

DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST

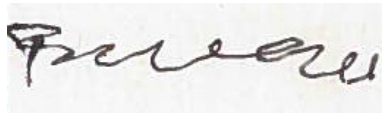
Struttura semplice "Attività di Produzione"

OGGETTO: CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL

LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE DI FRONT - RELAZIONE 1ª CAMPAGNA

(26 giugno – 24 luglio 2017)



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Roberto Sergi	Data: 13/12/2017	Firma: 
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	Data: 13/12/2017	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 Front per la collaborazione prestata.

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO....	4
<i>L'Aria e i suoi Inquinanti</i>	<i>5</i>
IL LABORATORIO MOBILE.....	8
IL QUADRO NORMATIVO	8
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	11
OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	12
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	<i>15</i>
<i>Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Front ...</i>	<i>20</i>
<i>Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge.....</i>	<i>21</i>
<i>Giorno medio</i>	<i>21</i>
<i>Biossido di zolfo.....</i>	<i>22</i>
<i>Ossidi di Azoto</i>	<i>24</i>
<i>Monossido d'azoto</i>	<i>24</i>
<i>Biossido d'azoto.....</i>	<i>26</i>
<i>Monossido di Carbonio.....</i>	<i>28</i>
<i>Benzene e Toluene</i>	<i>31</i>
<i>Particolato Sospeso (PM₁₀) e (PM_{2.5}).....</i>	<i>34</i>
<i>Ozono</i>	<i>37</i>
<i>Conclusioni</i>	<i>41</i>
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	43



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 (ng/m^3) al milligrammo per metro cubo (mg/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 secondarie 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 2016", 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 Provincia.

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.

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

 = fonti primarie
 = fonti secondarie

IL LABORATORIO MOBILE

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

Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate, laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di stazioni mobili gestite dalle sedi provinciali 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 PM₁₀ e PM_{2,5}, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

IL QUADRO NORMATIVO

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria prevede limiti per gli inquinanti quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 351/99 ed attuata, per i valori limite di alcuni inquinanti, dal D.M. 60/2002, dal D.Lgs. 183/2004 e dal D.Lgs. 152/2007. Detti limiti possono essere classificati in tre tipologie:

- **Valore limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), materiale particolato PM₁₀, 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.

Per quanto riguarda il parametro ozono con il D.Lgs. n. 183 del 21 maggio 2004, pubblicato sul supplemento ordinario n. 127 alla Gazzetta Ufficiale 23 luglio 2004 n. 171, la normativa italiana ha recepito la direttiva 2002/3/CE, per cui sono state abrogate le disposizioni concernenti all'ozono previste dal D.P.C.M. 28/3/83, D.M. 15/4/94, D.M. 25/11/94 e dal D.M. 16/5/96.

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 recente D.Lgs. 155/2010 ha abrogato e sostituito le normative precedenti, senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento degli inquinanti già normati; ha inoltre inserito nuovi indicatori relativi al PM_{2,5} e in particolare:

- un **valore limite, espresso come media annuale**, pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;

- un **valore obiettivo, espresso come media annuale**, pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 1 gennaio 2010;

La nuova normativa prevede inoltre per il $\text{PM}_{2.5}$ 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).

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_2)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	$350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	24 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	$125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	3 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	--	19-lug-2001
		inverno (1 ott ÷ 31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	$500 \mu\text{g}/\text{m}^3$	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2) e OSSIDI DI AZOTO (NO_x)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_2)	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_2)	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	$400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_2)	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_x)	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	$10 \text{mg}/\text{m}^3$	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM_{10})	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	---	1-gen-2005
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	---	1-gen-2010

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

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

(1) La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h:(h-8)

(2) Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e il valore di 80 µg/m³, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00.

(3) La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3÷6; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

(4) Il periodo di mediazione è l'anno civile (1 gennaio – 31 dicembre)

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

INQUINANTE	VALORI OBIETTIVO ⁽¹⁾
Arsenico	6.0 ng/m ³
Cadmio	5.0 ng/m ³
Nichel	20.0 ng/m ³

(1) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.



LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Front da Arpa Piemonte - Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest, è stata effettuata in seguito alle richieste dell'Amministrazione comunale, inviate con prot. n. 3012 in data 01/12/2015 e con prot. n. 158 il 22/01/2016 a seguito della segnalazione da parte del comitato spontaneo No Cata Lì e delle intenzioni manifestate dalla società SITOL s.r.l. di realizzare un impianto di pirolisi catalitica di materie plastiche in prossimità dell'esistente Cartiera Giacosa.

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

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

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato in via Papa Giovanni XXIII all'altezza del civico 2 durante il sopralluogo del 26/04/2017, al quale era presente personale dell'Ufficio Tecnico del comune di Front.

Nelle **Figure 1, 2 e 3** viene meglio rappresentato il sito nel quale è stato posizionato il laboratorio mobile.

Il sito anzidetto è stato scelto in considerazione delle richieste pervenute da codesto Ente e delle esigenze tecniche e di sicurezza legate alla tipologia delle indagini ambientali effettuate.

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 campagna nel periodo estivo (oggetto della presente relazione) ed una seconda campagna nel periodo invernale tra gennaio e febbraio 2018.

La campagna è stata condotta tra il **26 giugno** e il **24 luglio 2017** (29 giorni). 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 27 giugno al 23 luglio, per un totale di 27 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 nel comune di Front.

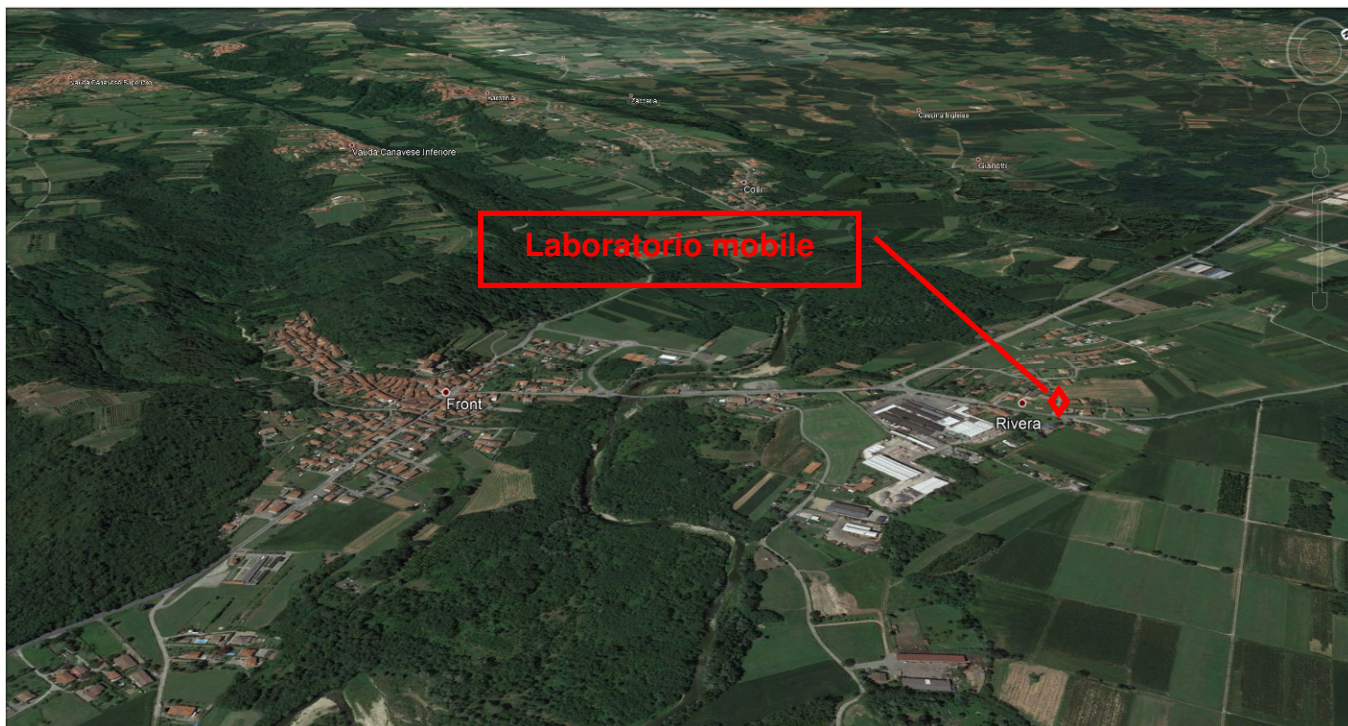
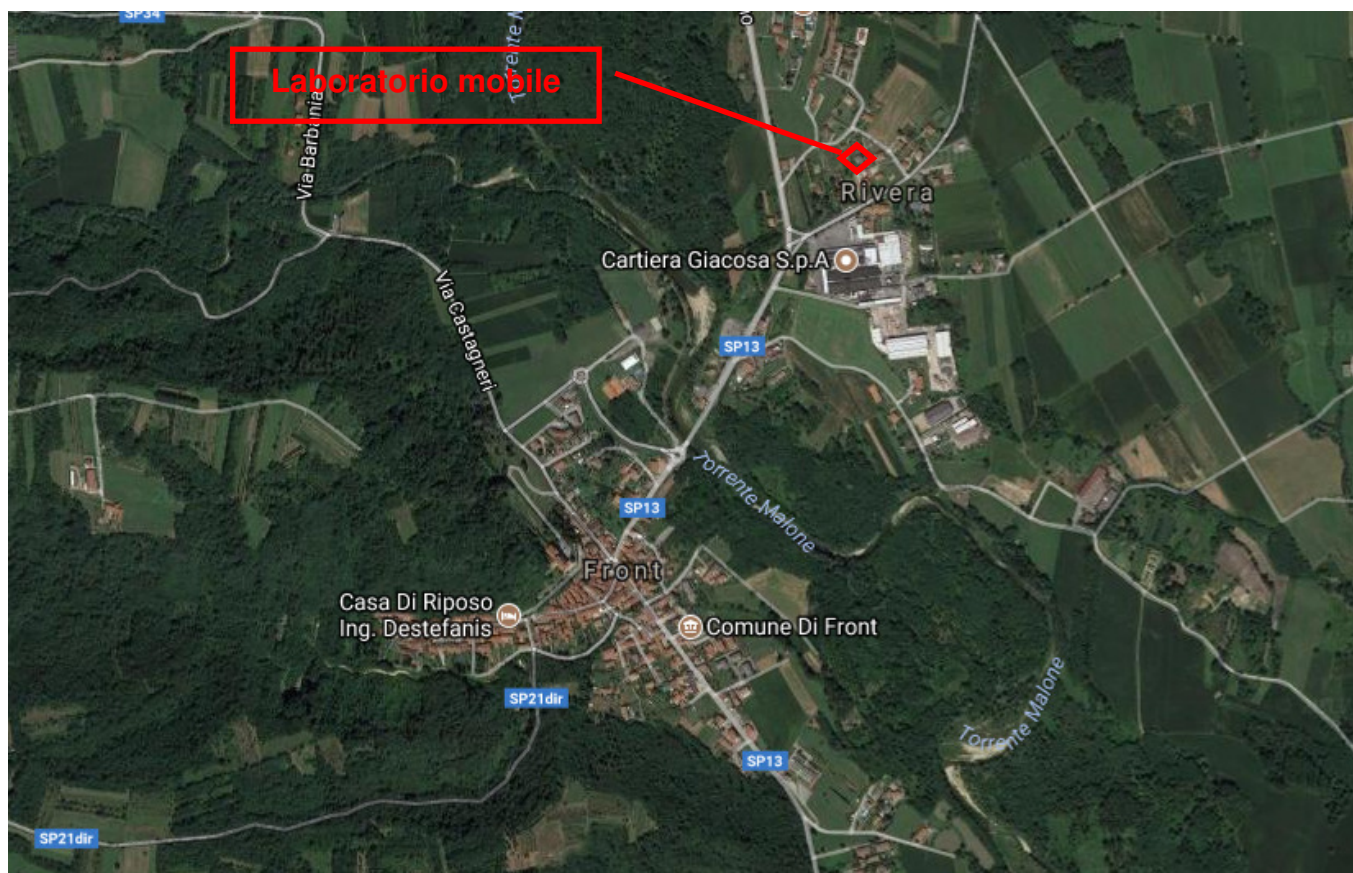


Figura 2 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Front.



