circa  $24,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a livello piemontese, pertanto in via Artisti, avendo stimato una media annuale di  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il 2018, il numero di superamenti sarebbe intorno a 60-65, quindi superiori ai 35 consentiti dalla legge in un anno. Le stime confermano la criticità del rispetto del numero massimo di superamenti giornalieri a livello regionale nei siti di pianura.

In *Tabella 13* sono riportati i dati relativi al PM2.5 durante le due campagne: la media dei valori di concentrazione di particolato PM2.5 è stata pari a  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nella prima campagna e 15 nella seconda, il valore massimo giornaliero di  $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  si è verificato nella campagna invernale. I valori sono intermedi tra quelli di Torino-Lingotto e Settimo Torinese (*Figura 25*) e rappresentano il 76 % del PM10 nella prima campagna e il 52 % nella seconda. Nel territorio provinciale i valori nelle stazioni di pianura sono molto omogenei tra loro (*Tabella 15*); tale situazione indica che, in generale, buona parte della frazione che costituisce il particolato atmosferico PM2,5 è di origine secondaria, e, in quanto tale, può aver avuto origine anche da emissioni di precursori in zone lontane rispetto al punto di campionamento.

In maniera analoga a quanto fatto per il benzene, si può stimare la media annuale del PM2.5. Considerando nelle elaborazioni le stazioni indicate in *Tabella 15*, si ottiene per via Artisti una media di  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2018, a fronte di un valore limite di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Tabella 12 – Dati relativi al particolato sospeso PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	18	18
Massima media giornaliera	94	41
Media delle medie giornaliere	46	29
Giorni validi	23	25
Percentuale giorni validi	92%	83%
<b>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</b>	<b>9</b>	<b>0</b>

**Tabella 13 – Dati relativi al particolato sospeso PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	16	6
Massima media giornaliera	68	23
Media delle medie giornaliere	36	15
Giorni validi	24	25
Percentuale giorni validi	96%	83%

**Tabella 14 - PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) confronto concentrazioni medie del periodo e anno 2018**

Stazione	media periodo invernale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	media periodo Estivo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	media 2 campagne [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	media anno 2018 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Alba - Tanaro	42	23	33	28
Alessandria - D'Annunzio	45	36	41	37
Alessandria - Volta	40	30	35	32
Arquata S. - Minzoni	35	25	30	29
Asti - Baussano	48	29	39	36
Baldissero T.(ACEA) - parco	11	9	10	8
Beinasco (TRM) - Aldo Mei	41	23	32	28
Biella - Sturzo	30	17	24	18
Borgaro T. - Caduti	43	25	34	30
Borgosesia - Tonella	36	15	26	19
Bra - Madonna Fiori	40	24	32	28
Carmagnola - I Maggio	46	33	40	36
Cerano - Bagno	40	26	33	26
Cuneo - Alpini	30	21	26	21
Dernice - Costa	15	15	15	15
Domodossola - Curotti	37	14	26	20
Druento - La Mandria	31	21	26	22
Mondovi' - Aragno	34	22	28	25
Novi Ligure - Gobetti	37	29	33	31
Saliceto - Moizo	30	16	23	22
Susa - Repubblica	31	16	24	18
<b>Torino – via Artisti</b>	<b>46</b>	<b>29</b>	<b>38</b>	<b>33(*)</b>
Torino - Consolata	47	25	36	33
Torino - Rebaudengo	56	33	45	39
Trivero - Ronco	23	17	20	15
Verbania - Gabardi	27	14	21	15
Vercelli - CONI	35	26	31	25

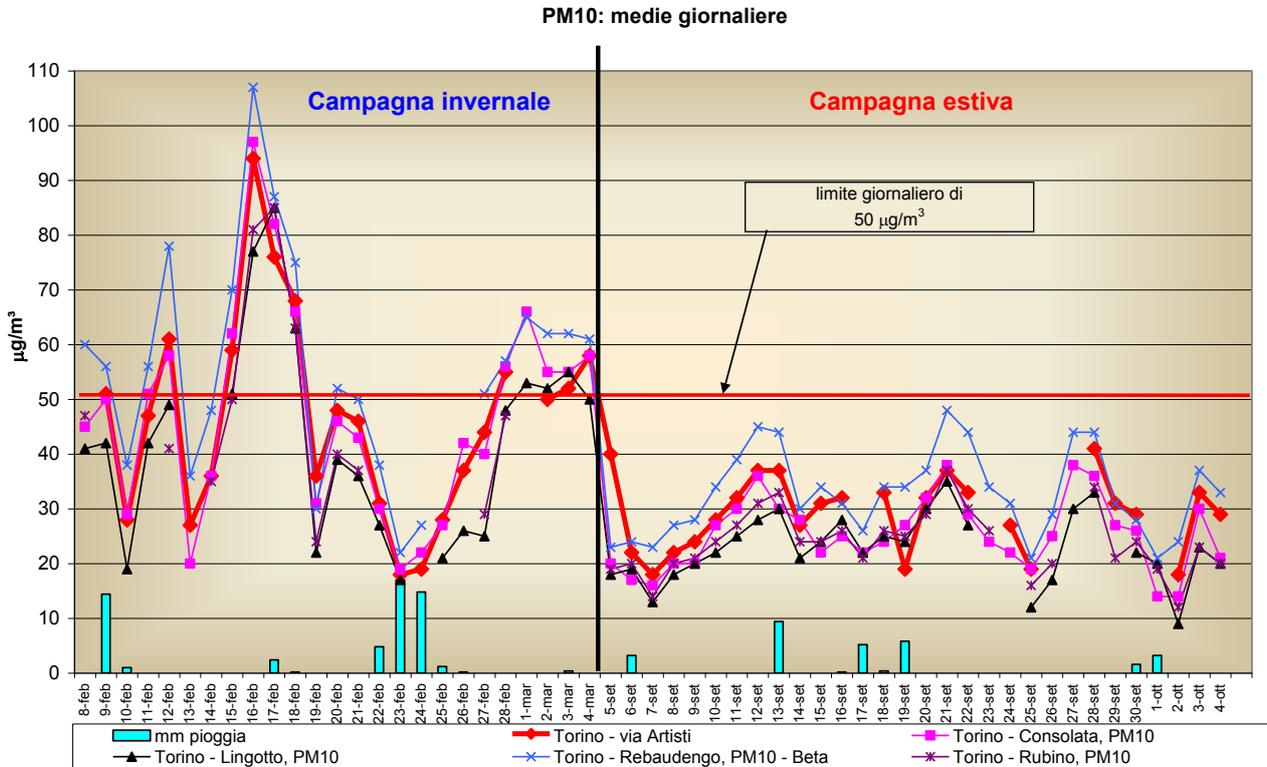
(\*) media annua stimata

**Tabella 15: PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) confronto concentrazioni medie del periodo e anno 2018**

