

**DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST**  
**Struttura Semplice di Produzione**

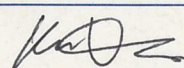
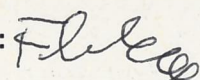
**OGGETTO:**

**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL LABORATORIO  
 MOBILE NEL COMUNE DI TORRAZZA PIEMONTE**

**RELAZIONE FINALE CAMPAGNE (dal 14/04/2016 al 09/05/2016 – dal 10/01/2017 al 10/02/2017)**

**CODICE DOCUMENTO: F06\_2017\_01179\_002**



<b>Redazione</b>	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Francesco Romeo	Data: 19/12/17	Firma: 
<b>Verifica e approvazione</b>	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	Data: 19/12/17	Firma: 

L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai tecnici del Nucleo Operativo "Supporto Tematismo Qualità dell'Aria" nel Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest di Arpa Piemonte, d.ssa Annalisa Bruno, d.ssa Elisa Calderaro, sig.ra Maria Leogrande, d.ssa Laura Milizia, d.ssa Marilena Maringo, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, d.ssa Claudia Strumia, coordinati dal Dirigente con incarico professionale dott. Francesco Lollobrigida.

Si ringrazia il personale degli Uffici Tecnici del Comune di Torrazza Piemonte per la collaborazione prestata.

<b>CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO .....</b>	<b>5</b>
<b><i>L'aria e i suoi inquinanti .....</i></b>	<b>6</b>
<b><i>Il Laboratorio Mobile .....</i></b>	<b>7</b>
<b><i>Il quadro normativo .....</i></b>	<b>7</b>
<b>LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>10</b>
<b><i>Obiettivi della campagna di monitoraggio .....</i></b>	<b>11</b>
<b><i>Elaborazione dei dati meteorologici .....</i></b>	<b>14</b>
<b><i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici .....</i></b>	<b>21</b>
Biossido di zolfo .....	22
Monossido di carbonio .....	25
Ossidi d'azoto .....	28
Benzene e toluene .....	36
Particolato sospeso (PM <sub>10</sub> ) e (PM <sub>2.5</sub> ) .....	40
Ozono .....	45
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>49</b>
<b>APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI .....</b>	<b>50</b>

**CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO  
INQUINAMENTO ATMOSFERICO**



## **L'ARIA E I SUOI INQUINANTI**

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 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 microgrammo per metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

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 appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (inquinanti primari), al secondo gruppo quelli che si producono a causa dell'interazione di due o più inquinanti primari per reazione con i normali costituenti dell'atmosfera, con o senza fotoattivazione (inquinanti secondari).

Nella

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



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 2016", elaborata congiuntamente dalla Città Metropolitana di Torino e da Arpa Piemonte, e disponibile presso 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.

**Tabella 1** – Fonti principali e secondarie 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 nel territorio della Città Metropolitana di Torino viene realizzato attraverso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

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

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

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

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

- un **valore limite, espresso come media annuale**, pari 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
- un **valore obiettivo, espresso come media annuale**, pari 20 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2020.

La normativa prevede inoltre per il PM2.5 un obiettivo nazionale di riduzione e un obbligo di concentrazione dell'esposizione il cui rispetto è calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo in siti fissi di campionamento urbani, che verranno definite con Decreto del Ministero

dell'Ambiente (art. 12 D. Lgs. 155/2010). Questi due ultimi indicatori esulano quindi dall'ambito della presente relazione.

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 2014".

**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 (PM10)	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 (3)	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.

## **LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO**

## Obiettivi della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Torrazza Piemonte da Arpa Piemonte - Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest, è stata effettuata in seguito alla richiesta dell'Amministrazione Comunale.

In particolare tale campagna è stata proposta allo scopo di avere informazioni puntuali della concentrazione degli inquinanti in aria ambiente, dopo la costruzione della centrale a biomasse, la quale è situata lontano dal centro abitato di Torrazza Piemonte.

Le campagne di misura 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 nel periodo estivo, e una seconda campagna nel periodo invernale.

Come sito di posizionamento del mobilab per l'esecuzione della seconda campagna di monitoraggio è stato individuato il piazzale adiacente il cimitero comunale in strada Provinciale 90, concordato con l'amministrazione comunale durante il sopralluogo.

Nelle (**figure 1 e 2**) è riportata l'ubicazione sulla mappa del sito in cui è stato posizionato il Laboratorio Mobile.

I dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal **dal 15/04/2016 al 08/05/2016 – dal 11/01/2017 al 11/02/2017**.

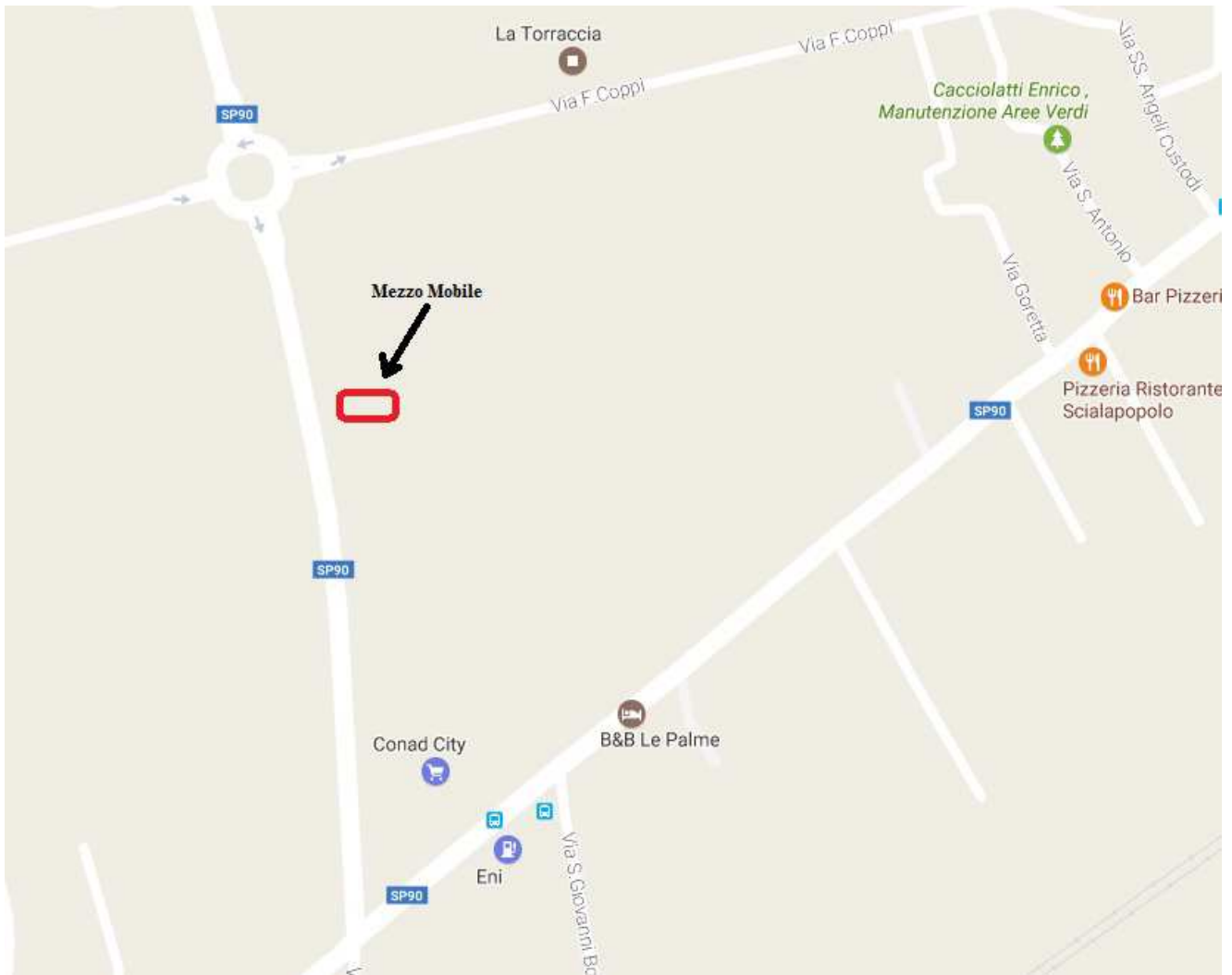
Si noti che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile.

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.

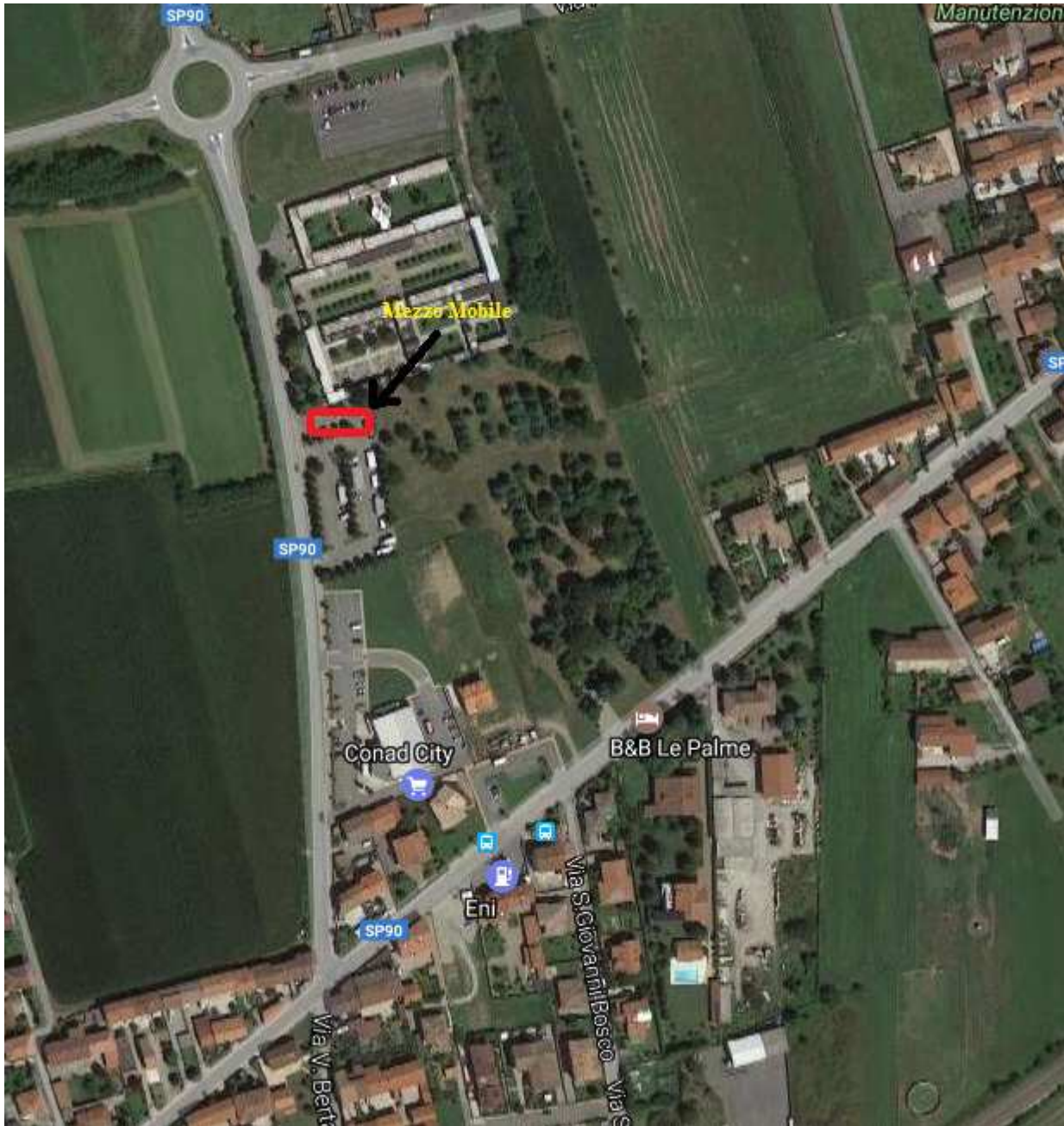
Una trattazione completa, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (allegato I del DLgs 155/2010), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno, scelto a caso, di ogni settimana 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 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 nel comune di Torrazza Piemonte.



**Figura 2** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Torrazza Piemonte.



## Elaborazione dei dati meteorologici

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante il periodo 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:

P	pressione atmosferica	mbar
D.V.	direzione vento	gradi sessagesimali
V.V.	velocità vento	m/s
T	temperatura	°C
U.R.	umidità relativa	%
R.S.G.	radiazione solare globale	W/m <sup>2</sup>



**Tabella 5** – Radiazione solare globale (W/m<sup>2</sup>)

	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	8.8	60
Massima media giornaliera	113.5	341
Media delle medie giornaliere (b):	61.7	242
Giorni validi	30	24
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	61.7	242
Massima media oraria	517.0	965
Ore valide	720	576
Percentuale ore valide	100%	100%

**Tabella 6**– Temperatura (°C)

	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	-1.5	9.1
Massima media giornaliera	7.1	16.8
Media delle medie giornaliere (b):	1.9	13.7
Giorni validi	30	24
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	1.9	13.7
Massima media oraria	15.2	24.3
Ore valide	720	576
Percentuale ore valide	100%	100%

**Tabella 7**– Umidità relativa (%)

	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	38.6	42
Massima media giornaliera	100.0	89
Media delle medie giornaliere (b):	74.2	63
Giorni validi	24	24
Percentuale giorni validi	80%	100%
Media dei valori orari	74.6	63
Massima media oraria	100.0	100
Ore valide	586	576
Percentuale ore valide	81%	100%

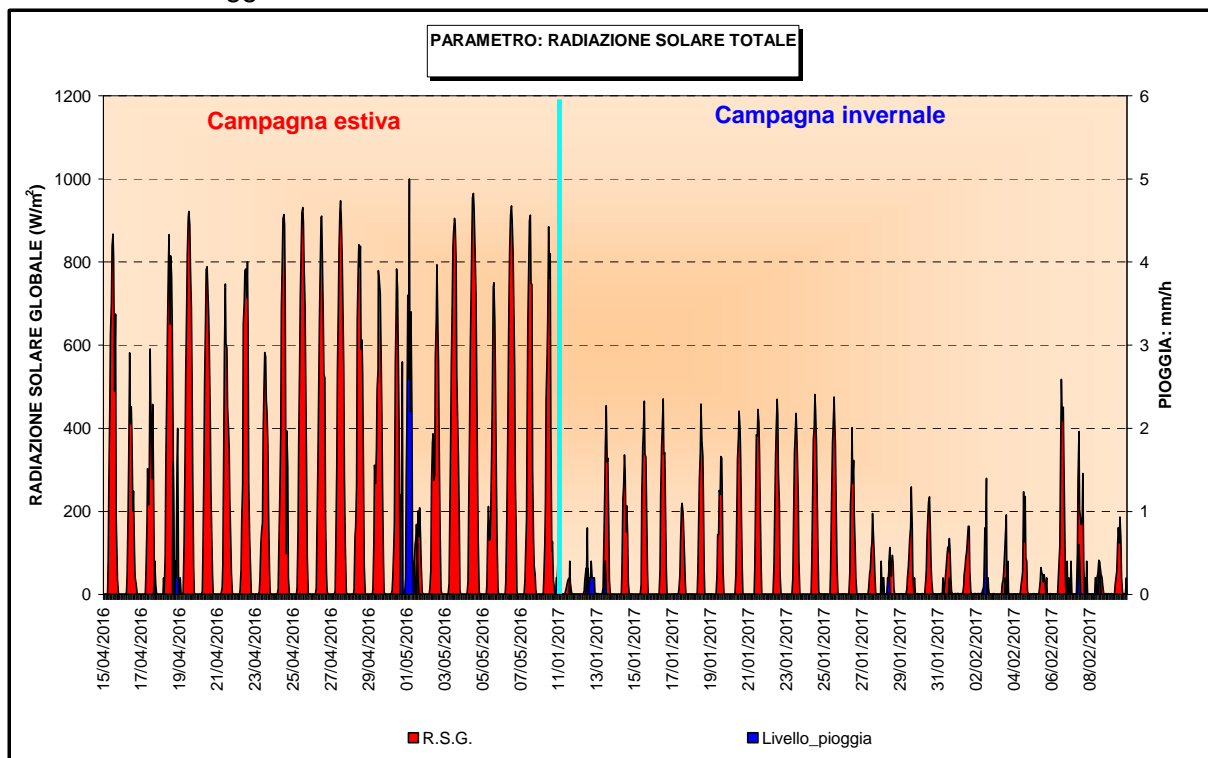
**Tabella 8** – Pressione atmosferica (mbar)

