

**DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO**  
**Struttura semplice "Attività di Produzione"**

**OGGETTO: CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL  
 LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE DI LUSERNA SAN GIOVANNI. RELAZIONE 1<sup>a</sup> CAMPAGNA  
 (11 Febbraio – 10 Marzo 2011)**



<b>Redazione</b>	<b>Funzione:</b> Collaboratore Tecnico Professionale <b>Nome:</b> Giacomo Castrogiovanni	<b>Data:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Verifica e Approvazione</b>	<b>Funzione:</b> Dirigente con incarico professionale presso la SS di produzione <b>Nome:</b> Dott. Francesco Lollobrigida	<b>Data:</b>	<b>Firma:</b>



L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai tecnici del Gruppo di Lavoro di "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" nel Dipartimento di Torino di Arpa Piemonte, d.ssa Annalisa Bruno, sig. Giacomo Castrogiovanni, d.ssa Marilena Maringo, sig. Fabio Pittarello, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, coordinati dal Dirigente con incarico professionale dott. Francesco Lollobrigida

Si ringrazia il personale degli Uffici Tecnici del Comune di Luserna San Giovanni per la collaborazione prestata.

<b>CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO....</b>	<b>5</b>
<i>L'aria e i suoi inquinanti.....</i>	<i>6</i>
<b>IL LABORATORIO MOBILE.....</b>	<b>8</b>
<b>IL QUADRO NORMATIVO .....</b>	<b>8</b>
<b>LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>13</b>
<b>OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>14</b>
<i>Elaborazione dei dati meteorologici .....</i>	<i>17</i>
<i>Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Luserna San Giovanni.....</i>	<i>24</i>
<i>Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge.....</i>	<i>25</i>
<i>Giorno medio .....</i>	<i>25</i>
<i>Biossido di zolfo.....</i>	<i>25</i>
<i>Ossidi di Azoto .....</i>	<i>28</i>
<i>Monossido d'azoto .....</i>	<i>28</i>
<i>Biossido d'azoto.....</i>	<i>29</i>
<i>Monossido di Carbonio.....</i>	<i>33</i>
<i>Benzene e Toluene .....</i>	<i>36</i>
<i>Particolato Sospeso (PM<sub>10</sub>) e (PM<sub>2.5</sub>).....</i>	<i>39</i>
<i>PM<sub>10</sub> .....</i>	<i>39</i>
<i>PM<sub>2.5</sub>.....</i>	<i>40</i>
<i>Ozono .....</i>	<i>45</i>



<b>Conclusioni</b> .....	<b>48</b>
<b>APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI</b> .....	<b>49</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 giorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) al 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 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 2009", elaborata congiuntamente dal Dipartimento Ambiente della Provincia 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

<i>INQUINANTE</i>	<i>TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI A BENZINA</i>	<i>TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI DIESEL</i>	<i>EMISSIONI INDUSTRIALI</i>	<i>COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATE CON COMBUSTIBILI LIQUIDI O SOLIDI</i>	<i>COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATE CON COMBUSTIBILI GASSOSI</i>
<i>BIOSSIDO DI ZOLFO</i>					
<i>BIOSSIDO DI AZOTO</i>					
<i>BENZENE</i>					
<i>MONOSSIDO DI CARBONIO</i>					
<i>PARTICOLATO SOSPESO</i>					
<i>PIOMBO</i>					
<i>BENZO(a)PIRENE</i>					

 = fonti principali  
 = fonti secondarie

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 Arpa di Torino è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di campionatori di particolato atmosferico PM10, 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 (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), 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 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 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2010;





La nuova 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. 155/2011). 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 2009".

Tabella 2: Valori limite per ozono e benzo(a)pirene

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
Ozono espresso come O <sub>3</sub> (D.Lgs. 21/05/04 n.183)	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> (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 <sup>3</sup> *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 <sup>3</sup> *h (2)		
BENZO(A)PIRENE	OBIETTIVO DI QUALITA' (D.Lgs. 03/08/07, n. 152)	media mobile valori giornalieri (3)	1 ng/m <sup>3</sup> (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/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 3: Decreto Ministeriale n. 60 aprile 2002

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/ civile anno	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	--	19-lug-2001
		inverno (1 ott + 31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m <sup>3</sup>	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) e OSSIDI DI AZOTO (NO <sub>x</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>x</sub> )	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM <sub>10</sub> )	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM <sub>2,5</sub> )	Obbligo di concentrazione dell'esposizione	anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>		1-gen-2015
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2010

Tabella 4: Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 03/08/07, n. 152)

INQUINANTE	VALORI OBIETTIVO <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>
Arsenico	6 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	5 ng/m <sup>3</sup>
Nichel	20 ng/m <sup>3</sup>

(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.

(2): La media annuale calcolata deve essere espressa con una cifra decimale.

(3): Il valore obiettivo si intende superato anche se pari a quello indicato nella tabella, ma seguito da una qualsiasi cifra decimale diversa da zero.



## **LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO**

## **OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO**

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Luserna San Giovanni da Arpa Piemonte - Dipartimento di Torino, è stata effettuata in seguito alla richiesta dell'Amministrazione Comunale (nostro protocollo n° 115615 del 21/10/2010). In particolare tale campagna è stata proposta allo scopo di avere informazioni puntuali della concentrazione degli inquinanti in aria ambiente con particolare riferimento alle polveri fini, prima e dopo l'eventuale costruzione di una centrale a biomasse. Il progetto presentato prevede che la centrale a biomasse sorga vicino al centro abitato, venga alimentata con cippato di legno, abbia una potenza elettrica di 1000 KW e serva una rete di teleriscaldamento, con potenza termica disponibile attorno ai 4200 kW

Su richiesta dei competenti Uffici Comunali, nel sito di monitoraggio è stato posizionato anche un campionatore trasportabile di PM2.5.

Dopo l'analisi delle direzioni di vento prevalente (rose dei venti) disponibili per l'area, nel corso del sopralluogo preliminare alla realizzazione della campagna di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico è stato individuato come idoneo al posizionamento della stazione mobile il seguente sito:

*Piazzale della palestra comunale in via Airali*

La scelta di sito potrà essere ridiscussa, in relazione alla seconda campagna, alla luce dei rilievi anemologici riportati nella presente relazione, come dettagliato nella nostra comunicazione prot. n. 31469 del 01/04/2011.

In Figura 2 è riportata sulla cartografia del Comune di Luserna l'ubicazione del sito nel quale è stato posizionato il Laboratorio Mobile nel corso della campagna di monitoraggio.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso delle campagne condotte con i Laboratori Mobili 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 variabile 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 negli stessi periodi della campagna dalle stazioni fisse della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria permette, inoltre, di effettuare considerazioni di tipo comparativo finalizzate ad inquadrare lo stato della qualità dell'aria nel sito considerato nel contesto provinciale

La campagna è stata condotta tra il **11 febbraio** e il **10 marzo 2011** (28 giorni) Si rammenta che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando solo i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile.

Alla luce di quanto esposto sopra la campagna verrà ripetuta in condizioni stagionali differenti nel corso dell'estate 2011

**Figura 1:** Postazione di monitoraggio del Laboratorio Mobile

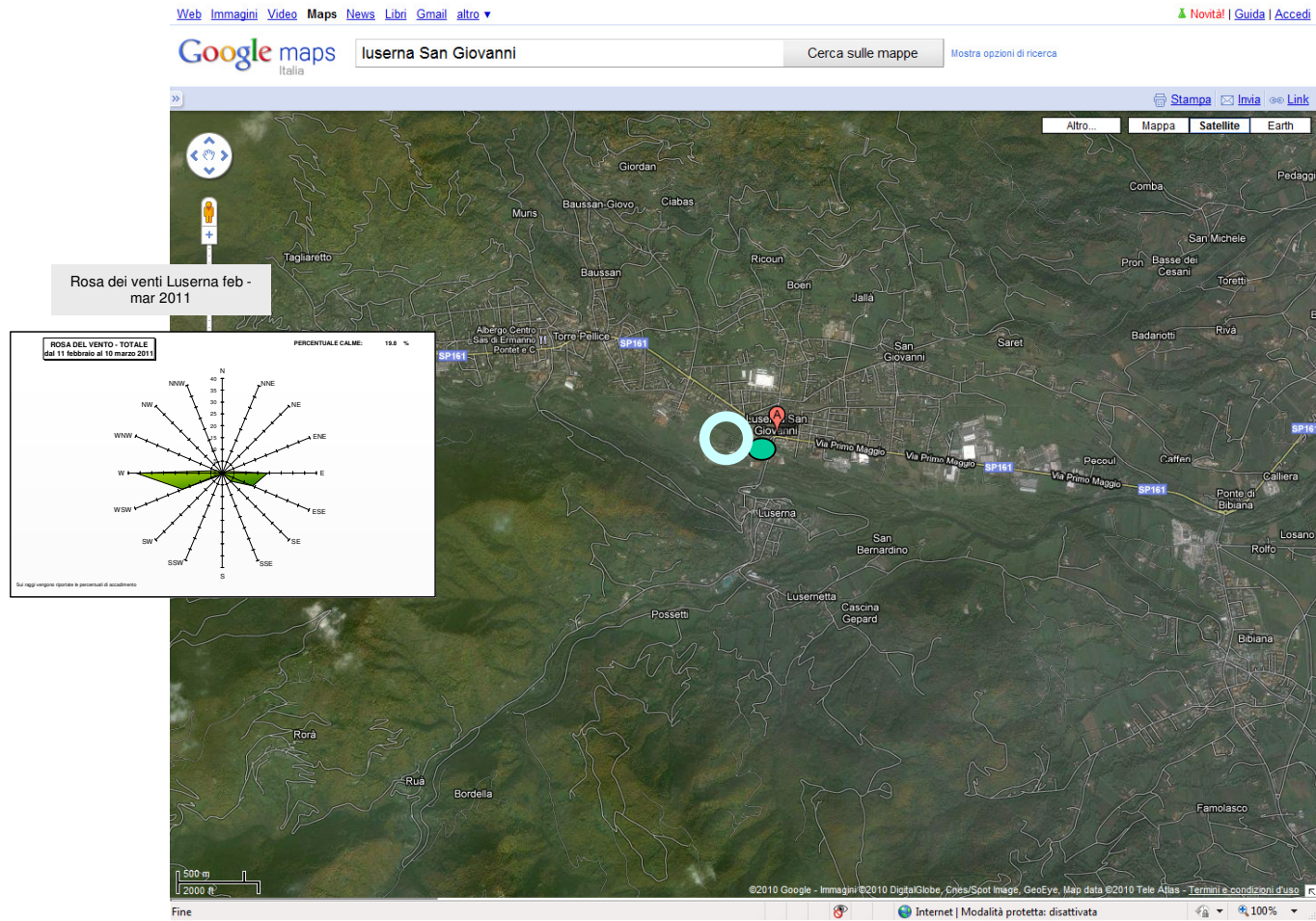
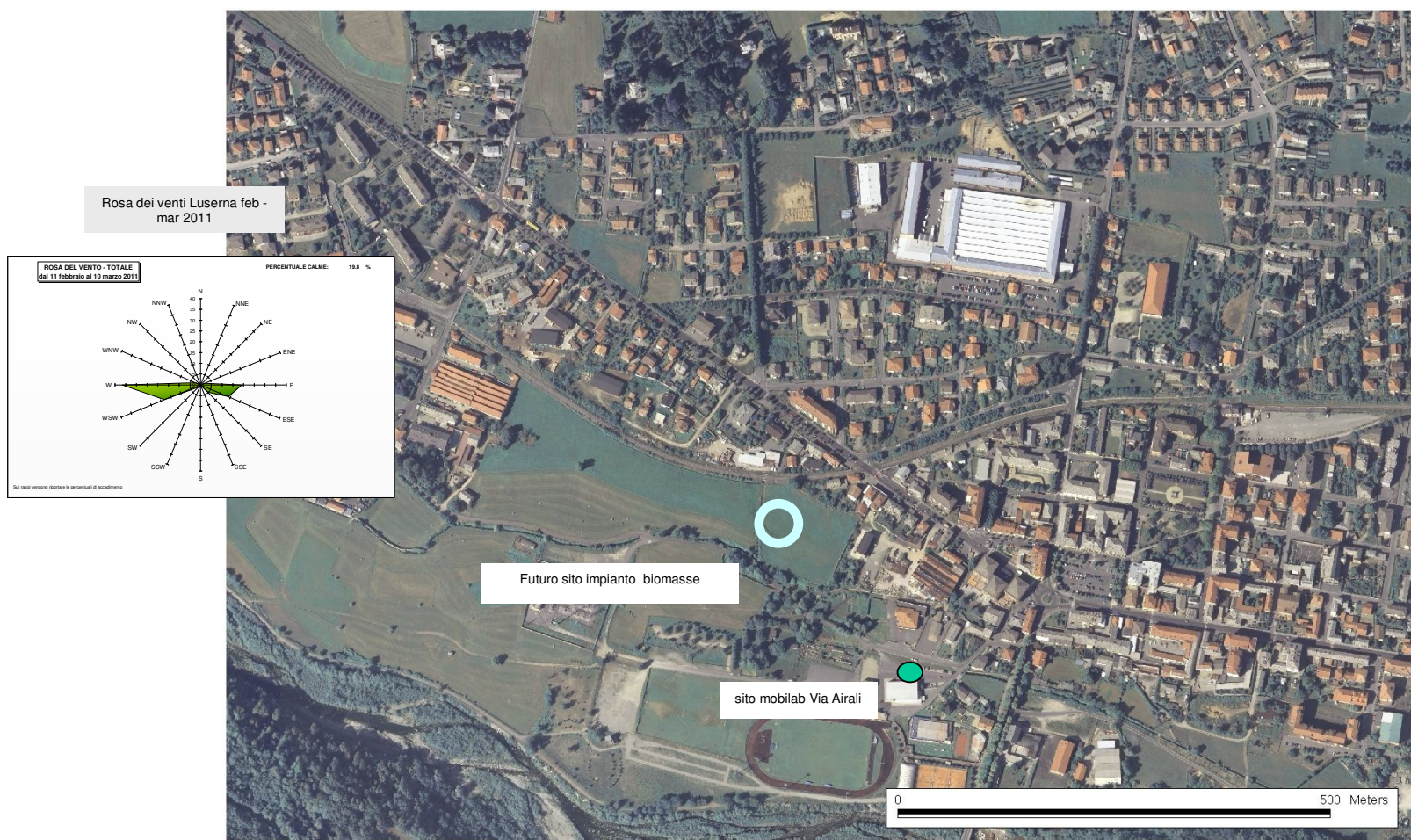


Figura 2: Postazione di monitoraggio del Laboratorio Mobile





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:

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>

Per quanto riguarda le condizioni meteorologiche l'anemologia della val Pellice, è caratterizzato, come in ogni valle montana, da un regime caratteristico con ciclo giornaliero che dà origine ai fenomeni della brezza di valle e della brezza di monte.