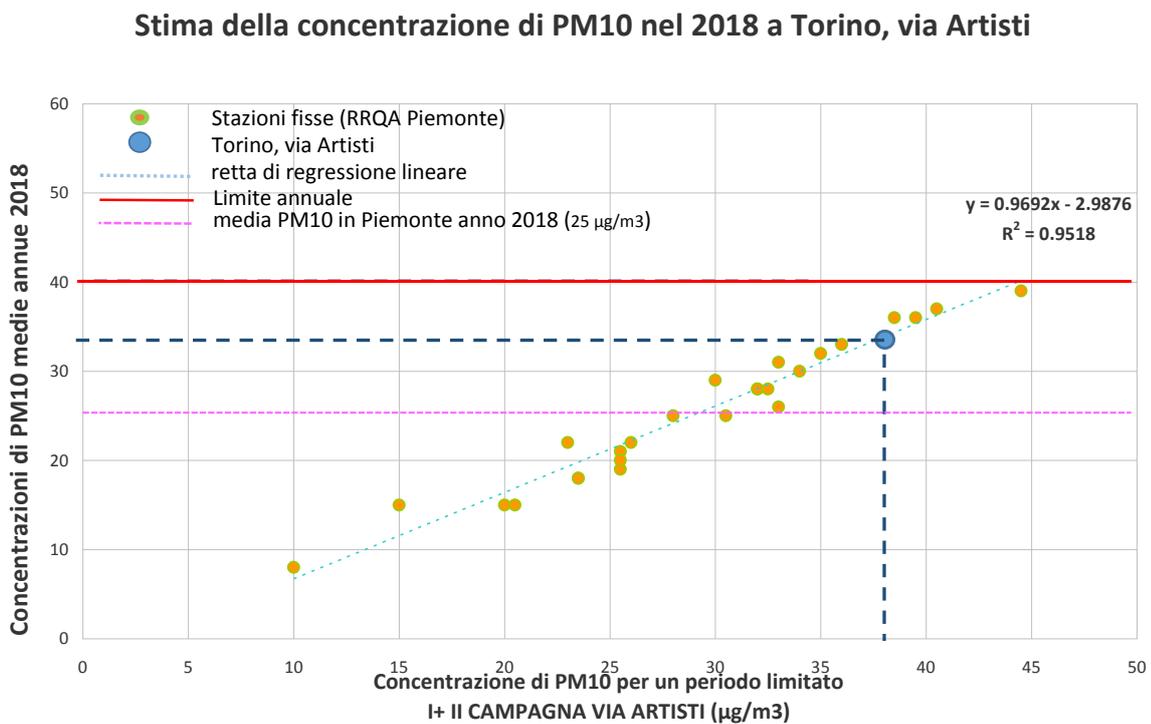
Stazione	media periodo invernale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	media periodo Estivo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	media anno 2018 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Ceresole Reale - Diga ( $\beta$ )	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>
Ivrea - Liberazione	<b>33</b>	<b>13</b>	<b>19</b>
Borgaro T. - Caduti	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>22</b>
Chieri - Bersezio	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>22</b>
Beinasco (TRM) - Aldo Mei ( $\beta$ )	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>20</b>
Torino - Rubino ( $\beta$ )	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>23</b>
Torino - Lingotto	<b>35</b>	<b>16</b>	<b>21</b>
<b>Torino - via Artisti</b>	<b>36</b>	<b>15</b>	<b>22(*)</b>
Settimo T. - Vivaldi	<b>40</b>	<b>14</b>	<b>24</b>
Torino - Rebaudengo ( $\beta$ )	<b>41</b>	<b>17</b>	<b>25</b>

**(\*)= media annuale stimata**

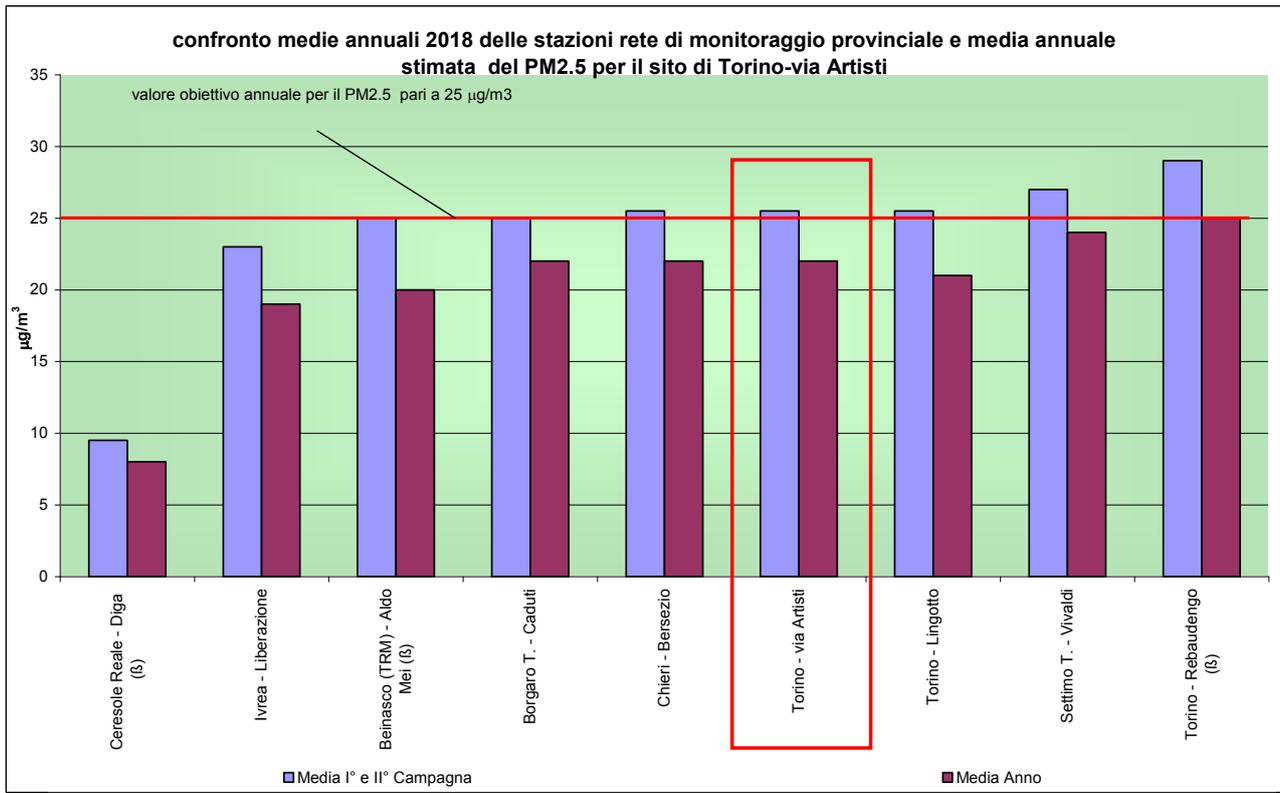
**Figura 23 – Particolato sospeso PM10: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute e con le precipitazioni giornaliere**



**Figura 24 – PM10: Stima della concentrazione media annuale nel 2018 in Torino-via Artisti**



**Figura 25 – PM2.5: confronto tra medie annuali 2018 delle stazioni della rete di monitoraggio provinciale e la media annuale stimata in Torino-via Artisti**



## Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come IPA, sono un importante gruppo di composti organici caratterizzati dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati. Gli IPA presenti in aria ambiente si originano da tutti i processi che comportano la combustione incompleta e/o la pirolisi di materiali organici. Le principali fonti di emissione in ambito urbano sono costituite dagli autoveicoli alimentati a benzina o gasolio e dalle combustioni domestiche e industriali che utilizzano combustibili solidi o liquidi. Tuttavia negli autoveicoli alimentati a benzina l'utilizzo di marmitte catalitiche riduce l'emissione di IPA dell'80-90%<sup>1</sup>. A livello di ambienti confinati il fumo di sigaretta e le combustioni domestiche possono costituire un'ulteriore fonte di inquinamento da IPA.

