

**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA
CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE
NEL COMUNE DI**

Oulx
Via Des Ambrois, 9



RELAZIONE CONCLUSIVA
Agosto 2004 – Marzo 2005

ARPA Ente di diritto pubblico

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

SC06 – Dipartimento Provinciale della Provincia di Torino

Via San Domenico, 22/B - 10122 Torino - Tel. 011/2278724 fax 0112278604 - E-mail:dip.torino@arpa.piemonte.it

La Stazione Mobile di rilevamento della qualità dell'aria è messa a disposizione dall'Area Ambiente, Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna della Provincia di Torino.

L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai tecnici della "Qualità dell'Aria" del Dipartimento di Torino dell'Arpa:

sig. Giacomo Castrogiovanni, dott.ssa Marilena Maringo, ing. Milena Sacco.

Le determinazioni analitiche sono state effettuate dal Laboratorio Strumentale di Gascromatografia/HPLC - Assorbimento Atomico/I.C.P. della SC 02 A.R.P.A..

La gestione tecnica del laboratorio mobile è stata curata dal Responsabile gestione tecnica del laboratorio mobile del Dipartimento ARPA di Torino.

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

CAPITOLO 1	
CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO....	4
<i>L'aria e i suoi inquinanti.....</i>	<i>5</i>
<i>Il Laboratorio Mobile</i>	<i>8</i>
<i>Il quadro normativo</i>	<i>8</i>
CAPITOLO 2	
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	12
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	<i>13</i>
<i>Elaborazioni grafiche dati di inquinamento atmosferico relative alla campagna invernale (14/02/05 – 15/03/05)</i>	<i>21</i>
Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge	21
Giorno medio.....	22
CAPITOLO 3	
ELABORAZIONI STATISTICHE E GRAFICHE RELATIVE AL MONITORAGGIO NEL COMUNE DI OULX E COMMENTO CONCLUSIVO AI DATI.....	32
Biossido di zolfo	33
Monossido di Carbonio.....	35
Benzene e Toluene	37
Ossidi di azoto.....	40
Ozono.....	44
IPA (IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI)	52
DESCRIZIONE.....	52
METALLI.....	56
DANNI CAUSATI	59
<i>Dati campagna estiva.....</i>	<i>59</i>
CONCLUSIONI FINALI.....	61

CAPITOLO 1

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 (ng/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 2003", elaborata congiuntamente dal Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino e dall'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

<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>OZONO</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

Il Laboratorio Mobile

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

Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate - laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria - attraverso l'utilizzo di una stazione mobile di proprietà della Provincia di Torino, gestita dall'Arpa - Dipartimento di Torino.

Il Laboratorio Mobile è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, PM₁₀, PM_{2.5}, Benzene, Toluene.

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. Detti limiti possono essere classificati in tre tipologie:

- **Valori limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), materiale particolato PM₁₀, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo.
- **Valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo ossidi di azoto, PM₁₀, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento
- **Soglie di allarme** per il biossido di zolfo e il biossido di azoto, 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.

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.

Nella Tabella 2 e Tabella 3 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 2003"; tenendo presente che per l'ozono non era ancora stata recepita la direttiva europea.

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 ₃ (D.LGS 21/05/04 n.183)	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m ³	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m ³	-	-
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m ³ (1)	25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2010
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ *h come media su 5 anni (2)		2010
	OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m ³ *h (2)		
BENZO(A)PIRENE	OBIETTIVO DI QUALITA' (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri (3)	1 ng/m ³ (4)	-	-

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

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

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

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

Tabella 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 ₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m ³	--	19-lug-01
		inverno (1 ott÷31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m ³	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂) e OSSIDI DI AZOTO (NO _x)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ (NO ₂)	18 volte/anno civile	1-gen-10
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--	1-gen-10
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m ³ (NO _x)	--	19-lug-01
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	---	1-gen-05
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m ³	---	1-gen-05
PARTICELLE (PM10) FASE 1	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-05
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---	1-gen-10

CAPITOLO 2

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Obiettivi della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Oulx - promossa dalla Provincia di Torino in collaborazione con l'Arpa Piemonte Dipartimento di Torino - è stata finalizzata al controllo della qualità dell'aria, in seguito alla richiesta del Comune (protocollo n. 40558 area TT5 del 31-12-2003) di una campagna di monitoraggio di qualità dell'aria nel borgo superiore del Comune di Oulx, al fine di valutare l'adozione di eventuali provvedimenti di riduzione e regolamentazione del traffico veicolare.

Nel corso del sopralluogo preliminare alle realizzazioni delle campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico è stato individuato come idoneo al posizionamento della stazione mobile il seguente sito:

