

**DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO  
Struttura semplice “Attività di Produzione”**

**OGGETTO:**

**PROGETTO DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA LUNGO  
L'AUTOSTRADA TORINO – BARDONECCHIA  
CAMPAGNA DI RILEVAMENTO NEI COMUNI DI SUSÀ E SALBERTRAND  
(DICEMBRE 2010)**



<b>Redazione</b>	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: dott.ssa Annalisa Bruno	Data:	Firma:
	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Francesco Romeo	Data:	Firma:
<b>Verifica e approvazione</b>	Nome: dott. Francesco Lollobrigida	Data:	Firma:



La stazione mobile di rilevamento in carico alla società Musinet Engineering e la cabina rilocabile sono stati messi a disposizione dalla S.I.T.A.F. – Società Italiana Traforo Autostradale del Frejus – S.p.A .

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: sig. Giacomo Castrogiovanni, dott.a Marilena Maringo, dott.a Annalisa Bruno, ing. Milena Sacco, sig. Francesco Romeo, sig. Fabio Pittarello, sig. Roberto Sergi, sig. Vitale Sciortino, coordinati dal Dirigente con incarico professionale Dott. Francesco Lollobrigida.

Si ringrazia il personale delle società S.I.T.A.F e Musinet Engineering per la collaborazione prestata.

<b><i>Obiettivi della campagna di monitoraggio .....</i></b>	<b><i>4</i></b>
<b><i>Il quadro normativo .....</i></b>	<b><i>8</i></b>
<b><i>L'aria e i suoi inquinanti.....</i></b>	<b><i>11</i></b>
<b><i>Elaborazione grafica dei dati meteorologici .....</i></b>	<b><i>13</i></b>
<b><i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici.....</i></b>	<b><i>15</i></b>
<b><i>Esame dei dati .....</i></b>	<b><i>22</i></b>
<b><i>APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI .....</i></b>	<b><i>24</i></b>

## Obiettivi della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio dati condotta nel Comune di Bardonecchia ha l'obiettivo di rilevare la qualità dell'aria nei comuni adiacenti l'A32 come previsto dal Protocollo d'Intesa tra S.I.T.A.F. – Società Italiana Traforo Autostradale del Frejus – S.p.A., Regione Piemonte, Provincia di Torino, Comunità Montana Alta Valle di Susa, Comunità Montana Bassa Valle di Susa e Val Cenischia e Arpa Piemonte per la realizzazione di una Valutazione Ambientale della Qualità dell'Aria attraverso uno studio modellistico di stima delle emissioni e dispersione degli inquinanti in atmosfera ed una campagna di monitoraggio lungo l'A32 Torino - Bardonecchia.

Lo studio prevede il rilevamento dei dati in campo per il periodo di un anno, secondo la tabella qui sotto riportata:

**Tabella 1:** prospetto cronologico e siti campagne di monitoraggio

Mese	Data spostamento postazioni Q.Aria	Inizio campagna misura	Fine campagna misura	MM SITAF	MM Arpa	Cabina armadio
gennaio	18/12/2009	01/01/2010	31/01/2010	Condove	Sant'Antonino di Susa	A32-Km 18 Condove
febbraio	01/02/2010	02/02/2010	28/02/2010	Bardonecchia	--	A32-Bardonecchia
marzo	01/03/2010	02/03/2010	30/03/2010	A32-Susa (c/o SITAF)	--	A32-Salbertrand
aprile	31/03/2010	01/04/2010	29/04/2010	Condove	Sant'Antonino di Susa	A32-Km 18 Condove
maggio	30/04/2010	01/05/2010	30/05/2010	Bardonecchia	--	A32-Bardonecchia
giugno	31/05/2010	01/06/2010	29/06/2010	A32-Susa (c/o SITAF)	--	A32-Salbertrand
luglio	30/06/2010	01/07/2010	29/07/2010	Condove	Sant'Antonino di Susa	A32-Km 18 Condove
agosto	30/07/2010	31/07/2010	30/08/2010	Bardonecchia	--	A32-Bardonecchia
settembre	31/08/2010	01/09/2010	29/09/2010	A32-Susa (c/o SITAF)	--	A32-Salbertrand
ottobre	30/09/2010	01/10/2010	28/10/2010	Condove	Sant'Antonino di Susa	A32-Km 18 Condove
novembre	29/10/2010	30/10/2010	29/11/2010	Bardonecchia	--	A32-Bardonecchia
dicembre	30/11/2010	01/12/2010	31/12/2010	A32-Susa (c/o SITAF)	--	A32-Salbertrand

La presente relazione si riferisce al mese di dicembre e prevede due siti di rilevamento dati con l'uso di un laboratorio mobile ed una cabina rilocabile come dal prospetto sopra riprodotto. In Figura 1 è riportata sulla cartografia della valle di Susa l'indicazione dei siti nei quali sono stati posti il laboratorio mobile e la cabina SITAF nel corso della campagna di monitoraggio.