**Brezza di valle:** al mattino le pareti dei monti si scaldano per effetto dell'insolazione e l'aria ad essi adiacente si riscalda, forma cumuli e sale lungo i pendii della valle. Questa brezza ascendente di aria calda è fortemente turbolenta con capacità di diluizione effettiva degli inquinanti e ha uno spessore notevole (circa 100 metri).

**Brezza di monte:** di notte l'aria a contatto con la terra si raffredda e scivola verso la valle lungo il fianco delle montagne. Questa brezza discendente è una lama d'aria molto sottile (circa 10 metri di spessore) che scende lungo i fianchi delle montagne verso il centro della valle e poi si dirige verso lo sbocco della valle stessa con velocità in funzione della pendenza del fondo valle.

Quando vi è una situazione di vento di valle che trascina in quota gli inquinanti vi è un rimescolamento rapido con le masse d'aria presenti in quota che disperdono gli inquinanti, questa situazione è fondamentale per la pulizia dell'aria della valle.

E' importante osservare che la configurazione e la direzione di tali brezze non sono necessariamente conformi con il vento di quota che sposta le masse su grande scala territoriale.

La situazione sopra descritta è comprovata con i grafici relativi al vento, [Figura 3](#), [Figura 4](#), [Figura 5](#) e [Figura 6](#) in particolare le rose del vento evidenziano come il vento abbia due direzioni di provenienza dominanti: Est, Est-SudEst nelle ore diurne e da Ovest, Ovest-SudOvest nelle ore notturne; la maggioranza delle calme di vento si verifica in ore notturne.

Durante il monitoraggio in Luserna vi sono stati due eventi di instabilità atmosferica con



diminuzione della pressione atmosferica, elevata umidità relativa, scarsa radiazione solare calo della temperatura e precipitazioni abbondanti nelle giornate del 15, 16 e 28 febbraio, 1 e 4 marzo.

Tabella 5: Parametro: Temperatura aria (gradi centigradi)

<b>Temperatura Aria</b>	
Minima media giornaliera	1.1
Massima media giornaliera	7.8
Media delle medie giornaliere	4.0
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	4.0
Massima media oraria	14.3
Ore valide	672
Percentuale ore valide	100%

Tabella 6: Parametro: Velocità Vento (metri/secondo)

<b>Velocità Vento</b>	
Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	1.4
Media delle medie giornaliere	1.0
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	1.0
Massima media oraria	5.1
Ore valide	668
Percentuale ore valide	99%

Tabella 7: Parametro: Umidità Relativa (%)

<b>Umidità Relativa</b>	
Minima media giornaliera	54.7
Massima media giornaliera	97.3
Media delle medie giornaliere	79.8
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	79.8
Massima media oraria	99.0
Ore valide	672
Percentuale ore valide	100%

Tabella 8: Parametro: Pressione (mbar)

<b>Pressione</b>	
Minima media giornaliera	947.1
Massima media giornaliera	976.8
Media delle medie giornaliere	962.5
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	962.5
Massima media oraria	980.0
Ore valide	672
Percentuale ore valide	100%

Tabella 9: Radiazione Solare Globale (W/m<sup>2</sup>)

<b>Radiazione Solare Globale</b>	
Minima media giornaliera	8.0
Massima media giornaliera	172.9
Media delle medie giornaliere	81.4
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	81.4
Massima media oraria	688.0
Ore valide	672
Percentuale ore valide	100%

Tabella 10: Direzione Vento (° sessagesimali)

<b>Direzione Vento</b>	
Minima media giornaliera	121
Massima media giornaliera	256
Media delle medie giornaliere	197
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	197
Massima media oraria	352
Ore valide	668
Percentuale ore valide	99%