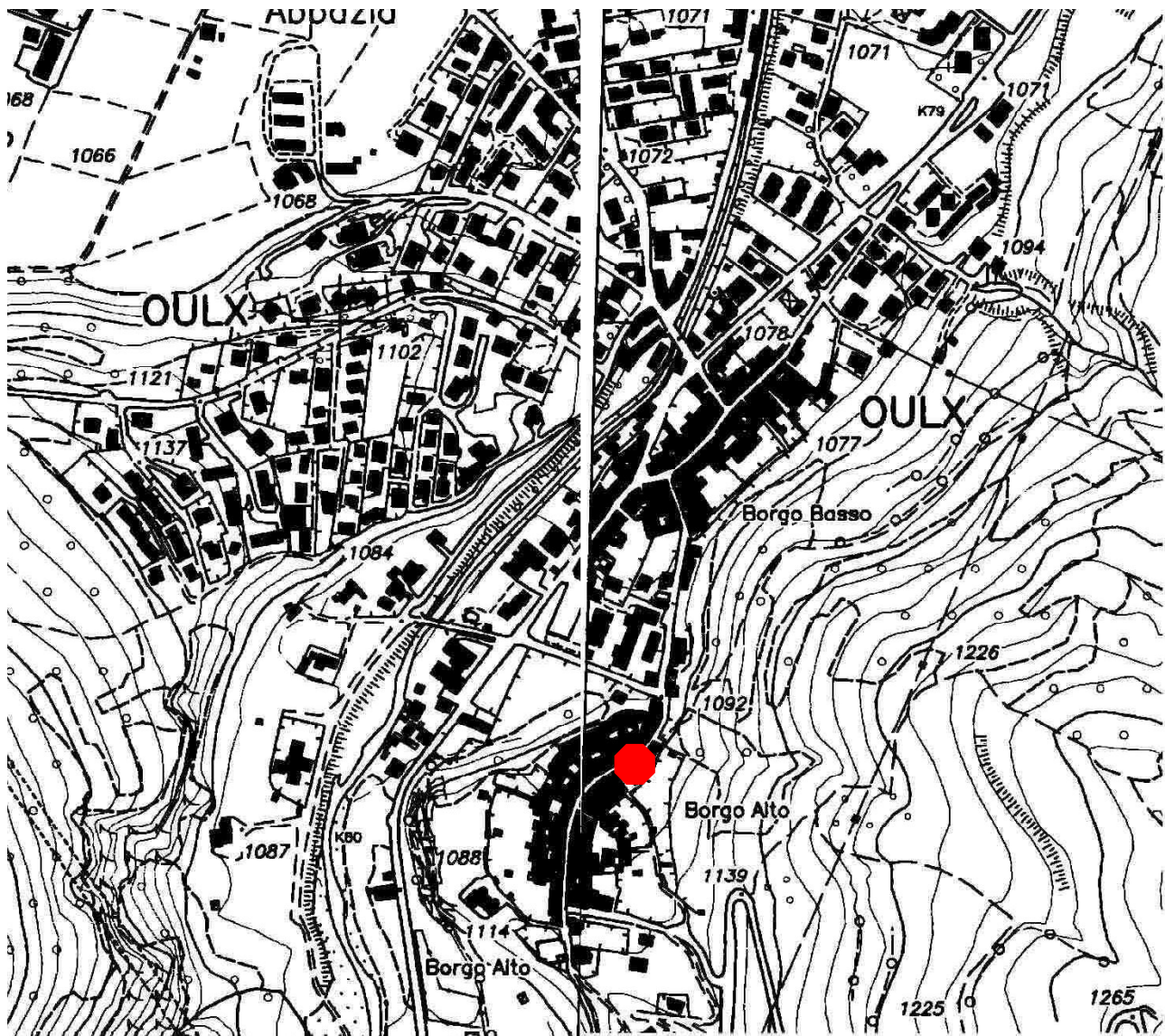
Via Des Ambrois, 9

Nella Figura 1 è riportata - sulla cartografia del Comune Oulx l'indicazione del sito nel quale è stato posizionato il Laboratorio Mobile nel corso delle campagne di monitoraggio.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso delle campagne condotte con il Laboratorio Mobile non permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro - seppure limitato dal punto di vista temporale - della situazione di inquinamento atmosferico relativa al Comune in esame. Una trattazione completa - secondo quanto previsto dalla normativa vigente - dovrebbe prevedere infatti campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno 300 giornate di rilevamento, uniformemente distribuite nel corso dell'anno (ISTISAN 87/6).

La campagna estiva è stata condotta tra il **16 luglio ed il 30 agosto 2004** (46 giorni), mentre nel periodo invernale è stato effettuato un monitoraggio dal **15 febbraio al 15 marzo 2005** (29 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.

Figura 1- Postazione di monitoraggio del Laboratorio Mobile



Elaborazione dati meteorologici

In questo paragrafo vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteoroclimatici registrati durante i periodi di monitoraggio.

Nelle tabelle riassuntive sono stati riportati i dati rilevati in entrambe le campagne di monitoraggio: valori di minimo, massimo e medio delle medie orarie registrate in Oulx (Tabella 4, Tabella 5, Tabella 6, Tabella 7, Tabella 8, Tabella 9, Tabella 10).

Nelle pagine successive sono riportate le elaborazioni grafiche che mostrano, relativamente alla campagna invernale, l'andamento orario per i seguenti parametri:

P	Pressione Atmosferica	mbar
D.V.	Direzione Vento	gradi
V.V.	Velocità Vento	m/s
T	Temperatura	°C
U.R.	Umidità relativa	%
R.S.G	Radiazione Solare Globale	W/m ²
R.S.N.	Radiazione Solare Netta	W/m ²

Confronto dei dati meteorologici registrati nel periodo estivo (16/07/04 - 30/08/04) ed invernale (15 /02/05 – 15/03/05)

Tabella 4: Temperatura aria (gradi centigradi)

Temperatura Aria	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	13.4	-8.7
Massima media giornaliera	23.5	6.4
Media delle medie giornaliere	17.9	-2
Giorni validi	46	25
Percentuale giorni validi	100%	86%
Media dei valori orari	17.9	-2.2
Massima media oraria	30.2	12.3
Ore valide	1104	629
Percentuale ore valide	100%	90%

Tabella 5: Direzione Vento (gradi)

Direzione Vento	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	117	143
Massima media giornaliera	277	285
Media delle medie giornaliere	233	217
Giorni validi	46	25
Percentuale giorni validi	100%	86%
Media dei valori orari	232	216
Massima media oraria	360	360
Ore valide	1104	632
Percentuale ore valide	100%	91%

Tabella 8: Parametro: Pressione (mbar)

Pressione	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	898.7	873.7
Massima media giornaliera	907.8	899.3
Media delle medie giornaliere	902.8	884.1
Giorni validi	46	25
Percentuale giorni validi	100%	86%
Media dei valori orari	902.8	883.9
Massima media oraria	908.9	905.1
Ore valide	1104	633
Percentuale ore valide	100%	91%

Tabella 6: Vel. Vento (metri/secondo)

Velocità Vento	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	0.4	0.6
Massima media giornaliera	1.8	1.3
Media delle medie giornaliere	1.2	0.9
Giorni validi	46	25
Percentuale giorni validi	100%	86%
Media dei valori orari	1.2	0.9
Massima media oraria	3.8	2.9
Ore valide	1104	633
Percentuale ore valide	100%	91%

Tabella 9: Rad. Solare Globale (W/m²)

Radiazione Solare Globale	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	82.9	58.8
Massima media giornaliera	294.6	166.3
Media delle medie giornaliere	225.1	129.4
Giorni validi	46	25
Percentuale giorni validi	100%	86%
Media dei valori orari	225.1	124.5
Massima media oraria	909.7	672.2
Ore valide	1104	629
Percentuale ore valide	100%	90%

Tabella 7: Umidità Rel. (percentuale)

Umidità Relativa	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	29.8	21.2
Massima media giornaliera	88.3	72.5
Media delle medie giornaliere	59.8	44.5
Giorni validi	46	25
Percentuale giorni validi	100%	86%
Media dei valori orari	59.8	45.3
Massima media oraria	92.6	84.6
Ore valide	1104	629
Percentuale ore valide	100%	90%

Tabella 10: Radiazione Solare Netta (W/m²)

Radiazione Solare Netta	Est.	Inv.
Minima media giornaliera		10.3
Massima media giornaliera		48.5
Media delle medie giornaliere		30
Giorni validi		25
Percentuale giorni validi		86%
Media dei valori orari		29.5
Massima media oraria		454.7
Ore valide		633
Percentuale ore valide		91%