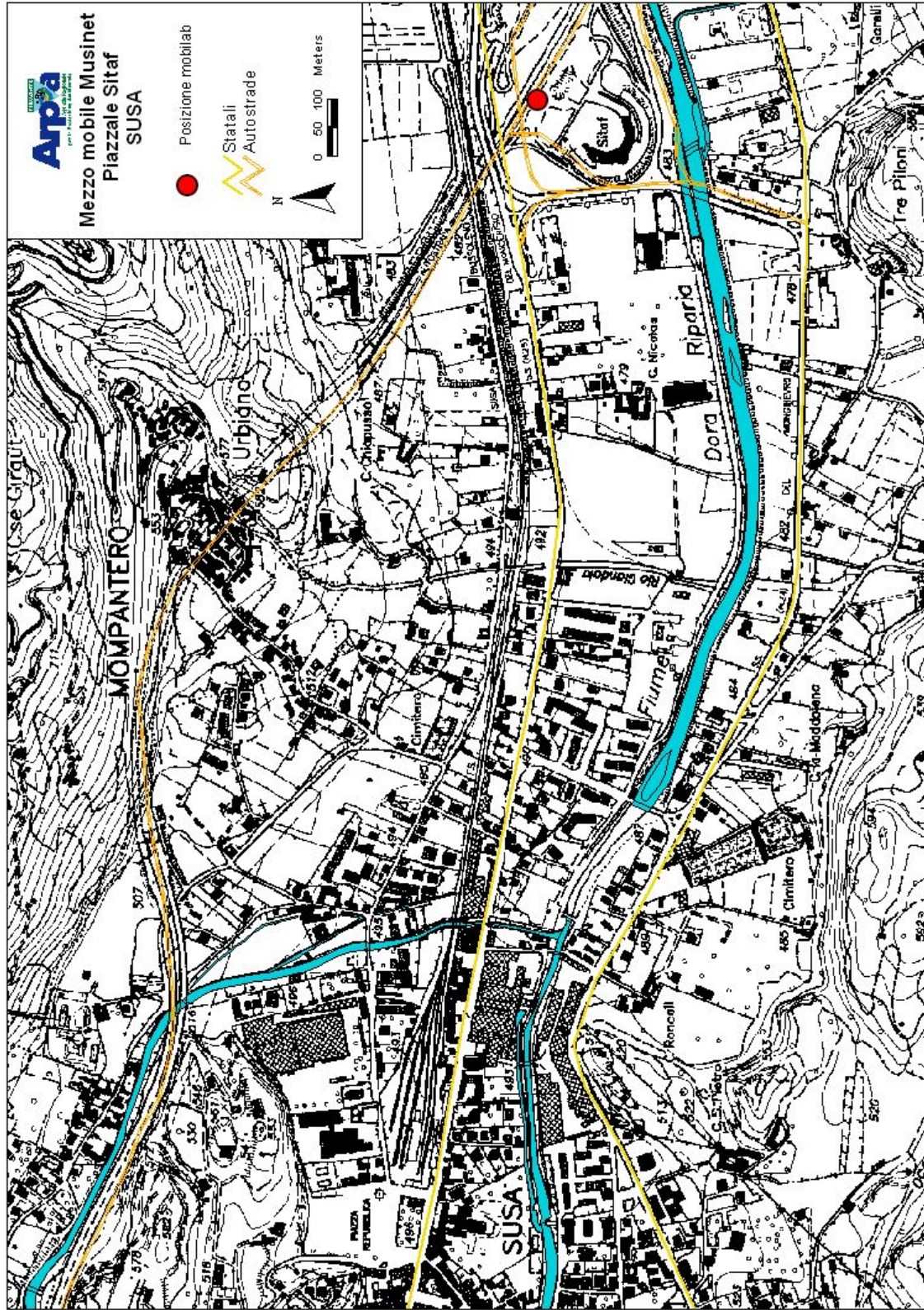


**Figura 1:** ● = Laboratorio mobile Musinet  
● = Cabina rilocabile SITAF



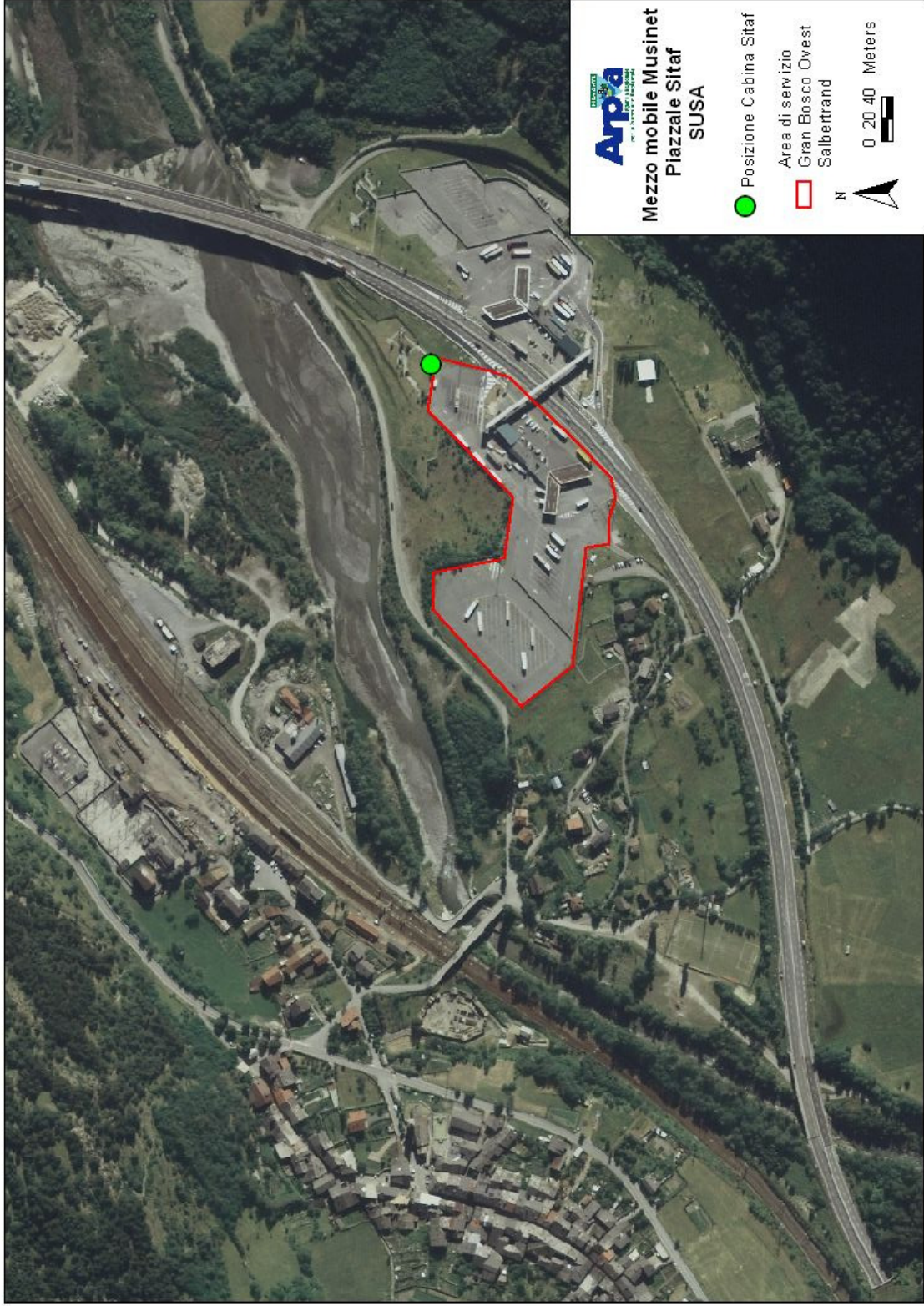


Figura 2: Posizione del Laboratorio mobile Musinet





**Figura 3:** Posizione della cabina armadio Sitaif



## 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, come modificato dal D.Lgs. 120/2008. 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 PM<sub>10</sub>, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo;
- **valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo, ossidi di azoto, PM<sub>10</sub>, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento;
- **soglie di allarme** per il biossido di zolfo, il biossido di azoto e l'ozono, superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Per quanto riguarda il parametro ozono 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 l'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.

Si fa notare che è recentemente entrato in vigore il D.Lgs 155/2010, la nuova normativa in tema di tutela della qualità dell'aria che ha abrogato e sostituito le normative precedenti, senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento.

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 2008" disponibile presso Arpa Piemonte e la Provincia di Torino



**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 (O <sub>3</sub> )	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2010
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m <sup>3</sup> *h come media su 5 anni <sup>(2)</sup>		2010
	OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> *h <sup>(2)</sup>		
BENZO(a)PIRENE	OBIETTIVO DI QUALITÀ	media mobile valori giornalieri <sup>(3)</sup>	1 ng/m <sup>3</sup> <sup>(4)</sup>	-	-

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

(2) Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> e il valore di 80 µg/m<sup>3</sup>, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00.

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

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

**Tabella 3 – Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici**

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE	
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO <sub>2</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	24 volte/anno civile	1-gen-2005	
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	3 volte/anno civile	1-gen-2005	
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	--	--	19-lug-2001
		inverno (1 ott -31 mar)				
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m <sup>3</sup>	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) e OSSIDI DI AZOTO (NO <sub>x</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	18 volte/anno civile	1-gen-2010	
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	1-gen-2010	
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	--	
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>x</sub> )	--	19-lug-2001	
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005	
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005	
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 volte/anno civile	1-gen-2005	
PARTICELLE (PM <sub>10</sub> )	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005	
	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.

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

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

Poiché il valore obiettivo per i metalli e gli IPA (BENZO(a)PIRENE) è annuale il servizio scrivente commenterà i parametri metalli e IPA nella relazione conclusiva a fine anno.

## 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 pregiudizio per la salute umana o per l'ambiente in generale.

Oggigiorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo (ng/m<sup>3</sup>) al microgrammo per metro cubo (µg/m<sup>3</sup>).

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 5** 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 2008", 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.