	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	981.5	980
Massima media giornaliera	1009.2	1001
Media delle medie giornaliere (b):	996.8	991
Giorni validi	30	24
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	996.8	991
Massima media oraria	1010.0	1004
Ore valide	720	576
Percentuale ore valide	100%	100%

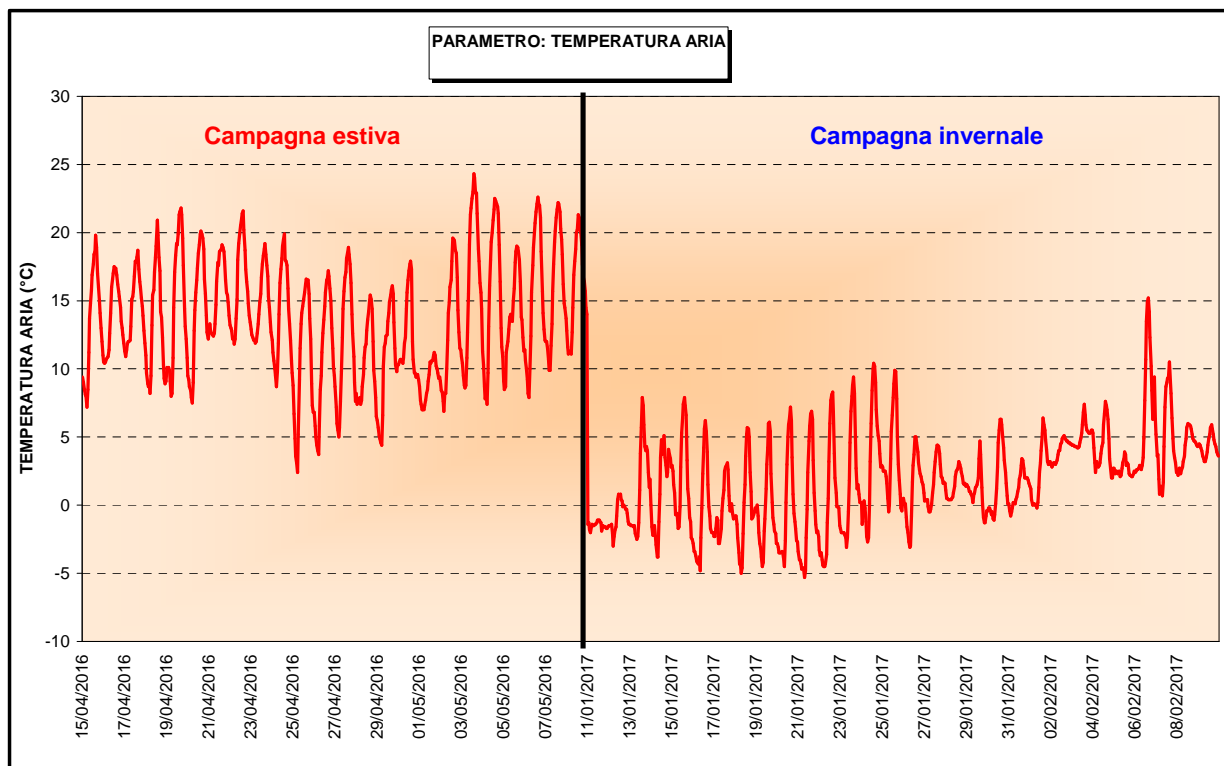
**Tabella 9** – Velocità vento (m/s)

	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	0.2	0.84
Massima media giornaliera	1.2	2.51
Media delle medie giornaliere (b):	0.6	1.46
Giorni validi	27	24
Percentuale giorni validi	90%	100%
Media dei valori orari	0.6	1.46
Massima media oraria	2.6	5.70
Ore valide	610	573
Percentuale ore valide	85%	99%

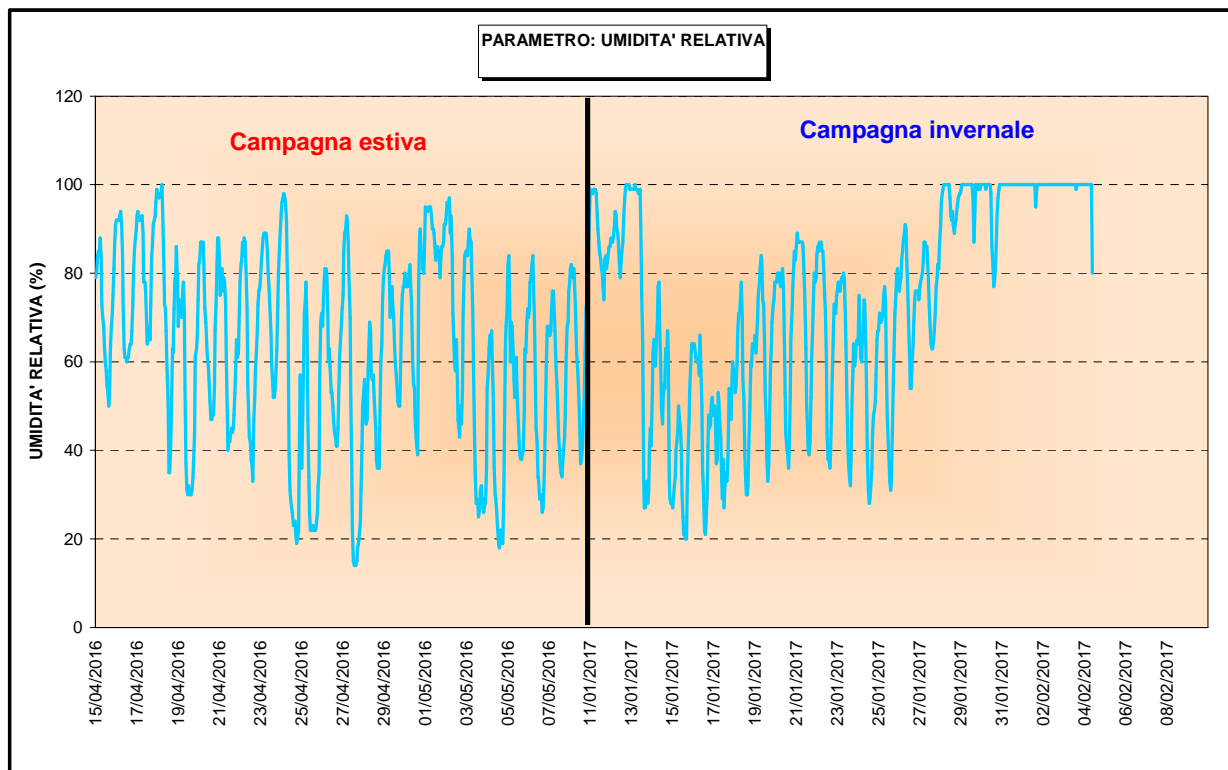
**Figura 3** – Andamento della radiazione solare globale e pioggia nel corso delle campagne di monitoraggio



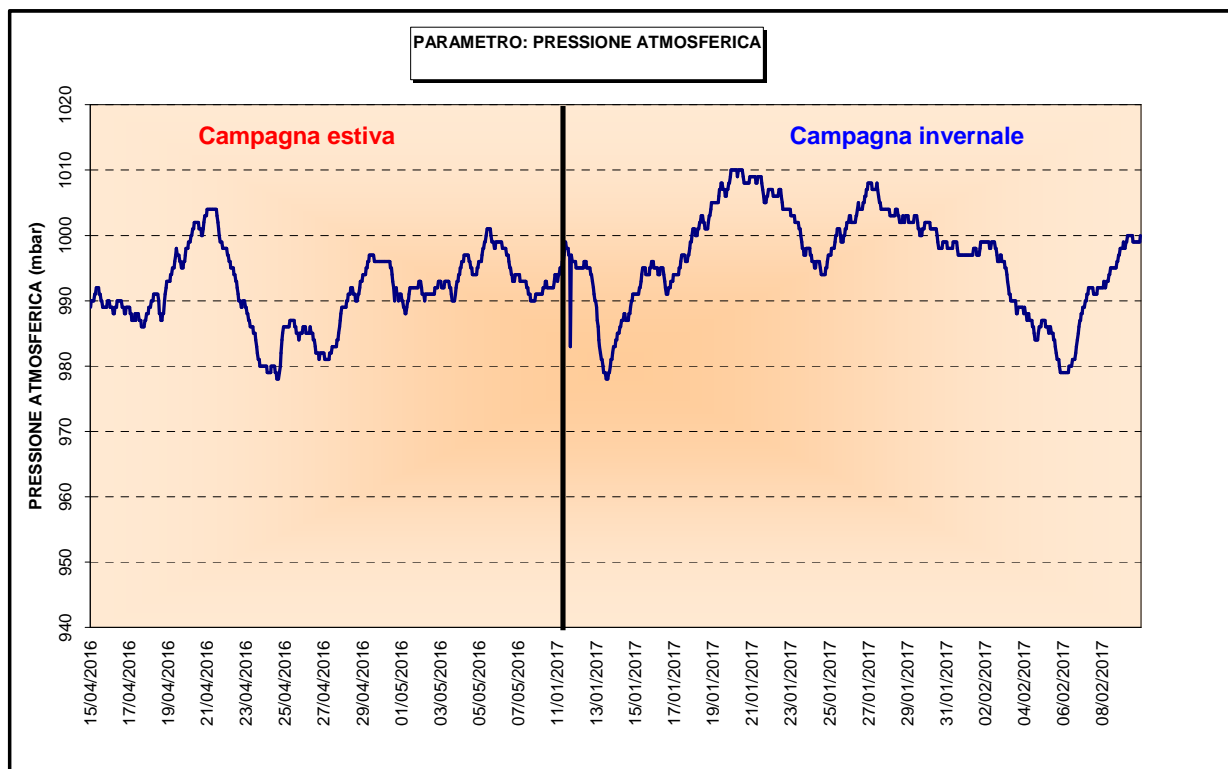
**Figura 4** – Andamento della temperatura nel corso delle campagne di monitoraggio



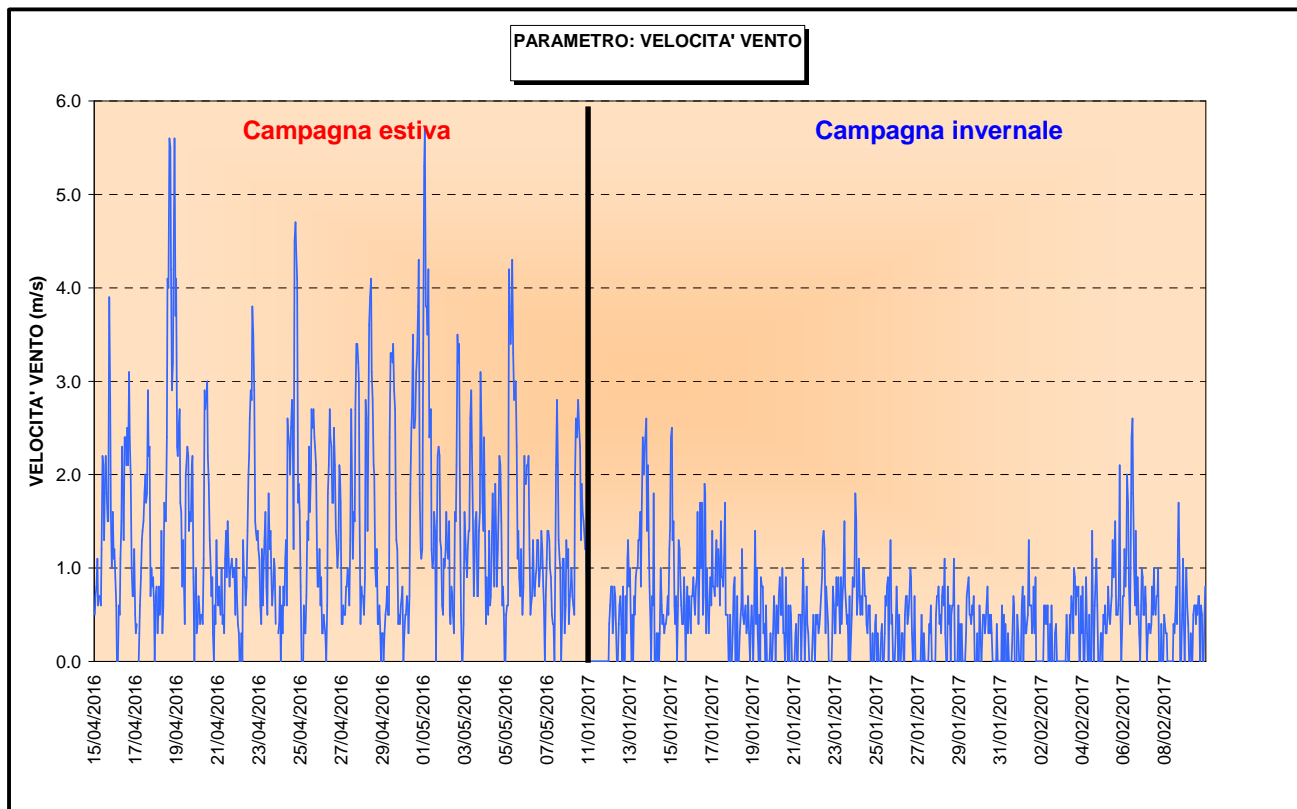
**Figura 5** – Andamento dell'umidità relativa nel corso delle campagne di monitoraggio



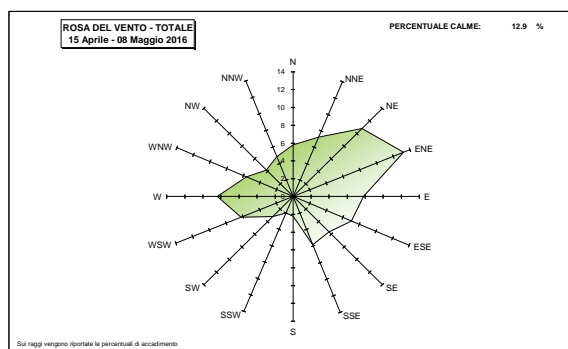
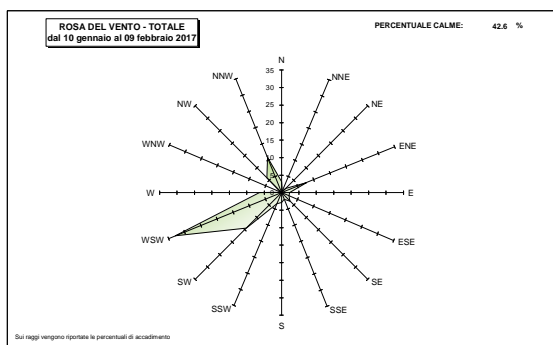
**Figura 6** – Andamento della pressione atmosferica nel corso delle campagne di monitoraggio