**Elaborazione grafica dei dati meteorologici registrati nel periodo
invernale (15/02/05 – 15/03/05)**

Figura 2: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale

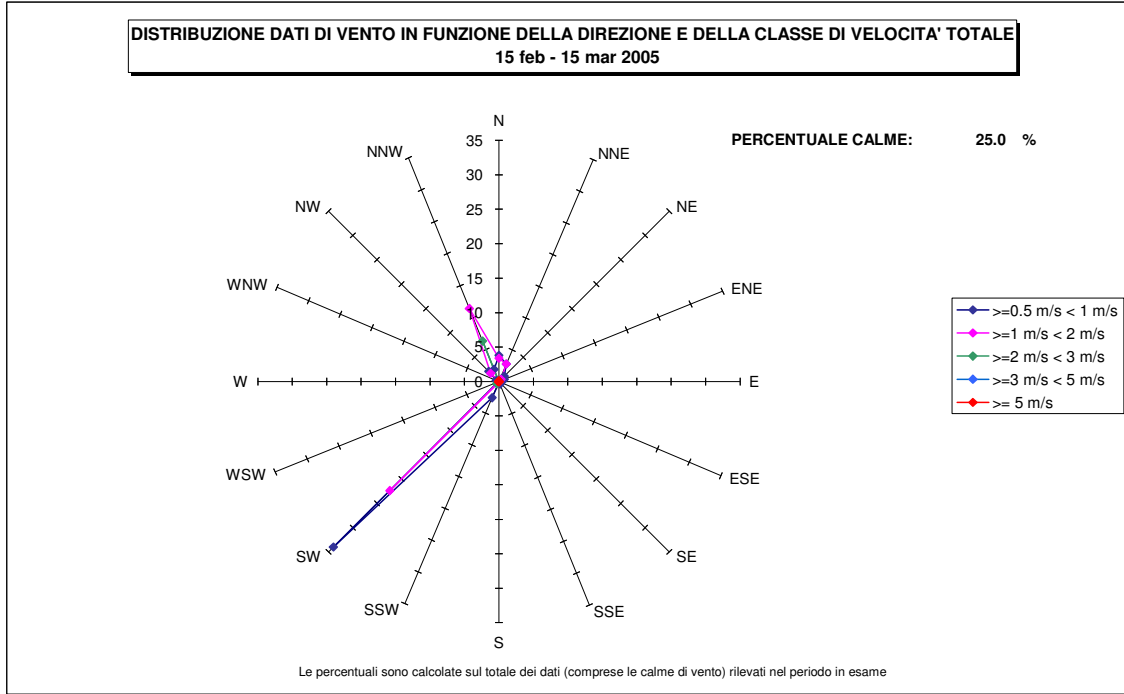


Figura 3: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità giorno

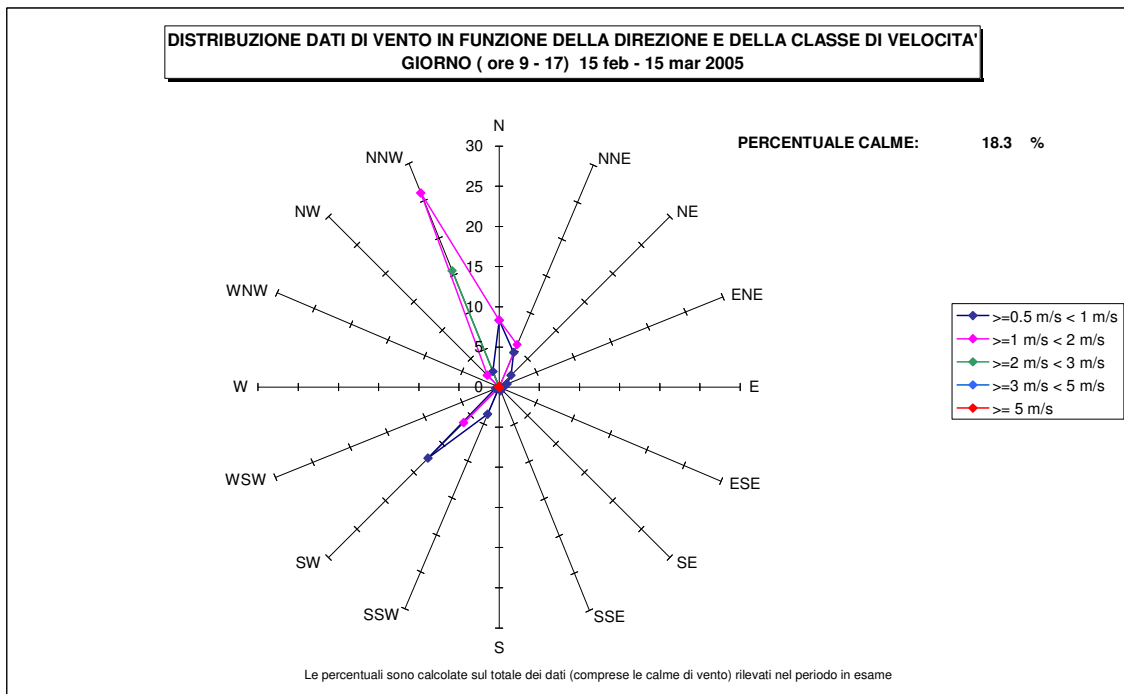


Figura 4: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità notte