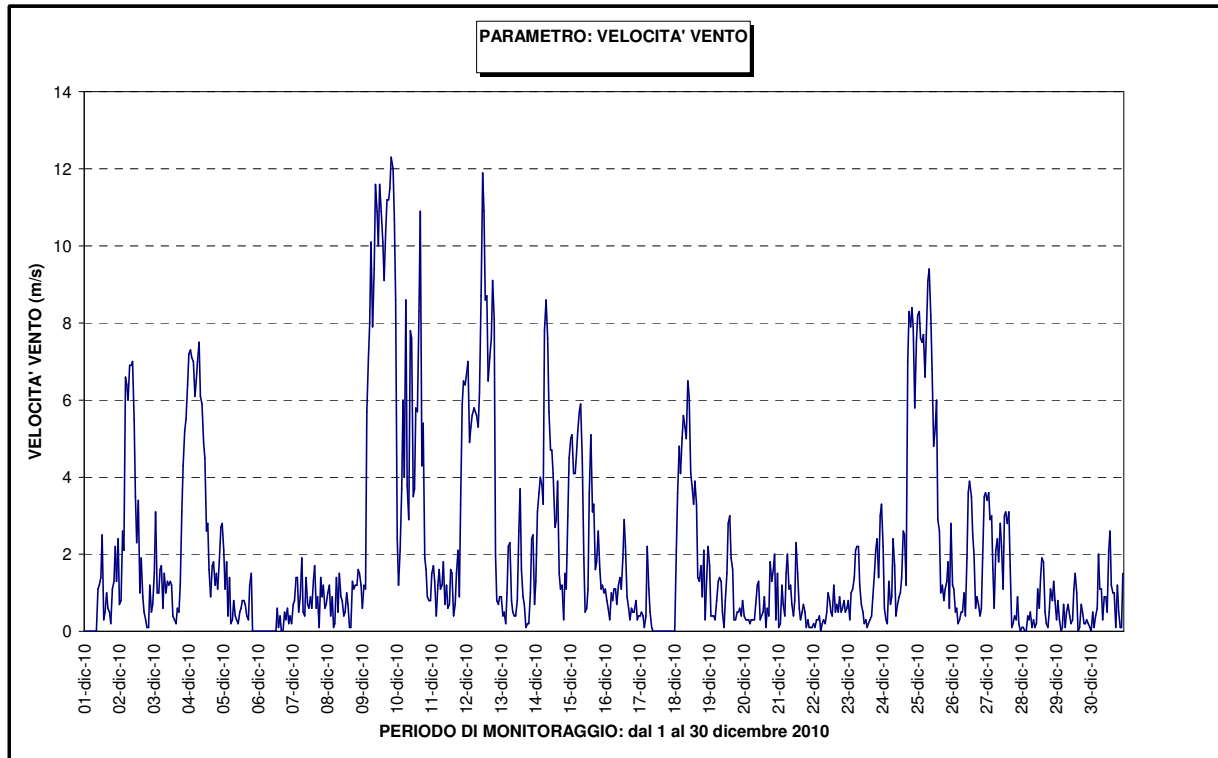
**Tabella 5:** fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici

<i>INQUINANTE</i>	<i>TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI A BENZINA</i>	<i>TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI DIESEL</i>	<i>EMISSIONI INDUSTRIALI</i>	<i>COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATI CON COMBUSTIBILI LIQUIDI O SOLIDI</i>	<i>COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATI 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>					