In termini generali la parziale sostituzione del carbone e degli oli combustibili con il gas naturale ai fini della produzione di energia ha costituito un indubbio beneficio anche in termini di emissioni di IPA. La diffusione della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico, invece, se da un lato ha indubbi benefici in termini di bilancio complessivo di gas serra, dall'altro va tenuta attentamente sotto controllo in quanto la quantità di IPA emessi da un impianto domestico alimentato a legna è 5-10 volte maggiore di quella emessa da un impianto alimentato con combustibile liquido (kerosene, gasolio da riscaldamento, ecc.)<sup>2</sup>.

In termini di massa gli IPA costituiscono una frazione molto piccola del particolato atmosferico rilevabile in aria ambiente (< 0,1%) ma rivestono un grande rilievo tossicologico, specialmente quelli con 5 o più anelli, e sono per la quasi totalità adsorbiti sulla frazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm.

In particolare il benzo(a)pirene (o 3,4-benzopirene), che è costituito da cinque anelli condensati, viene utilizzato quale indicatore di esposizione in aria per l'intera classe degli IPA. Il D.Lgs. 152/2007 individua anche altri sei idrocarburi policiclici aromatici di rilevanza tossicologica (art. 5.4) che vanno misurati al fine di verificare la costanza dei rapporti tra la loro concentrazione e quella del benzo(a)pirene stesso.

I dati ricavati da test su animali di laboratorio indicano che molti IPA hanno effetti sanitari rilevanti che includono l'immunotossicità, la genotossicità, e la cancerogenicità. Va comunque sottolineato che, da un punto di vista generale, la maggiore fonte di esposizione a IPA, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, non è costituita dall'inalazione diretta ma dall'ingestione di alimenti contaminati a seguito della deposizione del particolato atmosferico al suolo. In particolare il benzo(a)pirene, produce tumori a livello di diversi tessuti sugli animali da laboratorio ed è inoltre l'unico idrocarburo policiclico aromatico per il quale sono disponibili studi approfonditi di tossicità per inalazione, dai quali risulta che questo composto induce il tumore polmonare in alcune specie.

L'International Agency for Research on Cancer (IARC)<sup>3</sup> classifica il benzo(a)pirene nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo", il dibenzo(a,h)antracene nel gruppo 2A come "probabile cancerogeno per l'uomo" mentre tutti gli altri IPA sono inseriti nel gruppo 2B come "possibili cancerogeni per l'uomo".

La normativa italiana fissa un obiettivo di qualità solo per il benzo(a)pirene qui di seguito riportato.

---

<sup>1</sup> European Commission Ambient air pollution by PAH –Position Paper , pag 8

<sup>2</sup> EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007 pag. B216-29 tab 8.1a e B216-32 tab 8.2 b

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

**Tabella 16 - benzo(a)pirene, valori di riferimento e normativa in vigore.**

<b>BENZO(A)PIRENE</b>			
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 <sup>3</sup>

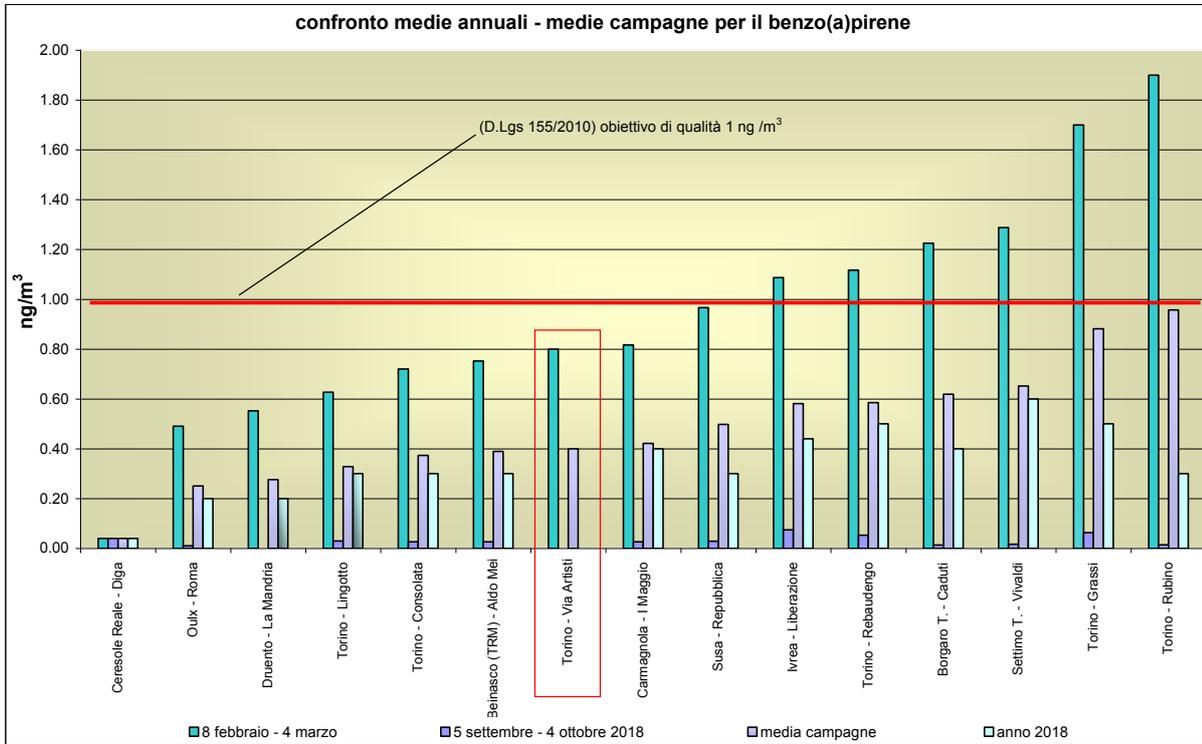
Nella campagna di monitoraggio invernale, nella quale si misurano i valori più alti di IPA, i valori di benzo(a)pirene in Via Artisti non si pongono tra i più critici a livello provinciale e si collocano poco sopra il dato di Beinasco (TRM) e al di sotto del dato di Carmagnola, in Figura 26. Nella campagna estiva il valore rilevato è inferiore al limite di rilevabilità del metodo. Poiché le stazioni di Beinasco e Carmagnola non hanno mai superato il valore limite annuale di 1 ng/m<sup>3</sup> (nel 2017 la media annuale per entrambe è stata di 0.8 ng/m<sup>3</sup>), ed anche per il 2018 è ipotizzato che sarà lo stesso (sulla base dei dati finora analizzati fino al mese di novembre) si presume che anche nel sito di Via Artisti tale limite sia rispettato.

Anche per gli altri IPA non si evidenziano particolari criticità, come si può vedere dalla Figura 27, Figura 28 e Figura 29.