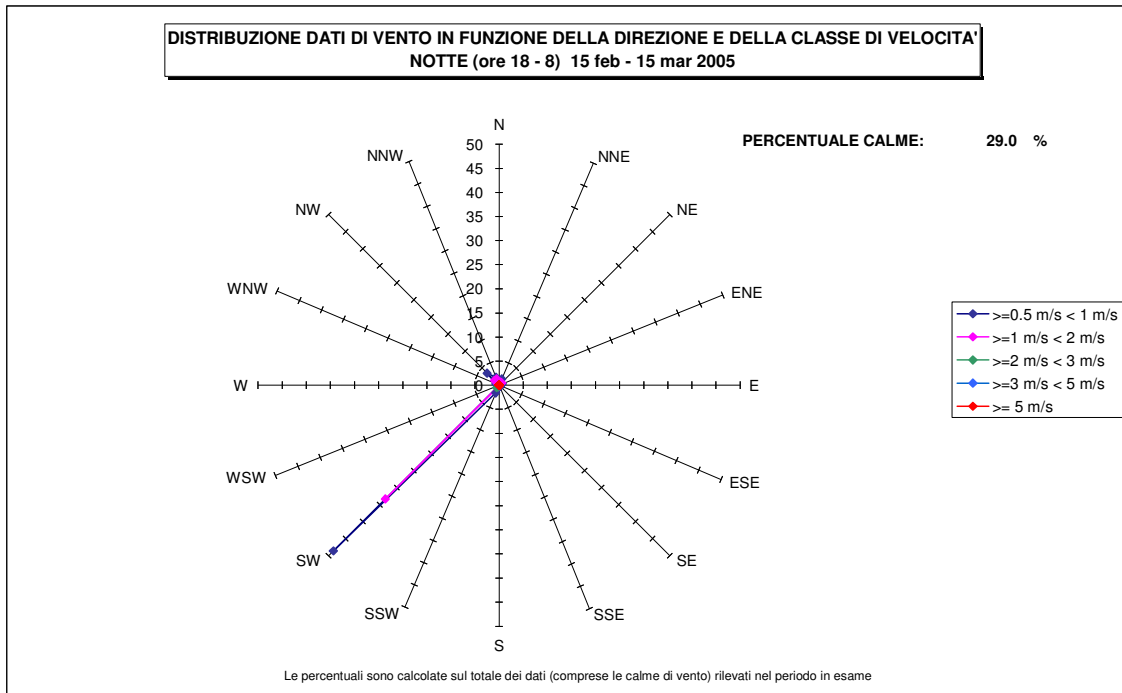


Figura 5 Parametro Velocità Vento

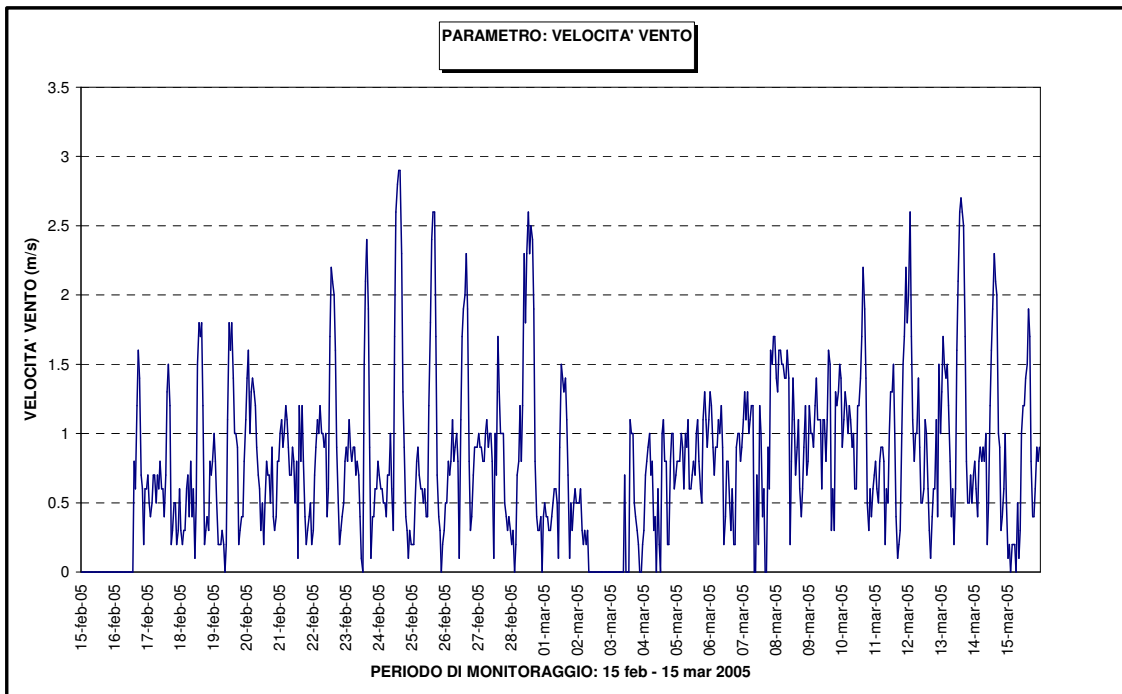


Figura 6: Pressione Atmosferica

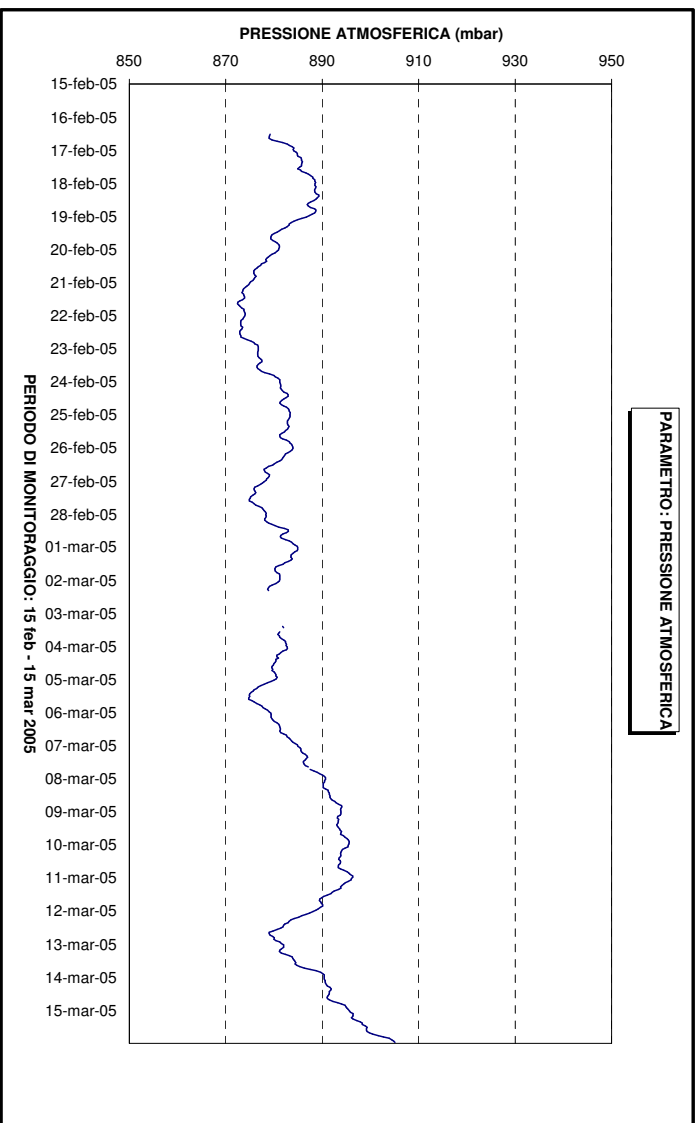


Figura 7: Umidità Relativa

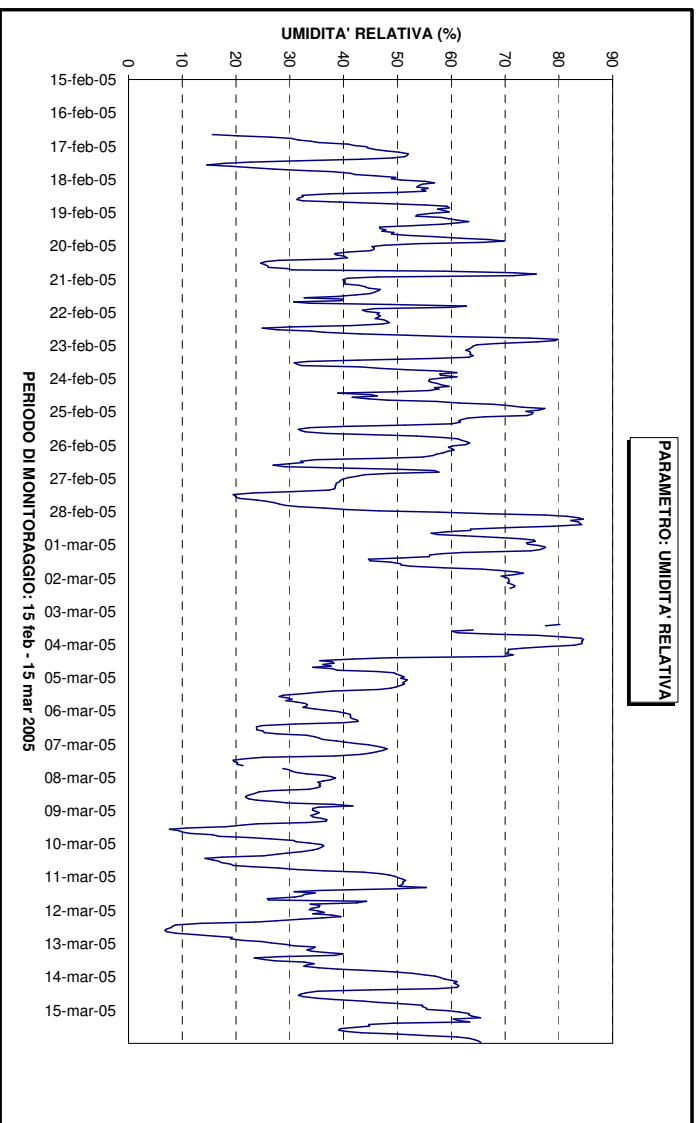


Figura 8: Temperatura aria

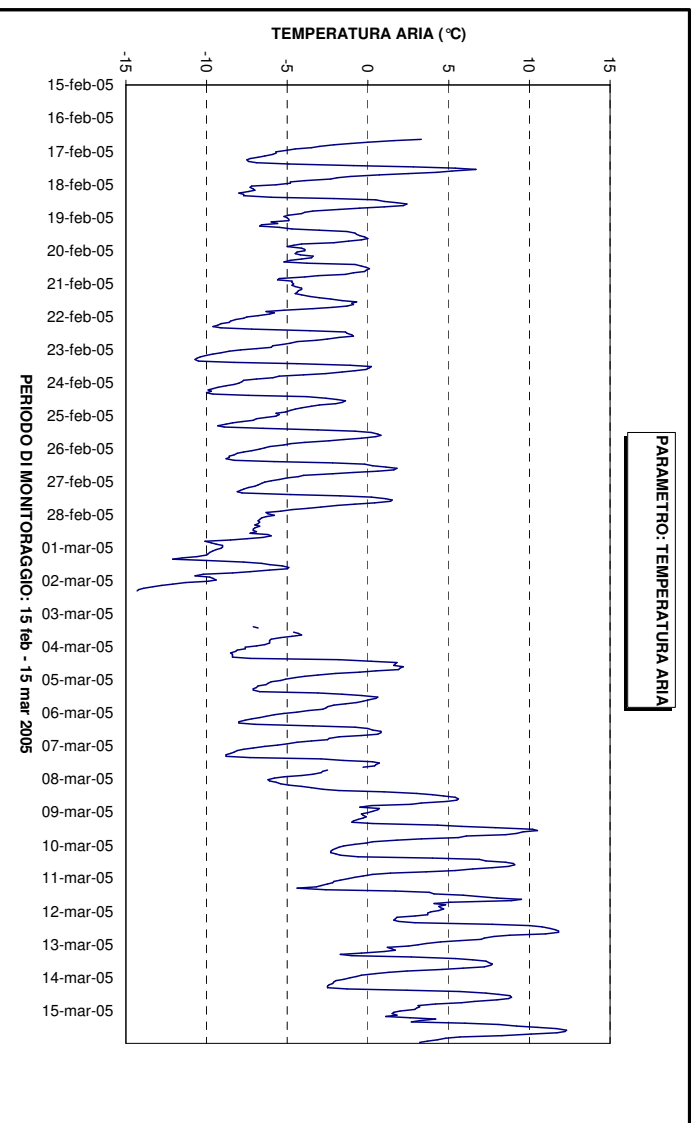