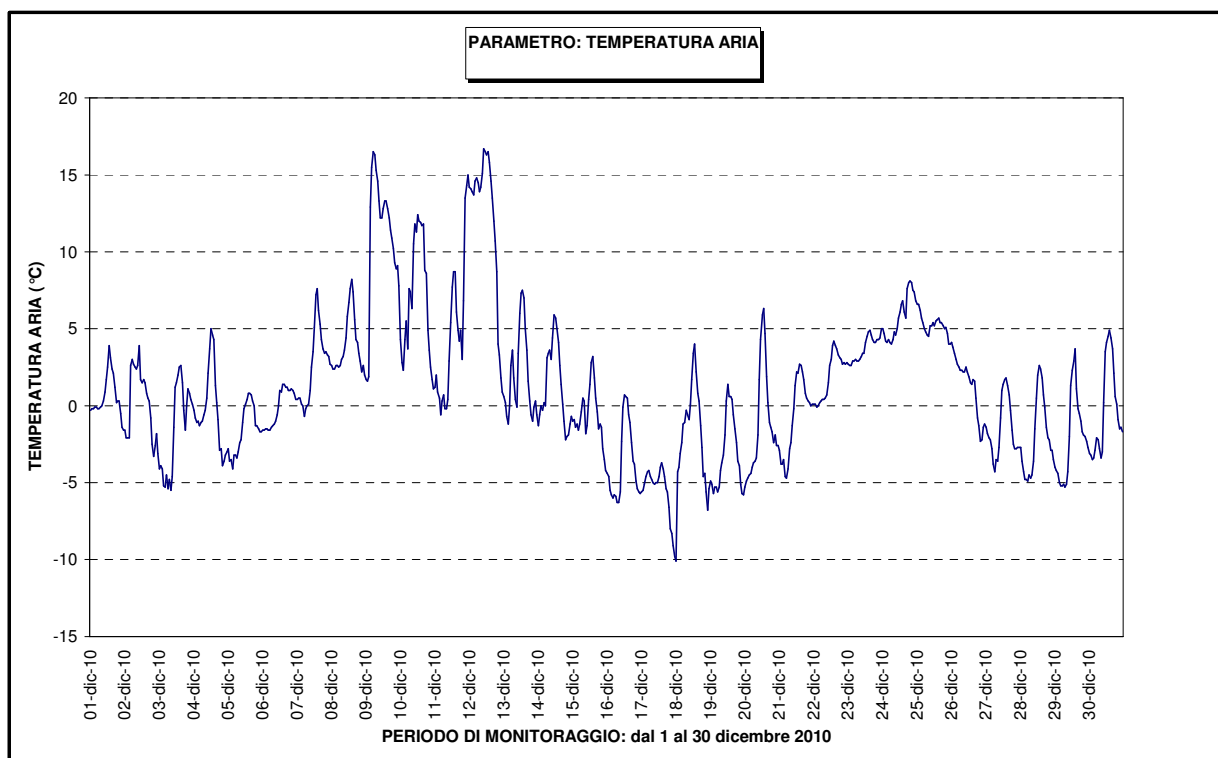
 = fonti primarie  
 = fonti secondarie

## Elaborazione grafica dei dati meteorologici

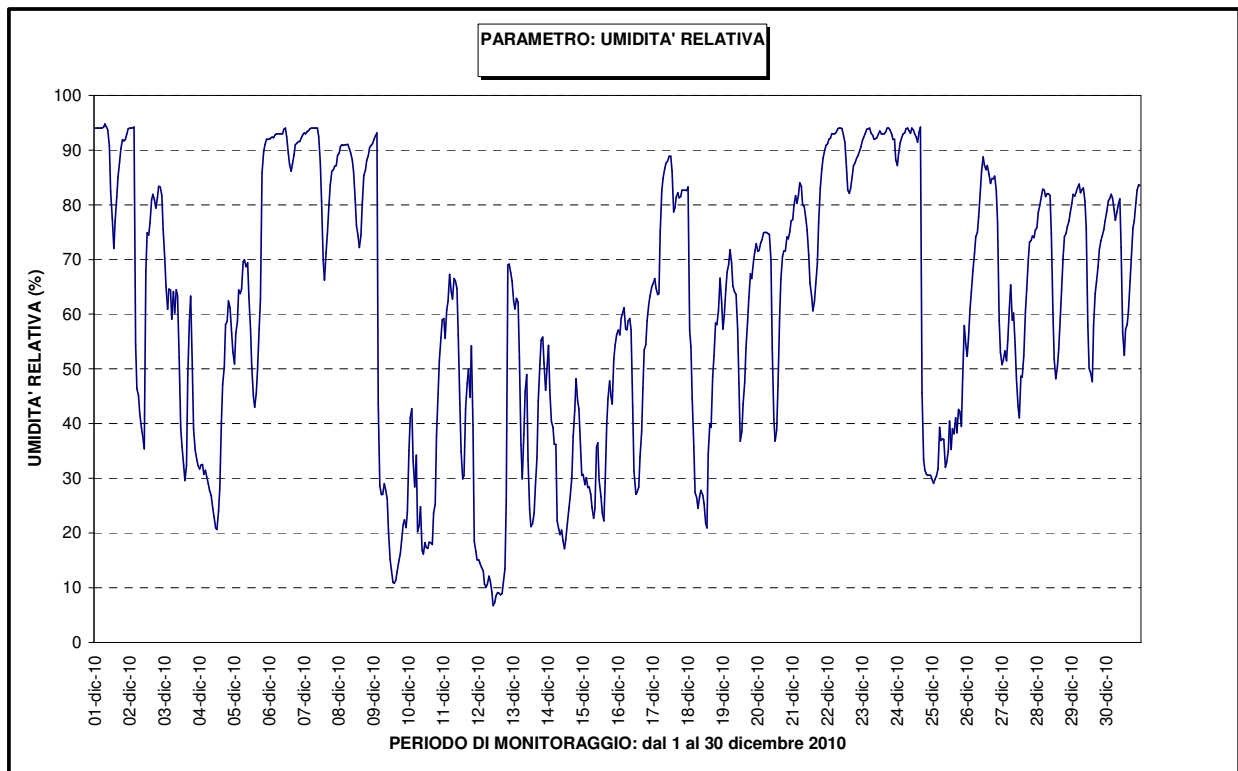
**Figura 4:** Velocità del vento



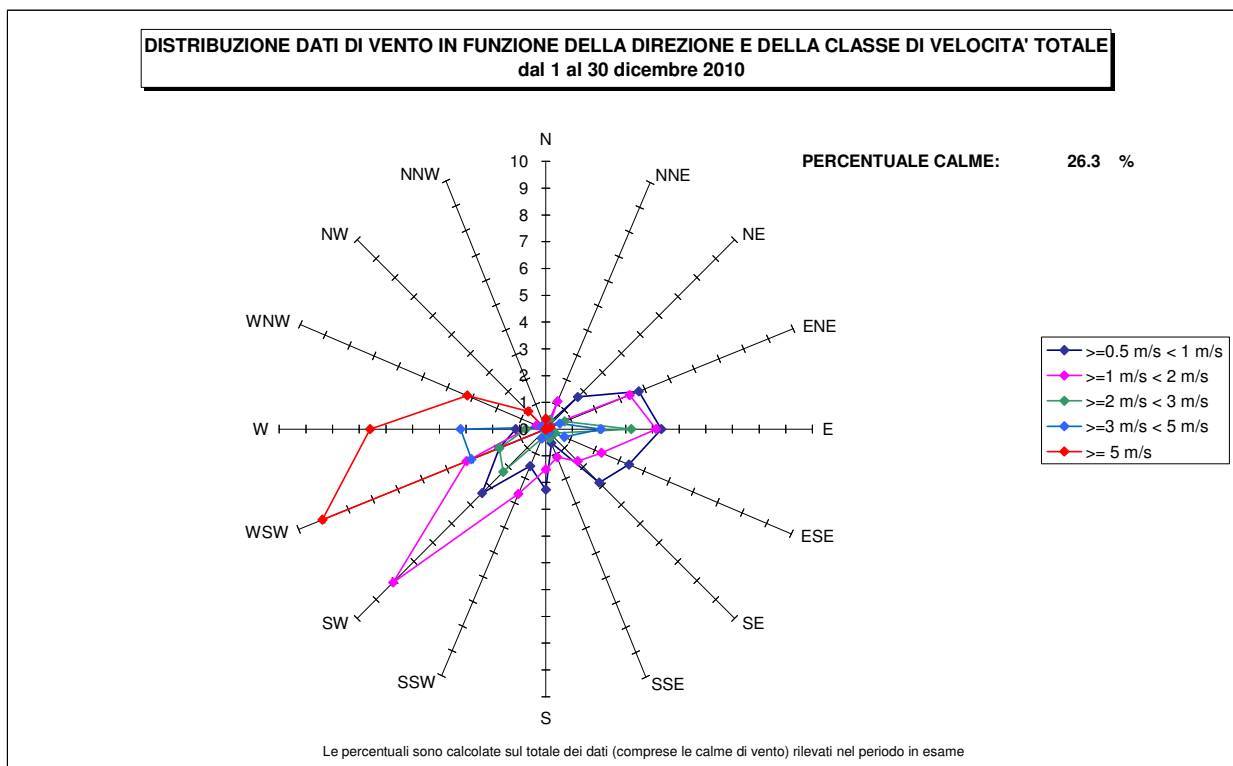
**Figura 5:** Temperatura Aria



**Figura 6:**Umidità relativa



**Figura 7:**Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale





## Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici

Nelle pagine seguenti sono riportati le principali elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge relativi all'inquinamento dell'aria misurati dagli analizzatori nel periodo di campionamento. Per PM10 e biossido di azoto, che sono i due inquinanti più critici nei mesi freddi dell'anno, sono riportati (figure 6, 7 e 8) i grafici che permettono di evidenziare come si collocano i siti oggetto del monitoraggio rispetto al contesto provinciale.

Si riportano di seguito le definizioni degli inquinanti utilizzate come abbreviazioni:

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

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento 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.

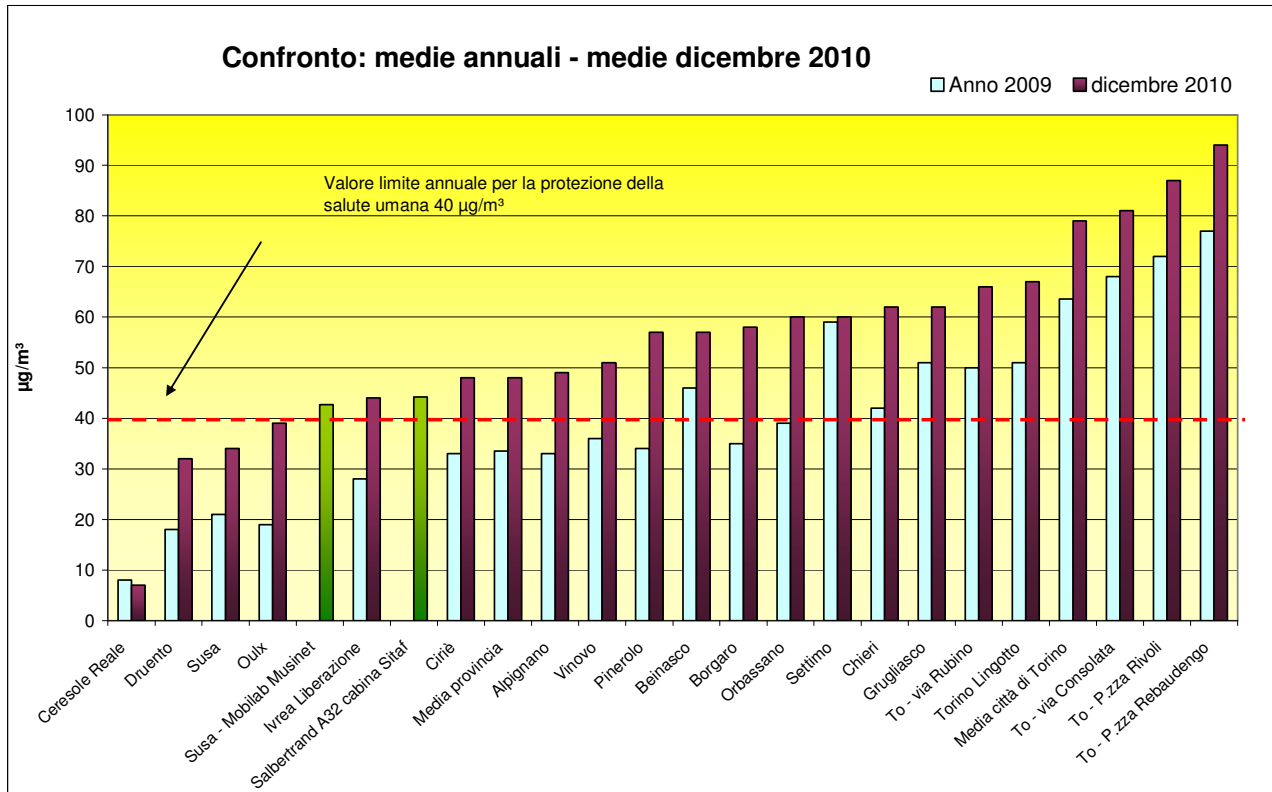
**Tabella 6:** Dati relativi al biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) (µg/ m<sup>3</sup>)