Figura 3 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Front.



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 ²
pioggia	Pioggia	mm/h

I grafici relativi al vento (**Figure 4, 5, 6 e 7**) e in particolare le rose del vento rappresentano le due direzioni di provenienza dominanti: Est/EstSudEst nelle ore diurne e da NordOvest/Ovest nelle ore notturne; la maggioranza delle calme di vento si verifica in ore notturne.

Da questi elementi emerge che sia le abitazioni della frazione Rivera che il centro abitato di Front non si trovano sottovento rispetto alle emissioni provenienti dalla Cartiera Giacosa

Tabella 5: Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso della campagna di monitoraggio

	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	TEMPERATURA	UMIDITA' RELATIVA	PRESSIONE ATMOSFERICA	VELOCITA' VENTO
	W/m ²	°C	%	hPa	m/s
Minima media giornaliera	104,6	17,7	60,2	969,8	0,51
Massima media giornaliera	353	26,3	90,5	988,6	0,79
Media delle medie giornaliere	282,9	22,4	70	982	0,66
Giorni validi	24	24	24	24	5
Percentuale giorni validi	89%	89%	89%	89%	19%
Media dei valori orari	285,6	22,5	70,1	981,9	0,64
Massima media oraria	1095	33	99	990	2,9
Ore valide	605	605	605	606	381
Percentuale ore valide	93%	93%	93%	94%	59%