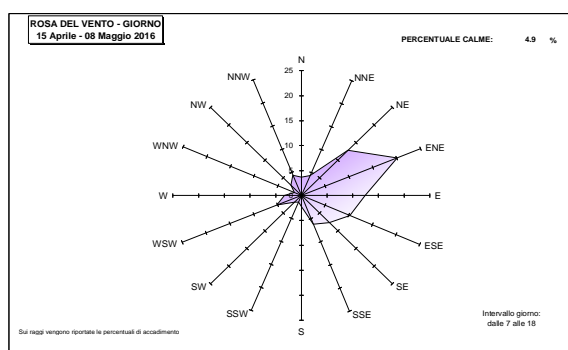
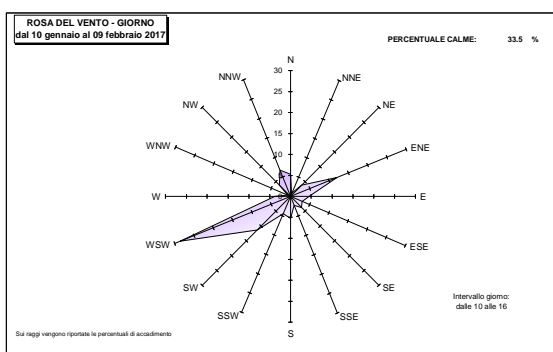
**Figura 8** – Andamento della velocità dei venti nel corso delle campagne di monitoraggio



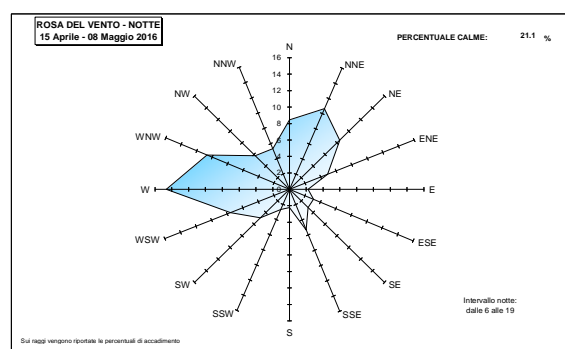
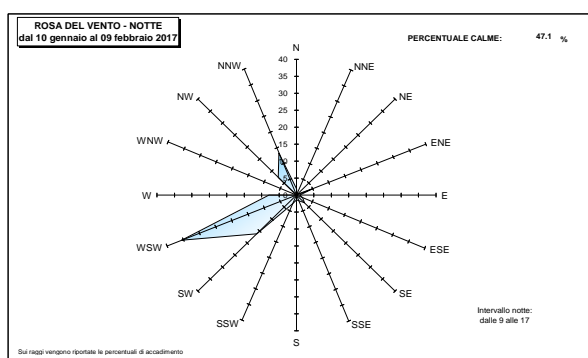
**Figura 9** – Rosa dei venti totale nel corso delle campagne di monitoraggio



**Figura 10** – Rosa dei venti diurna nel corso delle campagne di monitoraggio



**Figura 11** – Rosa dei venti notturna nel corso delle campagne di monitoraggio



Dalle rose dei venti si osserva una direzione prevalente da Ovest-SudOvest nel periodo invernale, e da Est-NordEst in quello primaverile



## Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge relativi all'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
SO <sub>2</sub>	BIOSSIDO DI ZOLFO
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 (struttura semplice di Produzione) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all'indirizzo: <http://extranet.regione.piemonte.it/ambiente/aria/servizi/ariaweb.htm>, a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

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

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

Ai fini di una corretta interpretazione degli obiettivi della campagna si ricorda che le misure che sono state effettuate permettono 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 di Torino ma non di quantificare il contributo di una determinata fonte, rispetto alle altre sorgenti di inquinanti atmosferici presenti. Le strumentazioni di misura utilizzate nel monitoraggio della qualità dell'aria infatti rilevano per loro natura la concentrazione complessiva di un determinato inquinante, vale a dire la somma dei singoli contributi delle sorgenti inquinanti (traffico veicolare, impianti di riscaldamento civile, impianti industriali ecc.).

### **Biossido di zolfo**

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO<sub>2</sub> derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (ad esempio gasolio, olio combustibile e carbone) nei quali lo zolfo è presente come impurità.

Una ridotta percentuale di biossido di zolfo nell'aria (6÷7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare da veicoli a motore diesel.

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi durante la stagione invernale a causa del riscaldamento domestico.

Fino a pochi anni fa, il biossido di zolfo era considerato uno degli inquinanti più problematici, per le elevate concentrazioni rilevate nell'aria e per i suoi effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. Negli ultimi anni, con la limitazione del contenuto di zolfo nei combustibili imposta dalla normativa, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante con concentrazioni che si posizionano ben al di sotto dei limiti previsti dalla normativa.

*Per problemi strumentali, i dati forniti dallo strumento nella prima campagna sono stati invalidati.*

Durante la seconda campagna di monitoraggio, il valore di concentrazione medio è di **7 µg/m<sup>3</sup>**, e un valore massimo orario di **16 µg/m<sup>3</sup>**; i valori registrati sono ampiamente inferiori a quelli previsti come limite dalla normativa.

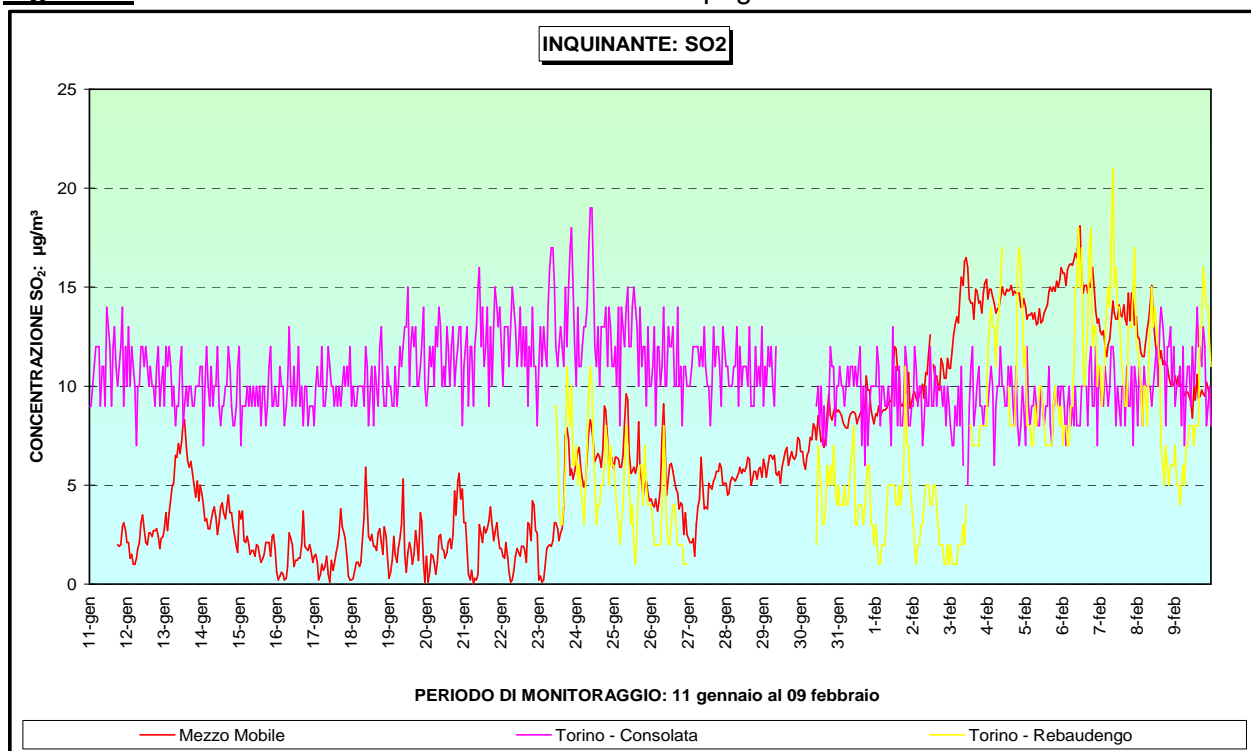
Il grafico di **Figura 13**, mostra l'andamento del biossido di zolfo nella seconda campagna

Nel grafico di **Figura 14**, si nota chiaramente come le concentrazioni di biossido di zolfo risultano molto basse rispetto il limite di legge giornaliero dei **125 µg/m<sup>3</sup>**.

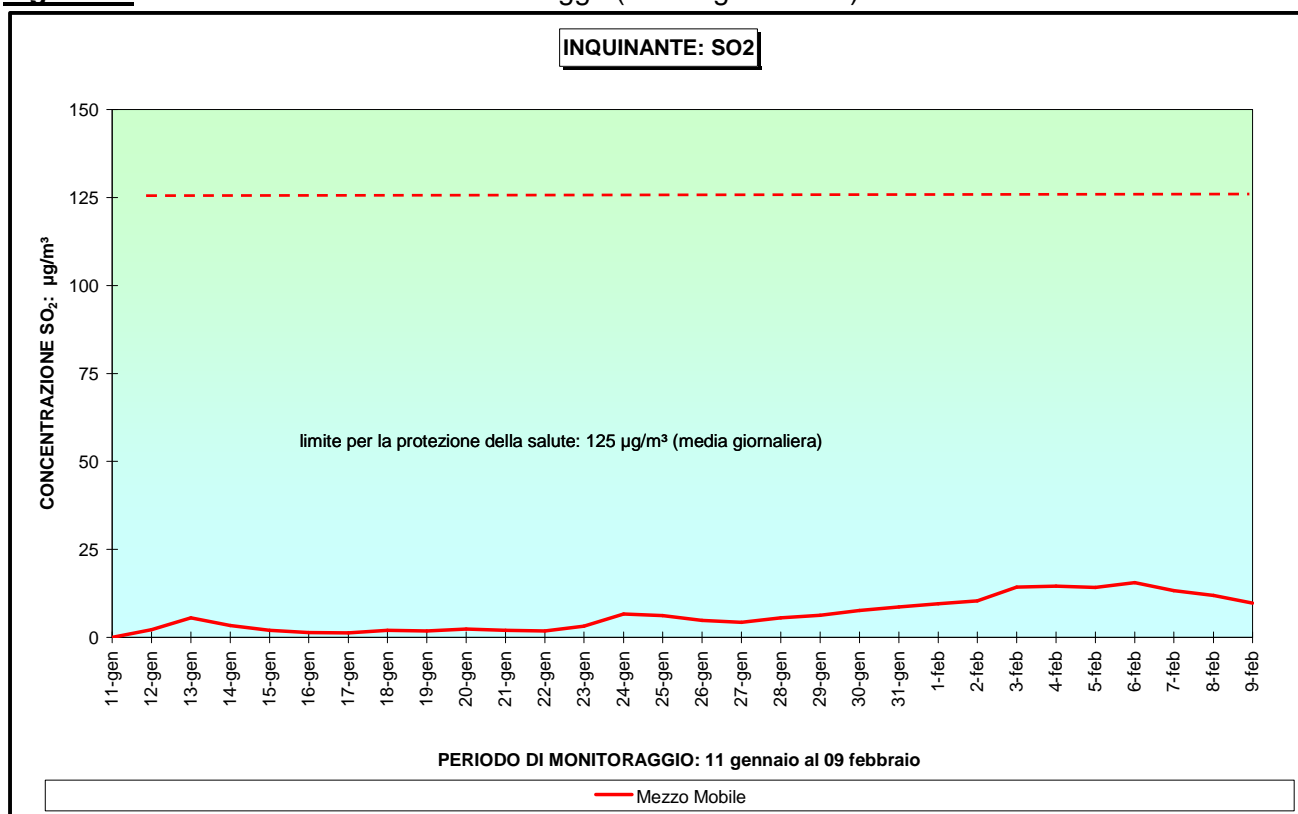
**Tabella 10** – Dati relativi al monossido di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), delle campagne di monitoraggio

	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	1	
Massima media giornaliera	16	
Media delle medie giornaliere (b):	7	
Giorni validi	29	
Percentuale giorni validi	97%	
Media dei valori orari	7	
Massima media oraria	18	
Ore valide	701	
Percentuale ore valide	97%	
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)	0	
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)	0	
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)	0	
Numero di superamenti livello allarme (500)	0	
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)	0	

**Figura 13** - SO<sub>2</sub> andamento orario nella seconda campagna



**Figura 14** - SO<sub>2</sub> confronto con il limite di legge (media giornaliera)



## 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 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), 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 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.

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 prima campagna di monitoraggio nel comune di Torrazza Piemonte, vedi (**Tabella 11**), abbiamo una media dei valori di **0.3**  $\text{mg}/\text{m}^3$  con un valore massimo di **0.4**  $\text{mg}/\text{m}^3$  e nessun superamento dei limiti di legge.

Durante la seconda campagna di monitoraggio, vedi **Tabella 11**, abbiamo una media dei valori di **0.7**  $\text{mg}/\text{m}^3$  con un valore massimo di **1.4**  $\text{mg}/\text{m}^3$  e nessun superamento dei limiti di legge.

In **Figura 15** si nota chiaramente come le medie dei valori di concentrazione nel corso della seconda campagna di monitoraggio nel comune di Torrazza Piemonte, raggiungano valori massimi di 1.4  $\text{mg}/\text{m}^3$ , mentre nel periodo caldo sono appena di 0.4  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

Il CO come  $\text{SO}_2$ , è un inquinante che presentano valori più elevati durante il periodo invernale.

La **Figura 16** mostra l'andamento del CO durante la seconda campagna di monitoraggio; possiamo notare un'andamento simile alla stazione di Oulx, mentre la stazione di traffico urbano di Torino-Rebaudengo registra valori di concentrazione vicini ai 4  $\text{mg}/\text{m}^3$ , sui valori massimi.

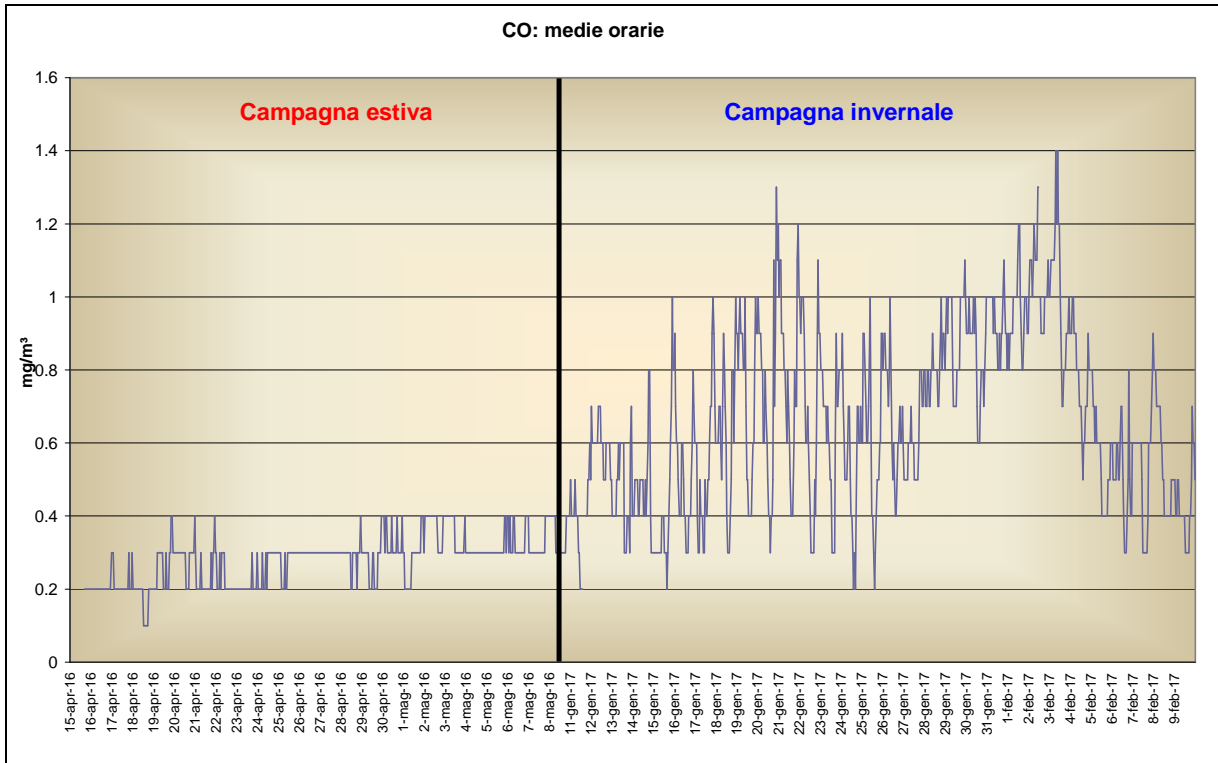
In **Figura 17** si vede chiaramente come la stazione di Torino-Rebaudengo, stazione di traffico urbano -abbia valori del giorno medio decisamente molto più alti rispetto al sito di Torrazza Piemonte, e quest'ultimo è leggermente più alto della stazione di Oulx.