Figura 3: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale

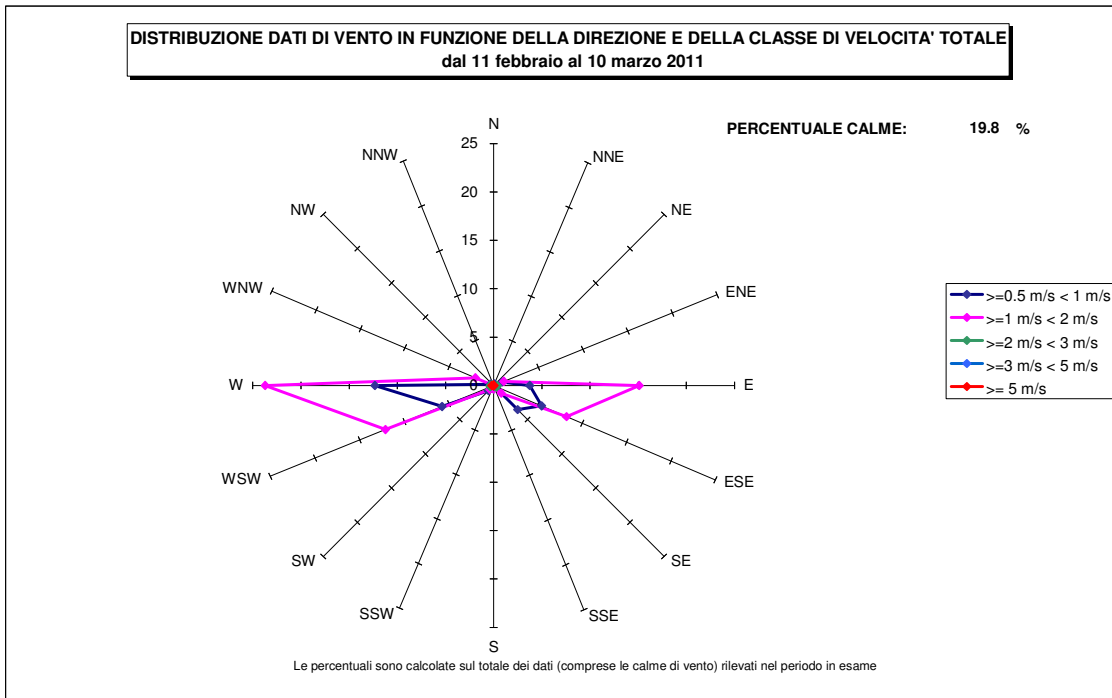


Figura 4: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità diurna

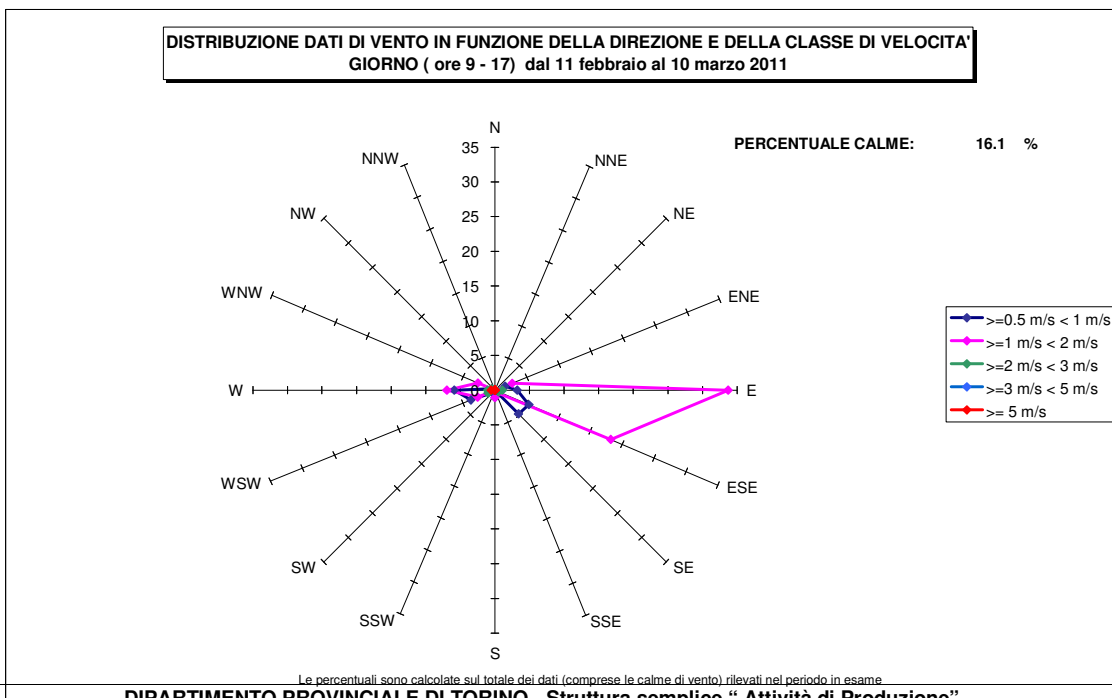


Figura 5: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità notturna

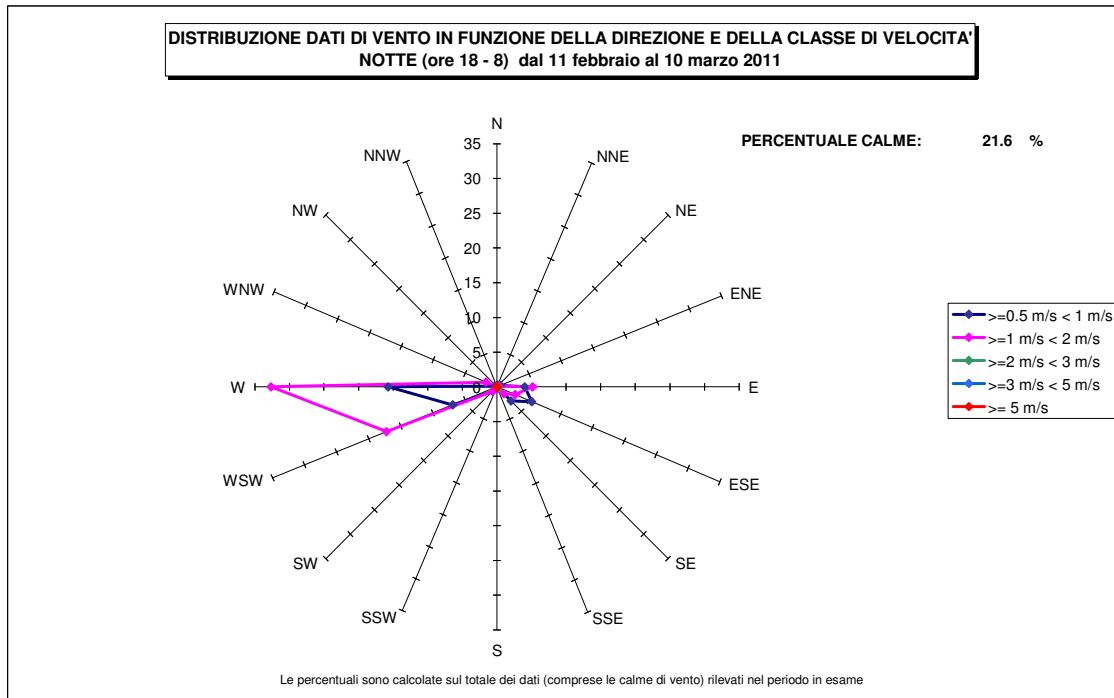


Figura 6: Parametro Velocità Vento

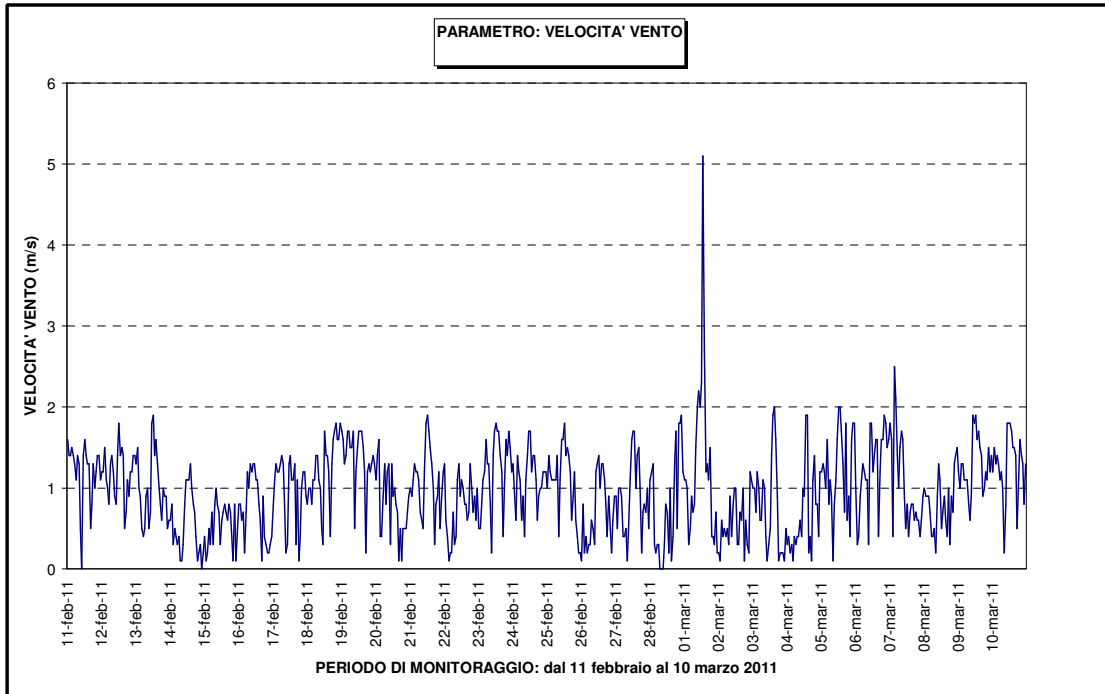


Figura 7: Pressione Atmosferica

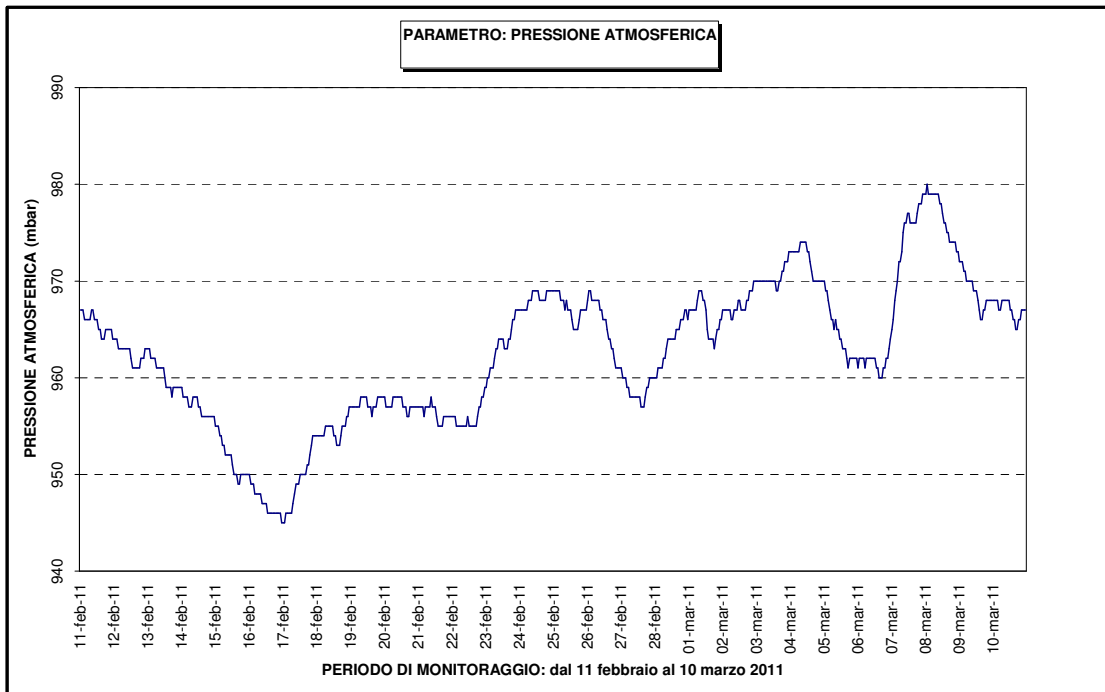


Figura 8: Umidità Relativa

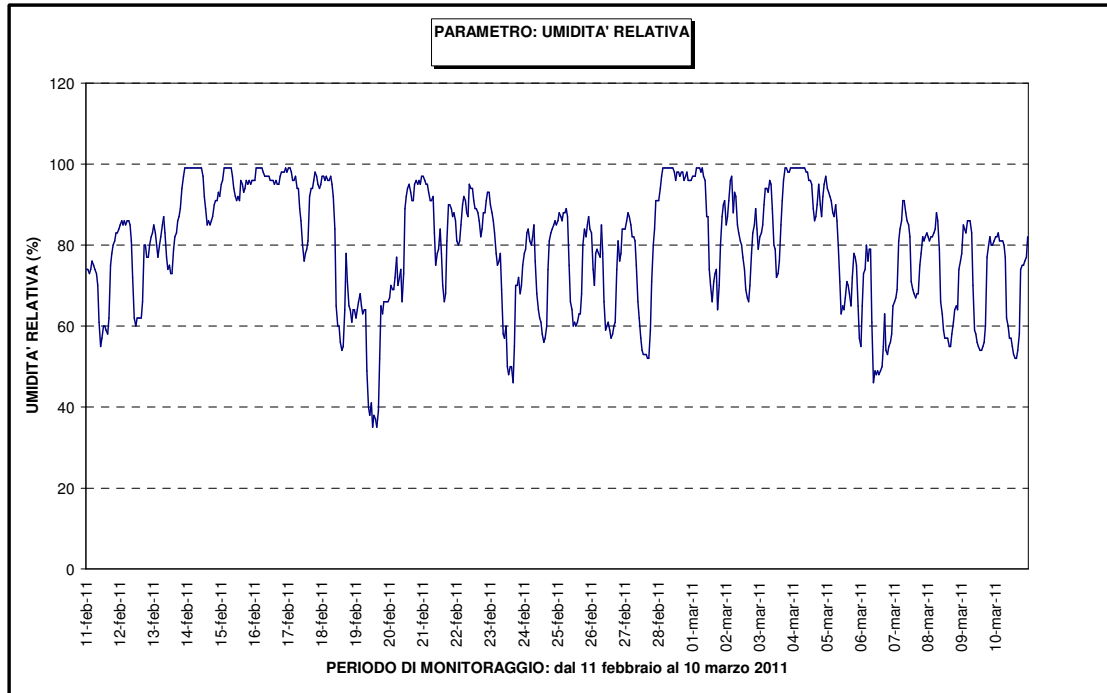


Figura 9: Temperatura aria

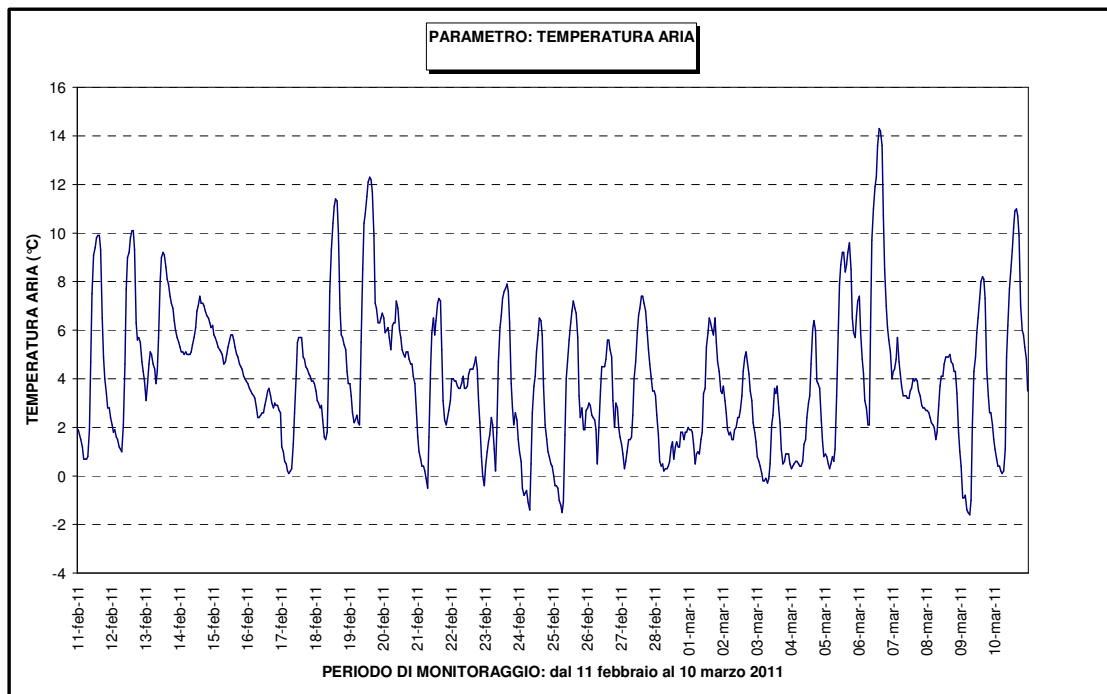
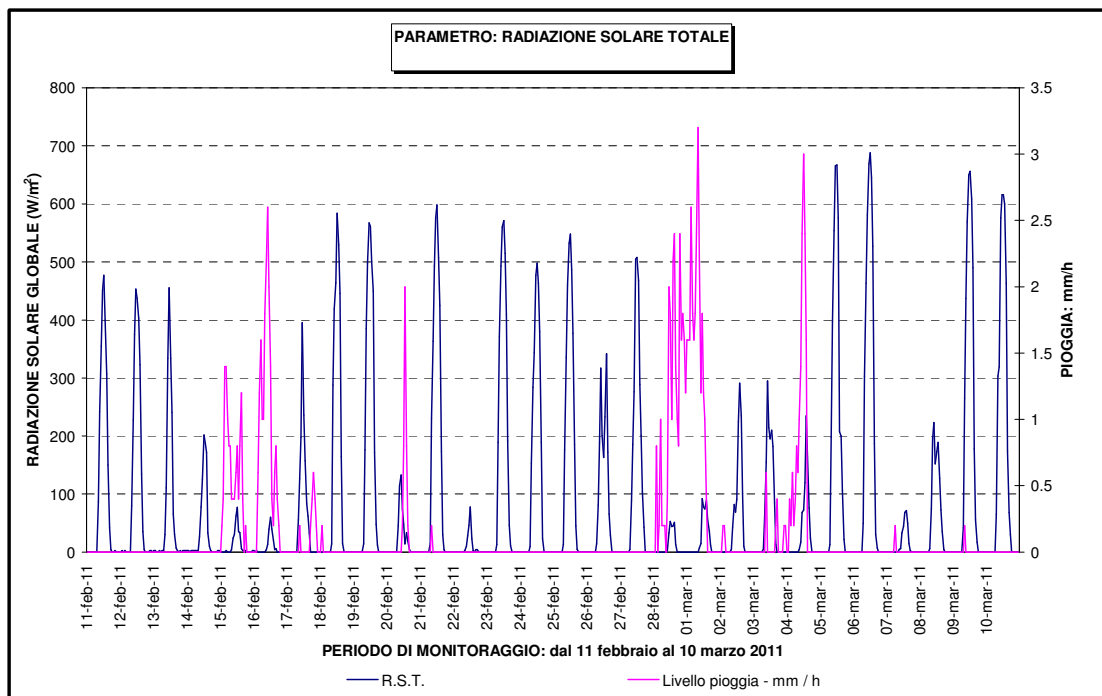


Figura 10: Radiazione Solare Globale e pioggia



**Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Luserna San Giovanni**

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 <sub>2</sub>	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO <sub>2</sub>	BIOSSIDO DI AZOTO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
O <sub>3</sub>	OZONO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	BENZENE
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	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 di Torino (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 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 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.

La non problematicità di questo inquinante è confermata dai dati ottenuti durante la campagna di monitoraggio di Luserna, infatti i valori sia giornalieri sia orari sono ampiamente al di sotto dei limiti (Tabella 11 e Figura 11). Il massimo valore giornaliero è pari a 6 µg/m<sup>3</sup> (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m<sup>3</sup>. La massima media oraria è pari a 8 µg/m<sup>3</sup>, quindi è ampiamente rispettato il livello orario per la protezione della salute fissato dal D.M. 60/2002 in 350 µg/m<sup>3</sup>.

Si può concludere che questo parametro non mostra alcuna criticità, poiché le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi e le concentrazioni di SO<sub>2</sub> sono sempre al di sotto dei limiti. Tali risultati positivi si osservano anche a livello provinciale dai dati ottenuti con le centraline fisse di monitoraggio.