Figura 4: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità - totale

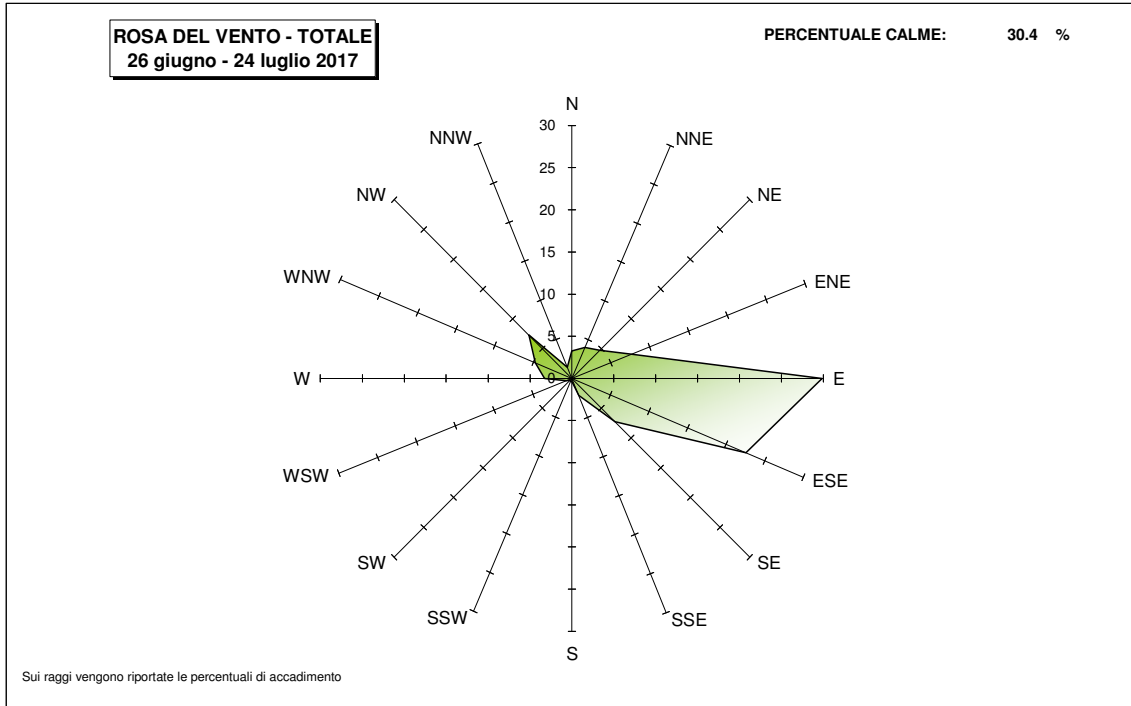


Figura 5: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità - diurna

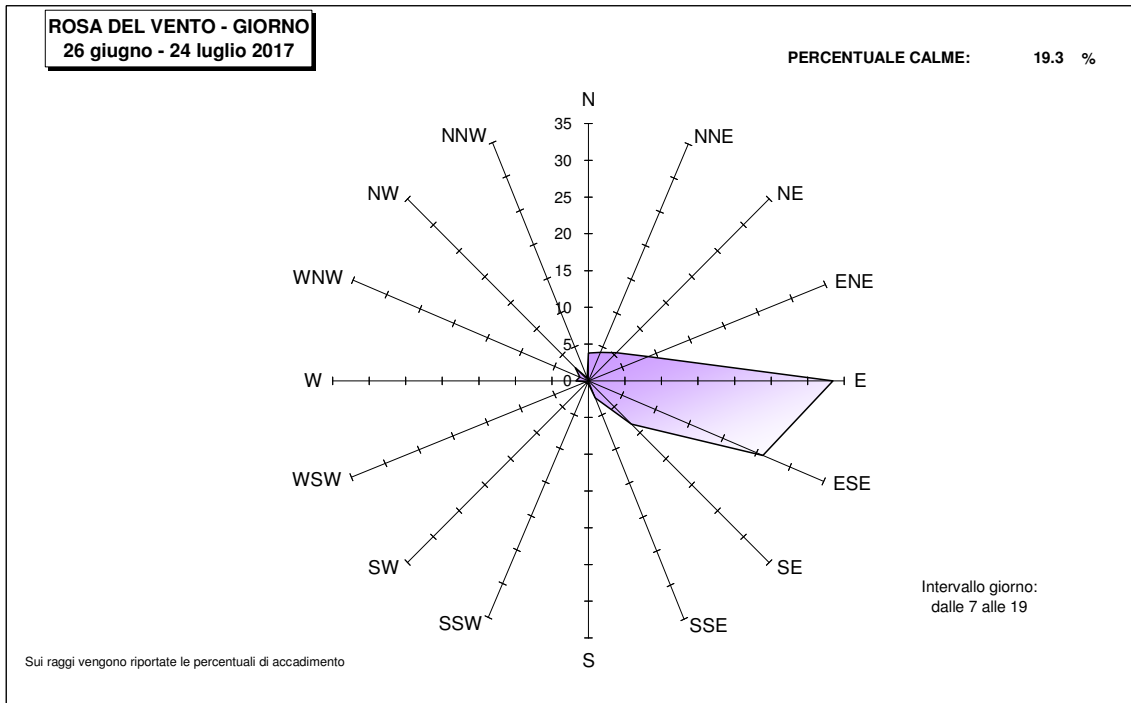


Figura 6: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità - notturna

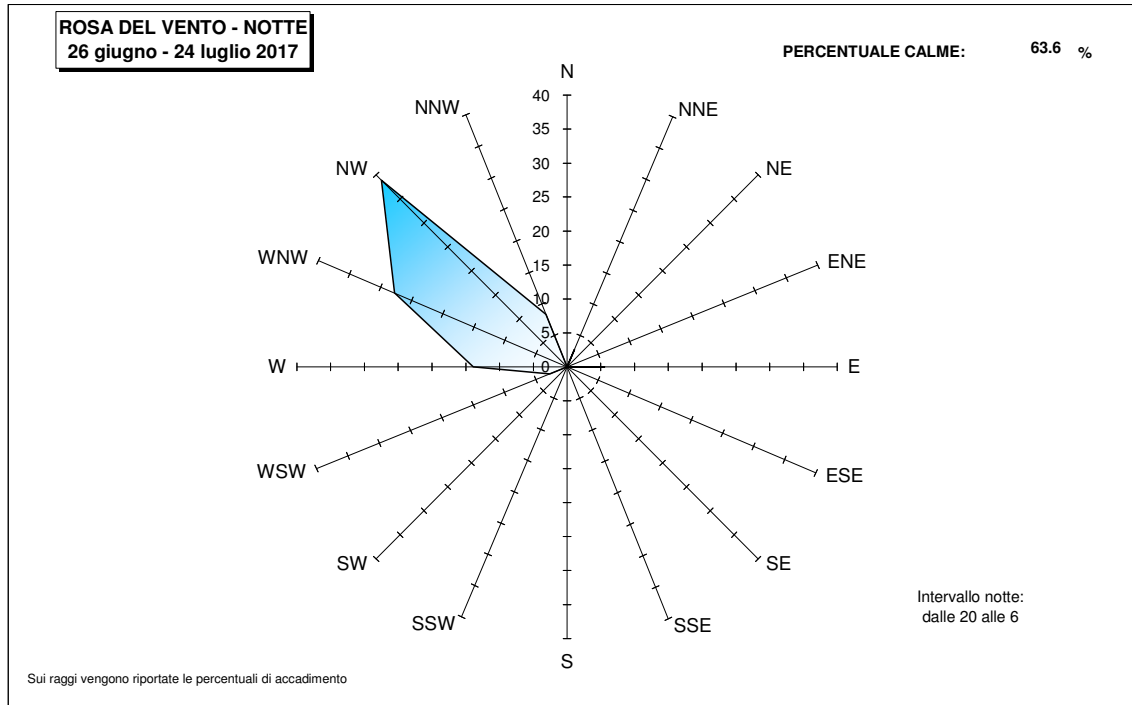


Figura 7: Velocità Vento

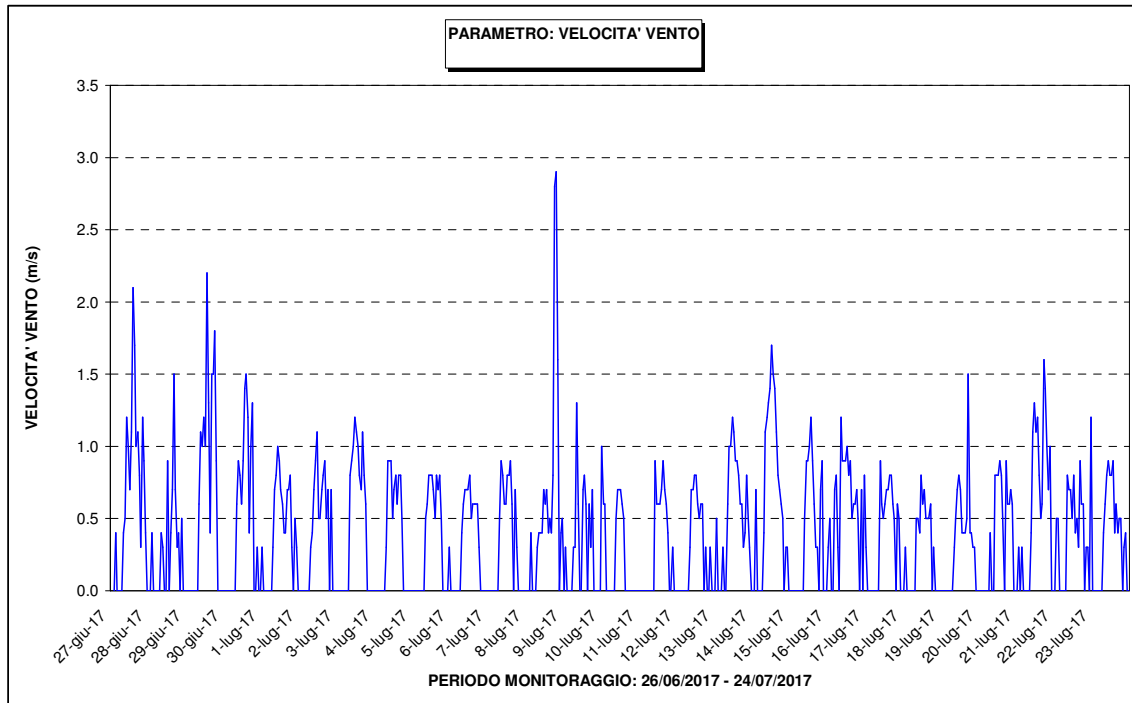


Figura 8: Pressione Atmosferica

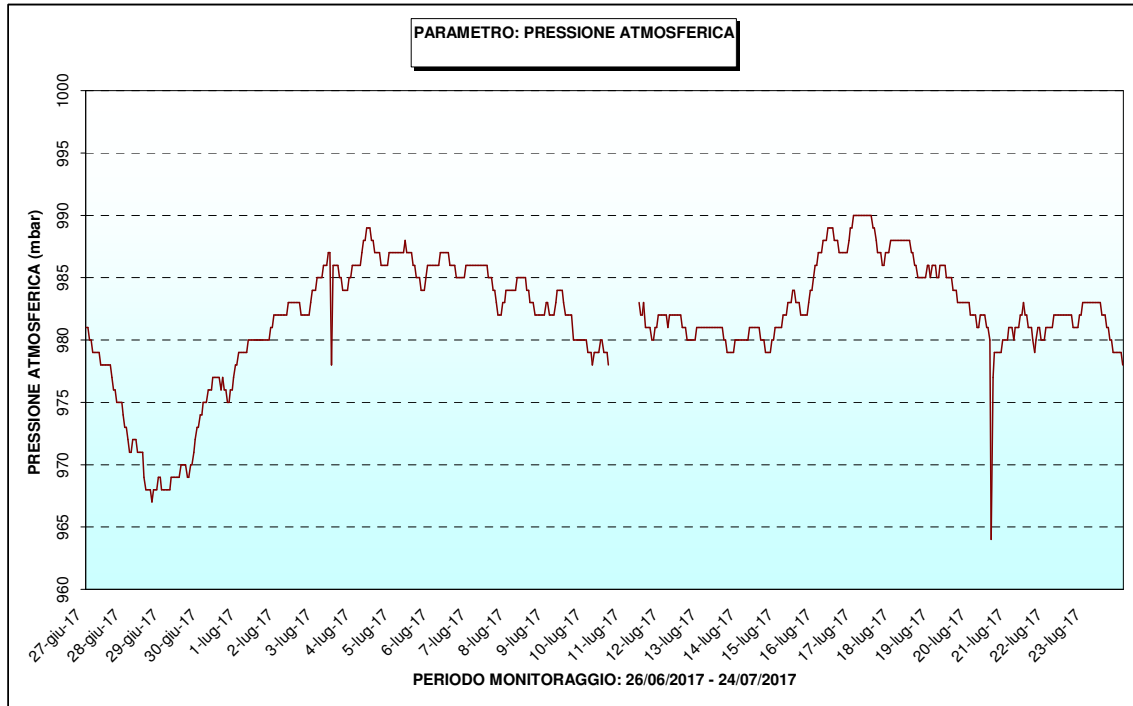


Figura 9: Umidità Relativa - Temperatura aria

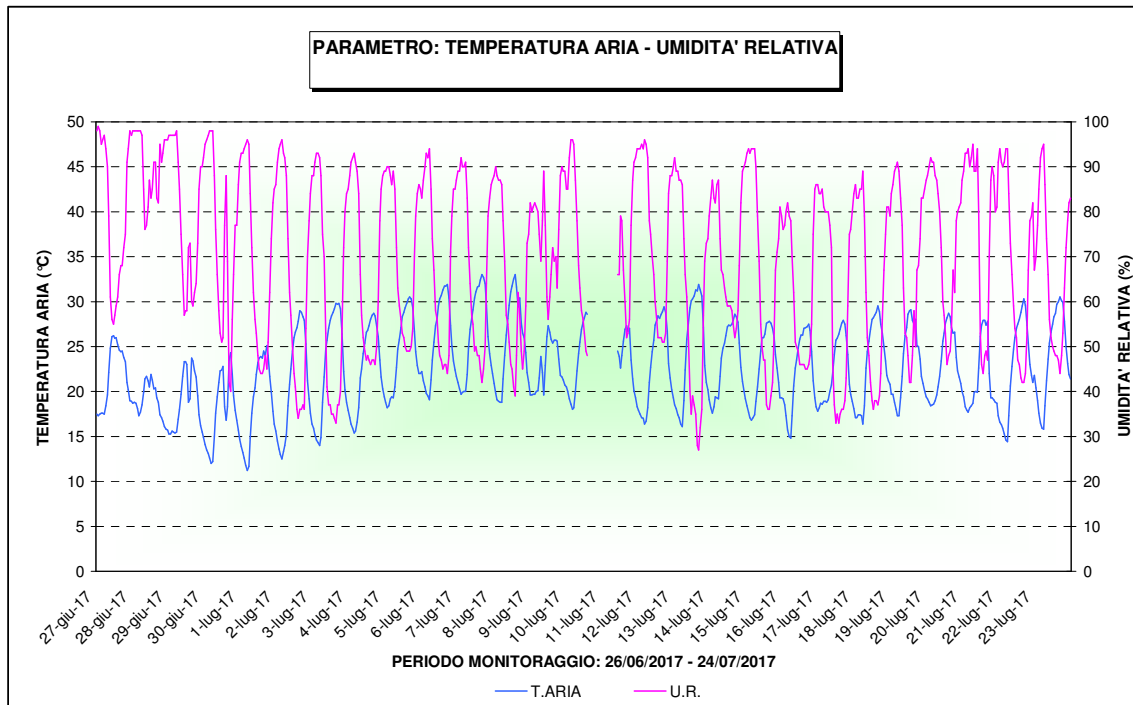
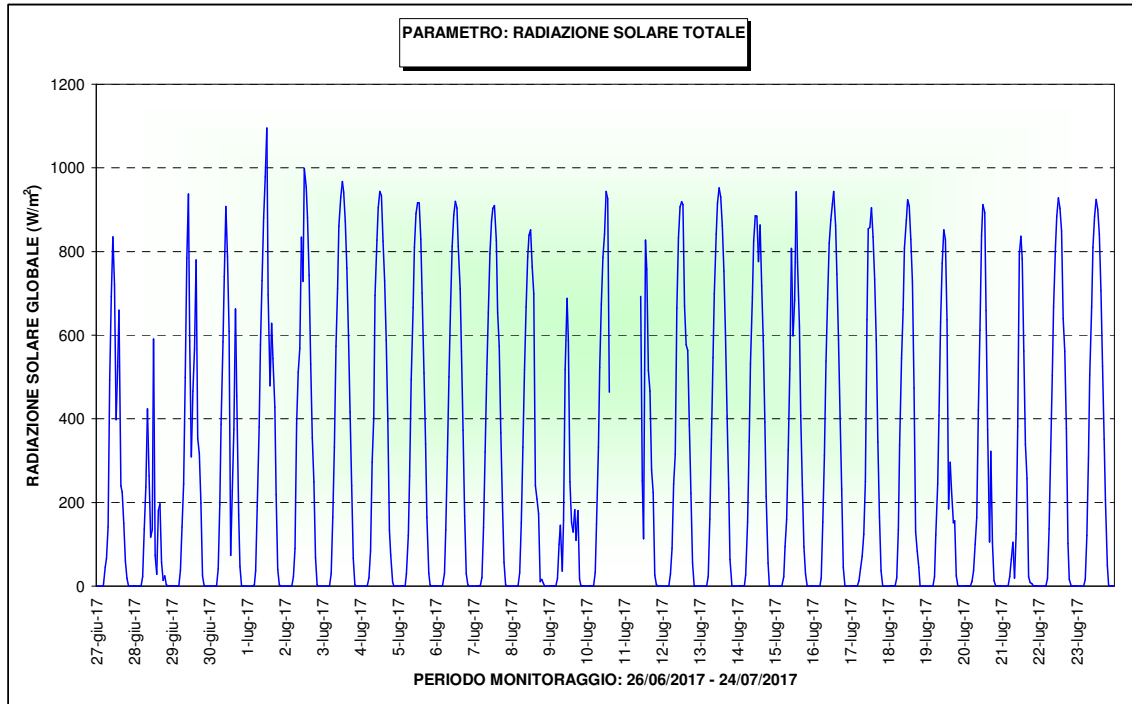


Figura 10: Radiazione Solare Globale



Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Front

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:

SO ₂	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO ₂	BIOSSIDO DI AZOTO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
O ₃	OZONO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
C ₆ H ₆	BENZENE
C ₆ H ₅ CH ₃	TOLUENE
PM10	PARTICOLATO SOSPESO PM10
PM2.5	PARTICOLATO SOSPESO PM2.5

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: <http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/datiarea2.htm> a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, in un diagramma concentrazione-tempo, l'andamento registrato durante il periodo di monitoraggio. La scala adottata per l'asse delle ordinate permette di evidenziare, laddove esistenti, i superamenti dei limiti.

Nel caso in cui i valori assunti dai parametri risultino nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse delle ordinate rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso lo scrivente servizio e può essere inviata su richiesta specifica.

Giorno medio

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è stato calcolato 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 1:00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 1:00 di ciascun giorno del periodo di monitoraggio. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.

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

Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO₂ 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 percentuale molto bassa 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.

Tabella 6: *Dati relativi al biossido di zolfo (SO₂) (µg/ m³)*

Minima media giornaliera	1
Massima media giornaliera	5
Media delle medie giornaliere:	3
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	67%
Media dei valori orari	3
Massima media oraria	7
Ore valide	463
Percentuale ore valide	71%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0

Figura 11: SO₂ - confronto con il livello di protezione della salute (media giornaliera)