	Musinet
Minima media giornaliera	4.0
Massima media giornaliera	7.0
Media delle medie giornaliere	5.3
Giorni validi	30
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	5.3
Massima media oraria	9.9
Ore valide	720
Percentuale ore valide	100%
<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>

**Tabella 7:** Dati relativi al biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) (µg/ m<sup>3</sup>)

	Musinet	Sitaf
Minima media giornaliera	11.0	6.5
Massima media giornaliera	68.6	63.4
Media delle medie giornaliere	42.7	44.2
Giorni validi	30	30
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	42.7	44.2
Massima media oraria	126.8	72.2
Ore valide	720	720
Percentuale ore valide	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Figura 8:** NO<sub>2</sub> confronto medie annuali (2009) e medie di dicembre 2010 nella provincia di Torino.

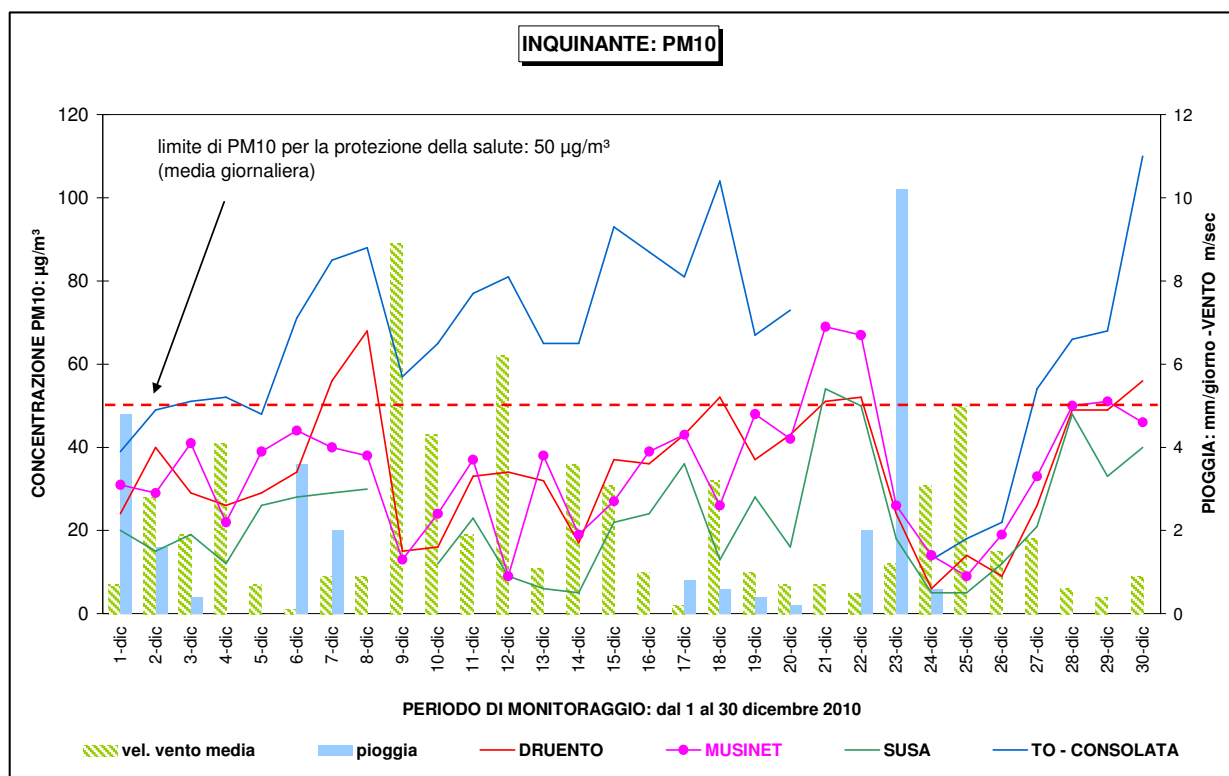


**Tabella 8:** Dati relativi al particolato sospeso PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

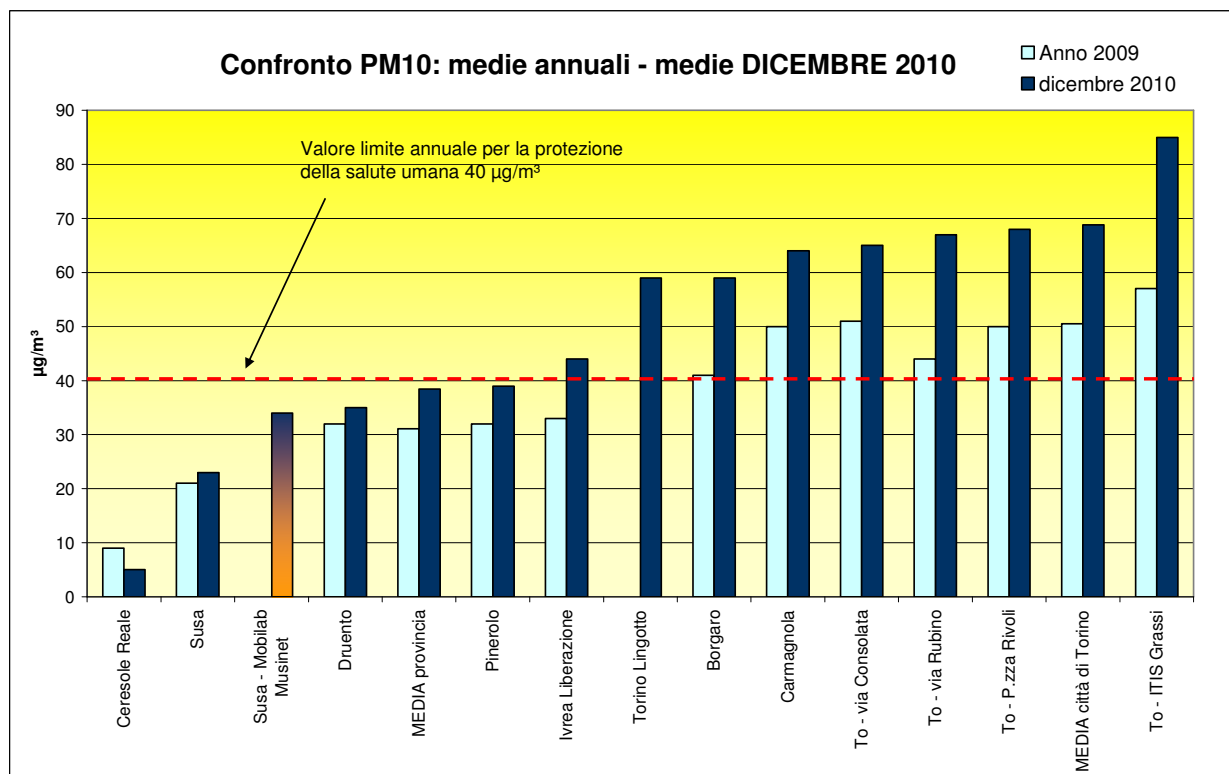
	<b>Musinet</b>
Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	69
Media delle medie giornaliere	34
Giorni validi	30
Percentuale giorni validi	100%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	<b>3</b>