**Tabella 11:** Dati relativi al biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) (µg/ m<sup>3</sup>)

Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	6
Media delle medie giornaliere	4
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	4
Massima media oraria	8
Ore valide	667
Percentuale ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	<b>0</b>

**Figura 11:**SO<sub>2</sub>: confronto con il livello di protezione della salute (media giornaliera)

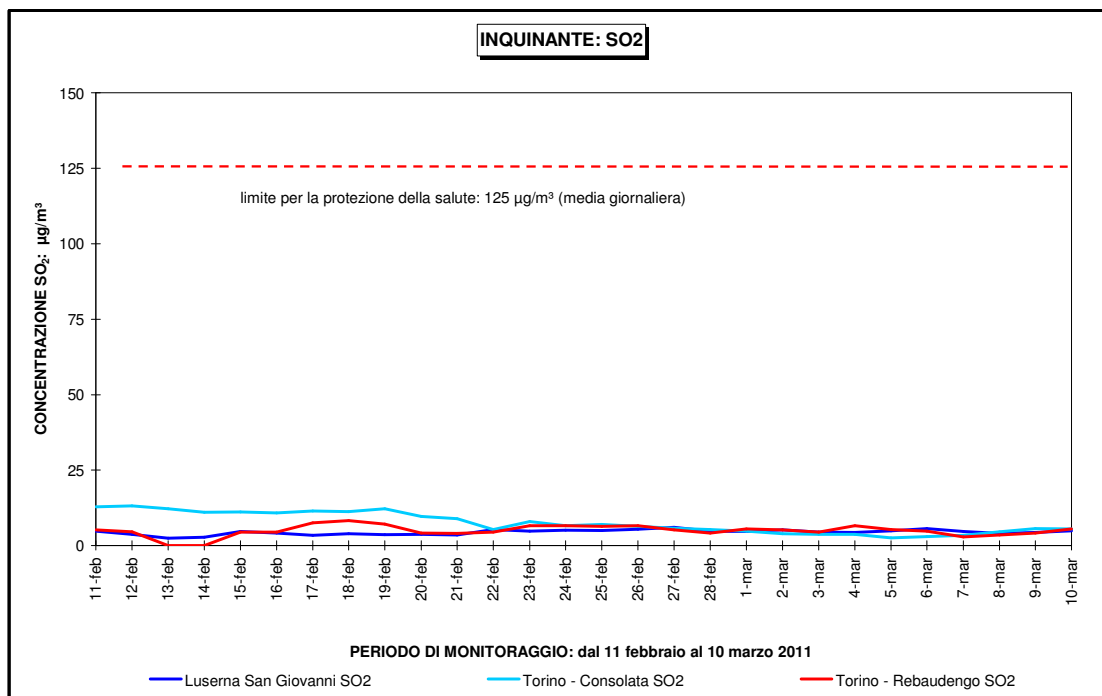


Figura 12: SO<sub>2</sub>: medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa

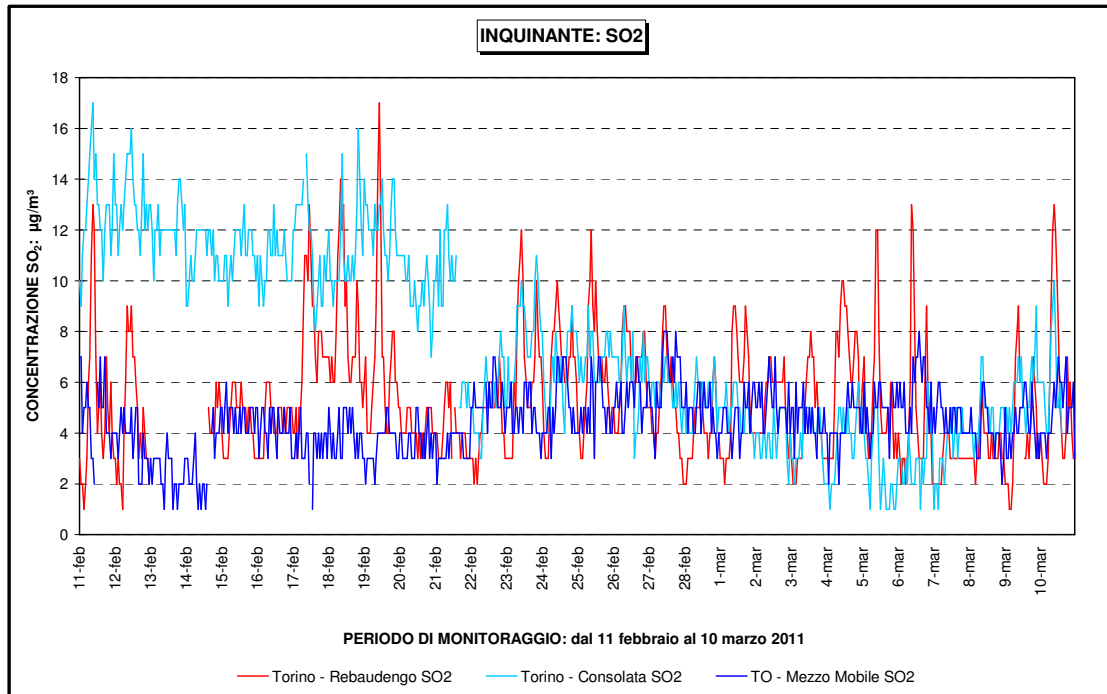
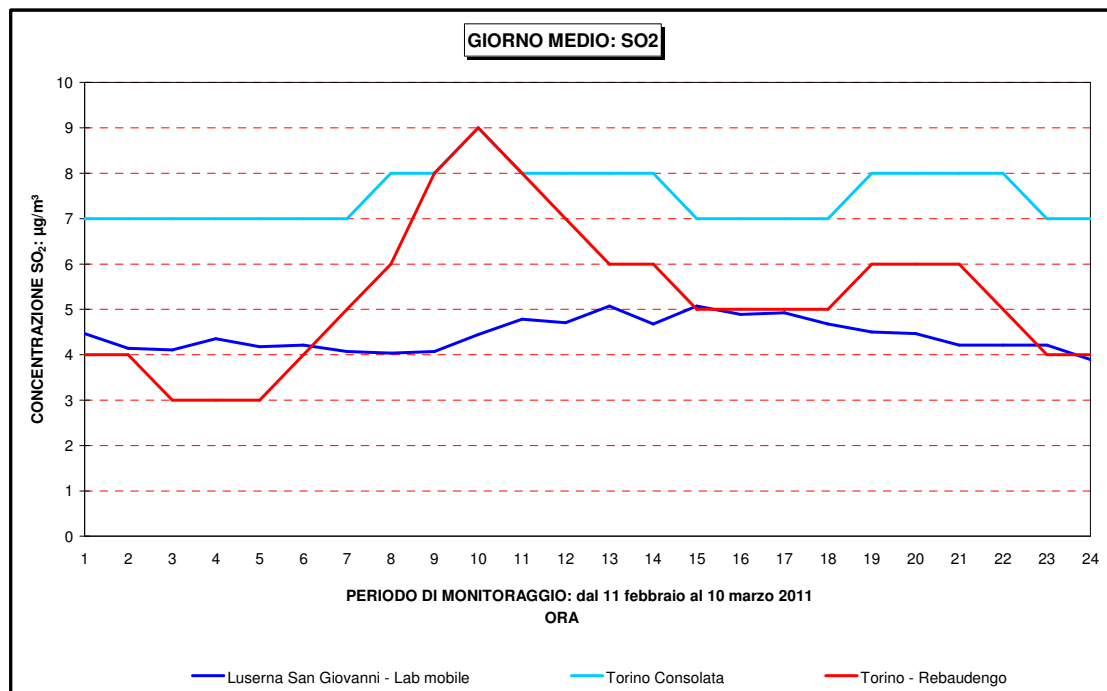


Figura 13: SO<sub>2</sub>: giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



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

### **Monossido d'azoto**

Il monossido di azoto non tossico preso in considerazione della normativa, ma viene 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; si può tuttavia osservare che nel Comune di Luserna San Giovanni nel periodo considerato si sono misurati valori di concentrazioni tra i più bassi della provincia; il massimo valore registrato (media oraria) è pari a 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , la massima media giornaliera è di 9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e il valore medio dell'intera campagna è di 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dalla Figura 15 notiamo come dal confronto del giorno medio del comune di Luserna con il giorno medio di alcune centraline della rete fissa, i valori misurati nel sito di Luserna sono superiori solo ai valori della centralina di Druento che è posizionata all'interno del Parco Regionale di "La Mandria"

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

Minima media giornaliera	4
Massima media giornaliera	9
Media delle medie giornaliere	7
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	86%
Media dei valori orari	7
Massima media oraria	27
Ore valide	579
Percentuale ore valide	86%

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

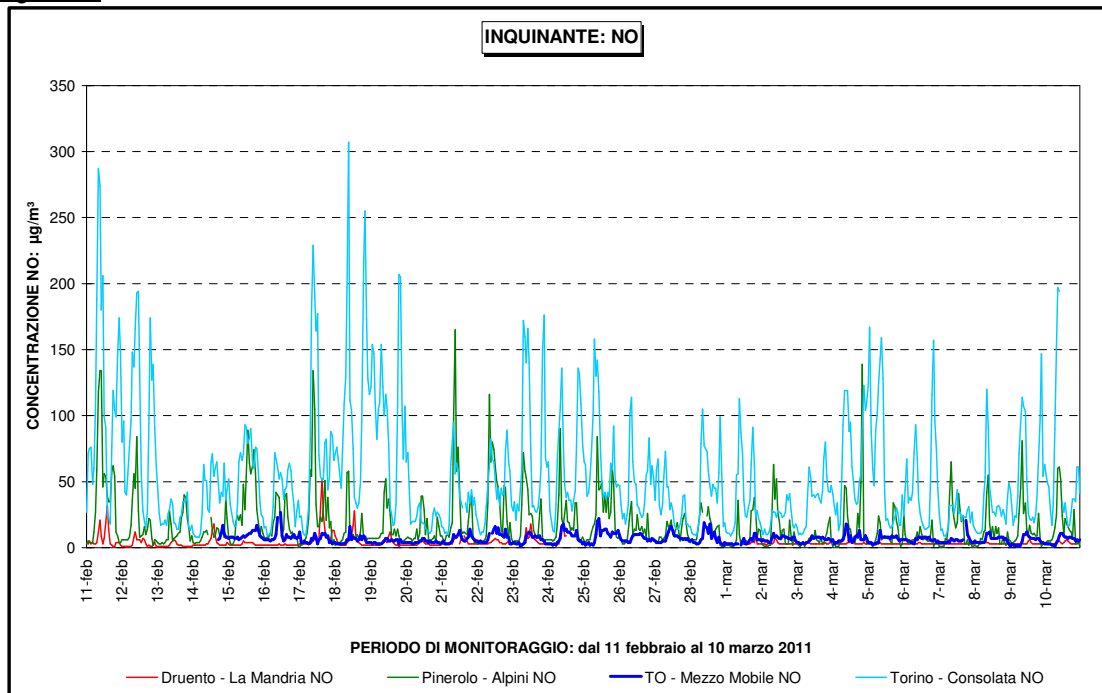
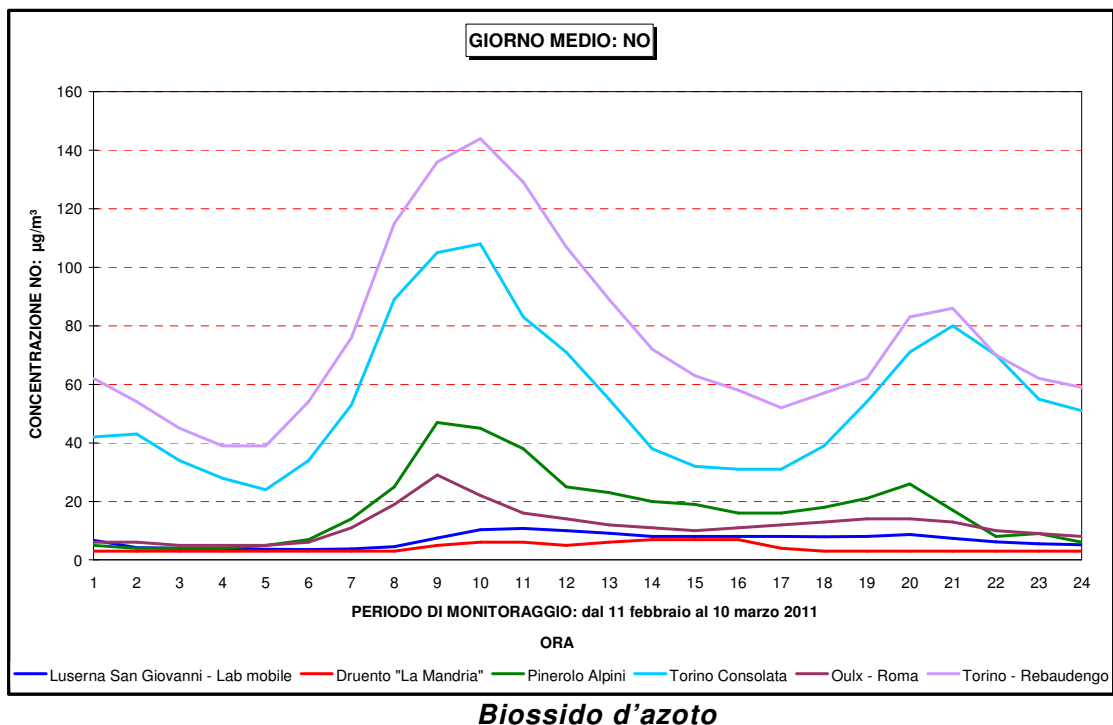


Figura 15: NO giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi sia perché 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, 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.

Il contributo dell'inquinamento veicolare alle emissioni di ossidi di azoto è diverso a seconda del tipo di veicolo. Da una stima dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, (“Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000”, APAT 2003), risulta che nell'anno 2000 il fattore di emissione medio di NO<sub>x</sub> su percorso urbano stimato per le autovetture ammonta a 1,070 g/veic\*km, per i veicoli commerciali leggeri è 2,338 g/veic\*km, mentre per i veicoli commerciali pesanti (>3,5 t) e i bus il fattore di emissione è pari a 12,014 g/veic\*km.

Per quello che riguarda NO<sub>2</sub> (Tabella 13), durante la campagna di monitoraggio nel comune di Luserna non si sono registrati superamenti del limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup> ne tantomeno del livello di allarme di 400 µg/m<sup>3</sup>, essendo la massima media oraria misurata nel comune di Luserna di 54 µg/m<sup>3</sup>.

Le Figura 16 e Figura 17 permettono di confrontare i dati della campagna condotta con il mezzo mobile con quelli provenienti da alcune stazioni della rete fissa di monitoraggio compresa la già citata cabina di Druento : dal confronto è evidente che sia le medie orarie che il giorno medio di Luserna San Giovanni presentano concentrazioni tra le più basse dell'intero territorio provinciale.