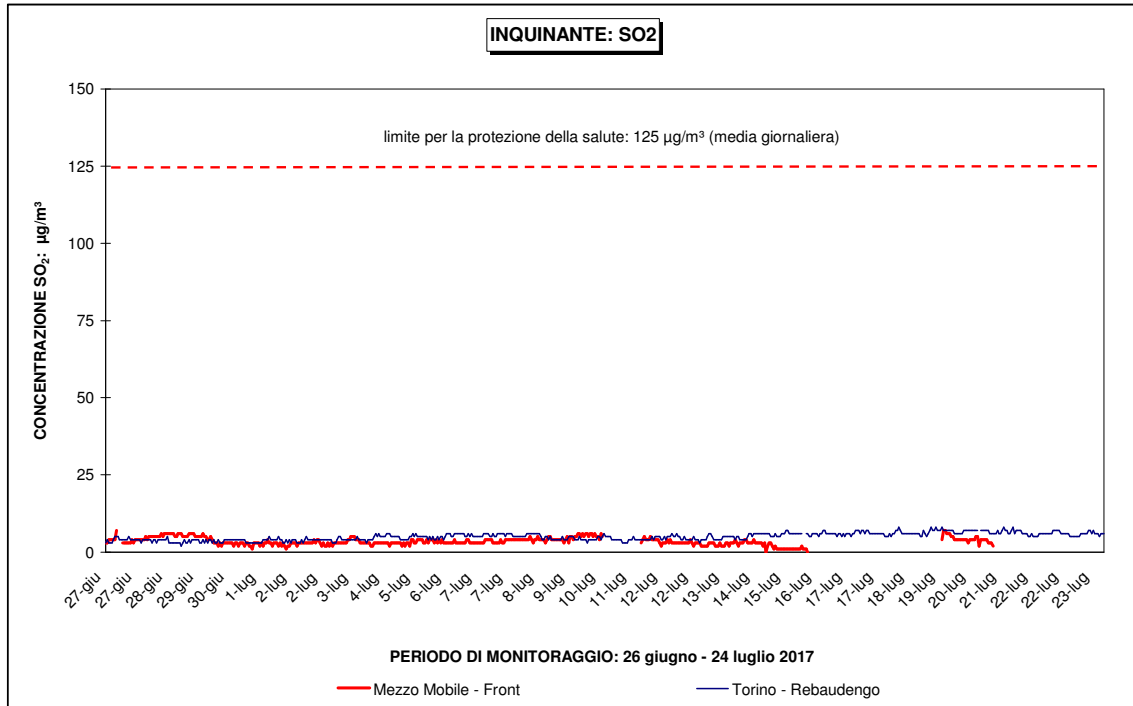
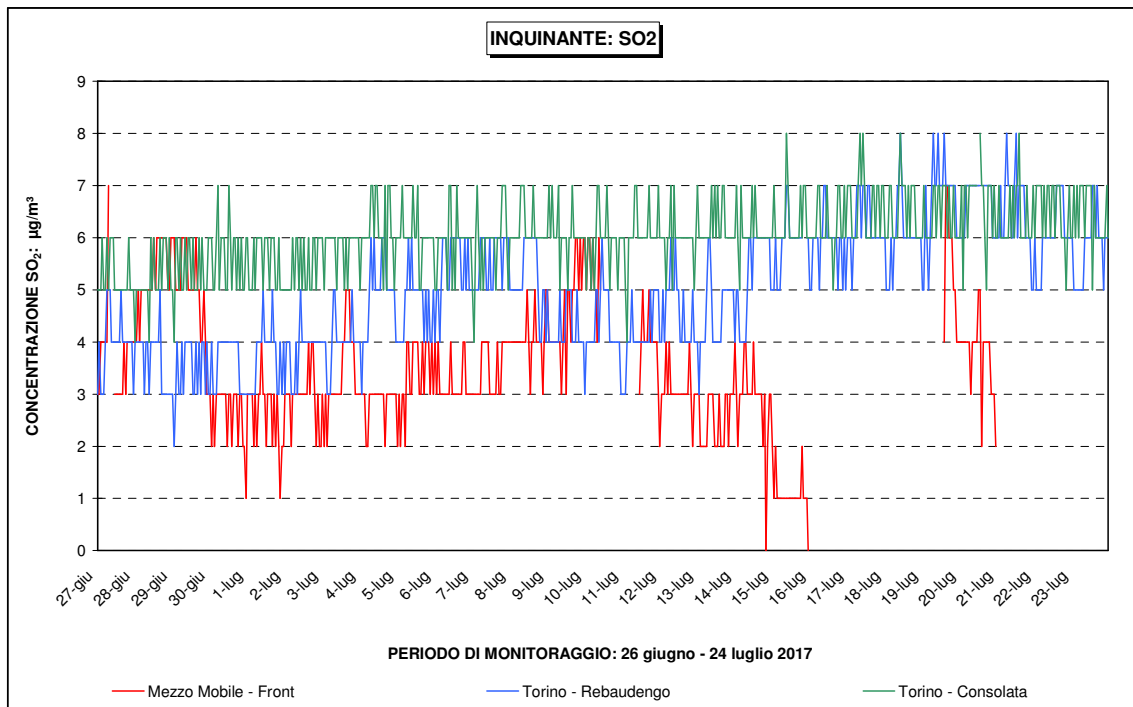


Figura 12: SO₂ - medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa



Ossidi di Azoto

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

Monossido d'azoto

Benché la normativa non preveda valori limite di concentrazione nell'aria, il monossido di azoto (NO), viene comunque misurato perché, trasformandosi in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono, rappresenta uno dei precursori dell'inquinamento fotochimico.

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

Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	5
Media delle medie giornaliere:	4
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	74%
Media dei valori orari	4
Massima media oraria	14
Ore valide	516
Percentuale ore valide	80%

Figura 13: NO - medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa

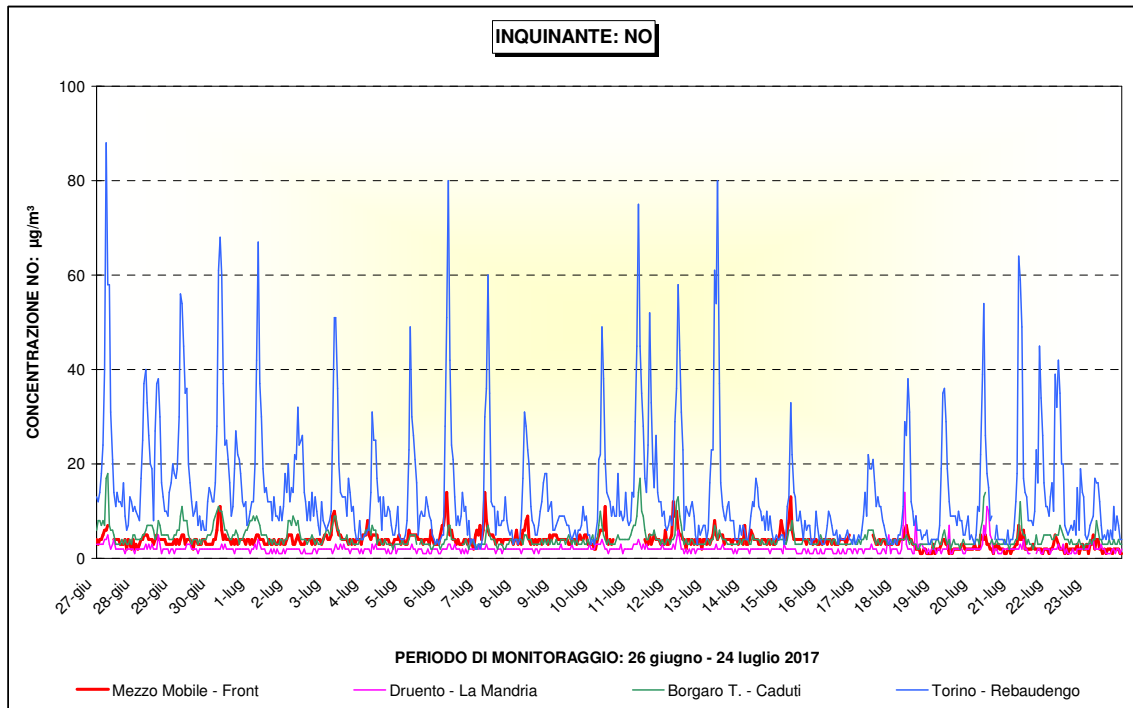
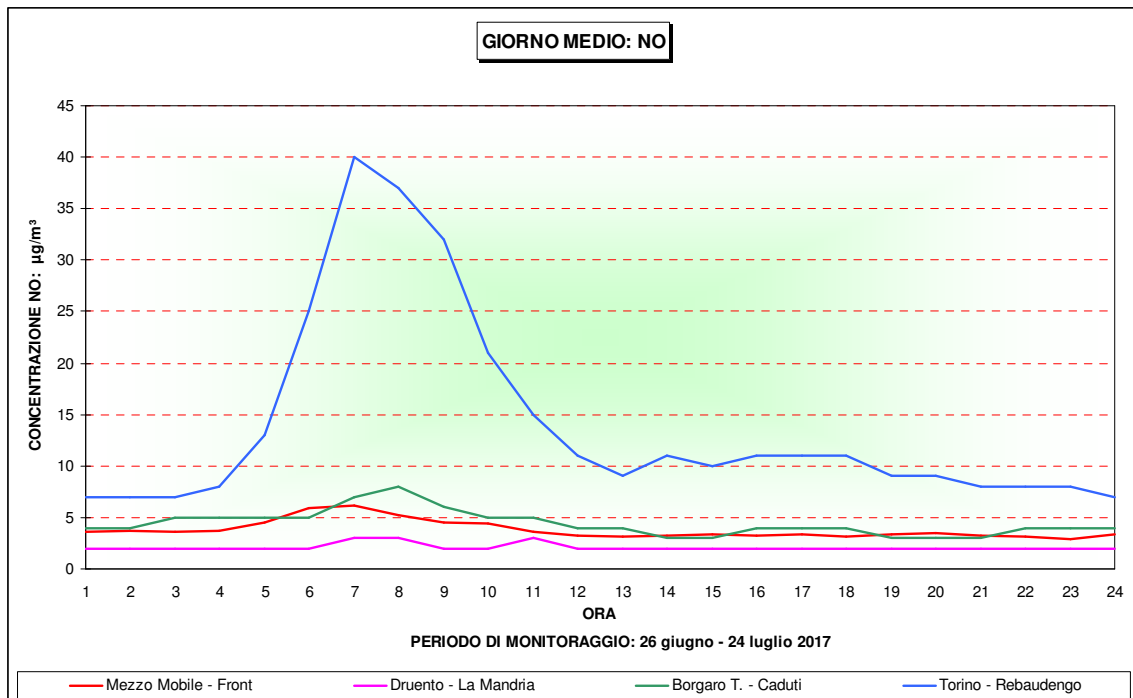


Figura 14: NO - giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



Biossido d'azoto

Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di “smog fotochimico”.

La formazione di NO₂ è piuttosto complessa, infatti oltre ad essere originato direttamente dal traffico veicolare, soprattutto quando si raggiungono elevate velocità e la combustione nei motori è più completa, tale inquinante ha un'importante origine secondaria, essendo originato anche attraverso complesse reazioni fotochimiche che hanno luogo in aria ambiente.

Tabella 8: *Dati relativi al biossido di azoto (NO₂) (µg/m³)*

Minima media giornaliera	4
Massima media giornaliera	11
Media delle medie giornaliere	7
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	67%
Media dei valori orari	7
Massima media oraria	26
Ore valide	466
Percentuale ore valide	72%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0

Figura 15: NO₂ - confronto con i limiti di legge e con i dati delle stazioni fisse di Borgaro, Druento e Torino - Rebaudengo

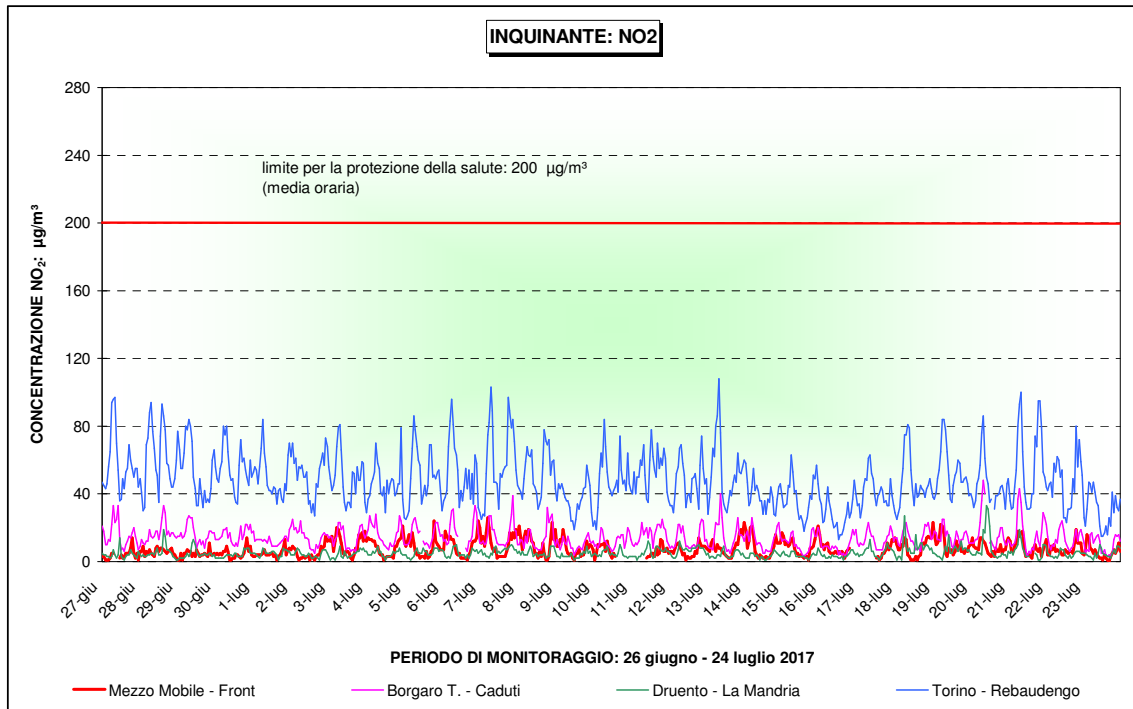
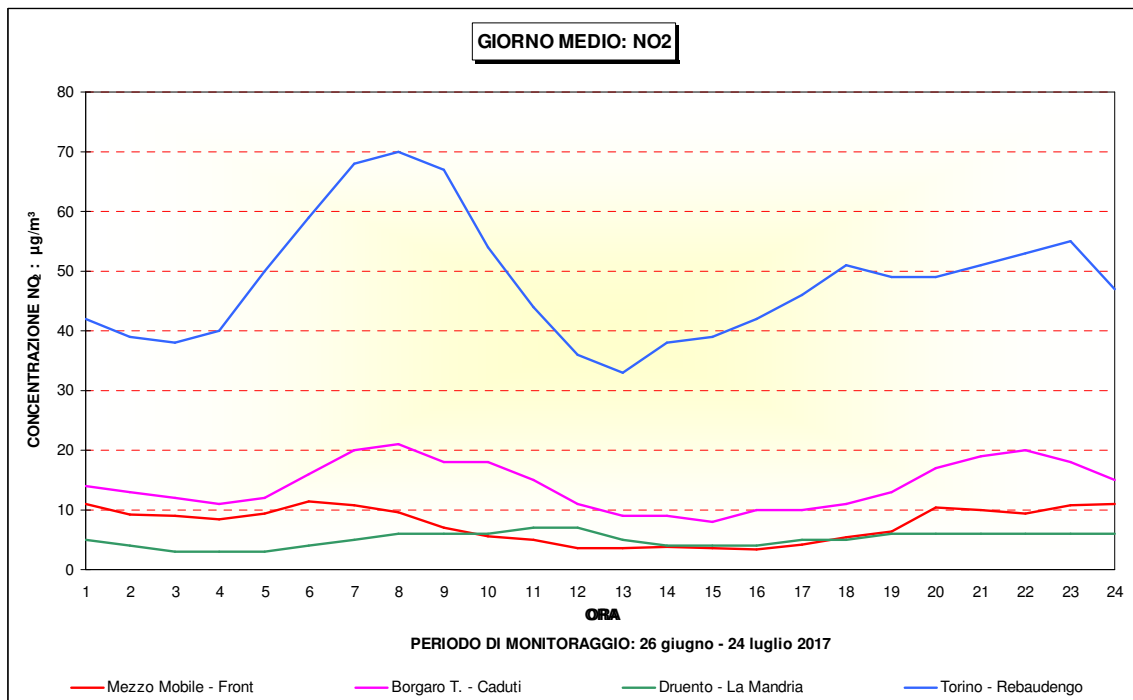