**Tabella 11** – Dati relativi al monossido di Carbonio (CO (mg/m<sup>3</sup>), delle campagne di monitoraggio

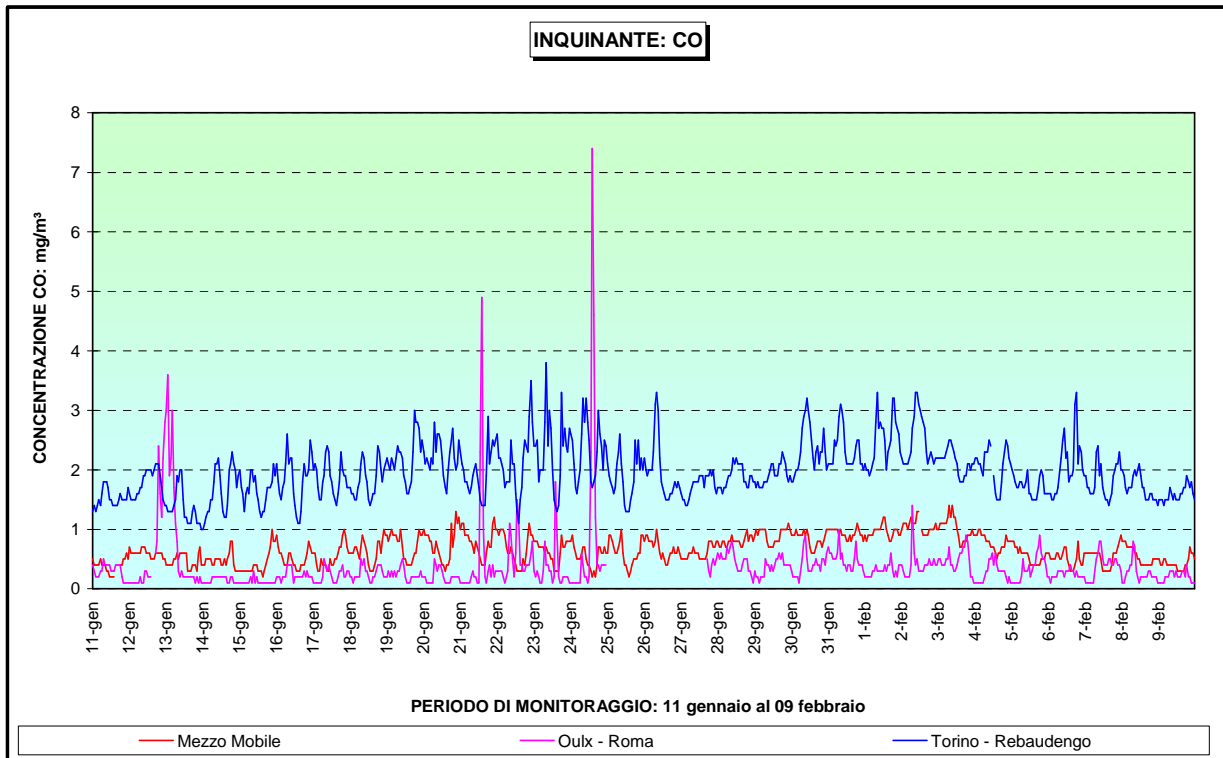
	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	0.4	0.2
Massima media giornaliera	1.1	0.4
Media delle medie giornaliere (b):	0.7	0.3
Giorni validi	30	23
Percentuale giorni validi	100%	96%
Media dei valori orari	0.7	0.3
Massima media oraria	1.4	0.4
Ore valide	716	560
Percentuale ore valide	99%	97%
Minimo medie 8 ore	0.2	0.1
Media delle medie 8 ore	0.7	0.3
Massimo medie 8 ore	1.2	0.4
Percentuale medie 8 ore valide	99%	97%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)	0	0
Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)	0	0



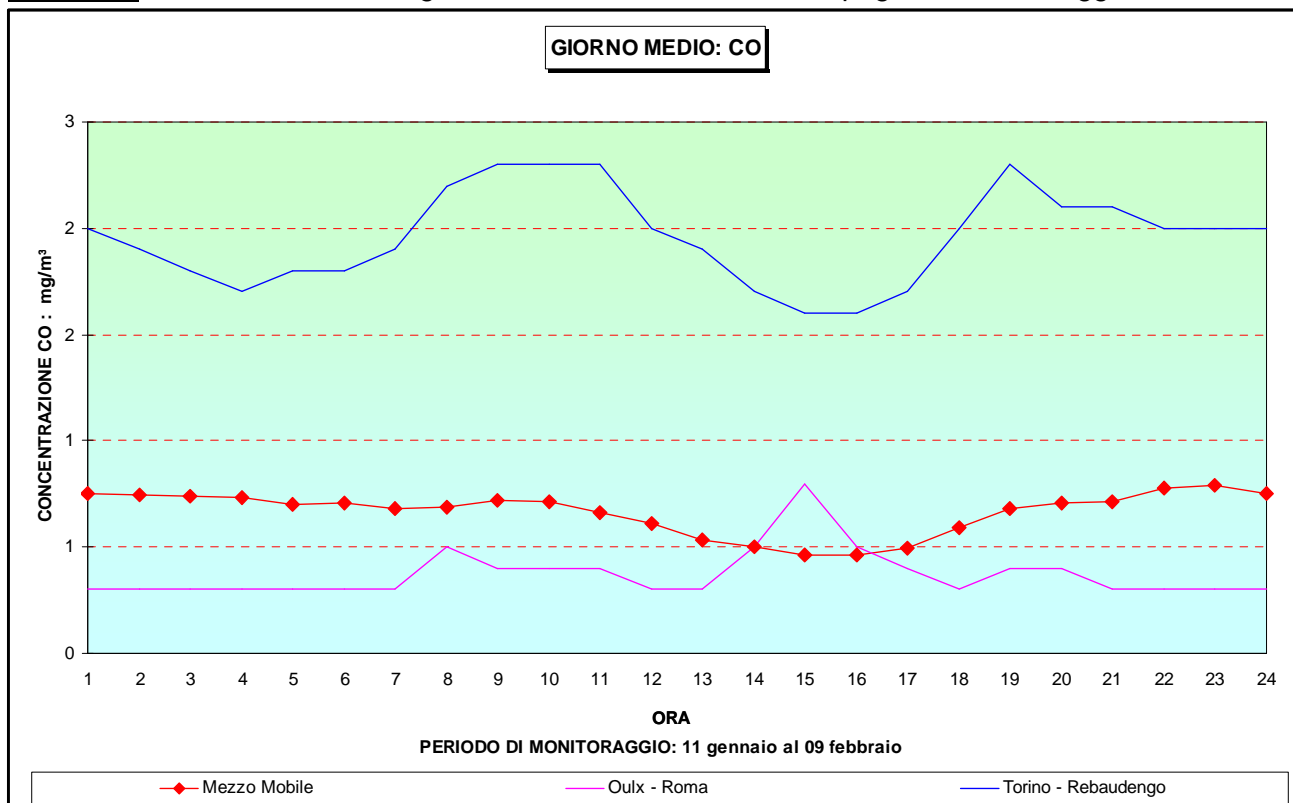
**Figura 15** - CO medie orarie nel corso delle due campagne a Torrazza Piemonte



**Figura 16** - CO andamento orario nella seconda campagna di monitoraggio.



**Figura 17** - CO andamento del giorno medio nella seconda campagna di monitoraggio.



## Ossidi di Azoto

Gli ossidi di azoto vengono generati da tutti i processi di combustione, 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.

Nel periodo invernale, il Monossido di Azoto (NO) presenta valori elevati, dalla **Tabella 12**, si vede come nella campagna invernale abbiamo una media di **34 µg/m<sup>3</sup>**, con valore massimo di **194 µg/m<sup>3</sup>**; contro una media di **8 µg/m<sup>3</sup>** nella campagna primaverile e un valore massimo di **37 µg/m<sup>3</sup>**.

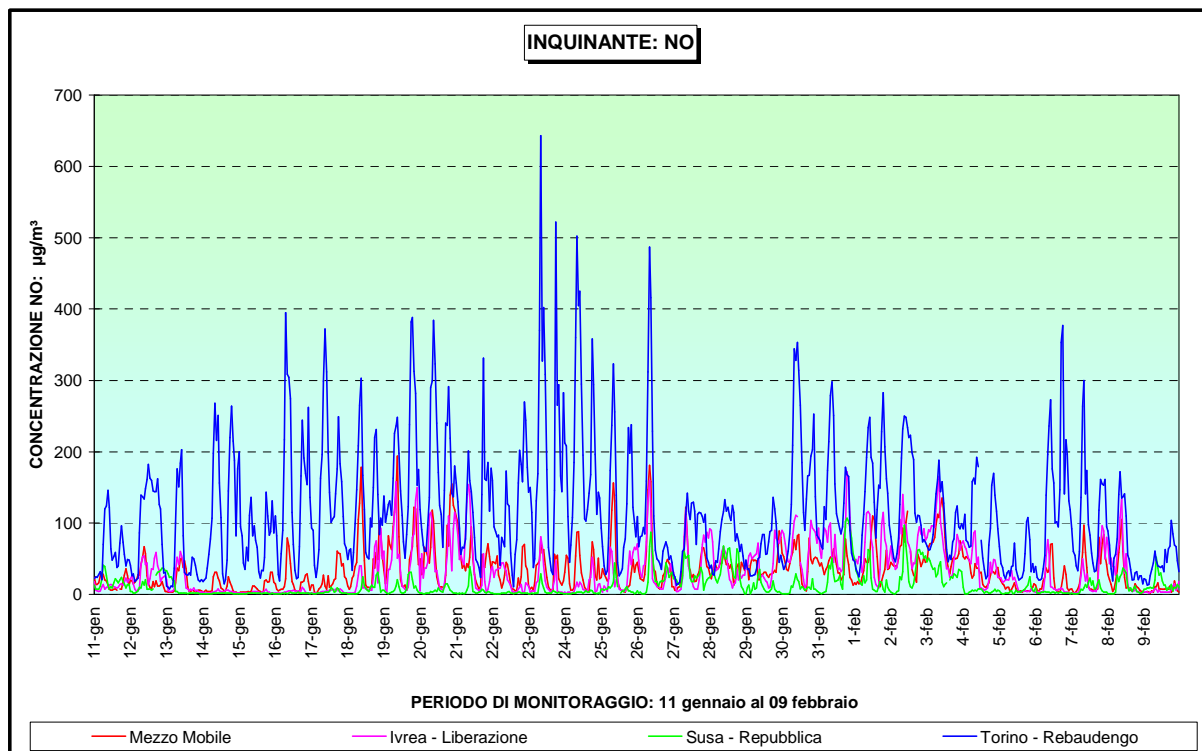
In **Figura 18 e Figura 19**) possiamo vedere gli andamenti di NO della seconda campagna di monitoraggio con quelli delle stazioni fisse di monitoraggio della Città Metropolitana di Torino. La stazione fissa di Ivrea presenta valori molto simili alla campagna di Torrazza Piemonte; valori decisamente più bassi registra la stazione fissa di Susa, mentre la stazione di Torino – Rebaudengo, di traffico urbano registra com'è prevedibile valori di concentrazione decisamente più alti.

In **(Figura 20)** il grafico mostra chiaramente la differenza tra le due campagne di monitoraggio, con la prima campagna che registra valori decisamente più bassi rispetto alla seconda campagna, essendo il monossido di azoto uno degli inquinanti che presenta valori più elevati durante il periodo invernale.

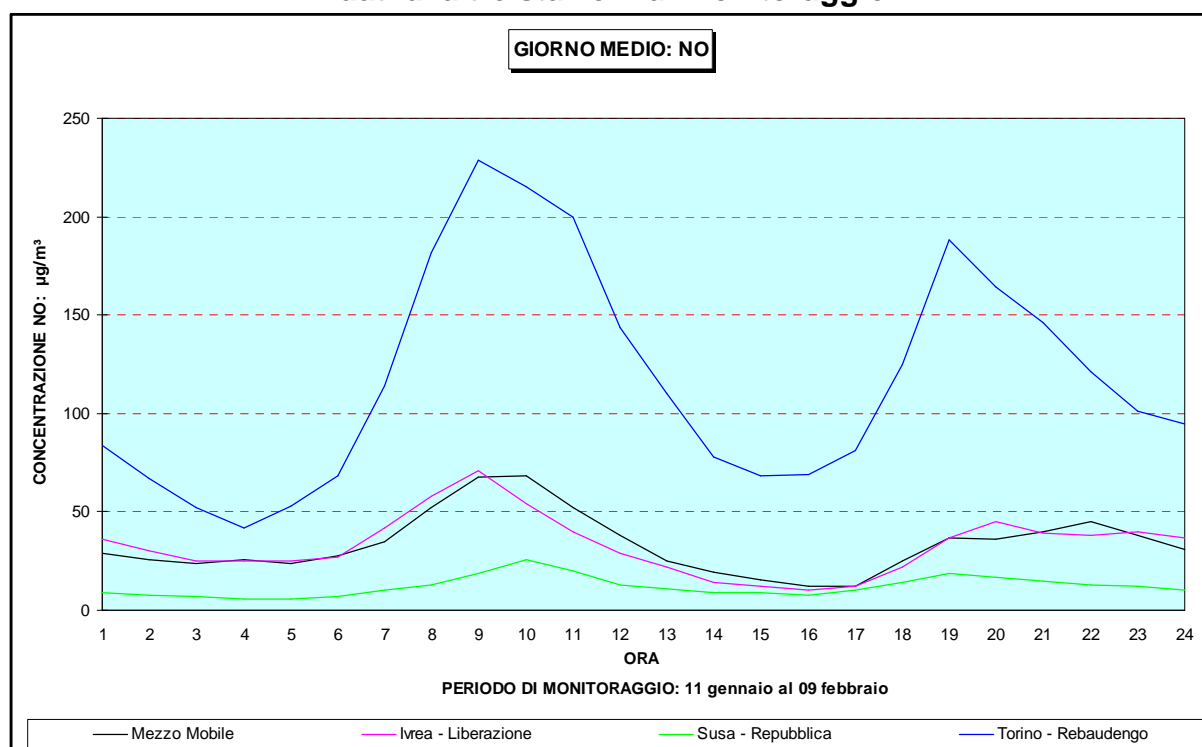
**Tabella 12** – Dati relativi al monossido di azoto (NO) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	7	6
Massima media giornaliera	73	10
Media delle medie giornaliere (b):	34	8
Giorni validi	30	24
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	34	8
Massima media oraria	194	37
Ore valide	718	575
Percentuale ore valide	100%	100%