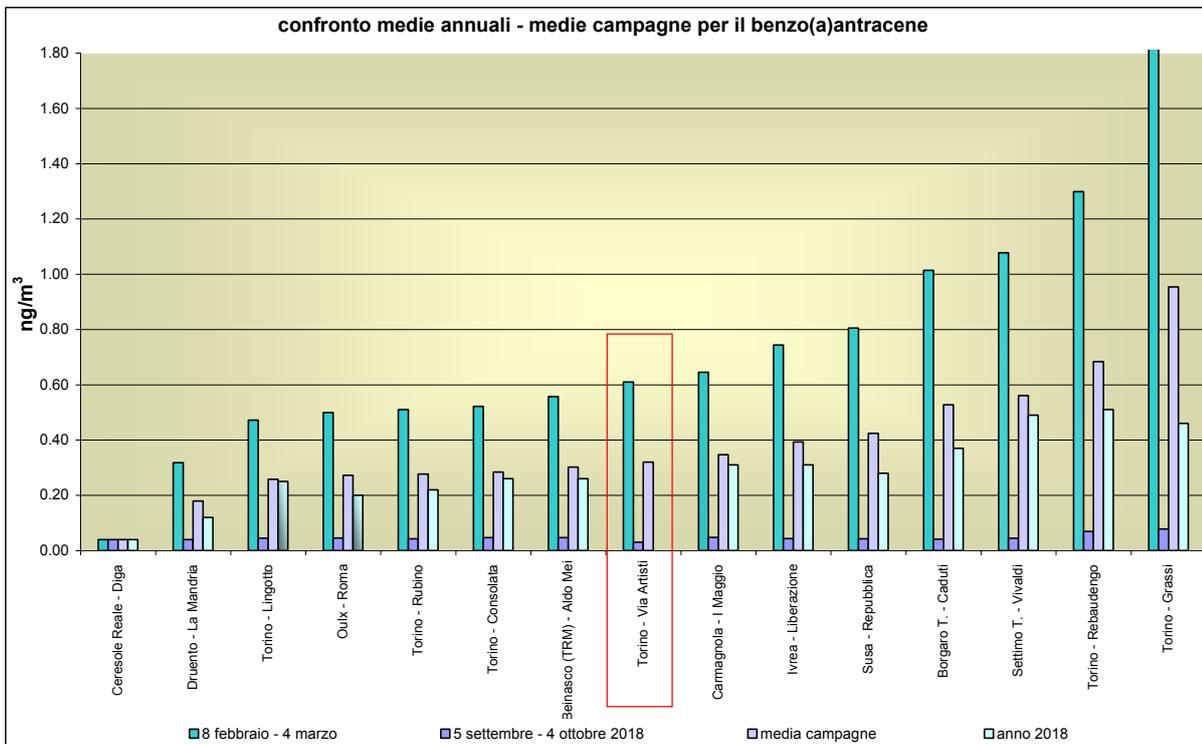
**Tabella 17: concentrazione IPA rilevati nel monitoraggio**

	I campagna	II campagna	Media campagne
Benzo(a)antracene (ng/m <sup>3</sup> )	0.61	0.03	0.32
Benzo(b+j+k)fluorantene (ng/m <sup>3</sup> )	1.98	0.14	1.06
Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )	0.80	0.00	0.40
Indeno(1,2,3-cd)pirene (ng/m <sup>3</sup> )	0.82	0.09	0.46

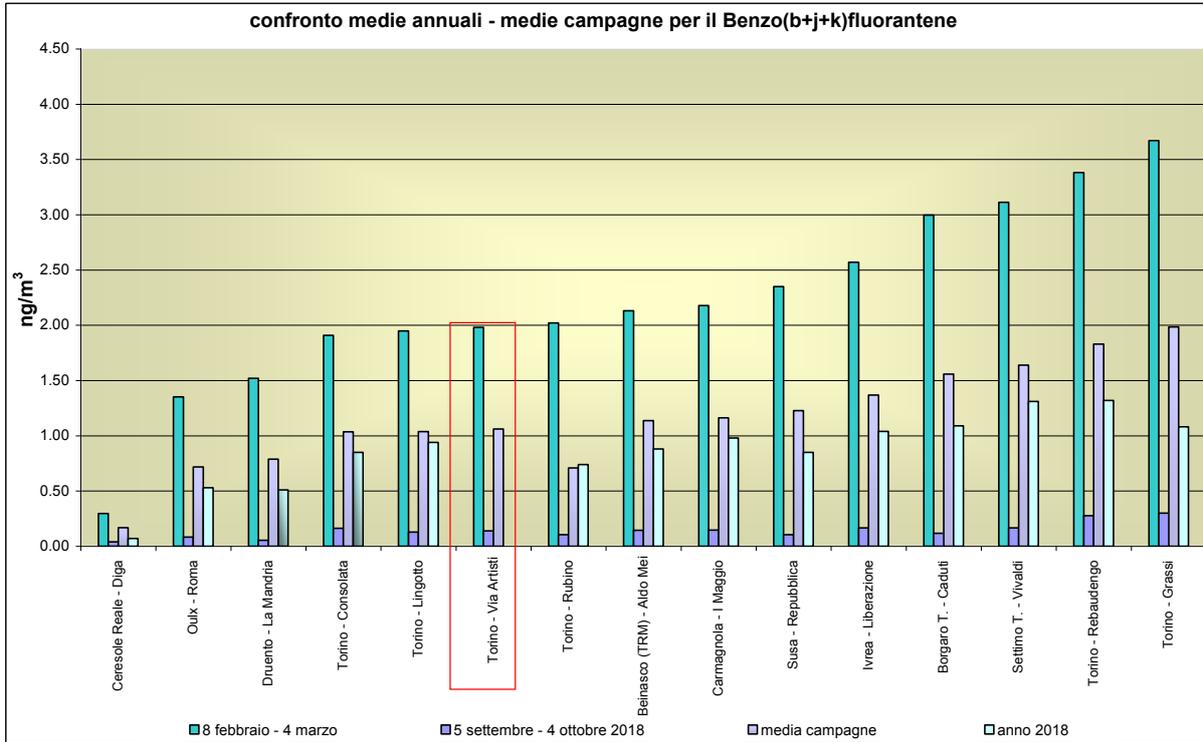
**Figura 26 - Benzo(a)pirene: confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino**