Poiché il periodo preso in esame è quello che presenta sia maggiori emissioni, visto il contributo degli impianti termici, sia frequente presenza di condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti, per questo parametro l'ordine di grandezza dei valori rilevati è rappresentativo delle massime concentrazioni annuali.

La normativa prevede anche 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 Luserna San Giovanni non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile in termini formali un confronto diretto con il limite stesso; dalle considerazioni espresse nel paragrafo precedente è però presumibile un rispetto di tale limite (vedi [Figura 18](#)). Nel periodo di monitoraggio considerato il valore medio di biossido di azoto nel sito di Luserna S. Giovanni risulta infatti inferiore a quello misurato in tutte le stazioni fisse della provincia, con l'eccezione di quella di Ceresole Reale. Considerazioni più approfondite su questo inquinante, ed in particolare sul rispetto le valore limite annuale, potranno essere effettuate al termine della seconda campagna

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

Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	30
Media delle medie giornaliere	17
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	86%
Media dei valori orari	16
Massima media oraria	54
Ore valide	579
Percentuale ore valide	86%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	<b>0</b>

Figura 16: NO<sub>2</sub> : confronto con i limiti di legge e con i dati delle stazioni fisse di Druento, Pinerolo e Torino Consolata

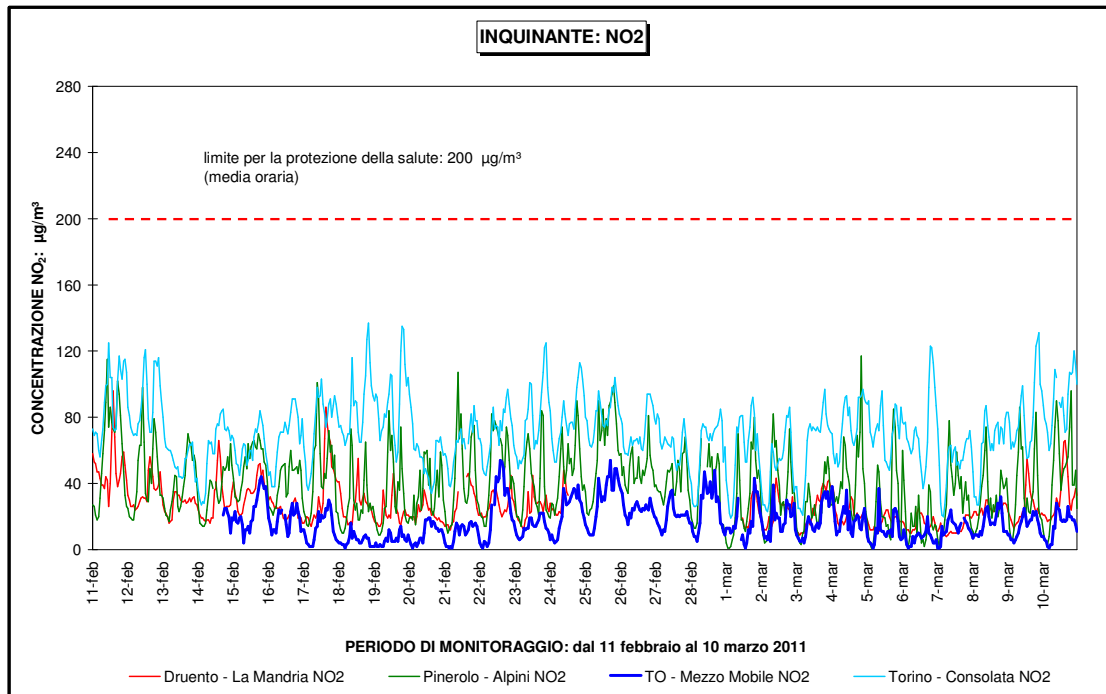


Figura 17: NO<sub>2</sub>: andamento del giorno medio

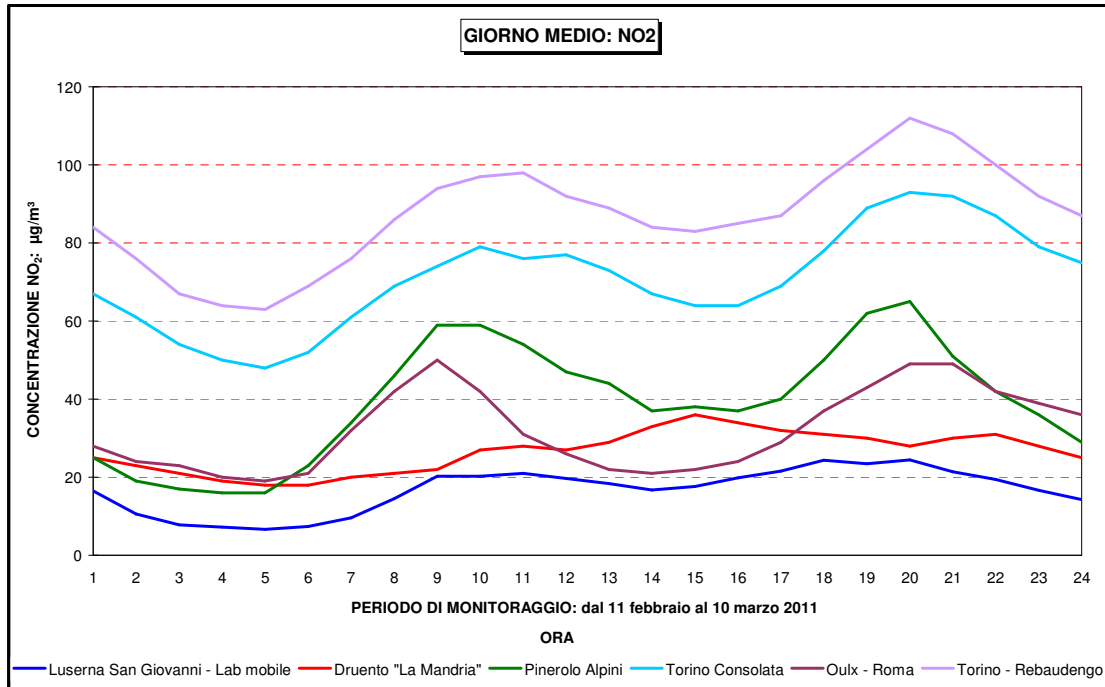
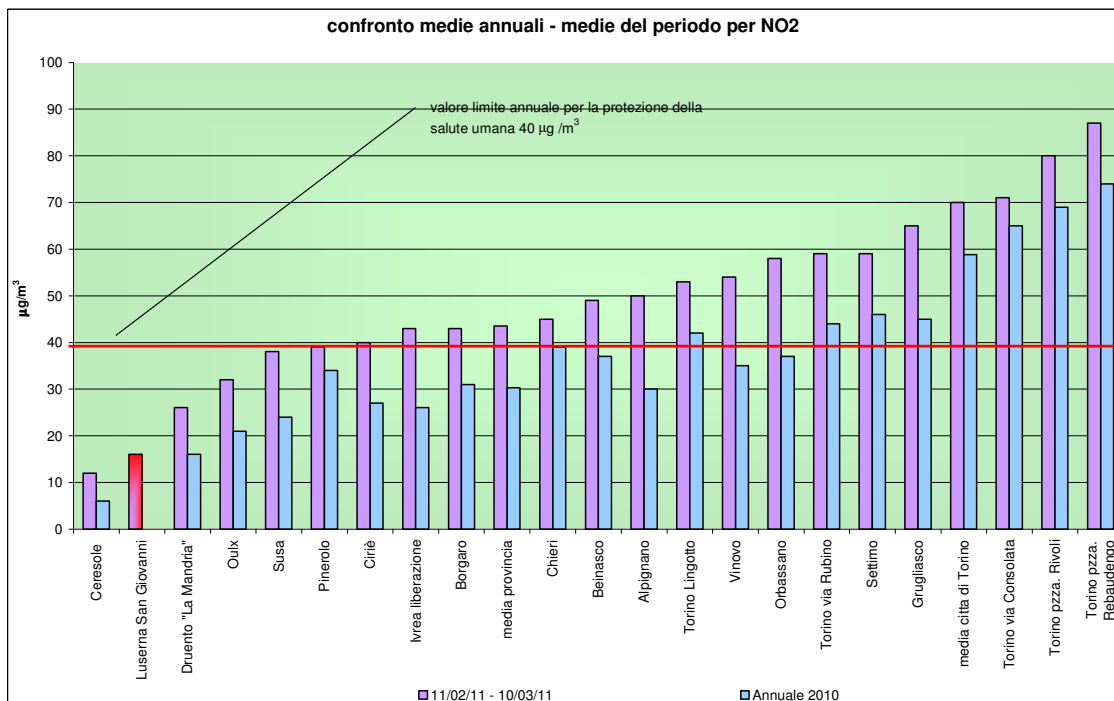


Figura 18: NO<sub>2</sub>: confronto medie annuali e medie del periodo nella provincia di Torino





## **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 dai gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione, per cui i valori più elevati si raggiungono in zone caratterizzate da intenso traffico rallentato.

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

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

I dati misurati durante la campagna di Luserna Tabella 14: confermano tale andamento osservato su scala regionale. 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  $1.5 \text{ mg}/\text{m}^3$  (Figura 19) e tale limite non è raggiunto neppure su base oraria (il massimo valore orario è pari a  $1.7 \text{ mg}/\text{m}^3$ ).

La Figura 21 mostra l'andamento medio delle concentrazioni del CO nel corso della giornata. I valori più elevati si registrano nelle ore di maggior traffico veicolare tra le 8 e le 9 e in serata dalle 19 alle 21. Il confronto con i dati di alcune stazioni della rete provinciale fissa rispecchia la situazione già descritta per gli altri parametri presi in considerazione: il sito di Luserna presenta infatti concentrazioni di monossido di carbonio superiori solo alla centralina di Oulx la quale è situata in un'area con regime di vento giornaliero simile a quello di Luserna ma con velocità delle brezze di valle e di monte mediamente superiori.

Tabella 14: Dati relativi al monossido di carbonio (CO) ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Minima media giornaliera	0.9
Massima media giornaliera	1.3
Media delle medie giornaliere	1.1
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	1.1
Massima media oraria	1.7
Ore valide	668
Percentuale ore valide	99%
Minimo delle medie 8 ore	0.7
Media delle medie 8 ore	1.1
Massimo delle medie 8 ore	1.5
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<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 &gt; 10)</u>	0