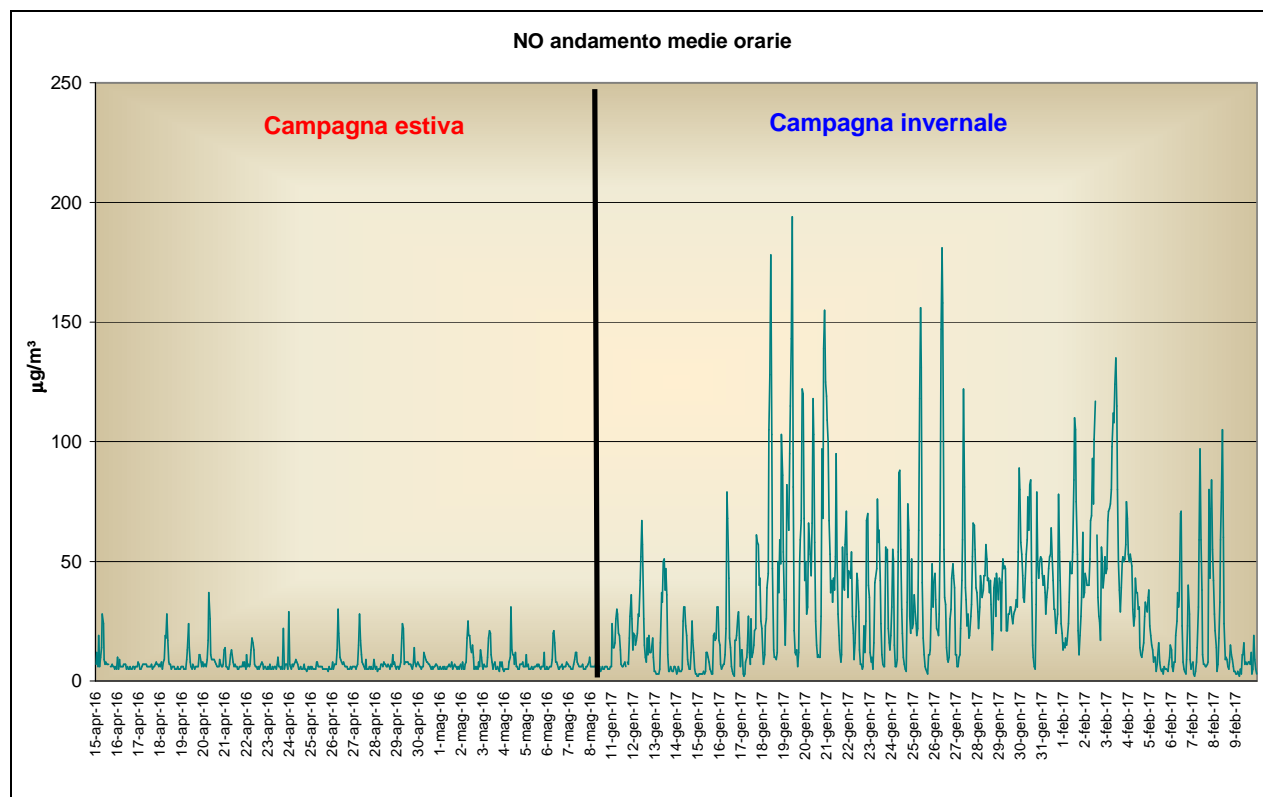
**Figura 18** – NO: andamento della concentrazione oraria nel corso della seconda campagna di monitoraggio e confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



**Figura 19** - NO: andamento giorno medio nella seconda campagna - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



**Figura 20** – NO medie orarie nel corso delle due campagne a Torrazza Piemonte



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 delle due *campagne di monitoraggio* nel Comune di Torrazza Piemonte, non si è registrato nessun superamento dei limiti, vedi **Tabella 13**.

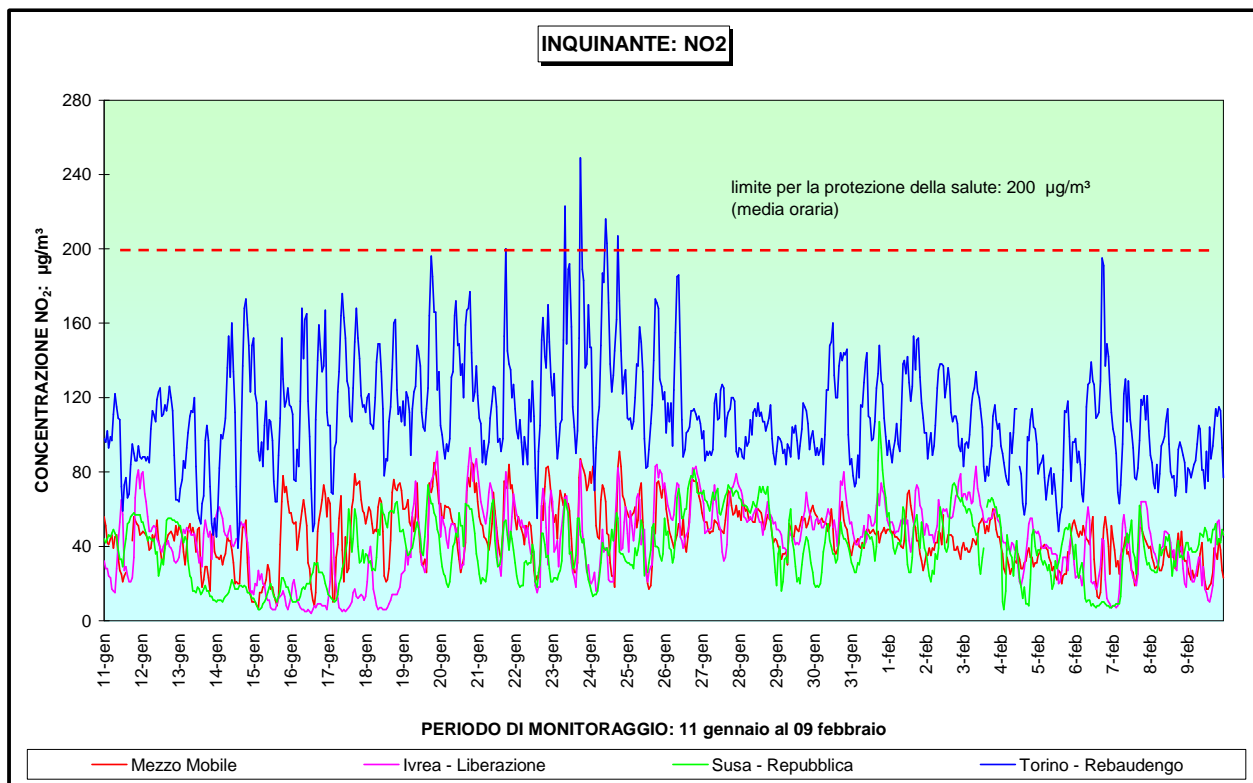
L’andamento dell’NO<sub>2</sub> nella seconda campagna, come si può vedere dalla **Figura 21**, si è tenuto ampiamente al disotto dei limiti di legge, con livelli di concentrazione simili alle stazioni di Ivrea e Susa, con valori più bassi rispetto alla stazione di Torino-Rebaudengo con valori decisamente più alti del gruppo in esame, vedi **Figura 22**.

In **Figura 23** si nota che i livelli di concentrazione di NO<sub>2</sub> durante la seconda campagna sono più alti rispetto al periodo caldo della prima campagna, analogamente a quanto accade per il monossido di azoto

**Tabella 13** – Dati relativi al biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

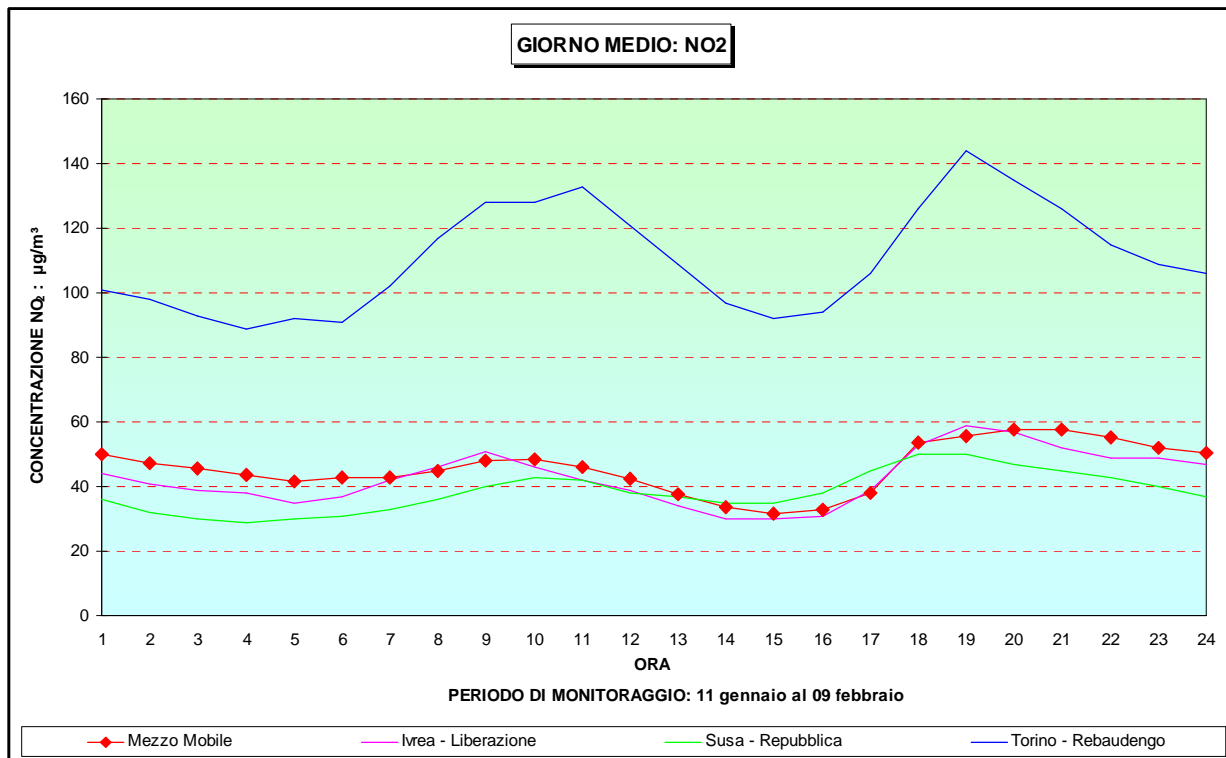
	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	28	12
Massima media giornaliera	60	27
Media delle medie giornaliere (b):	46	18
Giorni validi	30	24
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	46	18
Massima media oraria	91	56
Ore valide	716	575
Percentuale ore valide	99%	100%
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)	0	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)	0	0

**Figura 21** – NO<sub>2</sub>: confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio, nella seconda campagna

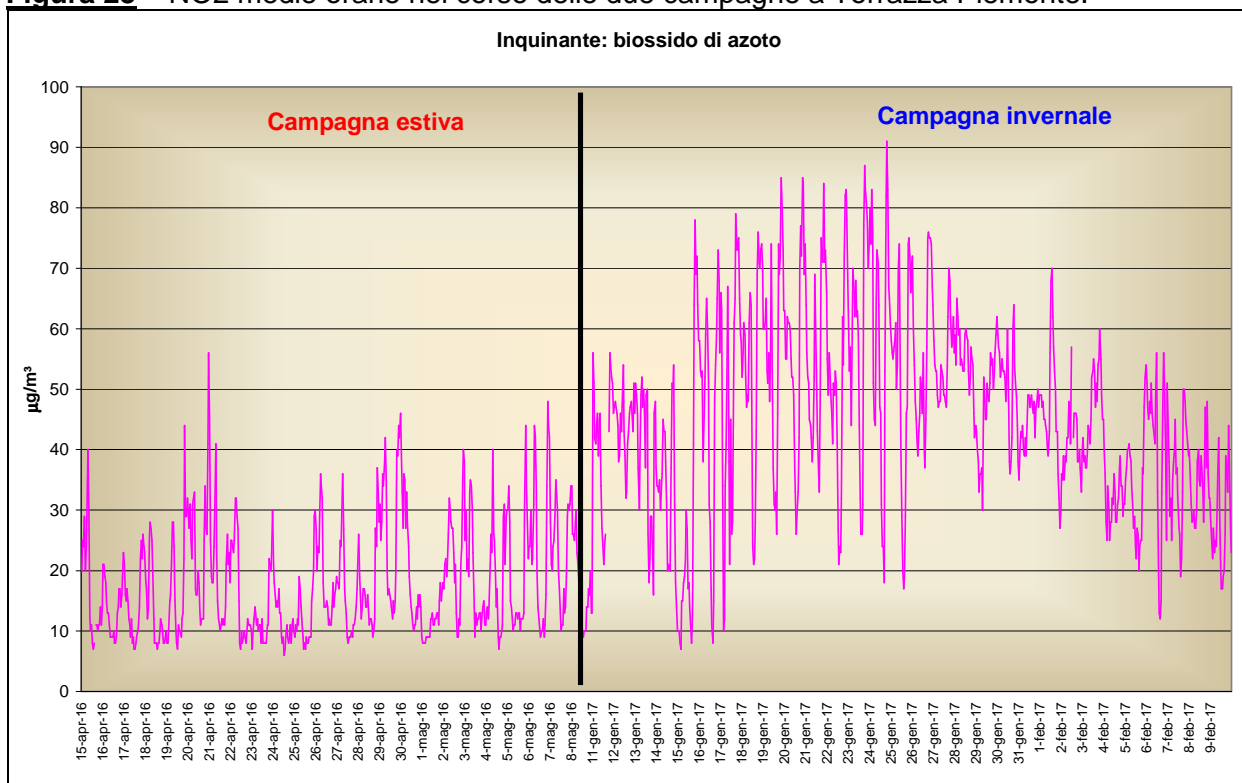




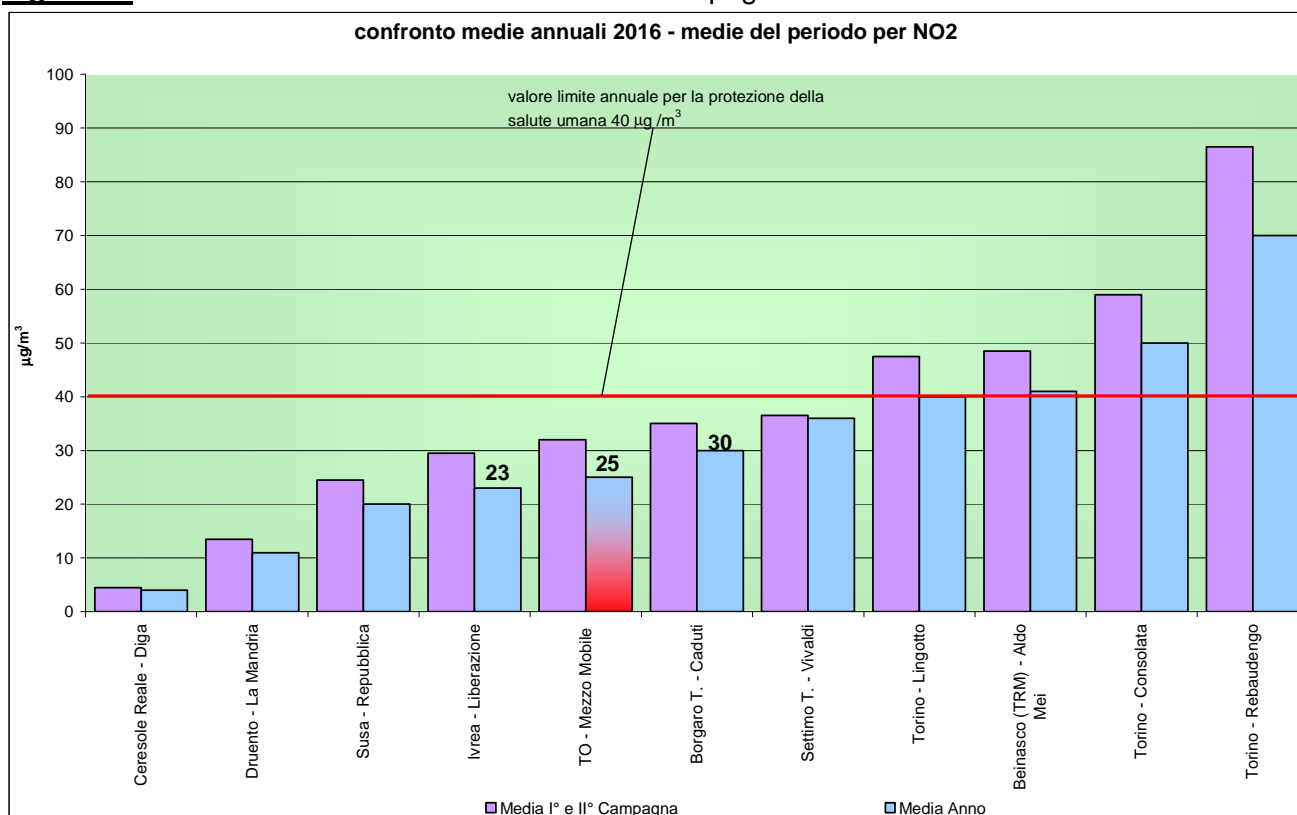
**Figura 22** – NO<sub>2</sub>: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio, nella seconda campagna.