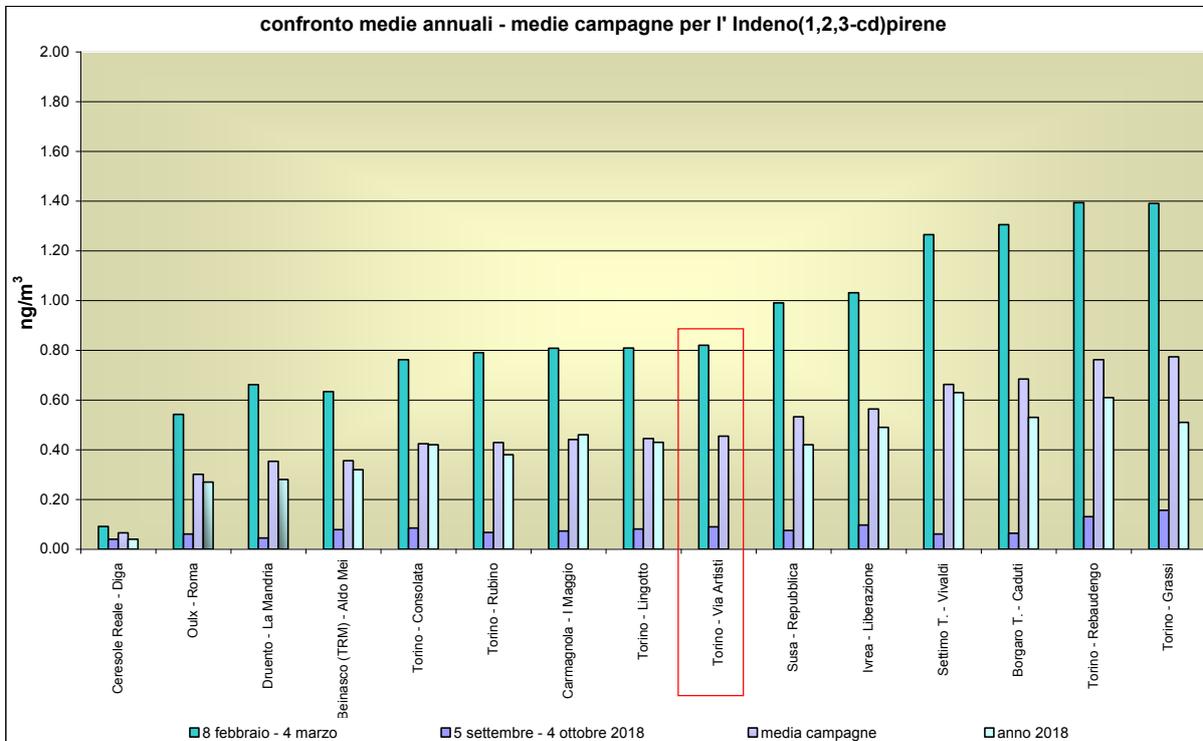
**Figura 27 - Benzo(a)antracene: confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino**



**Figura 28 - Benzo(b+j+k)fluorantene: confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino**



**Figura 29 - Indeno(1,2,3-cd)pirene: confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino**



## Metalli

I metalli pesanti costituiscono una classe di sostanze inquinanti estremamente diffusa nelle varie matrici ambientali. La loro presenza in aria, acqua e suolo può derivare da fenomeni naturali (erosione, eruzioni vulcaniche), ai quali si sommano gli effetti derivanti da tutte le attività antropiche.

Riguardo l'inquinamento atmosferico i metalli che maggiormente preoccupano sono generalmente As (arsenico), Cd (cadmio), Co (cobalto), Cr (cromo), Mn (manganese), Ni (nichel) e Pb (piombo), che sono veicolati dal particolato atmosferico.

La loro origine è varia, Cd, Cr e As provengono principalmente dalle industrie minerarie e metallurgiche; Cu dalla lavorazione di manufatti e da processi di combustione; Ni dall'industria dell'acciaio, della numismatica, da processi di fusione e combustione; Co e Zn da materiali cementizi ottenuti con il riciclaggio degli scarti delle industrie siderurgiche e degli inceneritori. L'incenerimento dei rifiuti può essere una fonte di metalli pesanti quali antimonio, cadmio, cromo, manganese, mercurio, stagno, piombo.

L'effetto dei metalli pesanti sull'organismo umano dipende dalle modalità di assunzione del metallo, nonché dalle quantità assorbite. Alcuni metalli sono oligoelementi necessari all'organismo per lo svolgimento di numerose funzioni quali il metabolismo proteico (Zn), quello del tessuto connettivo osseo e la sintesi dell'emoglobina (Cu), la sintesi della vitamina B12 (Co) e altre funzioni endocrino-metaboliche ancora oggetto di studio. L'assunzione eccessiva e prolungata di tali sostanze, invece, può provocare danni molteplici a tessuti ed organi.

L'avvelenamento da zinco si manifesta con disturbi al sistema nervoso centrale, anemia, febbre e pancreatite. Il rame, invece, produce alterazioni della sintesi di emoglobina e del tessuto connettivo osseo oltre a promuovere epatiti, cirrosi e danni renali. L'intossicazione da cobalto provoca un blocco della captazione dello iodio a livello tiroideo con conseguente gozzo da ipotiroidismo, alterazioni delle fibre muscolari cardiache e disturbi neurologici. Cromo e nichel, sono responsabili, in soggetti predisposti, di dermatiti da contatto e di cancro polmonare. L'enfisema polmonare (per deficit di  $\alpha 1$  antitripsina) è la principale manifestazione dell'intossicazione cronica da cadmio, cui generalmente si accompagnano danni ai tubuli renali e osteomalacia. Sia il piombo, che l'arsenico, inoltre, sono responsabili di numerose alterazioni organiche. L'avvelenamento cronico da piombo (saturismo), 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.

Nella 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 18 - 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.**

<b>PIOMBO (Pb)</b>		
<b>VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA</b>		
Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>	1 gennaio 2005

<b>ARSENICO (As)</b>		
<b>VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE</b>		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	6 ng/m <sup>3</sup>	31 dicembre 2012

<b>CADMIO (Cd)</b>		
<b>VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE</b>		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	5 ng/m <sup>3</sup>	31 dicembre 2012

<b>NICHEL (Ni)</b>		
<b>VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE</b>		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	20 ng/m <sup>3</sup>	31 dicembre 2012

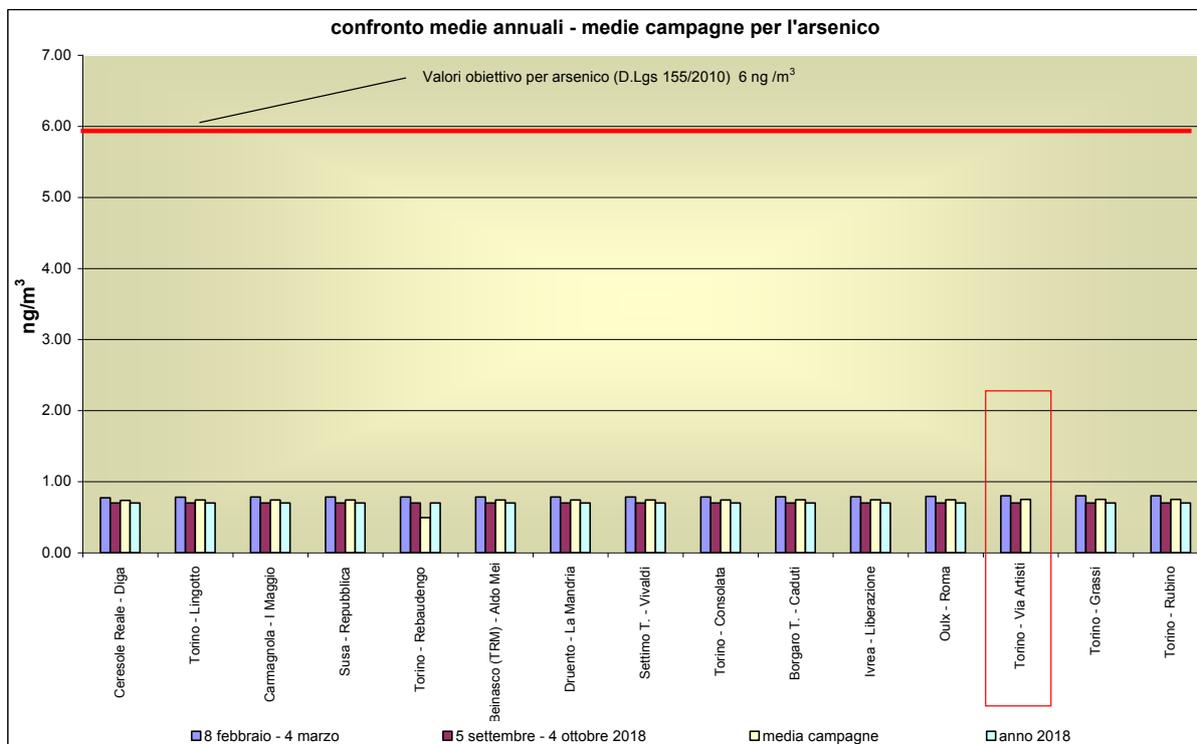
In generale nel territorio della Città Metropolitana di Torino i valori limite per i quattro metalli imposti dalla normativa sono ampiamente rispettati, oramai da anni, così è stato anche per i dati misurati in via Artisti.