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

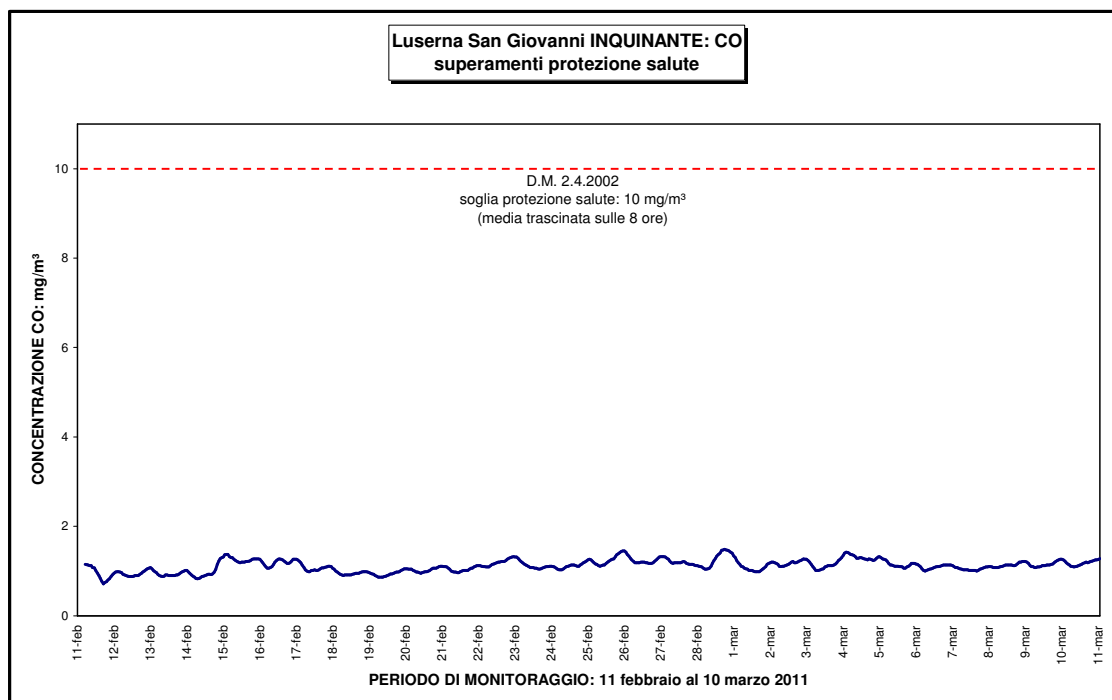


Figura 20: CO andamento medie orarie

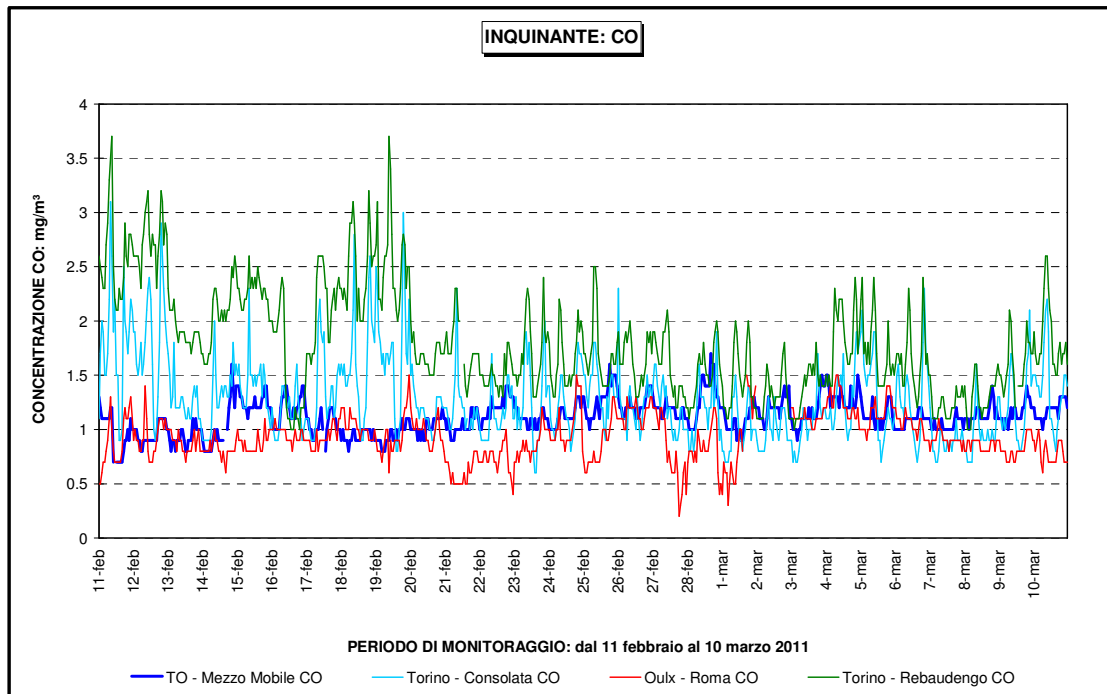
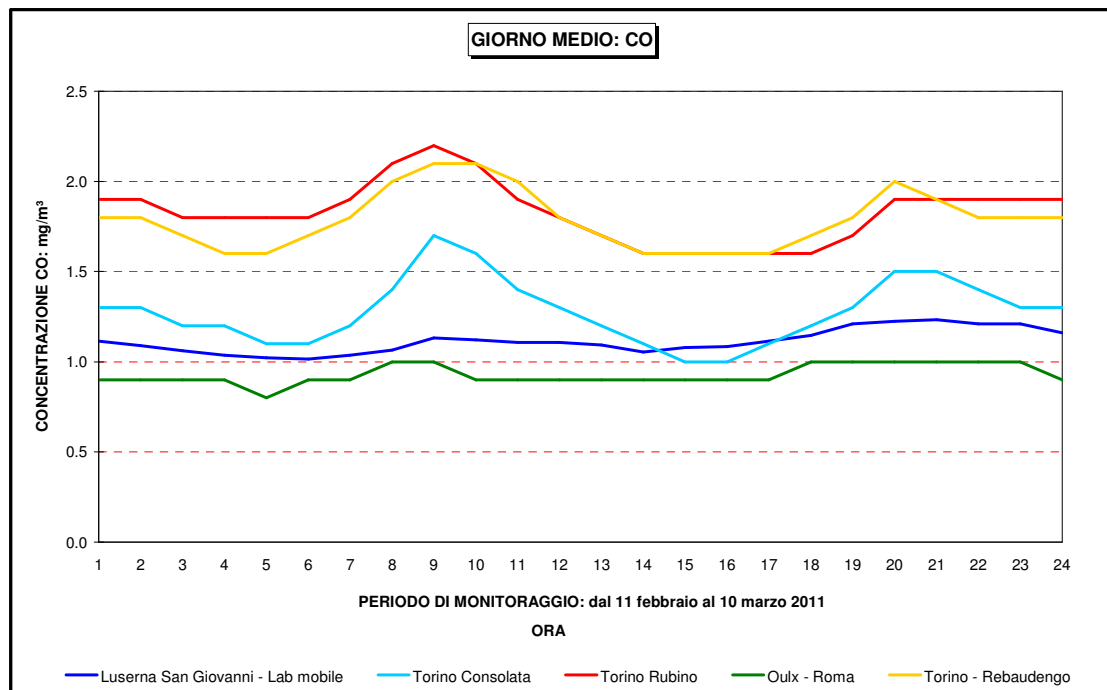


Figura 21: CO: andamento del giorno medio



## ***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.

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 Luserna è stata determinata una concentrazione media pari a  $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (media delle medie giornaliere), come riportato in [Tabella 15](#). La stagione invernale è la più critica per le concentrazioni di benzene, per cui sulla base dei dati disponibili è del tutto presumibile che il valore limite annuale venga rispettato

Dalla [Figura 22](#) e dalla [Figura 23](#) osserviamo che le concentrazioni orarie del benzene nel sito monitorato con il laboratorio mobile hanno un andamento significativamente inferiore a quello delle altre due stazioni di monitoraggio che misurano tale inquinante, ubicate in Torino – Via della Consolata e Via Rubino; trattandosi di un inquinante di origine prevalentemente auto veicolare, tale fenomeno è con tutta evidenza legato alle situazioni locali di traffico e alle caratteristiche del sito di monitoraggio.

Per il toluene la massima media giornaliera è risultata essere di  $5.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ([Tabella 16](#)), ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

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

Minima media giornaliera	1.2
Massima media giornaliera	3.0
Media delle medie giornaliere	2.1
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	86%
Media dei valori orari	2.1
Massima media oraria	5.1
Ore valide	577
Percentuale ore valide	86%

Tabella 16: Dati relativi al toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Minima media giornaliera	1.8
Massima media giornaliera	5.9
Media delle medie giornaliere	2.8
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	86%
Media dei valori orari	2.9
Massima media oraria	12.7
Ore valide	577
Percentuale ore valide	86%

Figura 22: Benzene: andamento orario e confronto con i dati della stazione di Torino - Consolata e Torino - Rubino

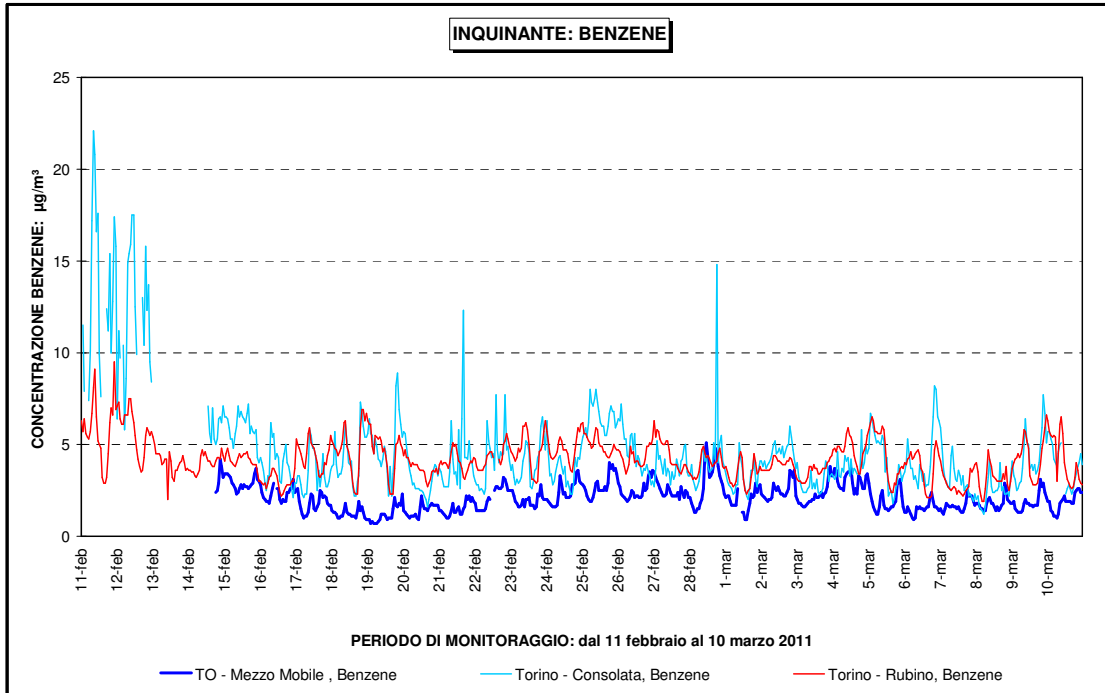
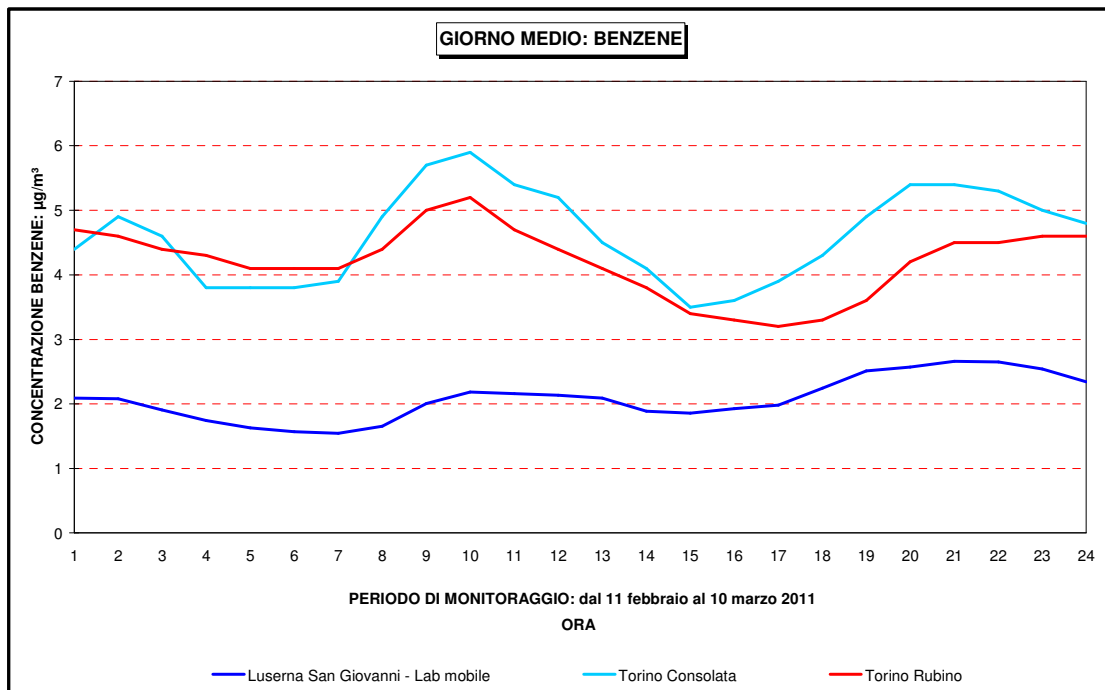


Figura 23: Benzene: giorno medio e confronto con i dati della stazione di Torino - Consolata e Torino - Rubino



### **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 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 la 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  $10\ \mu\text{m}$ , più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi e mettere inoltre a contatto l'apparato respiratorio con sostanze ad elevata tossicità adsorbite sul particolato stesso.

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

#### **$PM_{10}$**

Nel monitoraggio eseguito nel comune di Luserna si sono avuti per il particolato  $PM_{10}$  10 superamenti del valore limite giornaliero di  $50\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  su 28 giorni, pari al 36 % dei dati validi, come indicato in [Tabella 17](#) e in [Figura 29](#); dalla [Tabella 19](#) notiamo che, come è tipico dei mesi invernali, nel periodo considerato si sono avuti superamenti del limite giornaliero su tutte le stazioni di rilevamento della provincia con l'eccezione della stazione di Ceresole Reale, posizionata ad una quota di circa 1800 metri s.l.m. e classificata come stazione di fondo rurale.

Il valore medio del periodo rilevato nel sito di Luserna S. Giovanni è pari a  $42\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In termini relativi tale valore risulta pari a quello della stazione di Susa e inferiore a quello di tutte le altre stazioni fisse provinciali, con l'eccezione della già citata cabina di Ceresole Reale ([Tab. 19](#) e [Fig. 27](#)).

In termini assoluti tale valore è superiore al valore limite previsto dalla normativa per la protezione della salute umana ( $40\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) che però va calcolata su base annuale. Poiché, come già ricordato, il periodo di monitoraggio considerato è rappresentativo dei valori più alti rilevabili per il particolato nel corso dell'anno, le considerazioni sul rispetto o meno di tale valore limite potranno essere effettuate solo al termine della seconda campagna.

La [Figura 25](#) mostra come l'andamento e i livelli di  $PM_{10}$  determinati per il sito di Luserna siano inferiori alle stazioni messe a confronto, compresa la stazione di Druento posizionata nel parco regionale "La Mandria". Si osserva inoltre che la diminuzione dei valori medi di particolato si ha, com'è prevedibile, in corrispondenza dei giorni nei quali si sono presentate precipitazioni atmosferiche o era presente vento con velocità sostenute.

### ***PM<sub>2.5</sub>***

Il parametro PM<sub>2.5</sub> segue, come andamento temporale e valori medi di concentrazione giornaliera, il PM<sub>10</sub> (vedi [Figura 27](#)). Il rapporto PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> medio nel sito di Luserna è pari a 0,90, mentre per una stazione di fondo urbano come Torino Lingotto o suburbano come Borgaro Torinese tale rapporto nello stesso periodo risulta inferiore (0,81 per Lingotto e 0,84 per Borgaro).

In base ai dati di letteratura scientifica ciò fa presumere che nel sito di Luserna S. Giovanni il particolato aerodisperso abbia una significativa componente secondaria, vale a dire non attribuibile a emissioni dirette a carattere locale ma bensì originata da complessi processi chimico-fisici che intessano ampie zone del territorio e comportano la trasformazione in particolato di inquinanti in origine allo stato gassoso.