**Figura 23** – NO<sub>2</sub> medie orarie nel corso delle due campagne a Torrazza Piemonte.



**Figura 24** – Medie annuali di NO<sub>2</sub> nella seconda campagna



La normativa prevede anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m<sup>3</sup>. Visto che la durata del monitoraggio nel comune di Torrazza Piemonte non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è 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

Come si vede dal grafico (**Figura 24**), il valore stimato annuo della campagna di Torrazza Piemonte, è largamente inferiore al limite di 40 µg/m<sup>3</sup>, con valori molto vicino alla cabina di monitoraggio di Ivrea e valori più bassi della cabina di Borgaro.

*Nota relativa alla stima del valore medio annuale*

Si sono calcolate le medie di NO<sub>2</sub>, per il periodo della campagna, per la stazione di Ivrea; dal rapporto con la media dell'anno 2016 di Ivrea si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio della campagna di Torrazza Piemonte permette di ricavare la stima annuale.

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

dove

*m<sub>c</sub>* : media periodo campagna NO<sub>2</sub> di Torrazza Piemonte

*M<sub>c</sub>* : media anno 2016 NO<sub>2</sub> di Torrazza Piemonte

*m<sub>p</sub>* : media periodo campagna NO<sub>2</sub> di Ivrea

*M<sub>p</sub>* : media anno 2016 NO<sub>2</sub> di Ivrea

## 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.

Nella prima campagna di monitoraggio, vedi (**Tabella 14**), si registrano valori di Benzene con una media del periodo pari a  $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e un valore massimo di  $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Durante la seconda campagna di monitoraggio, vedi (**Tabella 15**), si registrano valori di Benzene con una media del periodo pari a  $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e un valore massimo di  $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valori quasi doppi rispetto la prima campagna, com'è prevedibile essendo il benzene un'inquinante con valori più alti nel periodo invernale.

Dalla (**Figura 25**), si può vedere come i valori di Benzene della seconda campagna siano mediamente simili rispetto a quelli registrati in stazioni di monitoraggio di fondo urbano, come Vinovo, mentre la stazione di Torino\_Rebaudengo registra valori decisamente più alti.

In (**Figura 26**), si nota chiaramente la differenza tra le due campagne: i valori sono relativamente bassi nel periodo caldo, mentre nel periodo invernale abbiamo concentrazioni più elevate.

Poiché il valore medio registrato nel monitoraggio invernale – che fornisce le concentrazioni prossime ai massimi annuali – è ampiamente inferiore al valore limite calcolato su base annua, è del tutto prevedibile che il valore limite stesso sia rispettato, come d'altra parte avviene su tutto il territorio della Città Metropolitana di Torino oramai da molti anni grazie alle politiche di miglioramento della qualità dei combustibili per autotrazione.

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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  come media settimanale.

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

Durante la prima campagna la massima media giornaliera è risultata essere di **2.3**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e la massima media oraria di **3.3**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (**Tabella 15**), entrambe ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

Nella seconda campagna, la massima media giornaliera è risultata essere di **13.7**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Come per il Benzene anche il Toluene presenta valori di concentrazione più alti durante il periodo invernale; nel grafico di **Figura 27** i valori di concentrazione sono in ogni caso sempre minori rispetto sia alle stazioni fisse come Torino- Rebaudengo di traffico urbano, sia alla stazione di fondo suburbano di Vinovo.

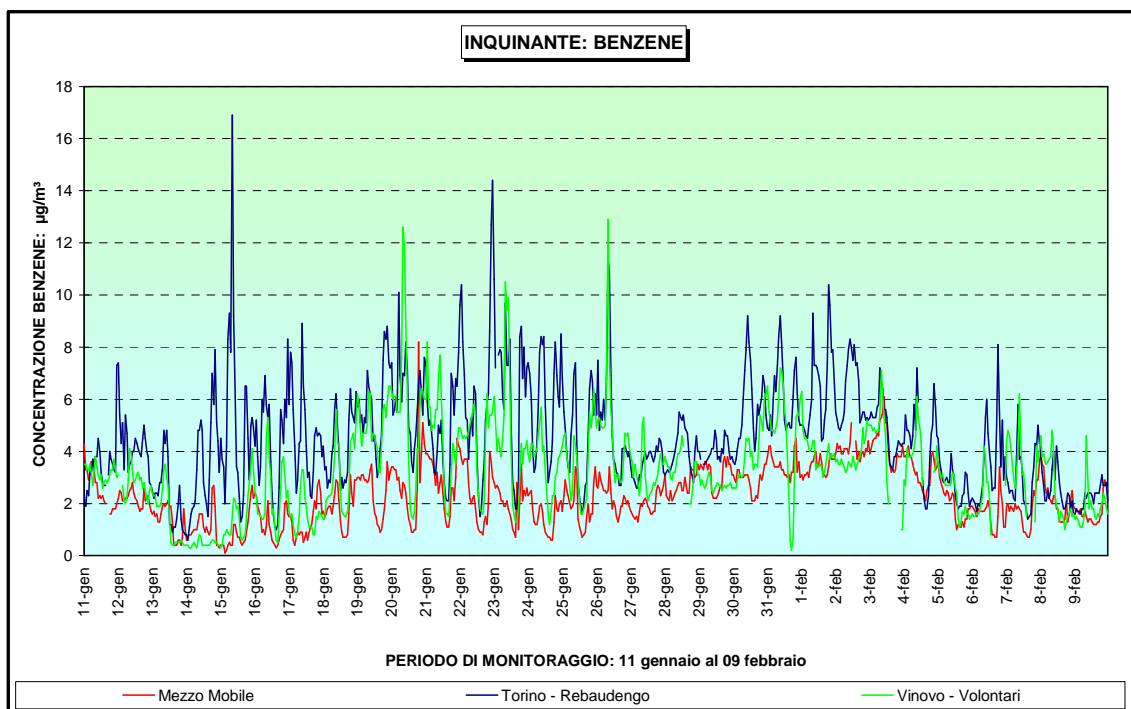
**Tabella 14** – Dati relativi al **benzene** ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	0.9	0.7
Massima media giornaliera	4.3	2.6
Media delle medie giornaliere (b):	2.3	1.3
Giorni validi	30	23
Percentuale giorni validi	100%	96%
Media dei valori orari	2.3	1.3
Massima media oraria	8.2	4.9
Ore valide	716	559
Percentuale ore valide	99%	97%

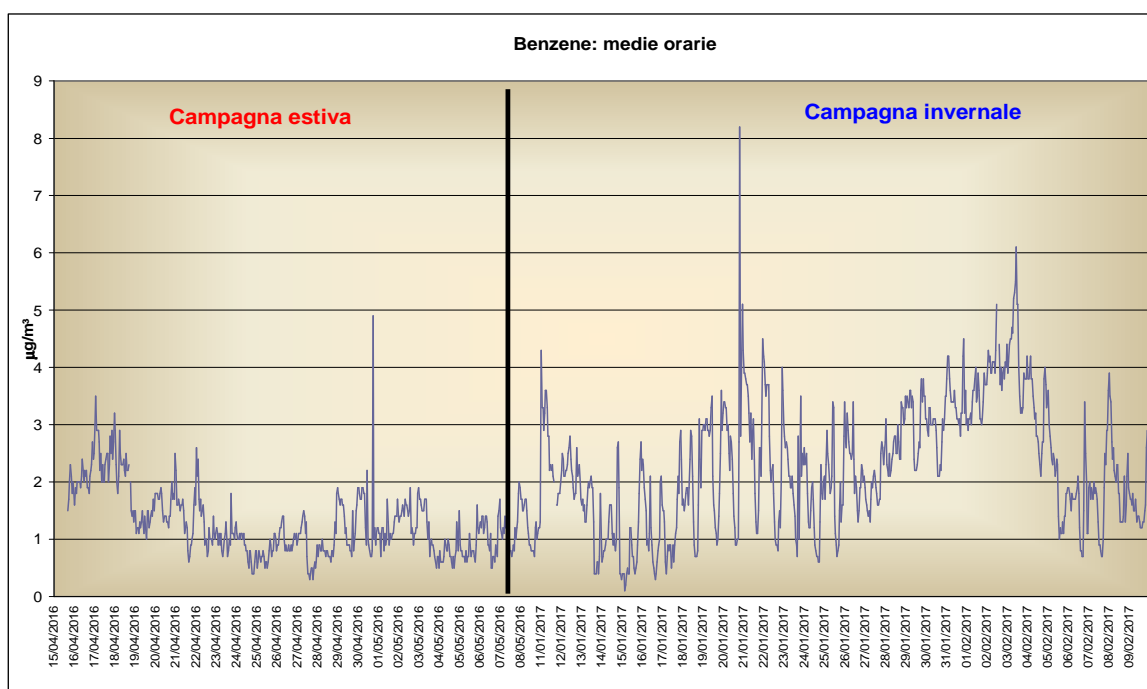
**Tabella 15** – Dati relativi al **toluene** ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	0.7	1.4
Massima media giornaliera	13.7	3.3
Media delle medie giornaliere (b):	3.9	2.3
Giorni validi	30	23
Percentuale giorni validi	100%	96%
Media dei valori orari	3.9	2.3
Massima media oraria	26.4	7.9
Ore valide	716	558
Percentuale ore valide	99%	97%

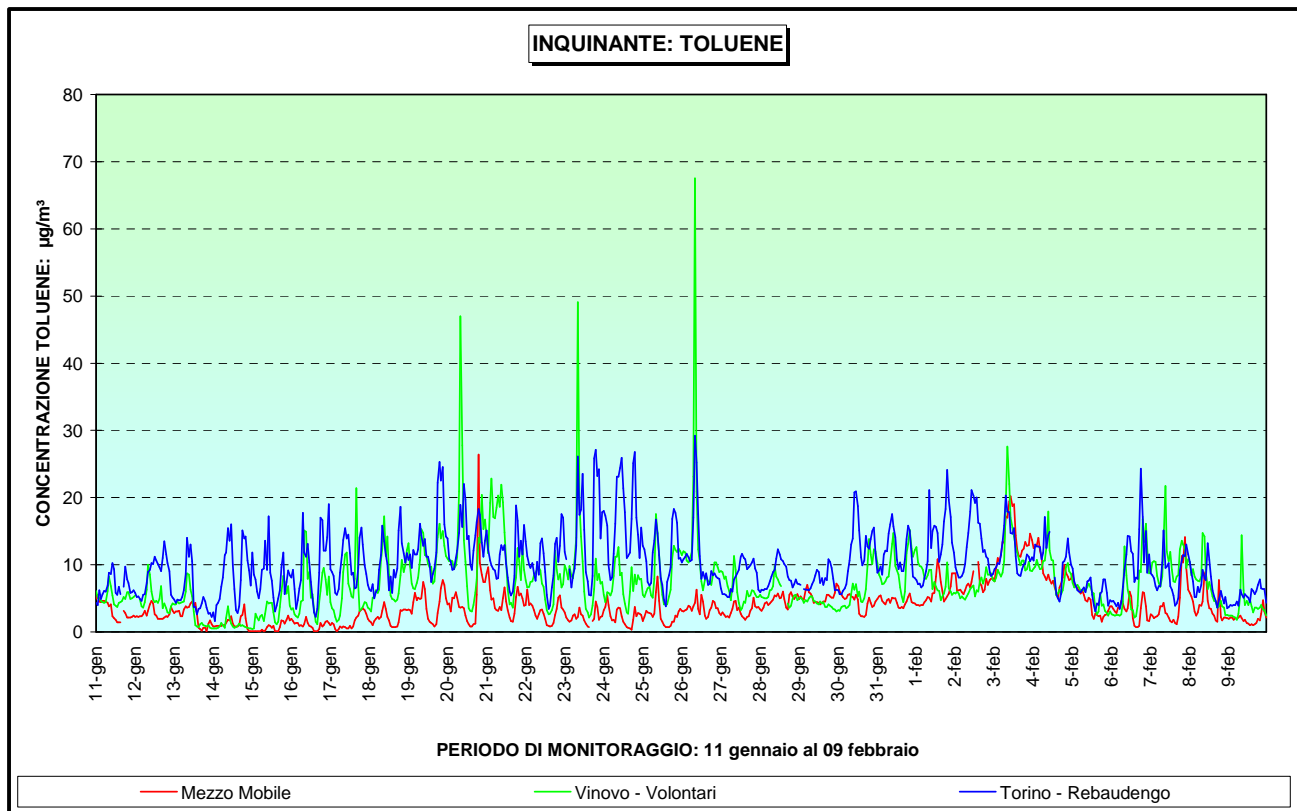
**Figura 25** – Benzene: andamento della concentrazione oraria nel corso della seconda campagna di monitoraggio



**Figura 26** – Benzene medie orarie nel corso delle due campagne a Torrazza Piemonte



**Figura 27** – Toluene: andamento della concentrazione oraria nel corso della seconda campagna di monitoraggio



## Particolato Sospeso PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

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 la concentrazione 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 PM<sub>10</sub>, 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 PM<sub>2.5</sub> (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolati come media annuale pari a 25 µg/m<sup>3</sup>.

Nella prima campagna di monitoraggio la media dei valori di concentrazione di particolato PM<sub>10</sub> è stata pari a **17 µg/m<sup>3</sup>**, (vedi **Tabella 16**), con un valore massimo giornaliero di **28 µg/m<sup>3</sup>** e nessun superamento del valore giornaliero dei 50 µg/m<sup>3</sup>.