Nelle due campagne di monitoraggio i valori riscontrati per tutti i e quattro i metalli sono tipici delle stazioni di traffico della rete di monitoraggio provinciale, ma nella campagna invernale i valori di Nichel e Piombo appaiono superiori alla stazione di Torino-Consolata che può considerarsi analoga al sito in esame (vedi Figura 30 - Figura 31 - Figura 32 - Figura 33 ). I valori di arsenico sono inferiori al limite di rilevabilità del metodo per entrambe le campagne.

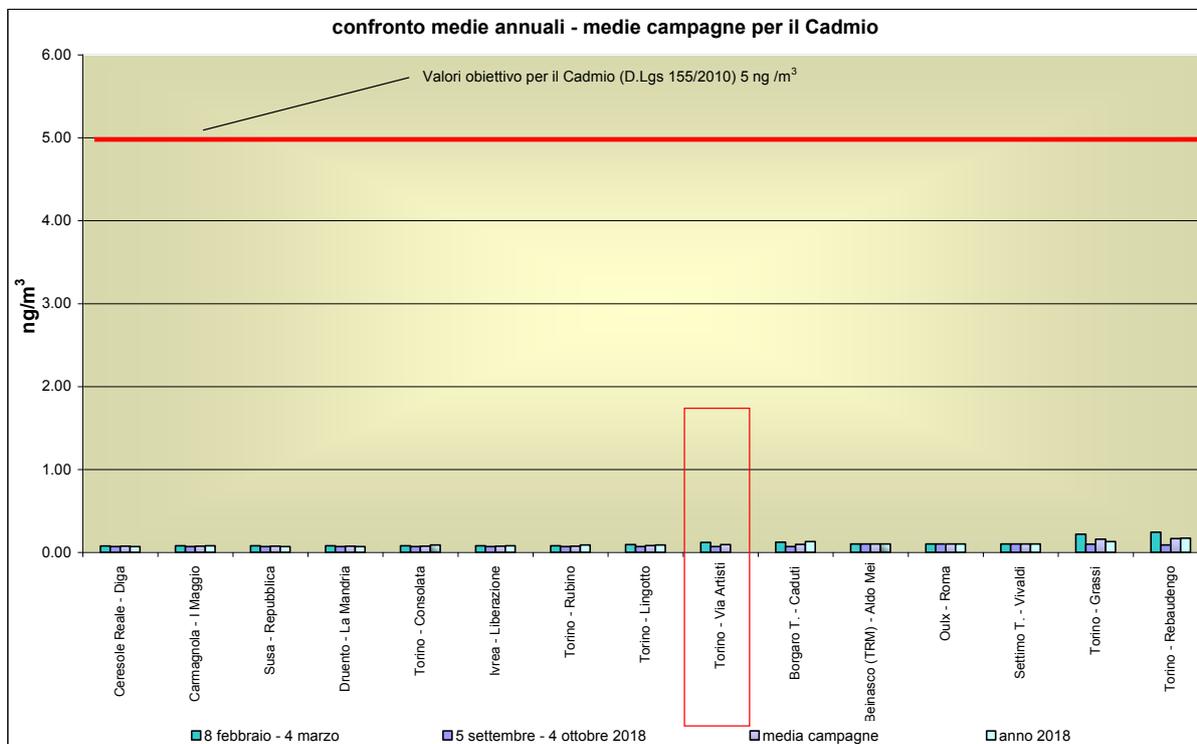
**Tabella 19 - concentrazione dei quattro metalli rilevati nel monitoraggio**

	I campagna	II campagna	Media campagne
Arsenico (ng/m <sup>3</sup> )	0.8	0.7	0.75
Cadmio (ng/m <sup>3</sup> )	0.12	0.07	0.10
Nichel (ng/m <sup>3</sup> )	4.60	3.60	4.10
Piombo (µg/m <sup>3</sup> )	0.014	0.005	0.010

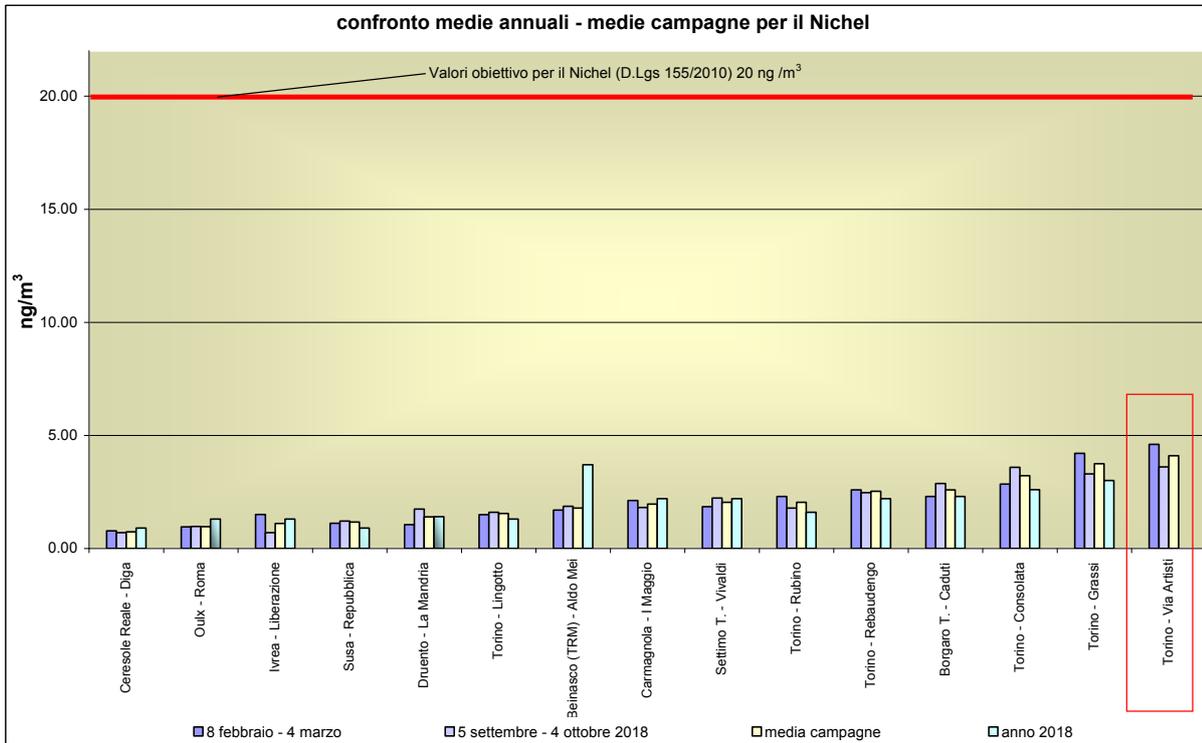
**Figura 30: Arsenico - confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 (escluso dicembre) nella provincia di Torino**