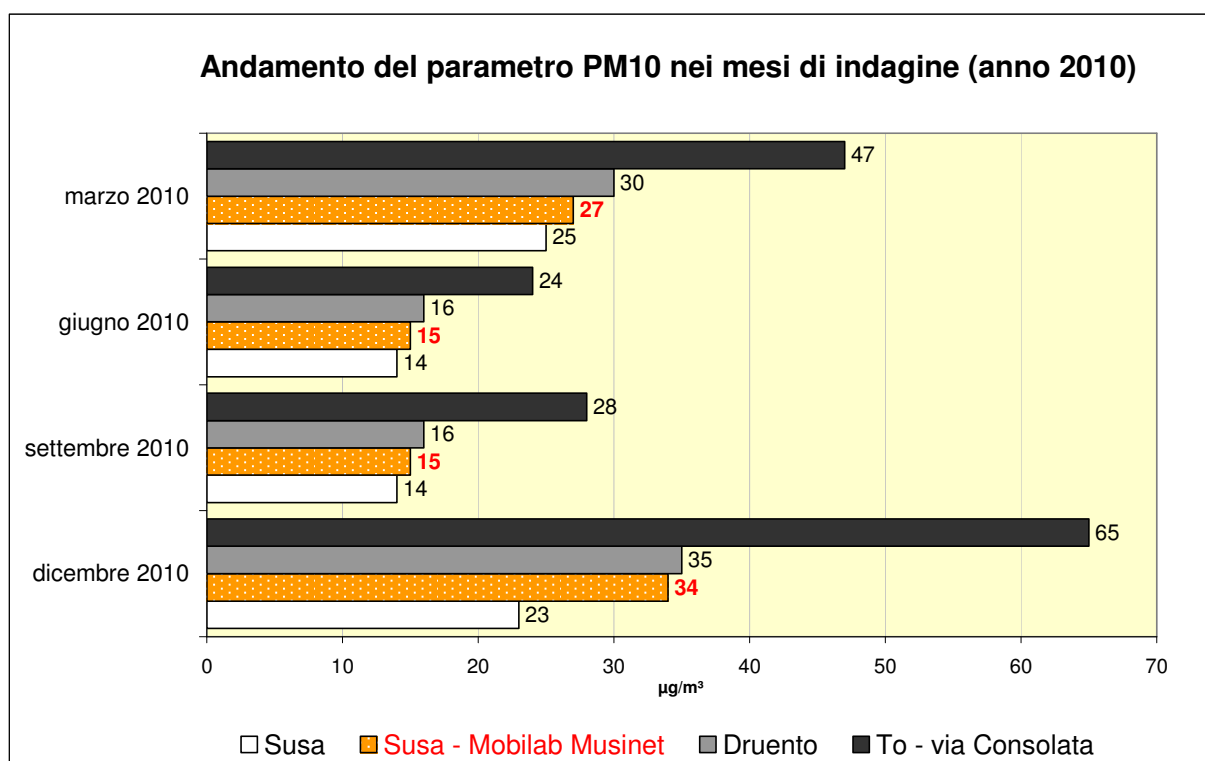
**Figura 9:** confronto andamento di PM<sub>10</sub> con le precipitazioni nel mese di dicembre.



**Figura 10:** PM<sub>10</sub> confronto medie annuali e medie di dicembre nella provincia di Torino



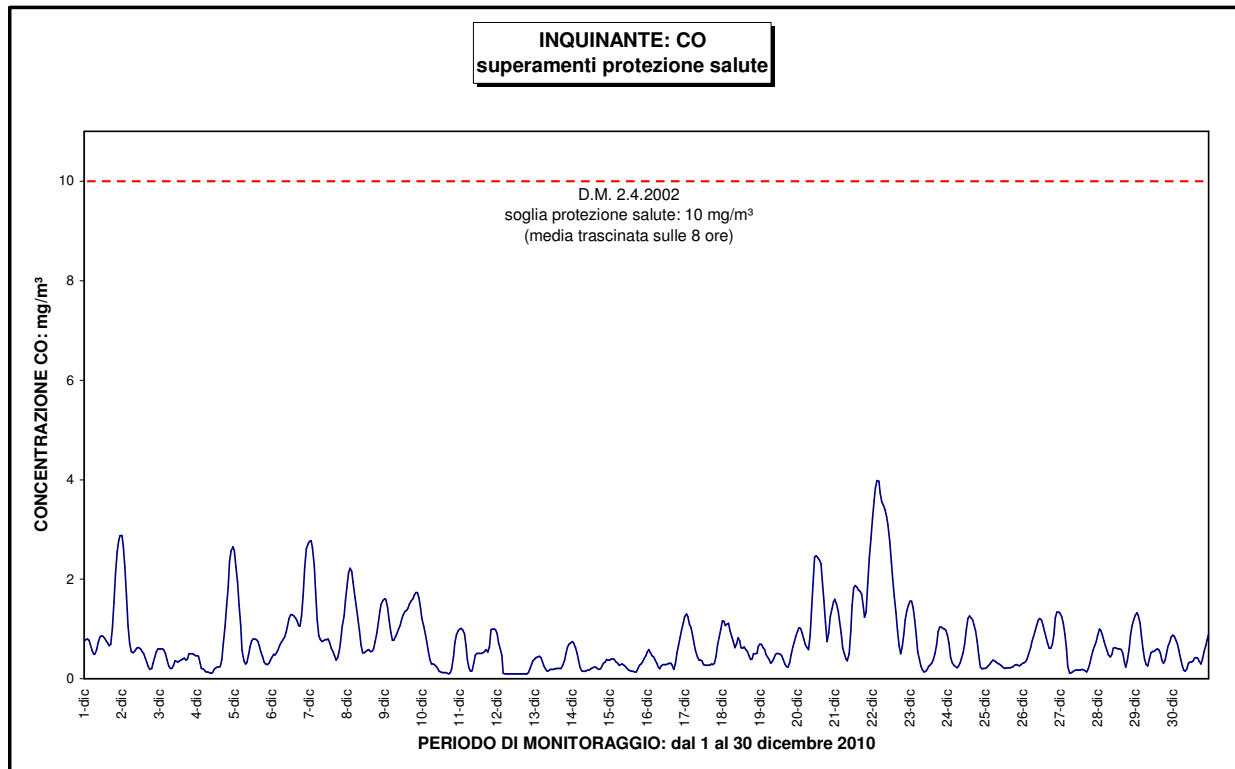
**Figura 11:** PM<sub>10</sub> confronto valori medi mensili per diverse stazioni – anno 2010



**Tabella 9:** Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m<sup>3</sup>)

	Musinet	Sitaf
Minima media giornaliera	0.2	0.1
Massima media giornaliera	2.1	0.1
Media delle medie giornaliere	0.8	0.1
Giorni validi	30	30
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	0.8	0.1
Massima media oraria	5.4	0.2
Ore valide	720	720
Percentuale ore valide	100%	100%
Minimo medie 8 ore	0.1	0.1
Media delle medie 8 ore	0.8	0.1
Massimo medie 8 ore	4.0	0.6
Percentuale medie 8 ore valide	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>N. di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 10)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>