Figura 9: Radiazione Solare Globale

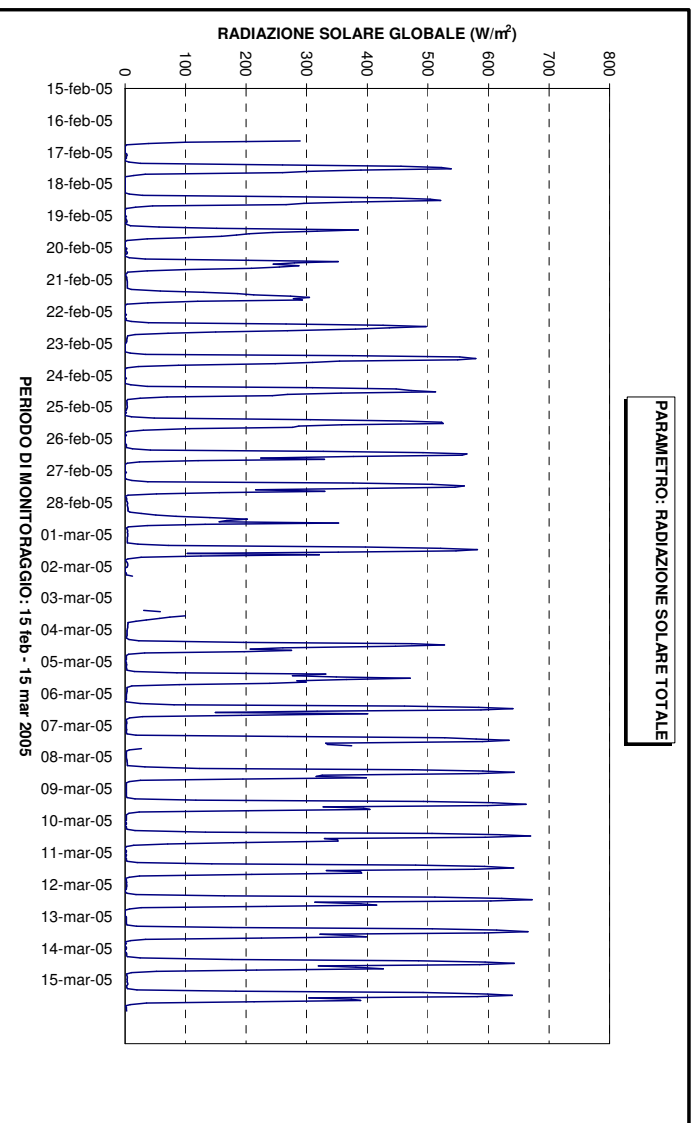
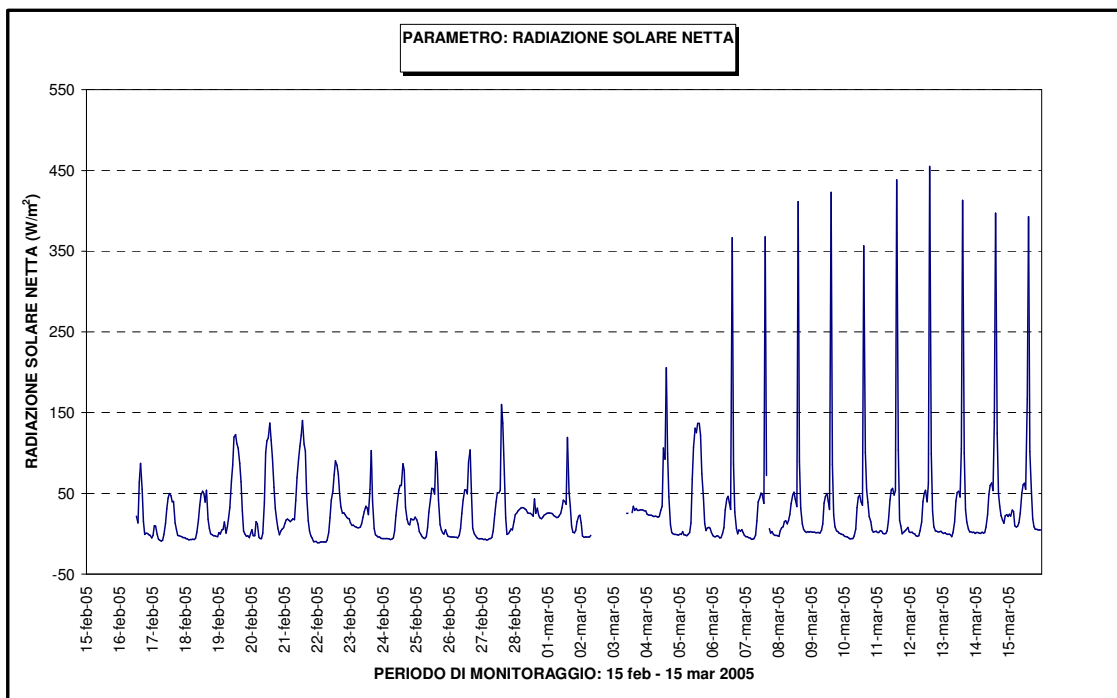


Figura 10: Radiazione Solare Netta



Elaborazioni grafiche dati di inquinamento atmosferico relative alla campagna invernale (14/02/05 – 15/03/05)

Sono di seguito riportate le elaborazioni grafiche relative ai dati rilevati durante il periodo invernale.

Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, su assi 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 y 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 calcolando, 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.

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

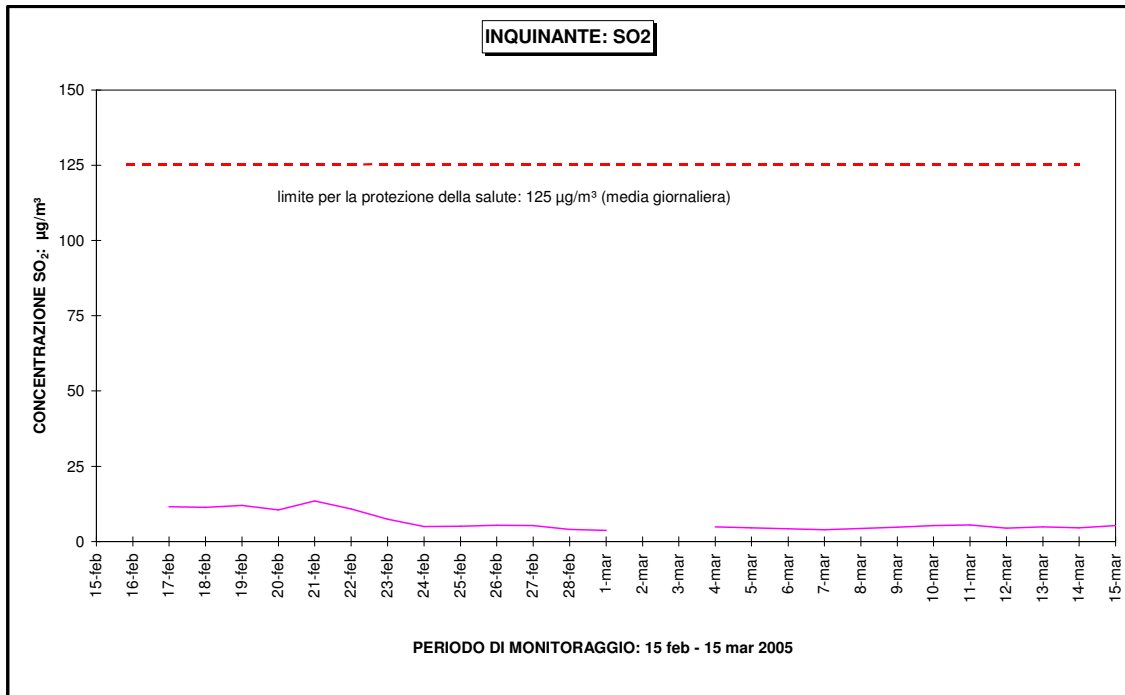


Figura 12: SO₂ andamento giorno medio confronto con i dati della stazione di Torino via della Consolata

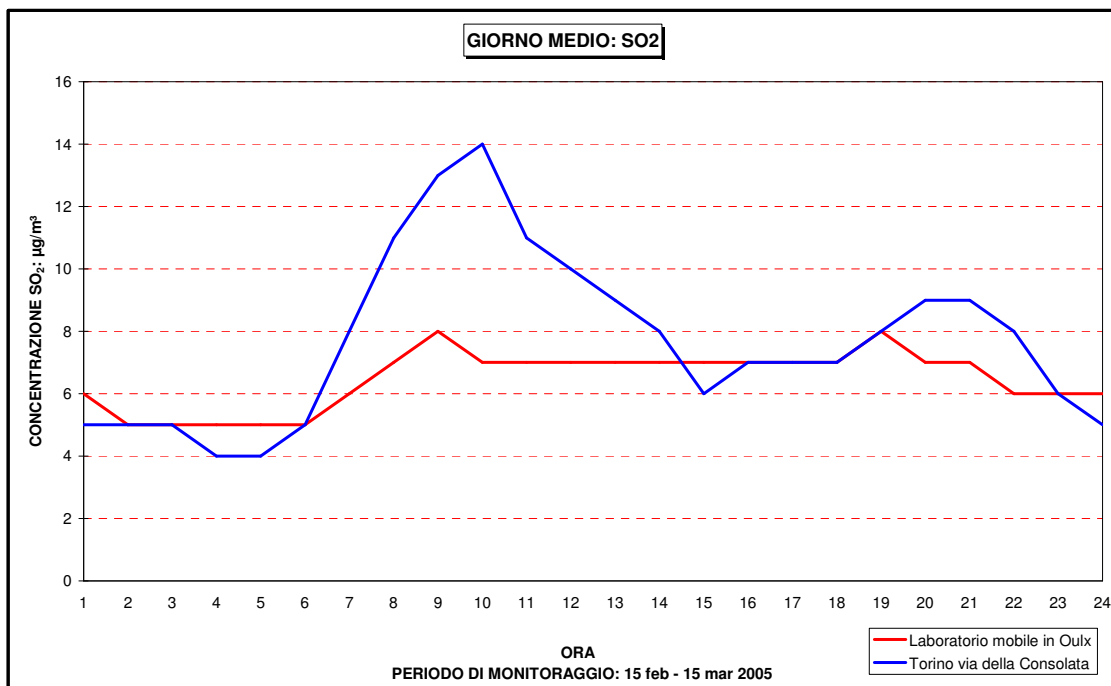


Figura 13: NO₂ andamento orario, confronto con i dati di alcune delle stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria regionale e dei limiti di legge