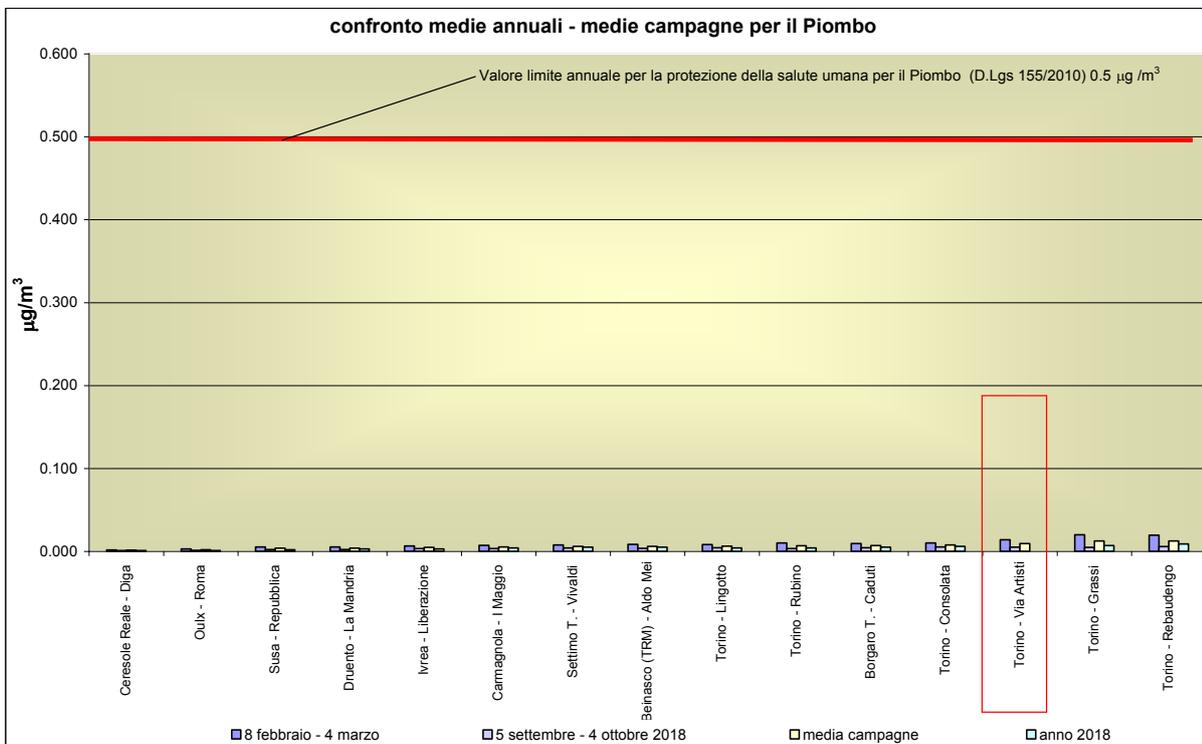
**Figura 31: Cadmio - confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 (escluso dicembre) nella provincia di Torino**



**Figura 32: Nichel - confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 (escluso dicembre) nella provincia di Torino**



**Figura 33: Piombo - confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 (escluso dicembre) nella provincia di Torino**

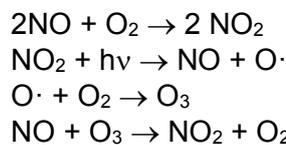


## Ozono

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

I valori più alti di tale inquinante si raggiungono nella stagione calda quando la radiazione solare e la temperatura media dell'aria raggiungono i valori più alti dell'anno.

In forma semplificata, si possono riassumere nel modo seguente le reazioni coinvolte nella formazione di questo inquinante:



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

Durante la campagna invernale non si sono registrati superamenti del livello protezione della salute su medie di 8 ore ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e nessun superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana. Il valore medio del periodo è stato di  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e il valore massimo orario di  $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

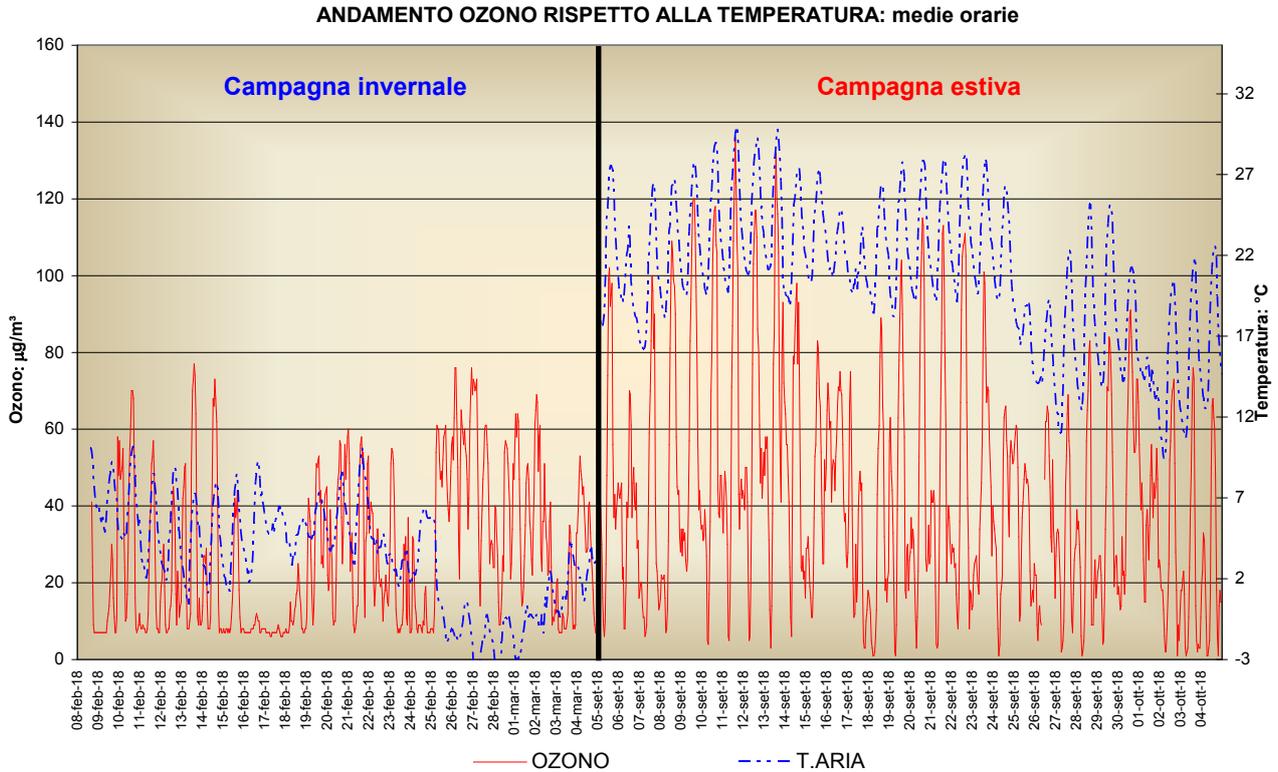
I valori più alti di ozono sono però tipici del periodo estivo, l'ozono infatti viene prodotto in atmosfera a partire da altri inquinanti a seguito di reazioni di tipo fotochimico, per cui è un inquinante critico nei mesi più caldi dell'anno, come si può vedere dal confronto dei dati di ozono con la temperatura (Figura 34). Infatti nella campagna estiva i valori sono stati superiori, il valore medio del periodo è stato di  $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e il valore massimo orario di  $136 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vedi Tabella 20). Non si sono comunque superati i valori limite imposti dalla normativa.