Nella seconda campagna la media dei valori di concentrazione di particolato PM<sub>10</sub> è stata pari a **54 µg/m<sup>3</sup>**, vedi (**Tabella 16**), con un valore massimo giornaliero di **99 µg/m<sup>3</sup>** e **15** superamenti del valore giornaliero dei 50 µg/m<sup>3</sup>.

Come si può vedere dal grafico di **Figura 28**, durante la seconda campagna i valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> di Torrazza Piemonte si posizionano tra le stazioni fisse di Ivrea e Torino-Grassi.

In (**Figura 29**), abbiamo anche il dato delle precipitazioni atmosferiche e possiamo notare che durante la campagna ci sono stati pochi giorni con di pioggia intensa, le altre giornate di pioggia sono state di scarsa precipitazione, per cui l'influenza delle precipitazioni atmosferiche sul livello di concentrazione delle polveri in atmosfera è stata abbastanza bassa.

In (**Figura 30**), il grafico mostra le concentrazioni di PM<sub>10</sub> durante le due campagne, con una seconda campagna con valori di concentrazione decisamente più elevati.

In (**Tabella 17**) sono riportati i dati relativi al PM<sub>2.5</sub>, durante la prima campagna la concentrazione di PM<sub>2.5</sub> è stata pari a **10 µg/m<sup>3</sup>**, con un valore massimo di **15 µg/m<sup>3</sup>**, nella seconda campagna la concentrazione di particolato è stata di **40 µg/m<sup>3</sup>**, con valore massimo di **81 µg/m<sup>3</sup>**.



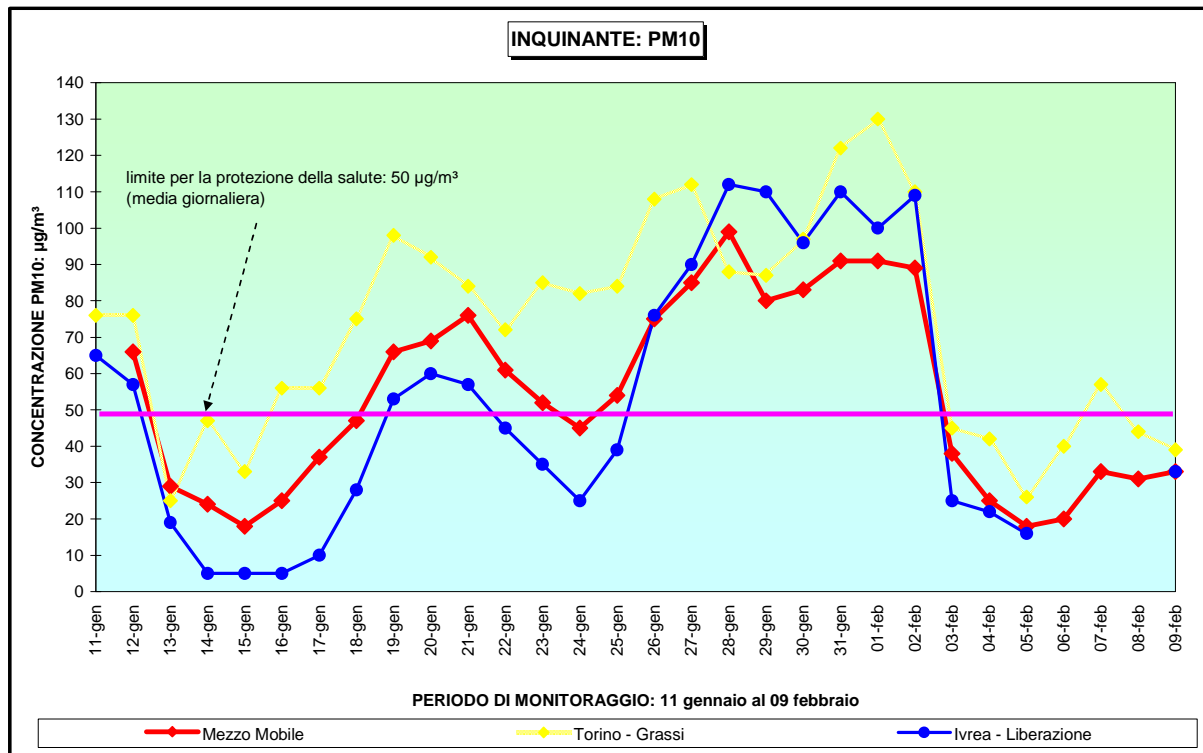
**Tabella 16** – Dati relativi al particolato sospeso PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	18	5
Massima media giornaliera	99	28
Media delle medie giornaliere (b):	54	17
Giorni validi	29	21
Percentuale giorni validi	97%	88%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	15	0

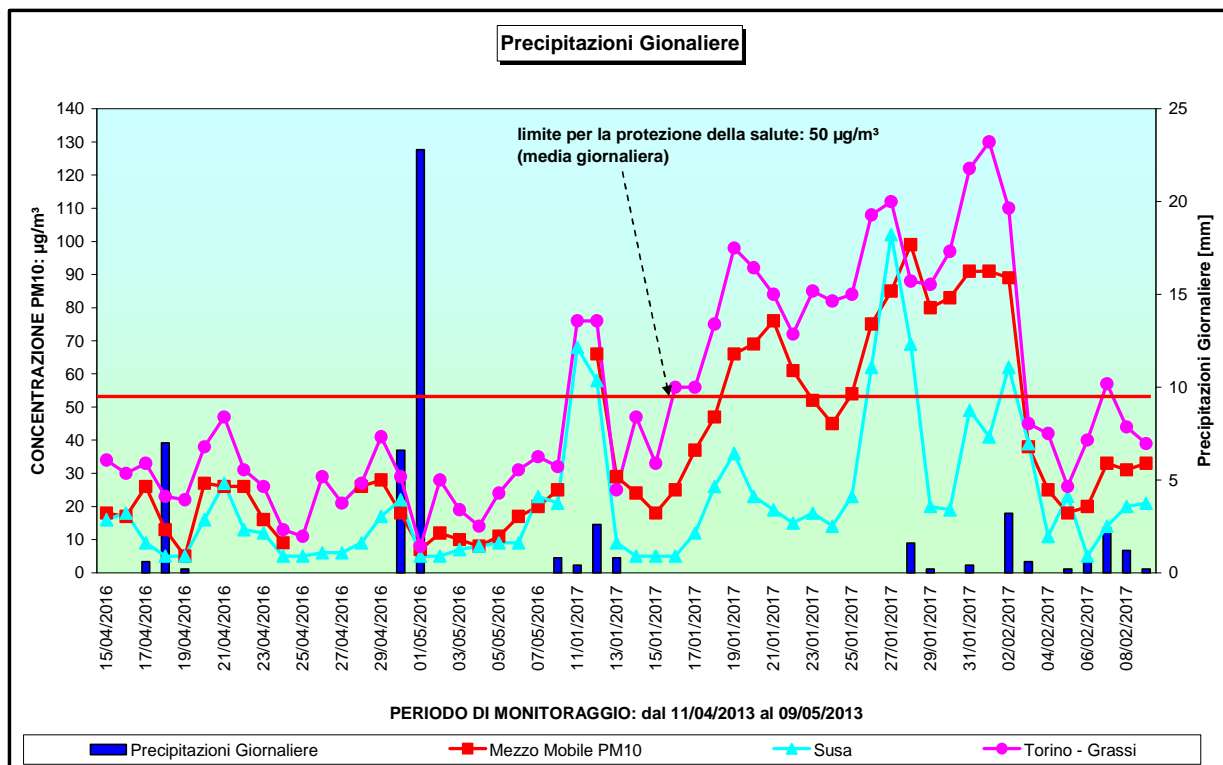
**Tabella 17** – Dati relativi al particolato sospeso PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

	Inverno	Primavera
Minima media giornaliera	13	5
Massima media giornaliera	81	15
Media delle medie giornaliere (b):	40	10
Giorni validi	29	15
Percentuale giorni validi	97%	62%

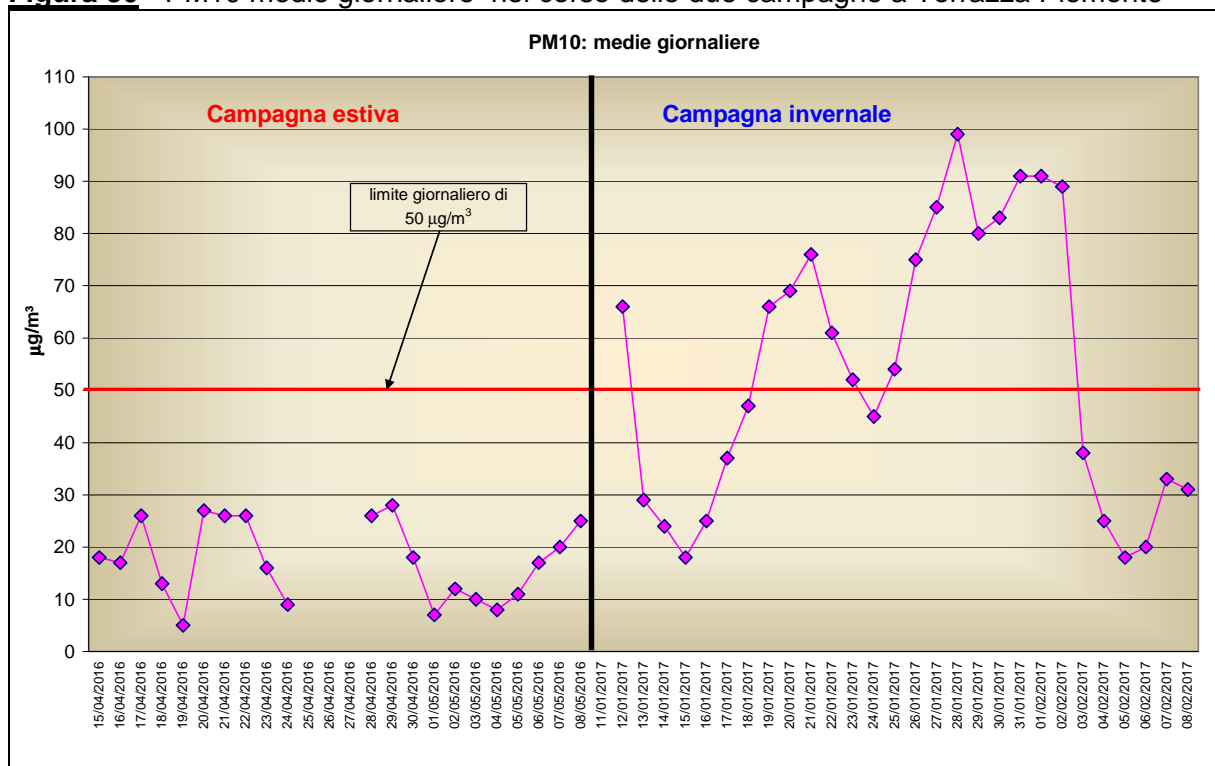
**Figura 28** – Particolato sospeso PM<sub>10</sub>: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute nella seconda campagna



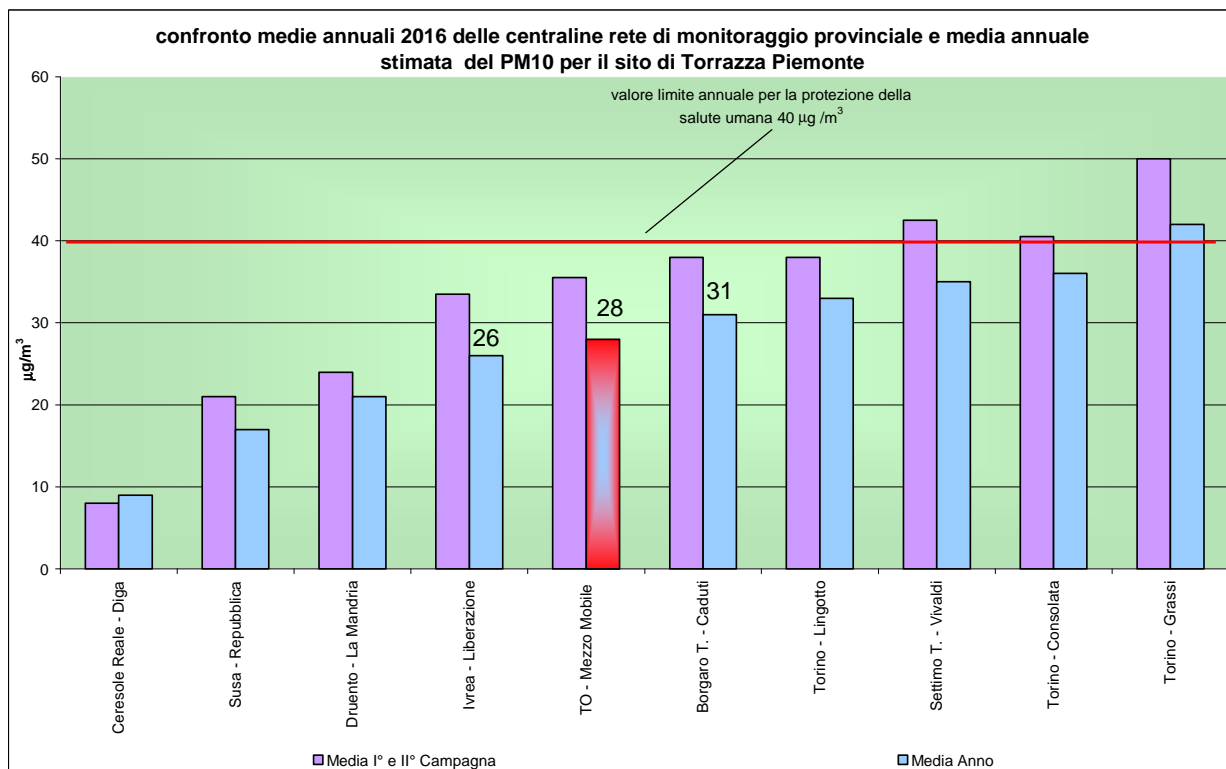
**Figura 29** – Particolato sospeso PM<sub>10</sub>, somma giornaliera delle precipitazioni, nelle due campagne



**Figura 30** - PM10 medie giornaliere nel corso delle due campagne a Torrazza Piemonte



**Figura 31** –Particolato sospeso PM10: confronto medie annuali e medie nel periodo di monitoraggio



La normativa prevede un valore limite annuale per la protezione della salute umana di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Visto che la durata del monitoraggio nel comune di Torrazza Piemonte non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è 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 e riportati in **Figura 31**.

La media annuale stimata sulla base delle due campagne ( $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), si posiziona tra quella di stazioni di fondo urbano/suburbano come Ivrea e evidenzia che il valore limite annuale è ampiamente rispettato.

Per quanto riguarda il valore limite giornaliero ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da superare per non più di 35 giorni l'anno), poiché entrambe le stazioni tra cui si posiziona il sito di Torrazza Piemonte superano il valore limite giornaliero di  $\text{PM}_{10}$ , è prevedibile che ciò accada anche nel sito di Torrazza Piemonte. Un metodo alternativo per stimare i superamenti nel corso dell'anno consiste nel fare riferimento alle elaborazioni effettuate per valutare quale sia la media annuale da conseguire per rispettare il valore limite giornaliero<sup>1</sup>. Sulla base di tali considerazioni il valore di media annuale "efficace" di  $\text{PM}_{10}$ , che permette di rispettare anche il valore limite giornaliero, risulta pari a circa  $24,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a livello piemontese. La media annuale stimata per Torrazza Piemonte, che è superiore a tale valore, conferma che il valore limite giornaliero è con tutta probabilità superato, come da'altra parte avviene in gran parte del territorio di pianura piemontese

Con le stesse modalità di calcolo delle stime annuali del  $\text{PM}_{10}$ , si è calcolato la stima annuale del  $\text{PM}_{2,5}$ , usando come stazione di riferimento Ivrea; il valore di stima annuale è risultato essere di  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a fronte di un valore limite di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , per cui anche in questo caso è prevedibile che il valore limite sia rispettato.