Il valore medio del periodo è 38 µg/m<sup>3</sup>. Dalla [Figura 26](#) e dalla [Figura 24](#) notiamo che, in termini relativi, i valori di PM<sub>2.5</sub> nel sito di Luserna sono risultati mediamente inferiori a quelle delle altre stazioni provinciali in cui viene misurato questo inquinante, ad eccezione di Ceresole Reale. In termini assoluti tale valore è superiore al valore limite previsto dalla normativa pari a 25 µg /m<sup>3</sup> che però va calcolato su base annuale. Poiché, come già ricordato, il periodo di monitoraggio considerato è rappresentativo dei valori più alti 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<sub>10</sub>, al termine della seconda campagna.

In termini generali per PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>, 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.



Tabella 17: Dati relativi al particolato sospeso PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Minima media giornaliera	12
Massima media giornaliera	83
Media delle medie giornaliere	42
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	100%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>10</b>

Tabella 18: Dati relativi al particolato sospeso PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	77
Media delle medie giornaliere	38
Giorni validi	26
Percentuale giorni validi	93%

Tabella 19: PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) confronto numero di superamenti limite giornaliero, concentrazioni medie del periodo e anno 2010

	periodo I° campagna (invernale)		anno 2010	
	media periodo [µg/m <sup>3</sup> ]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	media anno 2010 [µg/m <sup>3</sup> ]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)
Ceresole Reale - Diga	10	0	7	0
Luserna San Giovanni - Lab Mobile	42	10		
Susa - Repubblica	42	7	22	21
Druento - La Mandria	50	12	27	38
Pinerolo - Alpini	51	13	28	29
Ivrea - Liberazione	56	12	28	53
Torino - Lingotto	60	14	36	80
Borgaro T. - Caduti	66	16	37	83
Torino - Rubino	67	16	39	83
Torino - Consolata	70	19	43	102
Carmagnola - Miro'	71	19	44	118
Torino - Rivoli	77	16	48	120
Torino - Grassi	80	23	50	131

Figura 25: Particolato sospeso PM<sub>10</sub>: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute e con i dati di alcune stazioni della rete fissa

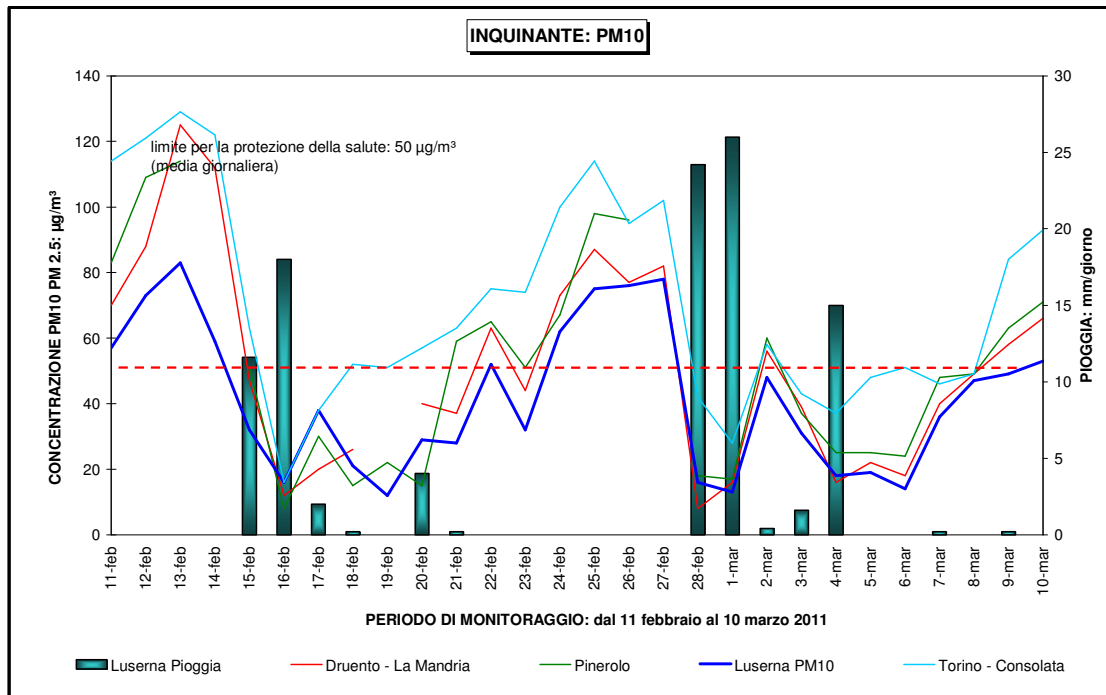


Figura 26: Particolato sospeso PM<sub>2.5</sub>: confronto con i dati di alcune stazioni della rete fissa

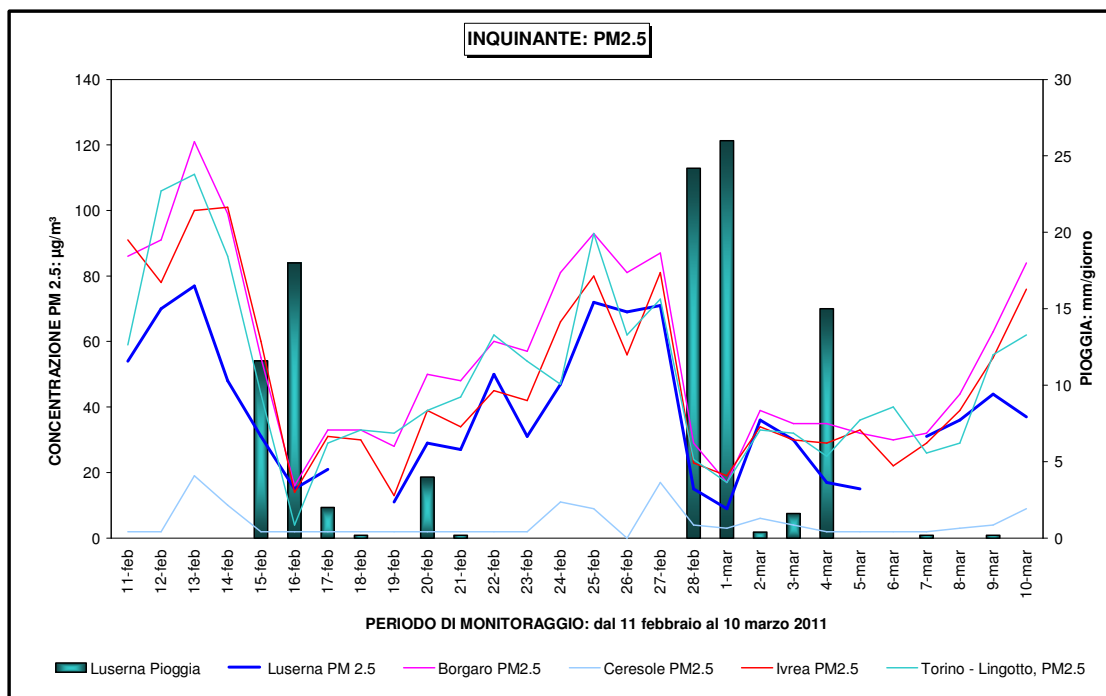


Figura 27: Particolato sospeso PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>: confronto

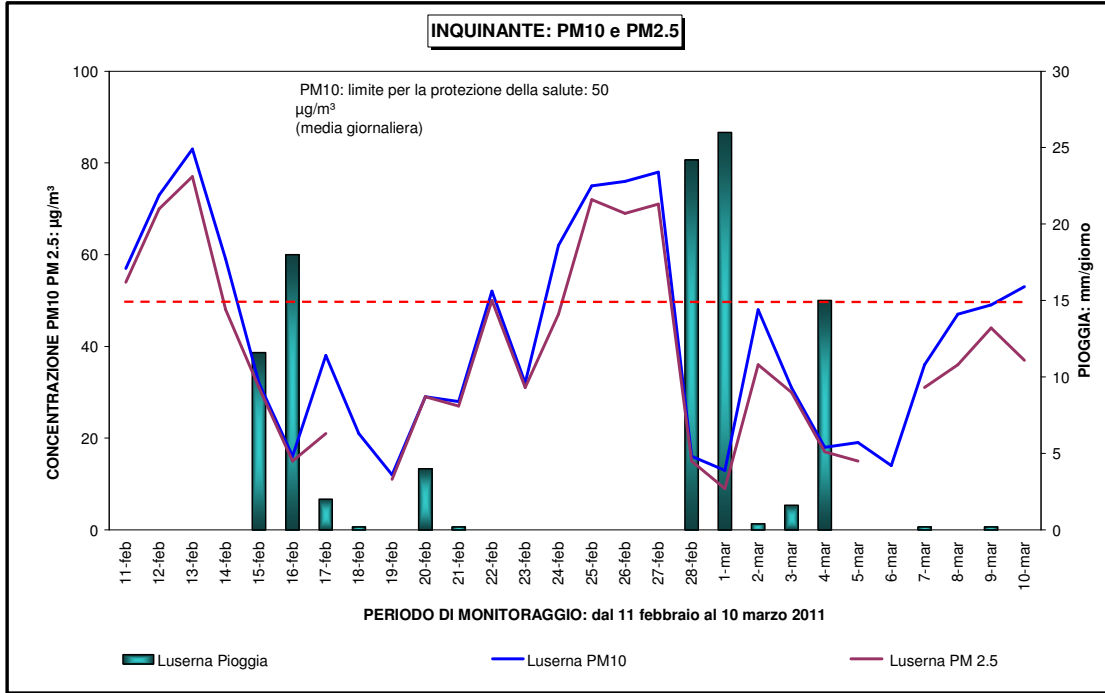


Figura 28: Particolato sospeso PM<sub>10</sub> confronto medie anno 2011 e medie del periodo nella provincia di Torino

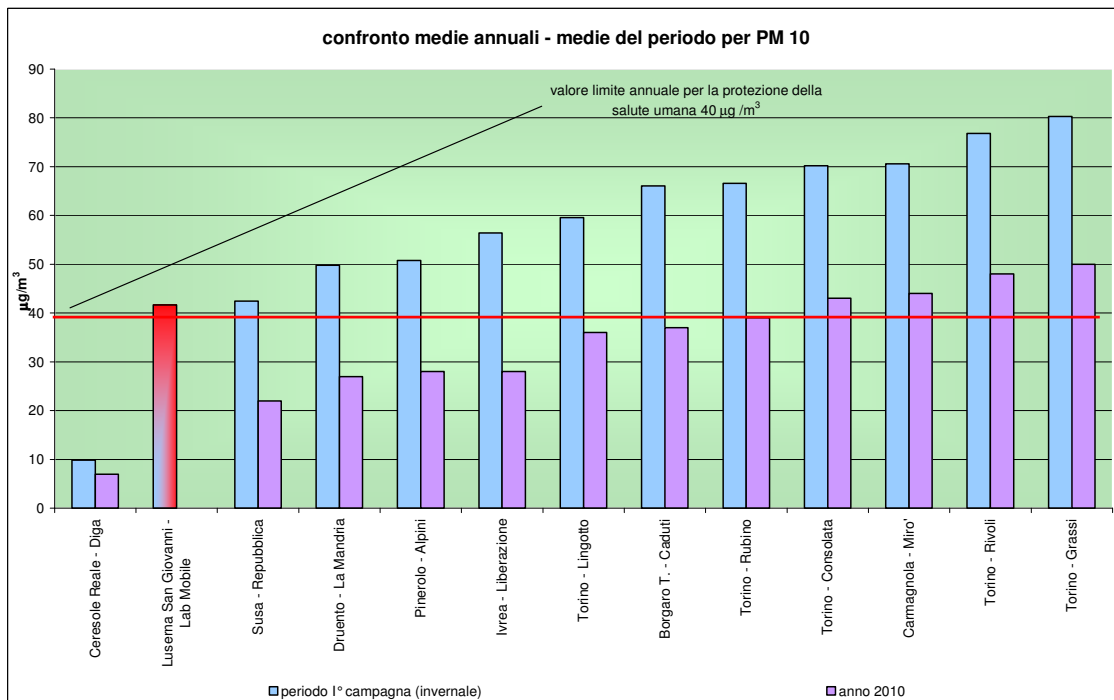


Figura 29: Particolato sospeso PM<sub>10</sub> confronto percentuali di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> del periodo nella provincia di Torino