Dai grafici in Figura 35, si può vedere che comunque i valori estivi sono al di sotto di quelli misurati nelle stazioni di Torino – Lingotto e Torino-Rubino, come ci si aspettava. I valori di ozono, infatti, sono inferiori nelle stazioni di traffico rispetto a quelle di fondo, in quanto nelle stazioni di traffico si misura una maggior concentrazione di monossido di azoto, che reagendo con l'ozono ne diminuisce le concentrazioni in atmosfera.

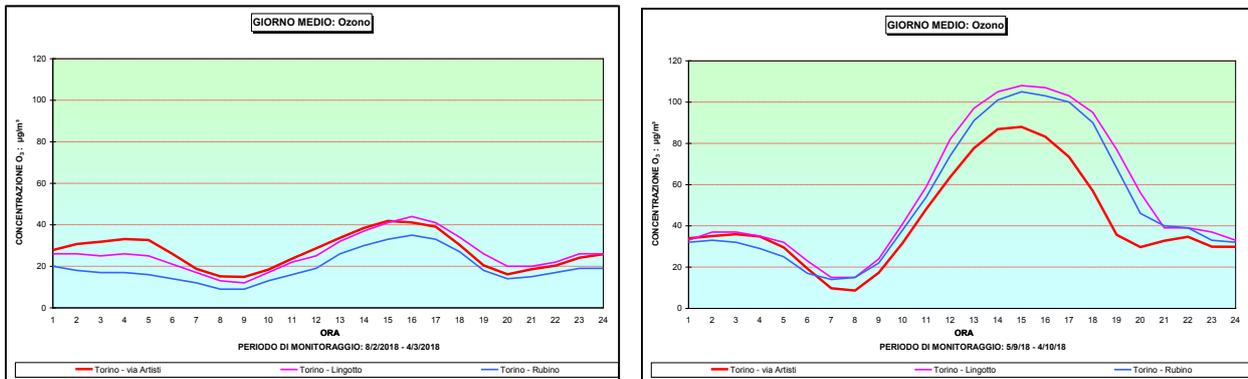
**Tabella 20 – Dati relativi all'ozono ( $O_3$ ,  $\mu g/m^3$ )**

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	7	22
Massima media giornaliera	56	66
Media delle medie giornaliere	27	43
Giorni validi	24	30
Percentuale giorni validi	96%	100%
Media dei valori orari	27	43
Massima media oraria	77	136
Ore valide	584	717
Percentuale ore valide	97%	100%
Minimo medie 8 ore	7	5
Media delle medie 8 ore	27	43
Massimo medie 8 ore	72	108
Percentuale medie 8 ore valide	97%	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Figura 34 – O<sub>3</sub>: andamento della concentrazione oraria e confronto con temperatura dell'aria**



**Figura 35 - O<sub>3</sub> - andamento del giorno medio**



## CONCLUSIONI

Lo stato della qualità dell'aria che emerge dalla campagna di monitoraggio in Via Artisti nella città di Torino risulta molto simile a quanto misurato in siti di traffico dell'area metropolitana torinese.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per gli inquinanti (ozono, biossido di zolfo e biossido di azoto), per i quali la normativa prevede tale tipo di limite; sono inoltre stati rispettati i valori limite per la protezione della salute umana su base oraria e giornaliera per biossido di zolfo, monossido di carbonio e biossido di azoto ovvero tutti gli inquinanti per i quali sono previsti dalla normativa specifici valori di riferimento sul breve periodo, ad eccezione del particolato atmosferico PM10. Infatti, per quest'ultimo nella campagna invernale si sono verificati nove superamenti del valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  su 23 giorni validi; il numero massimo di giorni di superamento consentito dalla normativa è di 35 in un anno civile.

Sul base del confronto con le stazioni di monitoraggio regionali, in Via Artisti si stima una media annuale di  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi al di sotto del limite annuale, come per tutte le altre stazioni torinesi. Il numero di superamenti stimato è intorno a 60-65, quindi superiori ai 35 consentiti dalla legge in un anno. Le stime confermano la criticità del rispetto del numero massimo di superamenti giornalieri a livello regionale nei siti di pianura.

L'andamento dei valori è lo stesso rispetto a quanto misurato nelle altre stazioni torinesi; i dati sono quasi sovrapponibili a quelli della stazione di Torino – Consolata.

La media annuale per il PM2.5 si stima pari a  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2018, a fronte di un valore limite di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per quanto riguarda il biossido di azoto la stima ottenuta per il 2018 è di  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , superiore al limite annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Si può quindi affermare che il sito si collochi tra quelli più critici a livello provinciale, insieme ad altre stazioni di traffico torinesi e dell'area metropolitana.

Relativamente al benzo(a)pirene nel PM10, i valori in Via Artisti non si pongono tra i più critici a livello provinciale e si collocano poco sopra il dato di Beinasco (TRM) e al di sotto del dato di Carmagnola. Poiché le stazioni di Beinasco e Carmagnola non hanno mai superato il valore limite annuale di  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  (nel 2017 la media annuale per entrambe è stata di  $0.8 \text{ ng}/\text{m}^3$ ), si presume che anche nel sito di Via Artisti tale limite sia rispettato.

I valori riscontrati per tutti i e quattro i metalli normati sono tipici delle stazioni di traffico della rete di monitoraggio provinciale, e i valori limite sono ampiamente rispettati, ma i valori di Nichel e Piombo appaiono superiori alla stazione di Torino-Consolata che può considerarsi analoga al sito in esame.

Per quanto riguarda il benzene, i dati in Via Artisti presentano valori intermedi tra piazza Rebaudengo e via Consolata. In estate sono superiori a via Consolata. La media annuale stimata per il 2018 è pari a  $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valori di molto inferiori al limite previsto dalla legge.

In merito all'ozono, nel periodo di monitoraggio non si è registrato alcun superamento dei valori limite imposti dalla normativa.

## APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

- **Ossidi di azoto**

**MONITOR EUROPE ML 9841B**

Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO<sub>x</sub>.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità : 0.5 ppb.

- **Ozono**

**MONITOR EUROPE ML 9810B**

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O<sub>3</sub> nell'aria ambiente.

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

- **Monossido di carbonio**

**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.

- **Stazione meteorologica**

**LSI LASTEM**

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

- **Benzene, Toluene, Xileni**

**SINTECH SPECTRAS CG 855 serie 600**

Gasromatografo con doppia colonna, rivelatore PID (fotoionizzazione)

- ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 324 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura xileni : 0 ÷ 442 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura etilbenzene : 0 ÷ 441 µg/m<sup>3</sup>;