Figura 16: NO₂ - andamento del giorno medio



Monossido di Carbonio

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

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

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.

Tabella 9: Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m^3)

Minima media giornaliera	0.1
Massima media giornaliera	0.3
Media delle medie giornaliere (b):	0.2
Giorni validi	22
Percentuale giorni validi	81%
Media dei valori orari	0.2
Massima media oraria	0.4
Ore valide	553
Percentuale ore valide	85%
Minimo medie 8 ore	0.1
Media delle medie 8 ore	0.2
Massimo medie 8 ore	0.3
Percentuale medie 8 ore valide	83%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0

Figura 17: CO - confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)

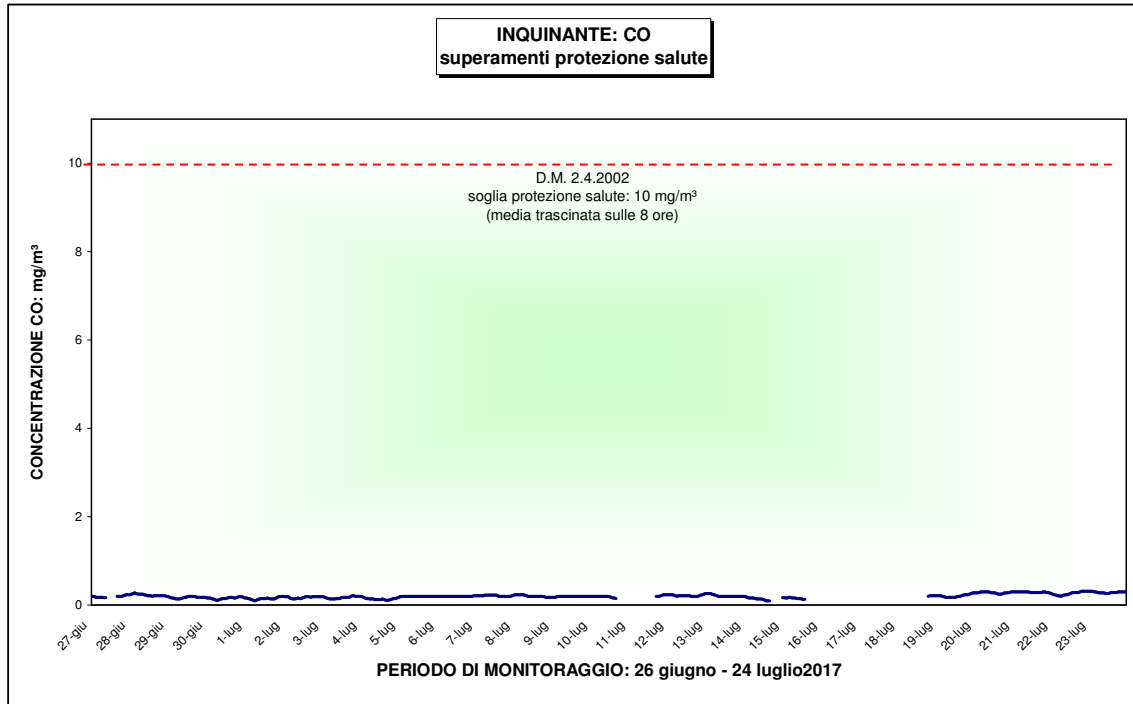


Figura 18: CO - andamento medie orarie

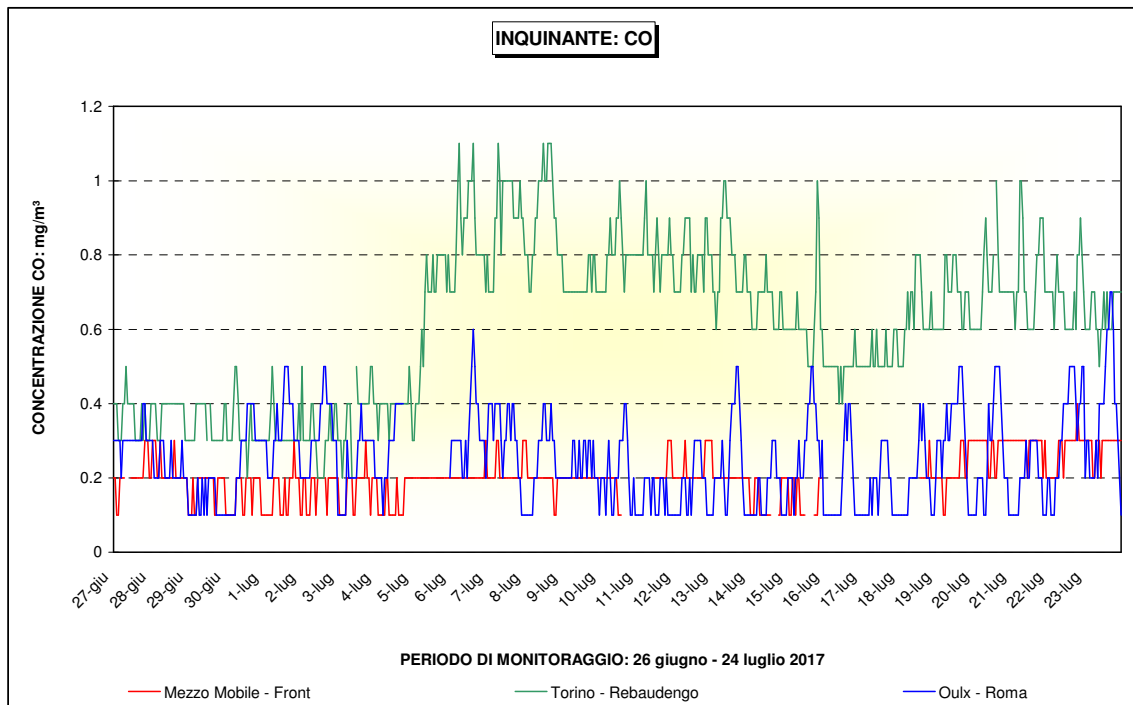
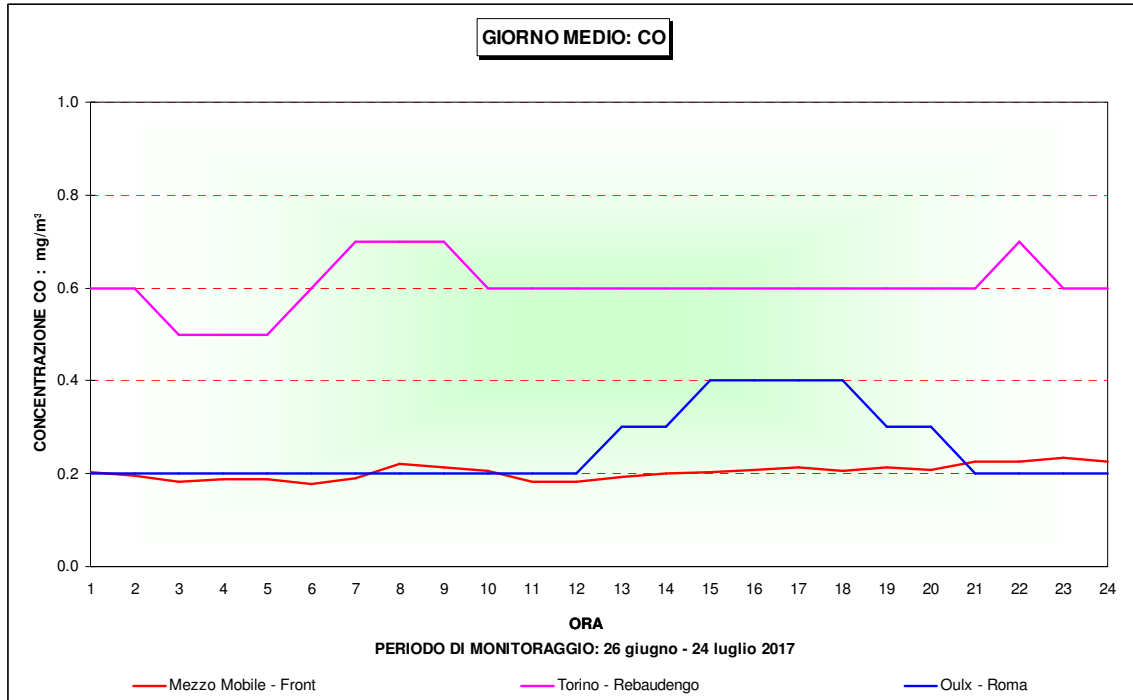


Figura 19: CO - andamento del giorno medio



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.

Per quanto riguarda il toluene la normativa italiana non prevede alcun limite, ma le linee guida del 2000 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) consigliano un valore guida di $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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.