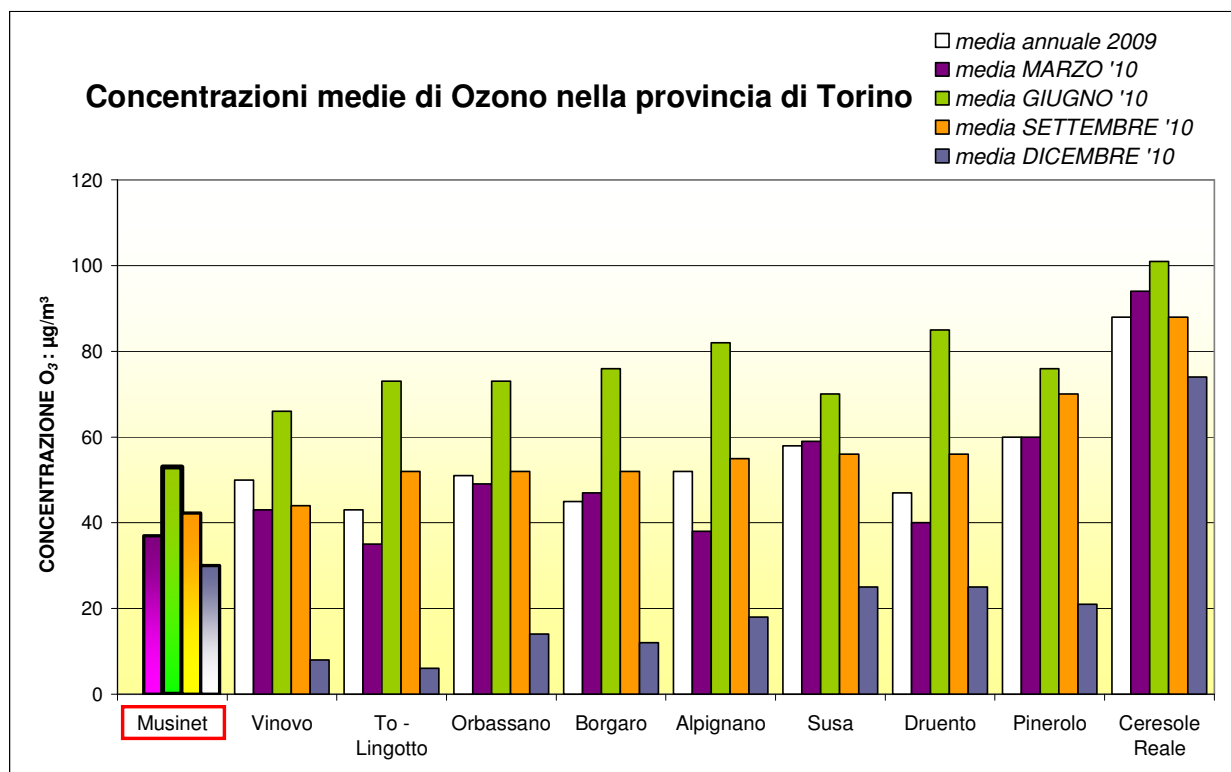
**Figura 12:** CO confronto con il limite di legge (media trascinata su 8 ore)



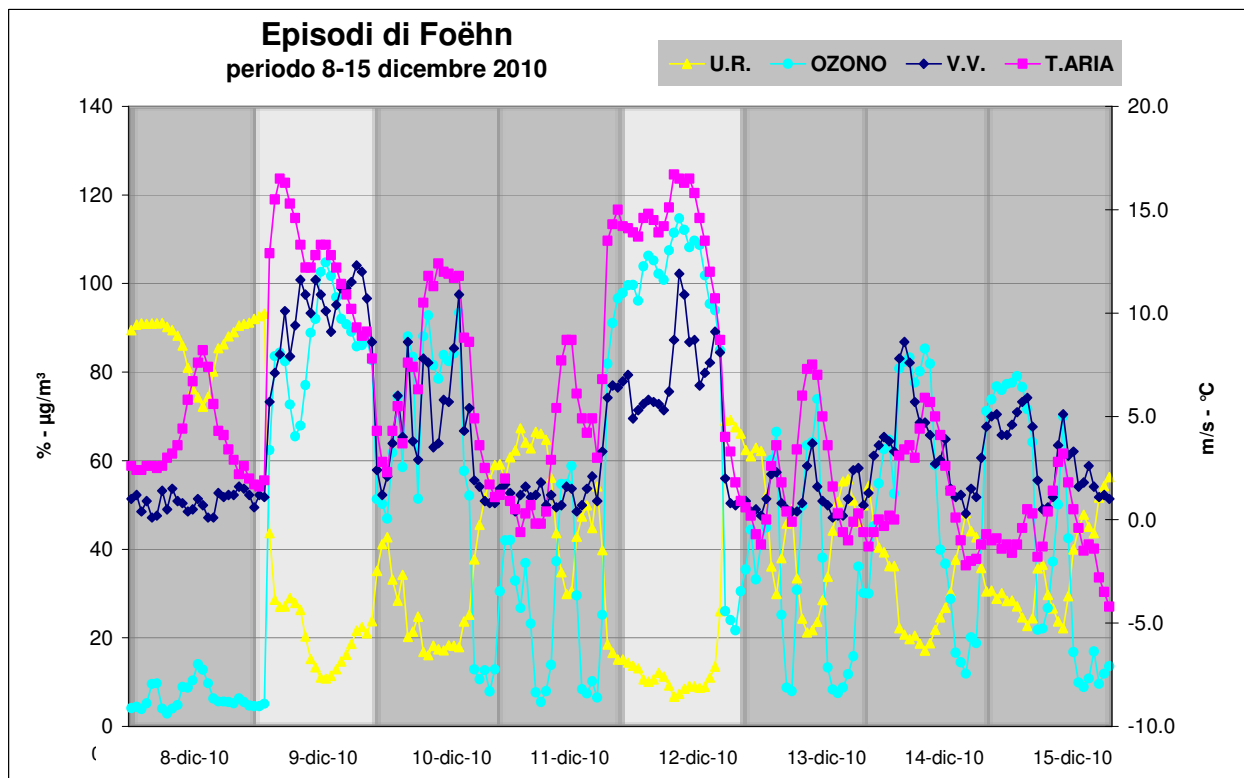
**Tabella 10:** Dati relativi all'ozono (O<sub>3</sub>) (µg/ m<sup>3</sup>)

	Musinet
Minima media giornaliera	3.8
Massima media giornaliera	90.1
Media delle medie giornaliere	30.9
Giorni validi	30
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	30.9
Massima media oraria	114.7
Ore valide	720
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	2.3
Media delle medie 8 ore	30.9
Massimo medie 8 ore	109.3
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>0</b>
<u>N. superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>

**Figura 13:** O<sub>3</sub>: confronto medie da marzo a dicembre 2010 e medie 2009 nella provincia di Torino



**Figura 14:** Episodi di vento di Foëhn: andamento di parametri meteo e chimici in un periodo selezionato nel mese di dicembre 2010.



## Esame dei dati

Per quanto riguarda le condizioni meteorologiche l'anemologia della val Susa, 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 scalda, forma cumuli e sale lungo i pendii e la 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.

Le direzioni tipiche delle brezze di monte e di valle, ovest nelle ore notturne e est, sud-est in quelle diurne, sono, nel mese di studio oggetto della presente relazione, rispettate. Al regime di brezza si sovrappongono gli intensi fenomeni di Foëhn con direzione di provenienza del vento dal quadrante ovest (classe di velocità  $\geq 5$  m/sec nella **figura 7**).