#### *Nota relativa alla stima della media annuale*

Si sono calcolate le medie di  $\text{PM}_{10}$ , per il periodo della campagna, per la stazione di Ivrea; dal rapporto con la media dell'anno 2016 di Ivrea si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio della campagna di Torrazza Piemonte permette di ricavare la stima annuale;

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

dove:

$m_p$  : media periodo campagna  $\text{PM}_{10}$  di Ivrea

$m_c$  : media periodo campagna  $\text{PM}_{10}$  di Torrazza Piemonte

$M_c$  : media anno 2016  $\text{PM}_{10}$  di Torrazza Piemonte

$M_p$  : media anno 2016  $\text{PM}_{10}$  di Ivrea

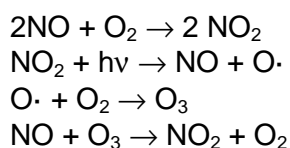
<sup>1</sup> Tali elaborazioni – la cui sintesi è contenuta negli Atti del VII Convegno nazionale sul particolato atmosferico - si possono reperire sull'edizione 2014 di "Uno Sguardo all'Aria" (Arpa Piemonte, Città Metropolitana di Torino), nel capitolo "Analisi del rapporto di correlazione fra media annuale e numero di superamenti del valore limite per il particolato  $\text{PM}_{10}$  – La situazione nella Città Metropolitana di Torino nel quadro europeo".

## Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente. L'ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, che si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) 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 prima campagna, si sono registrati diversi superamenti dei valori di riferimento della normativa, con un valore medio di **72**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e un valore massimo di **92**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (vedi **Tabella 17**), non si sono registrati superamenti livello informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mentre durante la seconda campagna abbiamo una media dei valori orari di **15**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e un valore massimo di **46**  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e come ci sia aspettava non abbiamo nessun superamento dei limiti di legge, essendo l'ozono un'inquinante che presenta valori elevati nel periodo caldo.

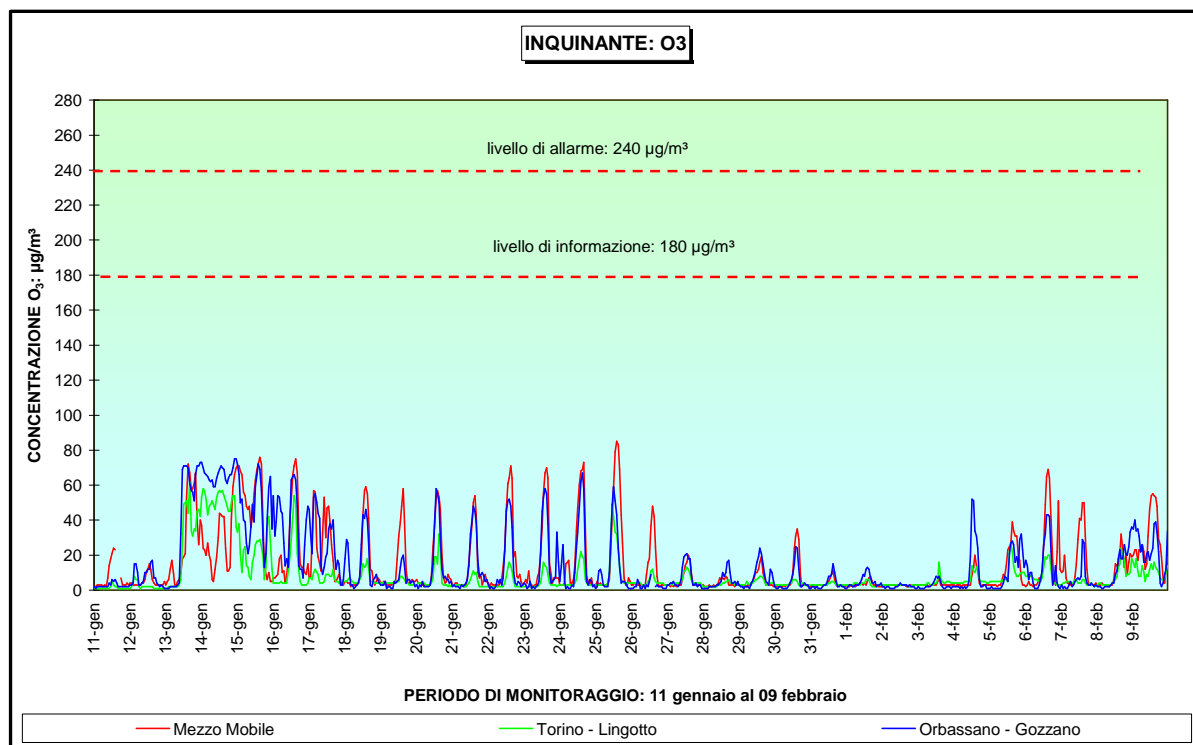
Dal grafico di (**Figura 32 e 33**), si può vedere come i valori di concentrazione rispettano in entrambi i periodi il livello di attenzione, mentre il valore obiettivo per la protezione della salute umana presenta **7** superamenti

In (**Figura 34**), si nota chiaramente la differenza tra le due campagne, con valori di ozono più elevati in corrispondenza di un maggiore irraggiamento.

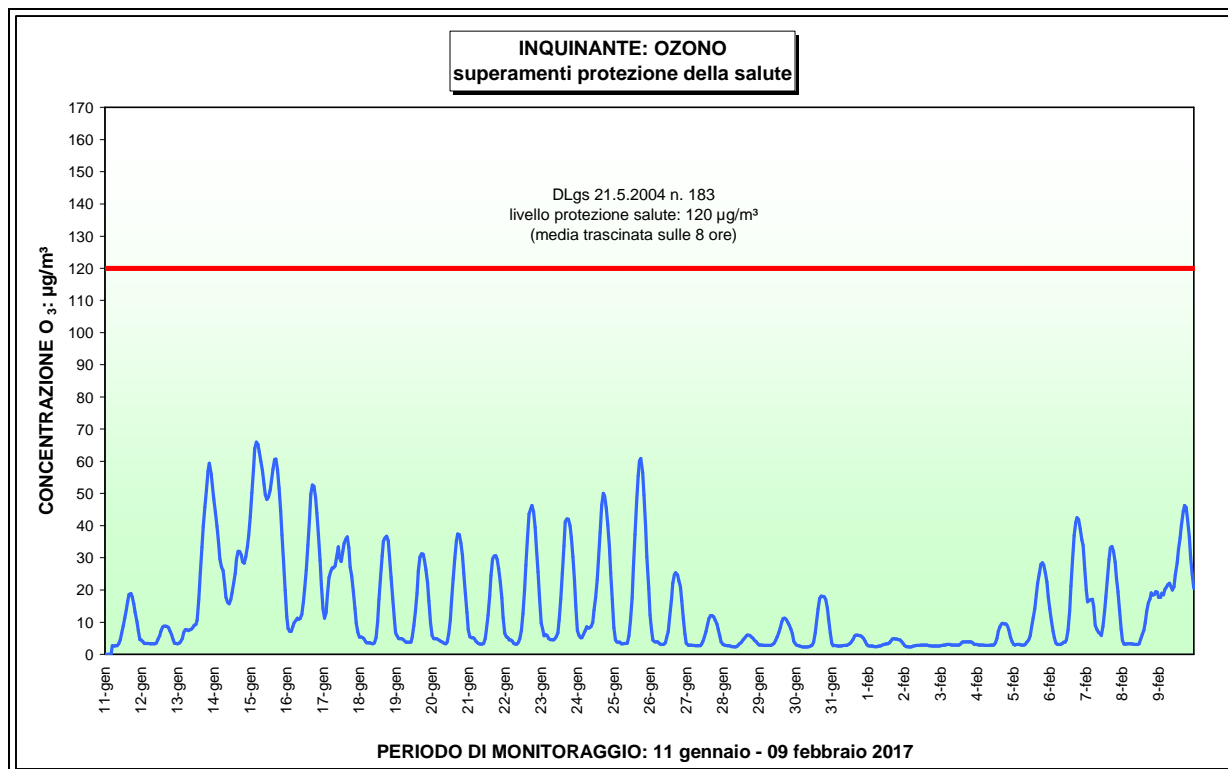
**Tabella 17** – Dati relativi all'ozono ( $\text{O}_3$ ) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Inverno	Estate
Minima media giornaliera	3	45
Massima media giornaliera	46	92
Media delle medie giornaliere (b):	15	72
Giorni validi	30	23
Percentuale giorni validi	100%	96%
Media dei valori orari	15	72
Massima media oraria	85	165
Ore valide	716	560
Percentuale ore valide	99%	97%
Minimo medie 8 ore	2	11
Media delle medie 8 ore	15	72
Massimo medie 8 ore	66	151
Percentuale medie 8 ore valide	99%	96%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)	0	29
Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)	0	7
Numero di superamenti livello informazione (180)	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)	0	0
Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)	0	0
Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)	0	0
Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)	0	0

**Figura 32** – O<sub>3</sub>: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge, nella seconda campagna

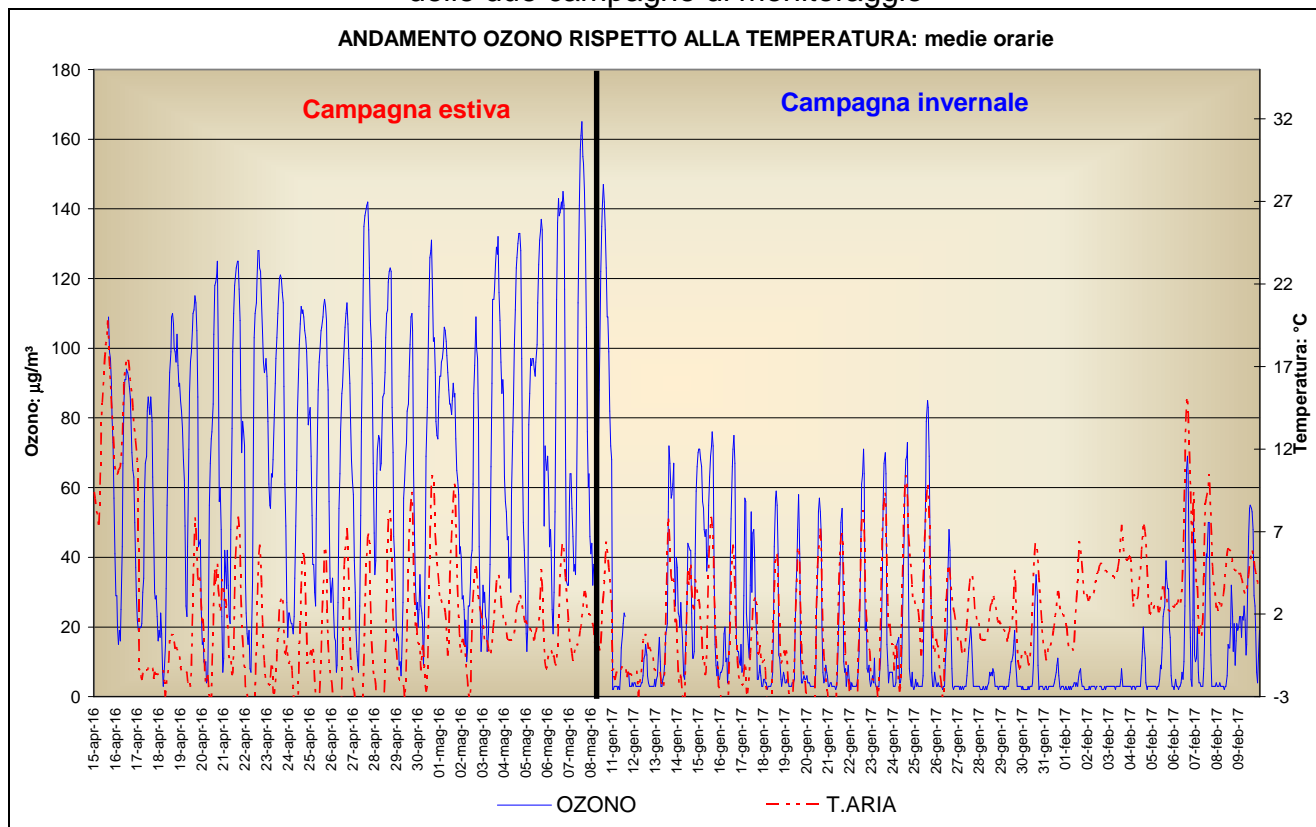


**Figura 33** – O<sub>3</sub>: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore), nella seconda campagna





**Figura 34** – Andamento orario dell’Ozono rispetto alla Radiazione Solare Globale, nel corso delle due campagne di monitoraggio



Poiché l’andamento temporale dell’ozono nel sito di Torrazza , come già evidenziato nella prima campagna, è sovrapponibile a quello di siti come Torino Lingotto e Orbassano , le quali non rispettano nei mesi estivi il livello di protezione della salute, è del tutto prevedibile che ciò accada anche nel sito di Torrazza. D’altra parte per sua natura l’ozono è un inquinante sostanzialmente ubiquitario che nei mesi estivi non rispetta i limiti di legge su tutto il territorio regionale.

## CONCLUSIONI

La seconda campagna di monitoraggio conferma che il sito di di Torrazza Piemonte non presenta criticità specifiche ; la qualità dell'aria nel complesso risulta confrontabile con quella di siti di fondo suburbano come Ivrea ed Borgaro e decisamente migliore rispetto a quella di siti traffico urbano come Torino-Grassi o Torino-Rebaudengo.

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 rispettati i valori limite sia di breve che di lungo periodo per biossido di zolfo, monossido di carbonio, biossido di azoto e benzene e i valori limite annuali di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>.

Superamenti dei valori di riferimento di breve periodo per la protezione della salute umana si sono verificati per il PM<sub>10</sub>, che nella seconda campagna presenta quindici superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute (50 µg/m<sup>3</sup>).

Dal confronto con le stazioni fisse che presentano valori confrontabili con il sito di Torrazza Piemonte risulta del tutto presumibile che non sia rispettato il numero massimo di giorni di superamento consentito (**35** per anno civile), come del resto avviene per tutte le stazioni di pianura della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Per quanto riguarda il valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>, come già sottolineato la stima della media annuale ( pari a **28** µg/m<sup>3</sup>) risulta ampiamente inferiore al suddetto valore limite.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, il valore di media annuale stimato di **25** µg/m<sup>3</sup>, risulta molto inferiore rispetto al limite di legge di 40 µg/m<sup>3</sup>, vedi figura 24.

Per quanto riguarda l'ozono, trattandosi di un inquinante tipico del periodo estivo, nella seconda campagna non si sono verificati superamenti dei limiti di legge, al contrario di quanto successo nella prima campagna dove si erano registrati sette superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana. Sulla base del confronto con le stazioni fisse è del tutto prevedibile che il numero massimo di giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana non sia rispettato. Tale situazione non è però caratteristica del sito in esame in quanto l'ozono nel periodo estivo, in relazione alle sue caratteristiche di inquinante secondario, presenta una criticità estesa a tutto il territorio regionale e più in generale all'intero bacino padano

## APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

• **Biossido di zolfo**

**API 100 E**

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 2000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 1 ppb.

• **Ossidi di azoto**

**API 200**

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 – PM2.5; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo conforme allo standard EN 12341.

Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE 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 955 serie 600**

Gas Cromatografo 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>