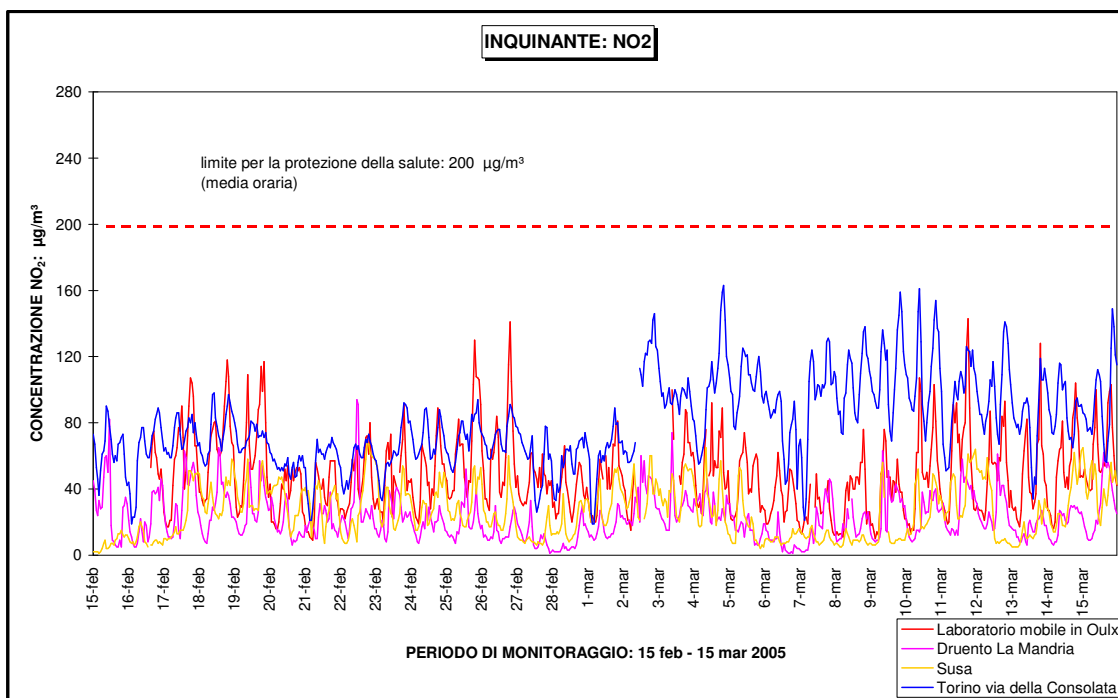


Figura 14: NO₂ andamento giorno medio confronto con i dati di alcune delle stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria regionale

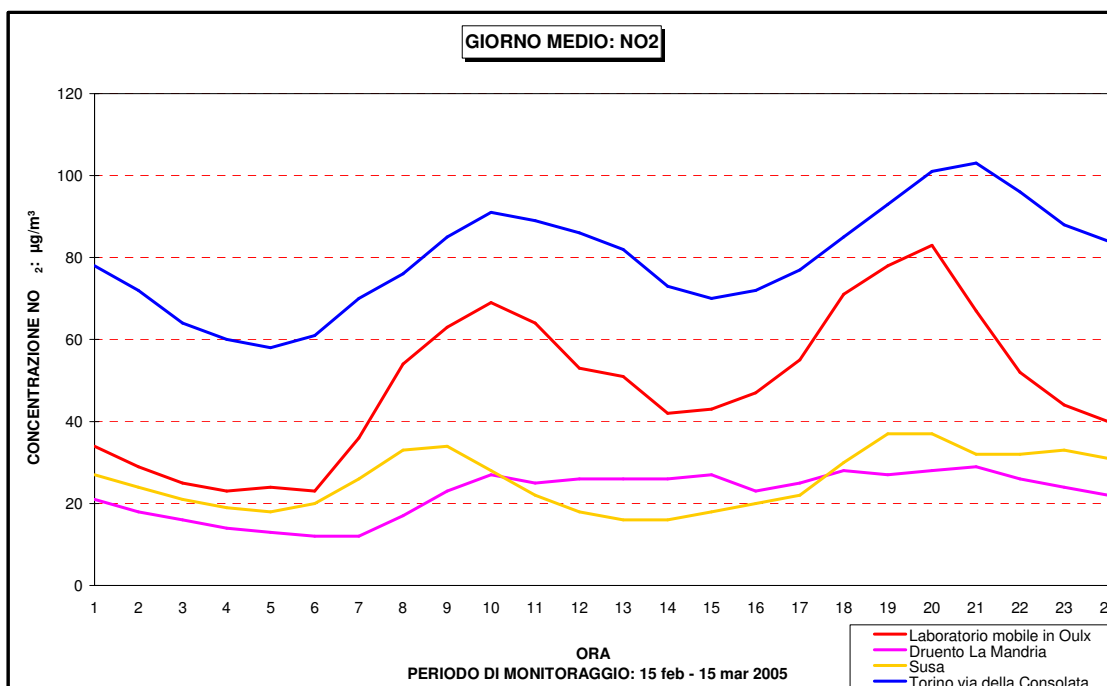


Figura 15: NO andamento orario, confronto con i dati delle centralina di Torino via della Consolata, Susa e Druento La Mandria.

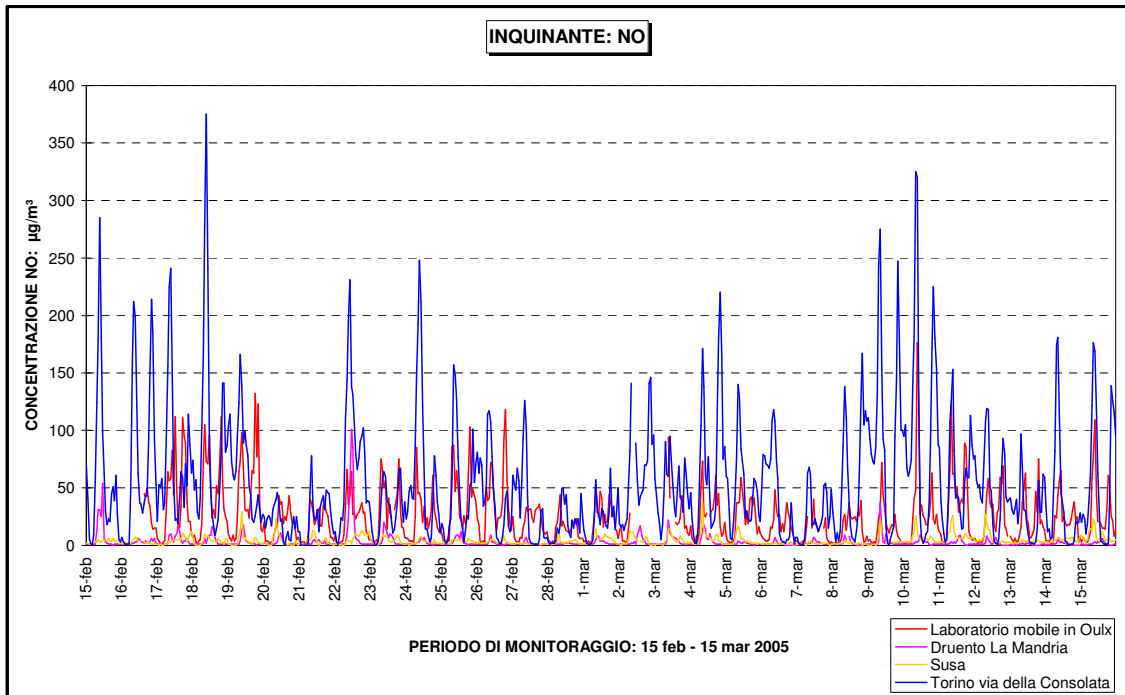


Figura 16: NO andamento giorno medio confronto con i dati delle centralina di Torino via della Consolata, e Susa.