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

Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.5
Media delle medie giornaliere	0.4
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	74%
Media dei valori orari	0.4
Massima media oraria	1.3
Ore valide	521
Percentuale ore valide	80%

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

Minima media giornaliera	0.4
Massima media giornaliera	1.5
Media delle medie giornaliere	0.9
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	74%
Media dei valori orari	0.9
Massima media oraria	6.4
Ore valide	519
Percentuale ore valide	80%

Figura 20: Benzene - andamento orario e confronto con i dati delle stazioni di Torino – Rebaudengo e Borgaro T.se

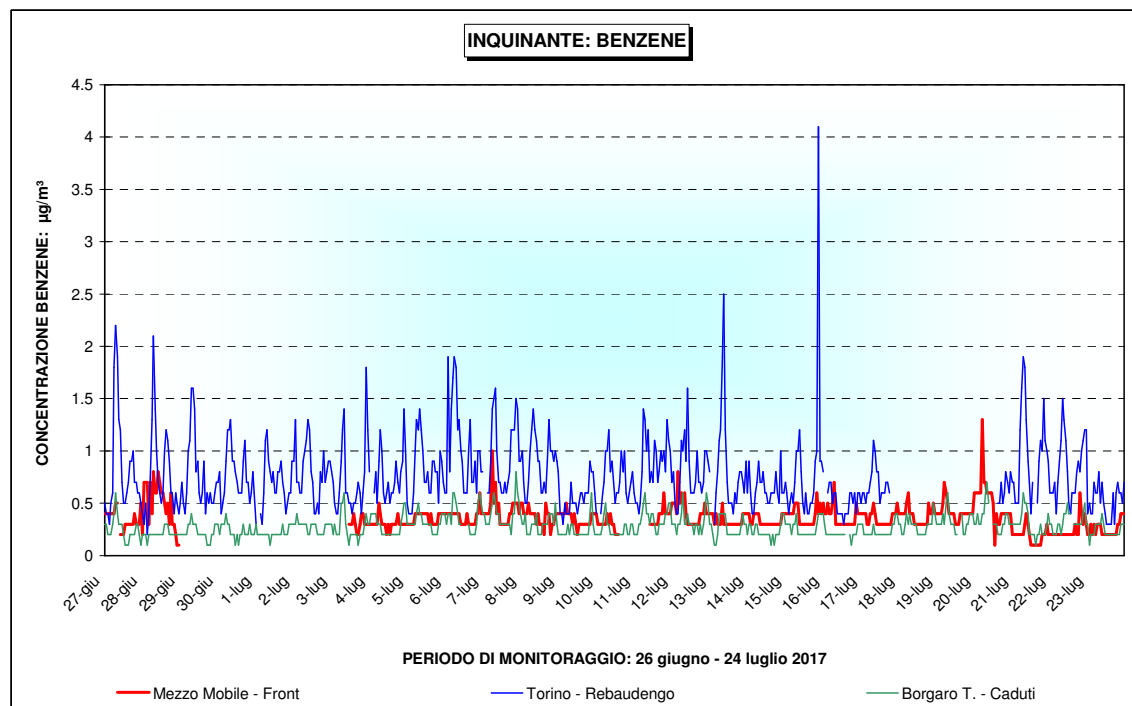
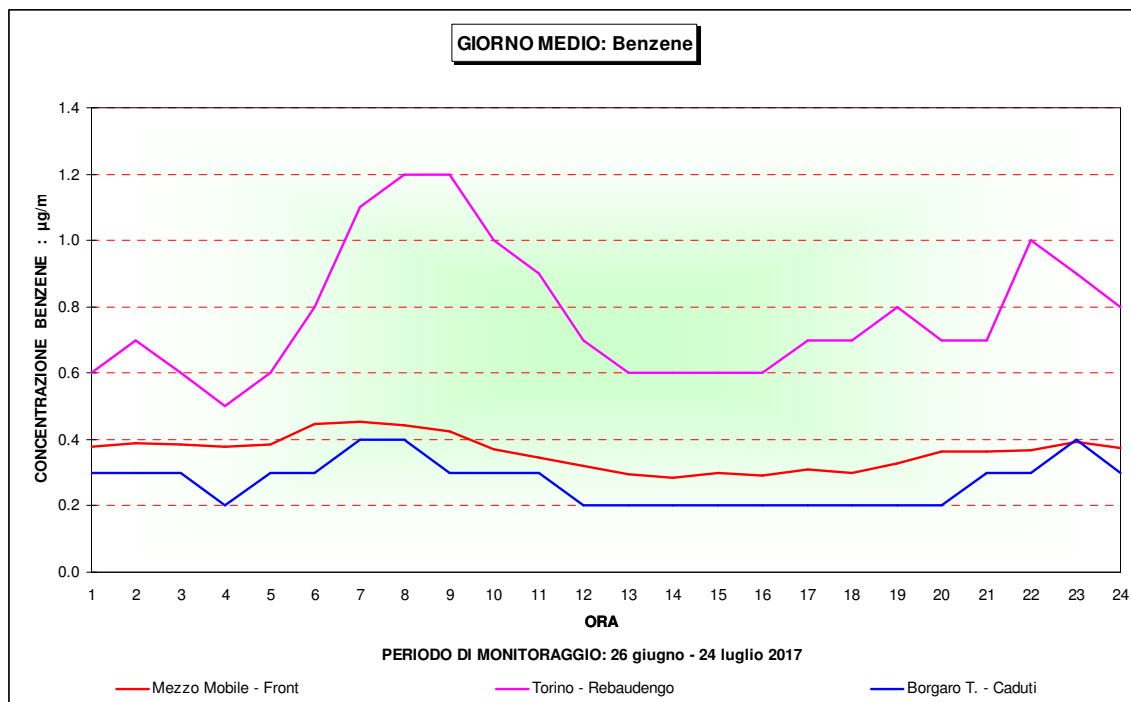


Figura 21: Benzene - giorno medio e confronto con i dati delle stazioni di Torino – Rebaudengo e Borgaro T.se



Particolato Sospeso (PM_{10}) e ($PM_{2.5}$)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, 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 di precursori originariamente emessi in forma gassosa.

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

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

Inoltre il D.Lgs. 155/2010 ha introdotto, come descritto nel capitolo relativo alla normativa, un valore limite e un valore obiettivo annuale anche per il $PM_{2.5}$ (particolato con diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 μm).

Tabella 12: Dati relativi al particolato sospeso PM_{10} ($\mu g/m^3$)

Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	30
Media delle medie giornaliere	18
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	89%
Numero di superamenti livello Giornaliero protezione della salute (50)	0

Tabella 13: Dati relativi al particolato sospeso $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)

Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	21
Media delle medie giornaliere	11
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	89%

Figura 22: Particolato sospeso PM_{10} - confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute e con i dati di alcune stazioni della rete fissa

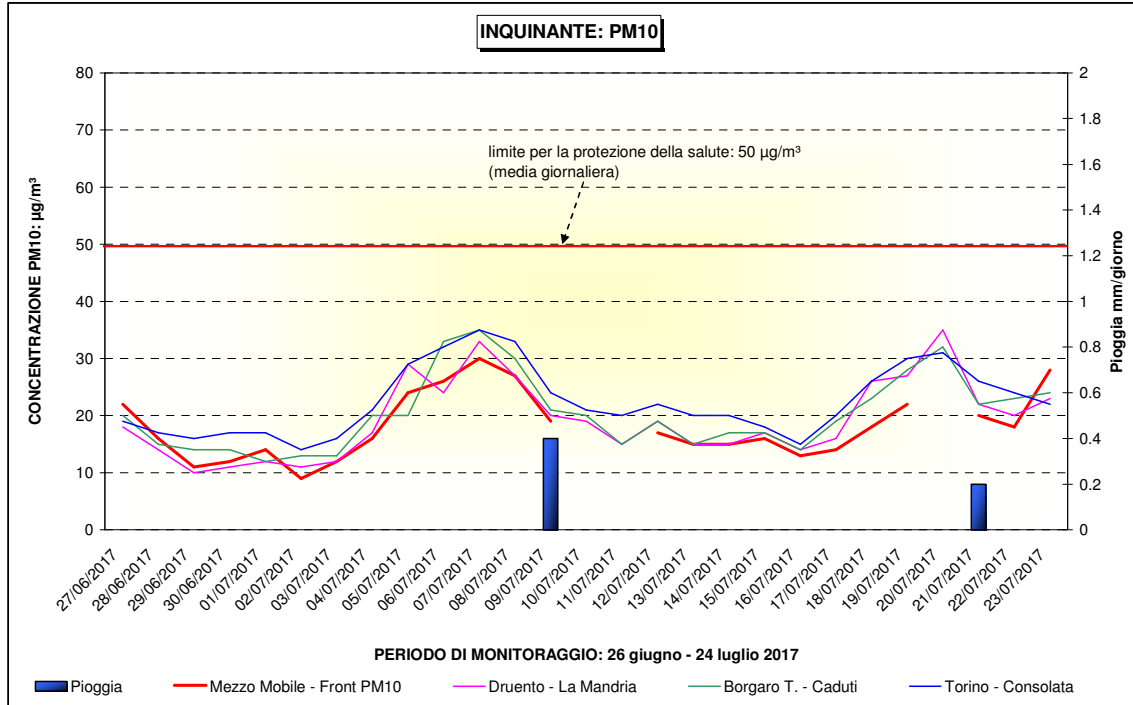


Figura 23: Particolato sospeso $PM_{2.5}$ - confronto con i dati di alcune stazioni della rete fissa

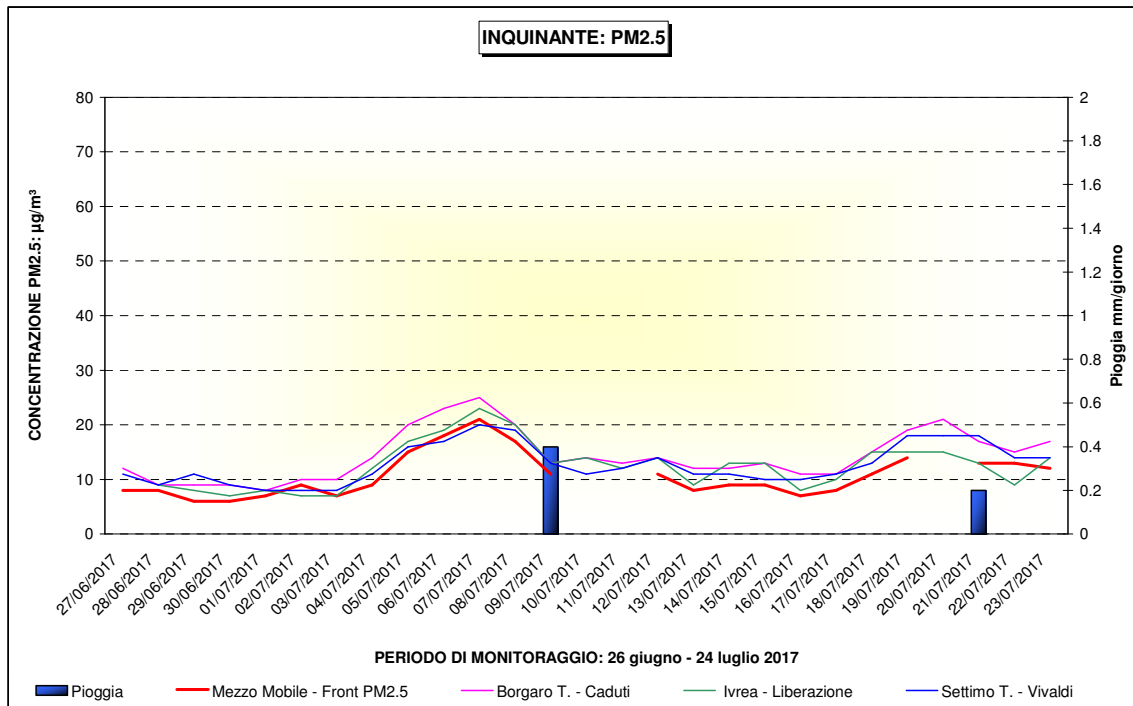
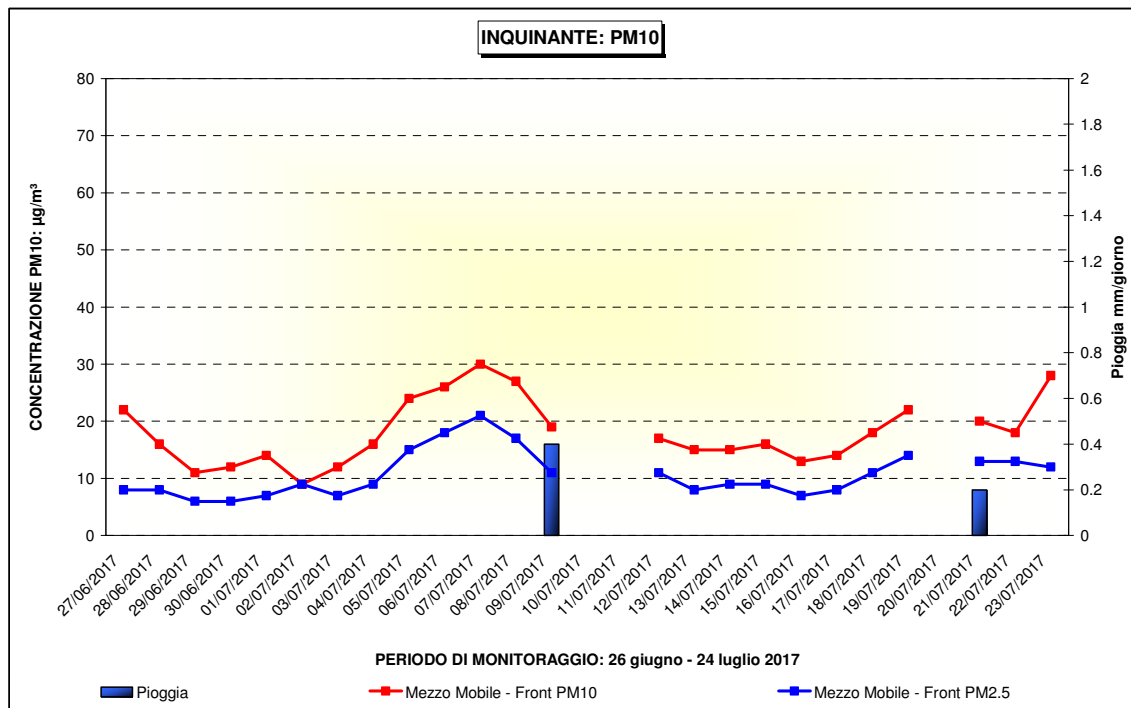