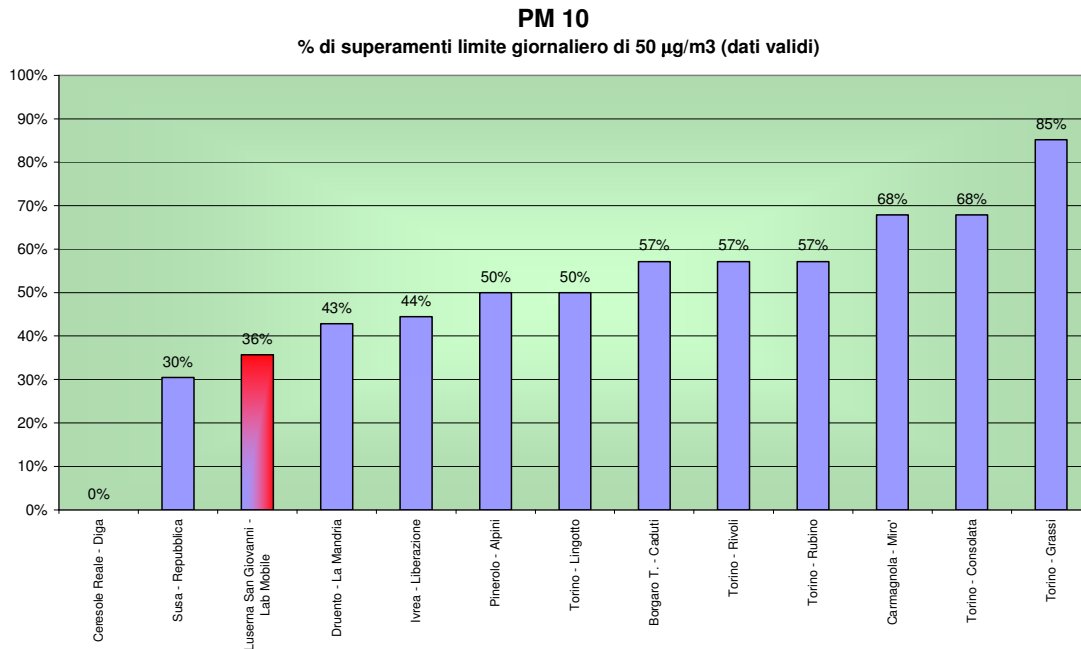
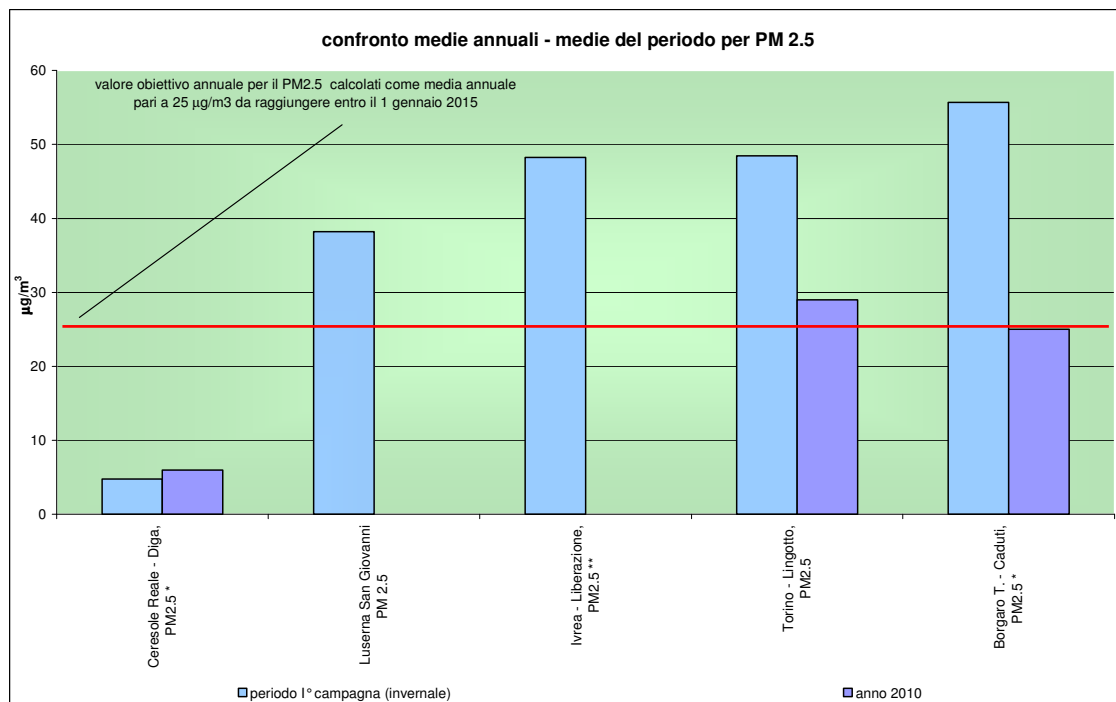


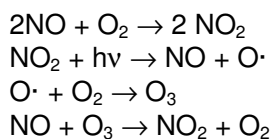
Figura 30: Particolato sospeso PM<sub>2.5</sub> confronto medie anno 2011 e medie del periodo nella provincia di Torino



## Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente. L'ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, che si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) 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).

Nel periodo di campionamento i livelli di ozono sono sempre risultati inferiori a 93 µg/m<sup>3</sup>, come media oraria pertanto non si sono registrati superamenti del livello di protezione della salute (120 µg/m<sup>3</sup> calcolata come media trascinata sulle 8 ore) né superamenti del livello d'informazione (pari a 180 µg/m<sup>3</sup> come media oraria), come riportato in [Tabella 20](#): e mostrato in [Figura 32](#).

Bisogna tuttavia notare che nel periodo invernale l'ozono non presenta situazioni problematiche visto lo scarso irraggiamento e le basse temperature. Per una completa valutazione di questo inquinante si rimanda quindi alla seconda campagna.

Tabella 20: Dati relativi all'ozono (O<sub>3</sub>) (µg/ m<sup>3</sup>)

Minima media giornaliera	15
Massima media giornaliera	53
Media delle medie giornaliere	35
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	35
Massima media oraria	93
Ore valide	668
Percentuale ore valide	99%
Minimo delle medie 8 ore	10
Media delle medie 8 ore	35
Massimo delle medie 8 ore	72
Percentuale medie 8 ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<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 31: O<sub>3</sub>: confronto con i limiti di legge

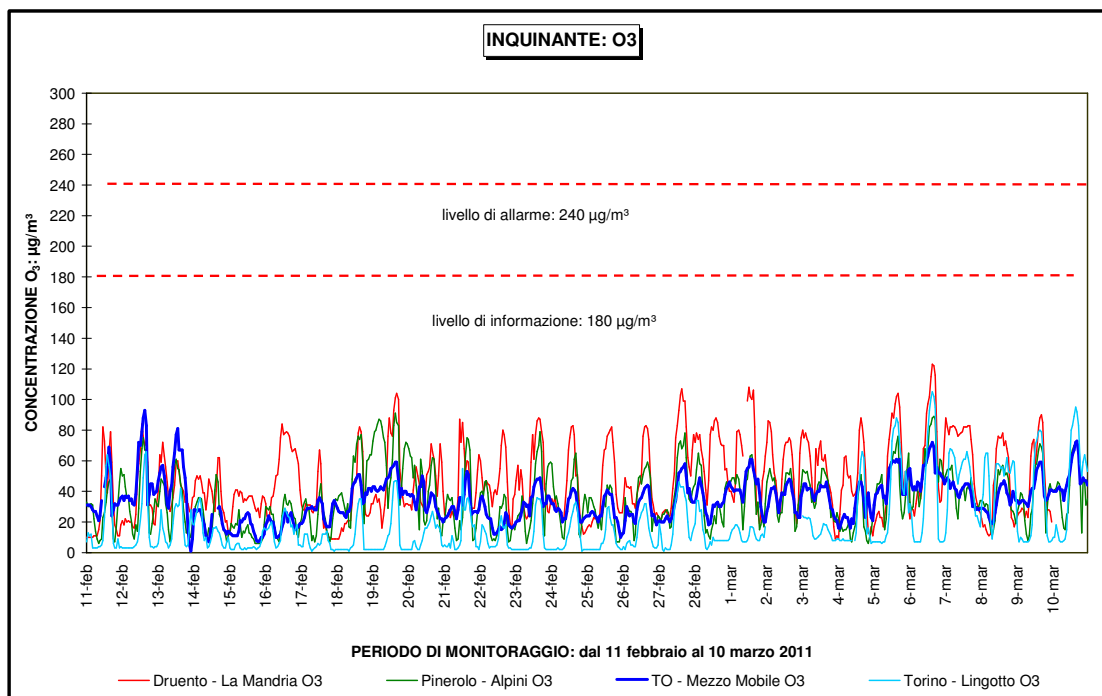
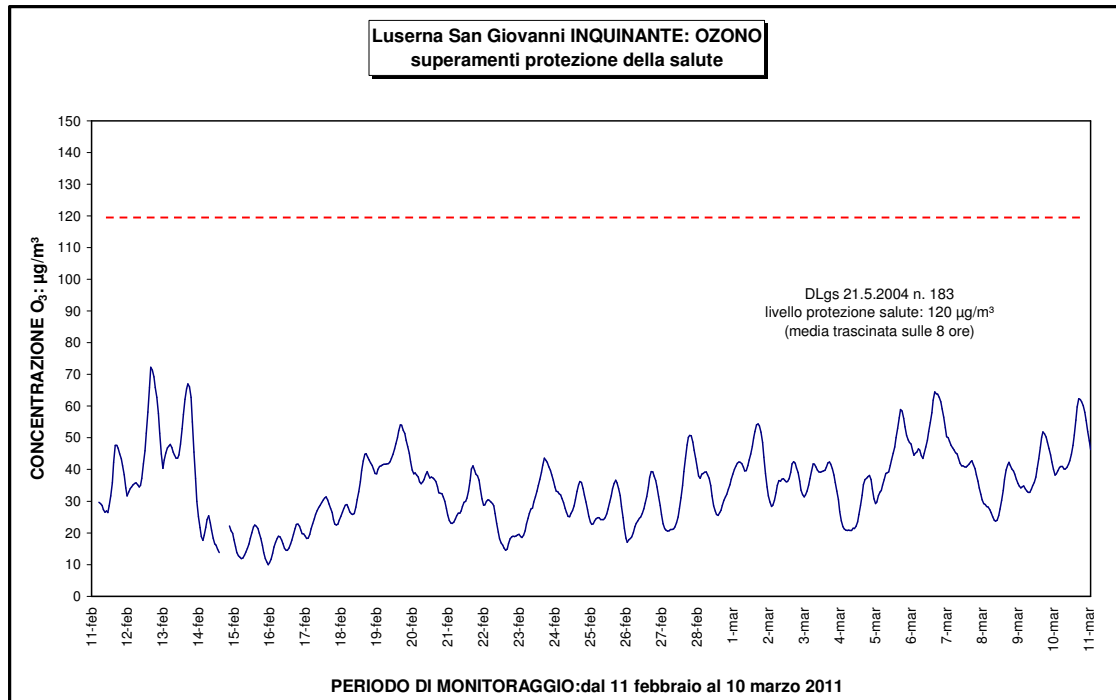


Figura 32: O3 superamenti protezione della salute umana



## **Conclusioni**

Le criticità evidenziate nel territorio di Luserna San Giovanni a seguito della campagna di monitoraggio condotta con l'utilizzo del mezzo mobile rispecchiano quelle osservate in siti di valle 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, l'ozono, il monossido di carbonio ed il benzene.

Per il biossido d'azoto non si sono verificati, malgrado il periodo di monitoraggio sia tra i più critici dell'anno per questo inquinante, superamenti del valore limite giornaliero, mentre una valutazione approfondita sul rispetto del valore limite su base annuale potrà essere fatta al termine della seconda campagna. Un discorso analogo vale per l'ozono in quanto questo inquinante, a differenza degli altri considerati, presenta i valori più elevati nel periodo estivo.

Relativamente al particolato sospeso PM<sub>10</sub> il valore limite giornaliero (50 µg/m<sup>3</sup>) è stato superato per 10 giorni, pari al 36% dei giorni validi di monitoraggio, a fronte di un massimo di 35 superamenti nel corso dell'intero anno previsti dalla normativa. 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.

Una considerazione analoga vale anche per il particolato PM<sub>2,5</sub>, per il quale la normativa prevede unicamente un valore limite su base annuale.

Il valore elevato del rapporto PM<sub>2,5</sub> / PM<sub>10</sub> indica comunque che nel sito di Luserna S. Giovanni il particolato aerodisperso ha una significativa componente secondaria, vale a dire non attribuibile a emissioni dirette a carattere locale ma bensì originata da complessi processi chimico-fisici che interessano ampie zone del territorio e comportano la trasformazione in particolato di inquinanti che in origine si trovavano allo stato gassoso.

Ciò conferma un assunto generale delle politiche di risanamento relative al particolato atmosferico, vale a dire che il miglioramento della qualità dell'aria è legato soprattutto all'attuazione di adeguati interventi coordinati su vasta scala territoriale.

Nel loro insieme i dati rilevati, se rapportati alla situazione complessiva del territorio provinciale, mostrano che le concentrazioni degli inquinanti atmosferici nel sito considerato si situano nell'intorno dei valori più bassi rilevabili a livello provinciale, nonostante il monitoraggio sia stato effettuato in un periodo generalmente caratterizzato dai livelli mediamente elevati su base annuale dei diversi inquinanti (con l'eccezione dell'ozono che, come già sottolineato, presenta i suoi massimi nei mesi estivi). Tali condizioni relativamente favorevoli della qualità dell'aria hanno la loro origine nell'elevata dinamicità atmosferica caratteristica delle valli alpine, manifestatasi nel corso del periodo di monitoraggio, con episodi di vento relativamente intenso e di precipitazioni prolungate (vedi [Figura 6](#) e [Figura 10](#)). Si conferma pertanto la notevole influenza dei meccanismi di diluizione e rimozione ad opera dei fenomeni meteorologici nel determinare i livelli degli inquinanti atmosferici.

Si precisa infine che sul particolato atmosferico è in corso la determinazione di laboratorio di idrocarburi policiclici aromatici e metalli; il commento relativo a tali parametri e una più completa analisi dello stato della qualità dell'aria nel sito considerato verranno effettuati al termine della seconda campagna, che è prevista nel corso della prossima estate..



## **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**

**MONITOR EUROPE ML 9841B**

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

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

- **Ozono**

**MONITOR EUROPE ML 9810B**

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

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

- **Monossido di carbonio**

**API 300 A**

Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 200 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 ppm.

- **Particolato sospeso PM10**

**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 EPA.

Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro EDEROL 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**

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>;
- ✓ Campo di misura etilbenzene : 0 ÷ 441 µg/m<sup>3</sup>;