Il mese di dicembre è stato caratterizzato da diversi episodi di vento significativo, come si evidenzia dai grafici sulla rosa dei venti (**figura 7**) e sulla velocità del vento (**figura 4**). In particolare nei giorni 9 e 11 dicembre la velocità del vento ha raggiunto punte di 12 m/s, corrispondenti a più di 40 km/h, valori compatibili con possibili episodi di vento di Foëhn. La **figura 14** conferma tale ipotesi. Infatti nelle due giornate individuate si verificano tutte le condizioni meteo normalmente associate a questo tipico vento alpino: la temperatura è alta, la percentuale di umidità è bassa, e le concentrazioni di ozono si mantengono relativamente costanti per un periodo prolungato di tempo.

Nel sito di indagine le soglie di allarme sono rispettate per tutti gli inquinanti – biossido di zolfo, biossido di azoto e ozono - per i quali la normativa prevede tale tipo di indicatore (**tabelle 6, 7 e 10**).


Vengono rispettati anche i valori limite per la protezione della salute umana per biossido di zolfo, biossido di azoto, monossido di carbonio. e ozono (**tabelle 6, 7, 9 e 10**). Mentre si registrano 3 superamenti del livello giornaliero di protezione della salute umana per il parametro PM<sub>10</sub> (**tabella 8**).

Rispetto ai precedenti mesi estivi le concentrazioni di biossido di azoto tornano ad essere molto elevate per la maggior parte della stazioni della provincia di Torino. Anche nei siti di indagine, Musinet piazzale Sita e Salbertrand, le medie mensili di dicembre di NO<sub>2</sub> sono leggermente superiori al limite di 40 µg/m<sup>3</sup> del valore per la protezione della salute umana (che però va calcolato su base annuale) - pur rimanendo tra i valori più bassi misurati nel territorio provinciale (vedi **figura 8**).



Anche i valori di PM<sub>10</sub> sono cresciuti nel mese di dicembre, come evidenziato dalla **figura 10** e dalla **tabella 11** e come è tipico dei mesi invernali nella nostra regione. Tuttavia le concentrazioni misurate con il mezzo mobile Musinet sono tra le più basse della provincia di Torino, poco superiori a quelle della stazione regionale di qualità dell'aria di Susa. Il grafico di **figura 11**. mostra il confronto dei valori medi mensili di PM<sub>10</sub> del mezzo mobile Musinet con quelli di alcune stazioni rappresentative della rete di monitoraggio regionale. È evidente che i mesi più critici per le polveri sottili siano per tutte le stazioni di monitoraggio quelli invernali, qui rappresentati da marzo e dicembre. Si tratta infatti degli unici due mesi tra i quattro monitorati nel sito in esame, in cui il mezzo mobile ha registrato dei superamenti, seppur limitati, del livello giornaliero di protezione della salute.

**Tabella 11:** confronto dati di PM<sub>10</sub> anno 2009 e dicembre 2010 nella provincia di Torino

 <b>STAZIONE</b>	Periodo campagna 1-30 dicembre 2010		Anno 2009	
	media periodo [µg/m <sup>3</sup> ]	numero superamenti livello giornalieri protezione della salute (50)	media anno 2009 [µg/m <sup>3</sup> ]	numero superamenti livello giornalieri protezione della salute (50)
Ceresole Reale	5	0	9	0
Susa - Mobilab Musinet	34	3	-	-
Susa	23	1	21	16
Druento	35	6	32	52
Ivrea Liberazione	44	11	33	71
Borgaro	59	19	41	101
Pinerolo	39	5	32	61
TO - Lingotto	59	21	-	-
TO - via Rubino	67	17	44	96
TO - P.zza Rivoli	68	24	50	118
Carmagnola	64	21	50	131
TO - via Consolata	65	21	51	123
TO - ITIS Grassi	85	25	57	151

Nel mese di dicembre, come atteso, le concentrazioni di ozono di tutta la provincia si attestano sui valori minimi annuali, essendo tale inquinante tipicamente estivo (vedi **figura 13**). La concentrazione media di ozono del mezzo mobile Musinet risulta relativamente alta rispetto alle altre stazioni di riferimento poiché, come già osservato precedentemente, il sito di misura oggetto della presente relazione non è ottimale per la misura dell'ozono. La vicinanza dell'autostrada, può creare degli effetti di sotto o sovrastima rispetto alle condizioni normali.

In definitiva nel mese di dicembre si evidenzia l'aumento dei valori degli inquinanti tipicamente invernali quali NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>, per tutte le stazioni della rete regionale di monitoraggio. Tuttavia, i dati registrati dal mezzo mobile Musinet nel sito oggetto di indagine si situano sempre nell'intorno dei valori più bassi misurati sul territorio provinciale, senza alcun superamento delle soglie di allarme là dove previste dalla normativa.

I parametri non commentati nella presente relazione saranno oggetto di approfondimenti nella relazione finale al termine del monitoraggio annuale.

## APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI LABORATORIO MOBILE MUSINET

• **Biossido di zolfo** **Monitor Labs / Termo Electron**

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 ÷ 10000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 0.5 ppb.

• **Ossidi di azoto** **MONITOR EUROPE ML 9841**

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** **MONITOR EUROPE ML 9830**

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** **UNITEC LSPM 10 – TCR TECORA SENTINEL**

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.

Analizzatore in continuo di polveri fini con principio di misura ottico a nefelometria ortogonale.

Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro EDEROL di diametro 47 mm.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 µg/m<sup>3</sup>;

• **Stazione meteorologica**

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

• **Benzene, Toluene, o-Xilene** **ORION BTX 2000**

Gas Cromatografo con sistema di rilevazione PID (fotoionizzazione).

- ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 10 , 0 – 100 0 - 1000 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 10 , 0 – 100 0 - 1000 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura o - xilene: 0 ÷ 10 , 0 – 100 0 - 1000 µg/m<sup>3</sup>;

## CABINA RILOCABILE SITAF

- **Idrocarburi Policiclici Aromatici** **ECOCHEM PAS2000**

Analizzatore in continuo degli IPA adsorbiti sul particolato fine, determinati tramite fotoionizzazione in ultravioletto per la misura delle concentrazioni nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: da 0 a 100 picoAmper –  $0.3 \div 1 \mu\text{g} / \text{.m}^3$ ; per picoAmper
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità:  $3 \text{ ng} / \text{.m}^3$

- **NO<sub>2</sub>, Benzene, CO, Rumore, Temperatura e Umidità Relativa** **UNITEC ETL 3000**

Analizzatore in continuo con sensori a film spesso di CO NO<sub>2</sub>, Benzene Rumore, Umidità Relativa e Temperatura nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura CO:  $0 \div 100 \text{ mg} / \text{m}^3$ ;
- ✓ Campo di misura NO<sub>2</sub>:  $0 \div 500 \mu\text{g} / \text{m}^3$ .
- ✓ Campo di misura Benzene:  $0 \div 100 \mu\text{g} / \text{m}^3$
- ✓ Campo di misura Rumore:  $45 \div 120 \text{ db}$
- ✓ Temperatura:  $-30 \div 70 \text{ }^\circ\text{C}$
- ✓ Umidità Relativa:  $0 \div 100\%$

- **Particolato sospeso** **GRIMM Dust monitor system 365**

Contatore di particelle in continuo con principio di misura ottico a laser; il conteggio del numero di particelle è relativo a 31 classi dimensionali nell'intervallo da  $0.25$  a  $32 \mu\text{m}$