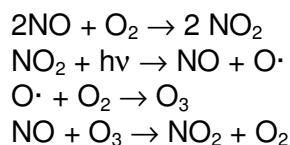
Figura 24: Particolato sospeso PM_{10} e $PM_{2.5}$ - confronto



Ozono

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

In forma semplificata, 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).

Tabella 14: Dati relativi all'ozono (O₃) (µg/ m³)

Minima media giornaliera	52
Massima media giornaliera	104
Media delle medie giornaliere	77
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	89%
Media dei valori orari	77
Massima media oraria	211
Ore valide	598
Percentuale ore valide	92%
Minimo medie 8 ore	14
Media delle medie 8 ore	77
Massimo medie 8 ore	180
Percentuale medie 8 ore valide	91%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	78
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	14
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	5
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	3
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

Figura 25: O₃ - confronto con i limiti di legge

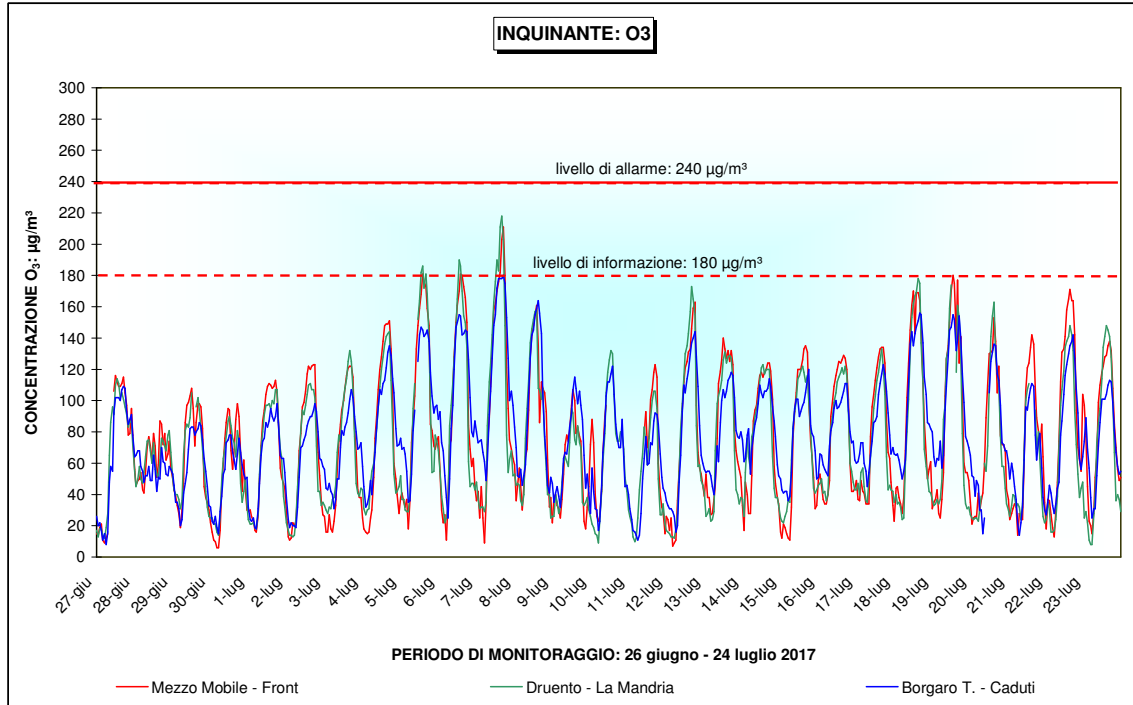


Figura 26: O₃ - superamenti protezione della salute umana

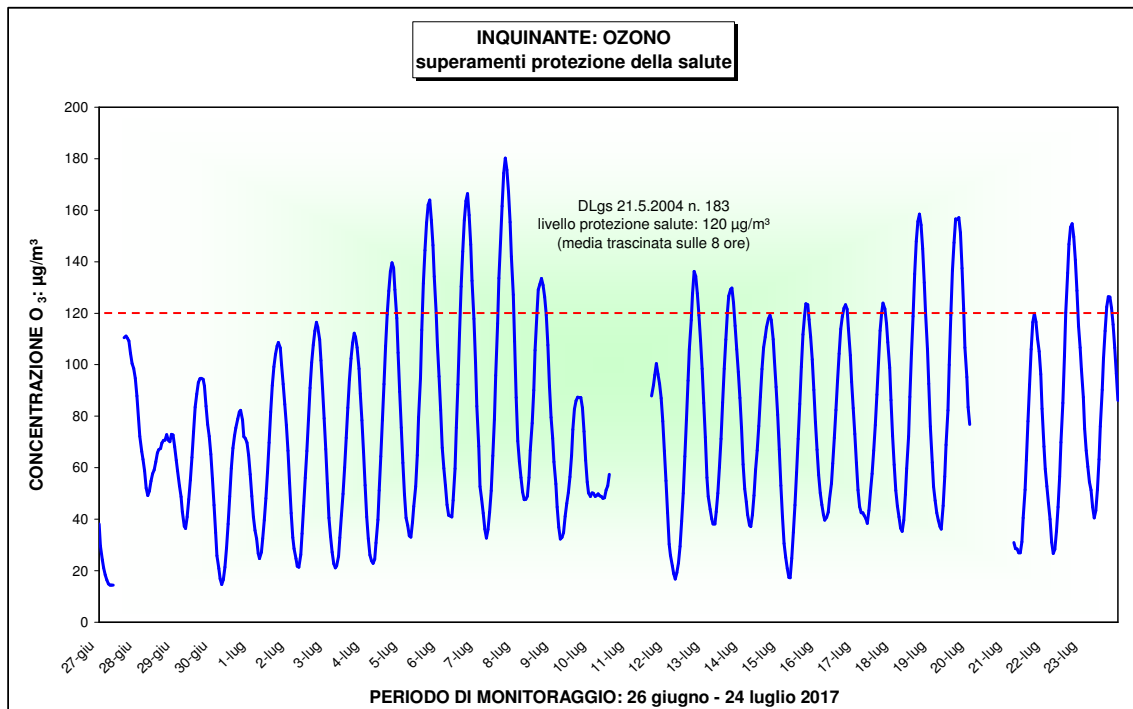


Figura 27: Ozono - giorno medio

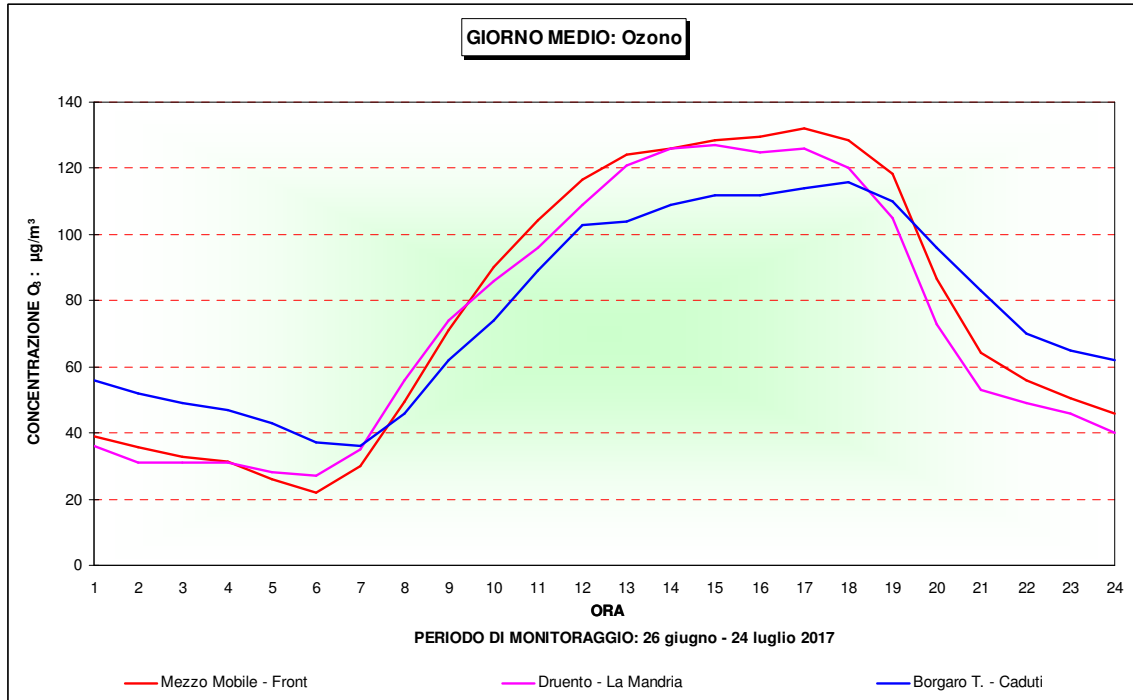


Figura 28: O₃ - andamento della concentrazione oraria e confronto con radiazione solare globale

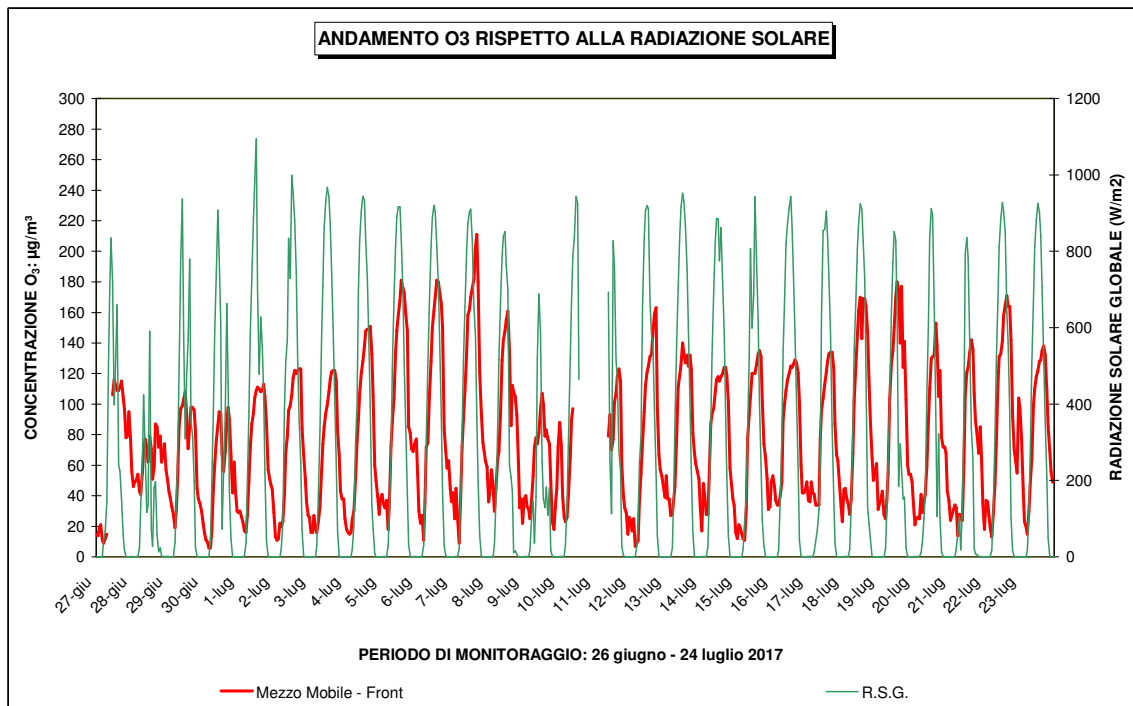
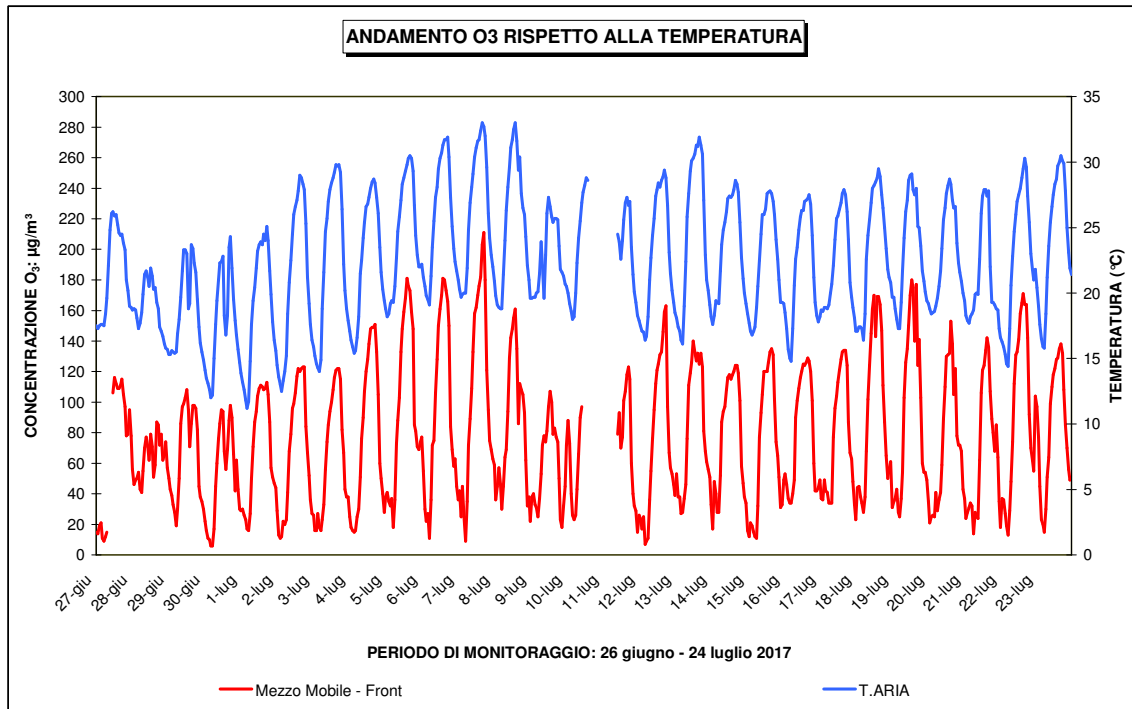


Figura 29: O₃ - andamento della concentrazione oraria e confronto con temperatura



Conclusioni

Le criticità evidenziate nel territorio di Front a seguito della campagna di monitoraggio condotta con l'utilizzo del mezzo mobile rispecchiano quelle osservate in siti fondo rurali e suburbani della provincia di Torino. Le soglie di allarme non sono mai state superate per tutti e tre gli inquinanti (biossido di zolfo, biossido di azoto e ozono), per i quali la normativa prevede tale tipo di limite; sono inoltre rispettati i valori limite per la protezione della salute umana per biossido di zolfo e monossido di carbonio.

Per quanto riguarda il biossido di zolfo, la non problematicità di questo inquinante è confermata dai dati ottenuti durante la campagna di monitoraggio di Front, infatti i valori sia giornalieri sia orari sono ampiamente al di sotto dei limiti (**Tabella 6** e **Figura 11**). Il massimo valore giornaliero è pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), di molto inferiore al limite per la protezione della salute di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La massima media oraria è pari a $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi è ampiamente rispettato il livello orario per la protezione della salute fissato dal D.M. 60/2002 in $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il monossido di azoto (NO), benché la normativa non preveda valori limite di concentrazione nell'aria, viene comunque misurato perché, trasformandosi in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono, rappresenta uno dei precursori dell'inquinamento fotochimico. Nel corso della campagna di monitoraggio la media dei valori orari risulta pari a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 7**) e un valore orario massimo raggiunto nel periodo di $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si tratta pertanto di valori bassi, tipici della stagione estiva. Tale fenomeno risulta equivalente nelle stazioni poste a confronto, indicando come le dinamiche dell'atmosfera siano fondamentali nella formazione e accumulo degli inquinanti e gli ossidi di azoto sono caratteristici prevalentemente del periodo invernale. Nei grafici di confronto con altre stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria (**Figura 13** e **Figura 14**), gli andamenti del sito di Front si pongono su valori intermedi tra quelli di Druento – La Mandria (cabina di fondo rurale, ubicata all'interno del parco regionale della Mandria), e Borgaro (cabina di fondo suburbano), mentre appare evidente la differenza con Torino-Rebaudengo (cabina di traffico urbano) che mostra valori più alti.

Per il biossido d'azoto (NO₂) non si sono verificati superamenti del valore limite giornaliero, com'è tipico dei mesi estivi; una valutazione più approfondita sul rispetto dei valori limite – e in particolare di quello su base annuale - potrà essere fatta al termine della seconda campagna. La media dei valori orari registrati nel corso del monitoraggio è stata di $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con un valore orario massimo di $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 8**). Gli andamenti, che si evincono nei grafici rappresentati nella **Figura 15** e **Figura 16**, mostrano le medesime dinamiche descritte per il monossido di azoto.

Rispetto al monossido di carbonio i dati misurati durante la campagna di Front (**Tabella 9**) confermano l'andamento osservato su scala regionale descritto nel relativo capitolo. La normativa prevede un limite di $10 \text{mg}/\text{m}^3$, calcolato come media su otto ore consecutive, il quale è ampiamente rispettato visto che il valore massimo su otto ore è pari a $0.3 \text{mg}/\text{m}^3$ (**Figura 17**) e tale limite non è raggiunto neppure su base oraria (il massimo valore orario è pari a $0.4 \text{mg}/\text{m}^3$).

La normativa vigente prevede per il benzene un valore limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante la campagna di monitoraggio nel Comune di Front è stata determinata una concentrazione media pari a $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media dei valori orari), come riportato in **Tabella 10**. La stagione estiva è la meno critica per le concentrazioni di benzene, per cui una più attenta valutazione sul rispetto le valore limite annuale potrà essere effettuata al termine della seconda campagna.

Dalla **Figura 20** e dalla **Figura 21** osserviamo che le concentrazioni orarie del benzene nel sito monitorato sono confrontabili con la stazione di Borgano; una differenza più evidente si riscontra con i dati della centralina Torino-Rebaudengo che mostra valori più alti.

Per il toluene la massima media giornaliera è risultata essere di $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 11**), ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

Relativamente al particolato sospeso PM_{10} il valore limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) non è stato superato (**Tabella 12**). Anche in questo caso considerazioni sul superamento o meno dei valori limite, sia su base giornaliera che annuale, potranno essere effettuate al termine della seconda campagna di monitoraggio, in quanto i valori più elevati di questo inquinante si raggiungono nei mesi freddi dell'anno.

Dalla **Figura 22** notiamo che nel periodo considerato, come tipico dei mesi estivi, le concentrazioni di questo inquinante sono basse e molto simili alle stazioni di riferimento, pur con caratteristiche spaziali diverse come Druento (fondo rurale), Borgaro (fondo suburbano) e Torino-Consolata (traffico urbano). Nei profili dei periodi invernali, quando sia il contributo degli impianti termici che le condizioni atmosferiche favorevoli all'accumulo del particolato in atmosfera ne determinano livelli di concentrazione più elevati, le differenze tra le tipologie di cabina diventano molto più evidenti.

Il valore medio del periodo rilevato nel sito di Luserna S. Giovanni è pari a $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore massimo giornaliero di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il valore medio del periodo per il $PM_{2.5}$ è stato di $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un minimo di 6 ed un massimo di $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 13**). Dalla **Figura 23** notiamo che, in termini relativi, i valori di $PM_{2.5}$ nel sito di Front sono risultati mediamente molto vicini a quelle delle altre stazioni provinciali prese a riferimento. In termini assoluti la media del periodo è di molto inferiore al valore limite previsto dalla normativa pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che però va calcolato su base annuale. Poiché, come già ricordato, il periodo di monitoraggio considerato è rappresentativo dei valori più bassi rilevabili per il particolato nel corso dell'anno, le considerazioni sul rispetto o meno di tale valore limite potranno essere effettuate, come per il PM_{10} , al termine della seconda campagna.

Il parametro $PM_{2.5}$ segue, come andamento temporale e valori medi di concentrazione giornaliera, il PM_{10} (vedi **Figura 24**).

In termini generali per $PM_{2.5}$ e PM_{10} , che sono due tra gli inquinanti più critici nell'intero bacino padano, sono necessari interventi strutturali a livello provinciale e regionale per la riduzione delle fonti primarie di polveri e dei precursori della componente secondaria del particolato.

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

Per quanto riguarda l'ozono, come mostrato nella **Figura 26**, si sono verificati 14 superamenti del livello di protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata come massimo giornaliero della media trascinata sulle 8 ore).

Come riassunto nella **Tabella 14** nel corso della campagna la media dei valori orari di ozono è stata di $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una massima media oraria di $211 \mu\text{g}/\text{m}^3$; si sono registrati in tutto 3 giorni con almeno un superamento del livello di informazione pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dalla **Figura 25** e dalla **Figura 27** emerge che gli andamenti delle concentrazioni orarie ed il giorno medio dell'ozono registrati a Front sono molto simili a quelli di Druento; rispetto alla cabina di Borgaro i minimi risultano un po' più bassi, mentre massimi risultano più alti.

I grafici riportati in **Figura 28** e **Figura 29** mostrano la stretta correlazione degli andamenti di ozono con i parametri meteo relativi a radiazione solare e temperatura; infatti elevate temperature ed irraggiamento solare favoriscono la formazione di ozono a partire dai suoi precursori quali ossidi di azoto e composti organici volatili.

Durante la campagna non è stato superato il livello di allarme pari a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Va comunque sottolineato che l'ozono, data l'origine secondaria, è un inquinante di fatto ubiquitario e sono possibili fenomeni di trasporto e accumulo in aree relativamente remote, come quelle vallive o collinari, sia dell'ozono stesso sia dei suoi precursori emessi nelle aree antropizzate.

Nel loro insieme i dati registrati mostrano, per il periodo monitorato, una situazione priva di specifiche criticità.

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 SO₂ nell'aria ambiente.

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

- **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_x.

- ✓ 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 O₃ 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/m³;
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m³;
- ✓ Campo di misura xileni : 0 ÷ 442 µg/m³;
- ✓ Campo di misura etilbenzene : 0 ÷ 441 µg/m³;