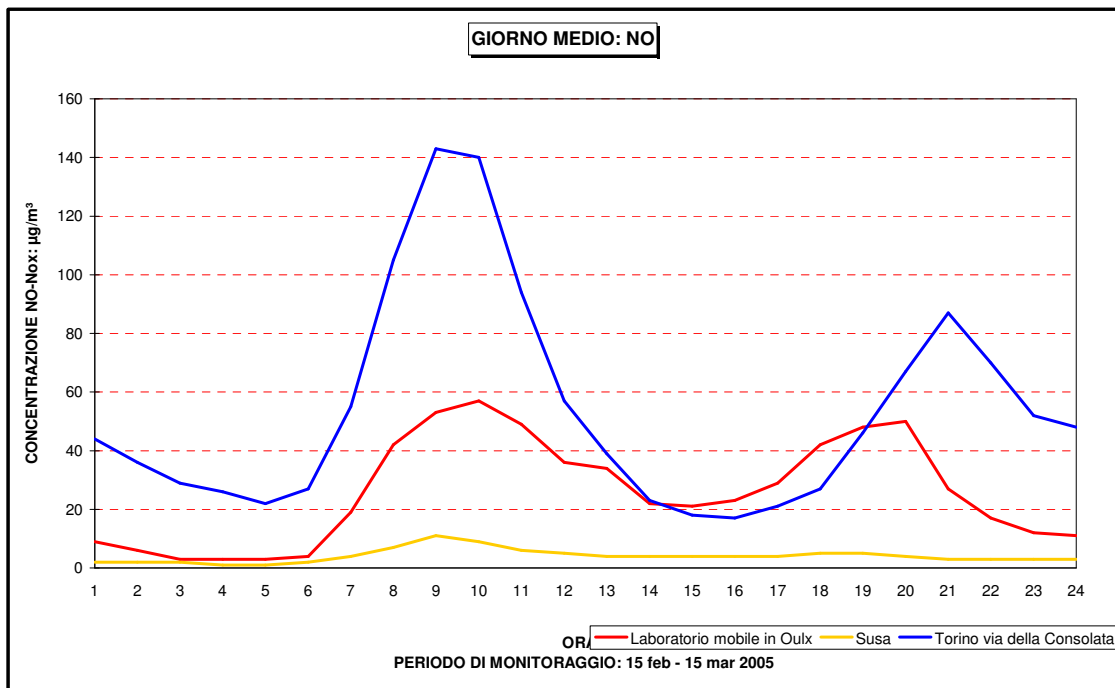


Figura 17: O₃ andamento orario, confronto con i livelli d'allarme e con i dati della stazione di Torino via della Consolata

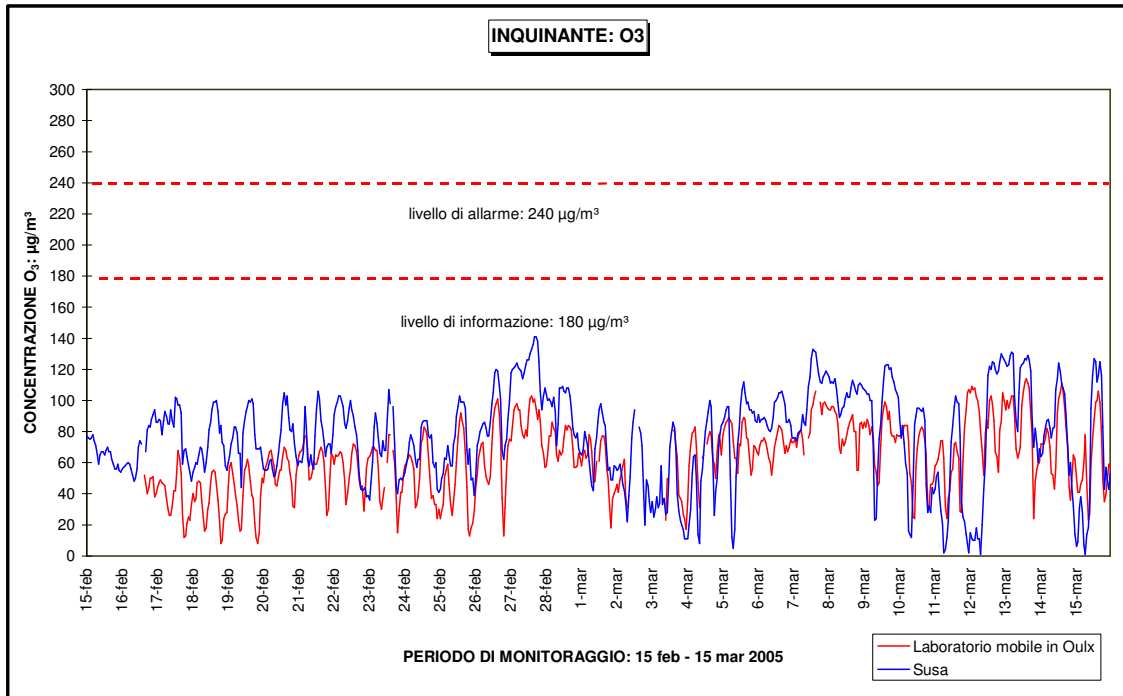


Figura 18: O₃ confronto con il livello di protezione salute umana (media trascinata sulle 8 ore)

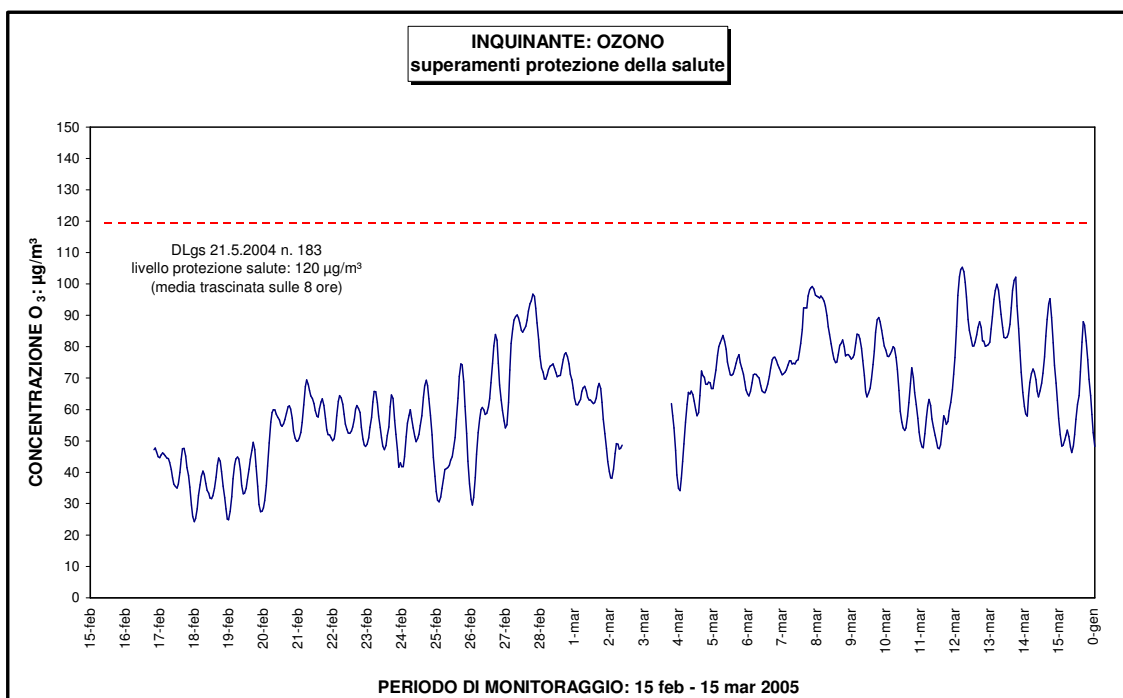


Figura 19: O₃ – NO Giorno medio confronto con i dati della stazione della rete fissa di monitoraggio di Susa

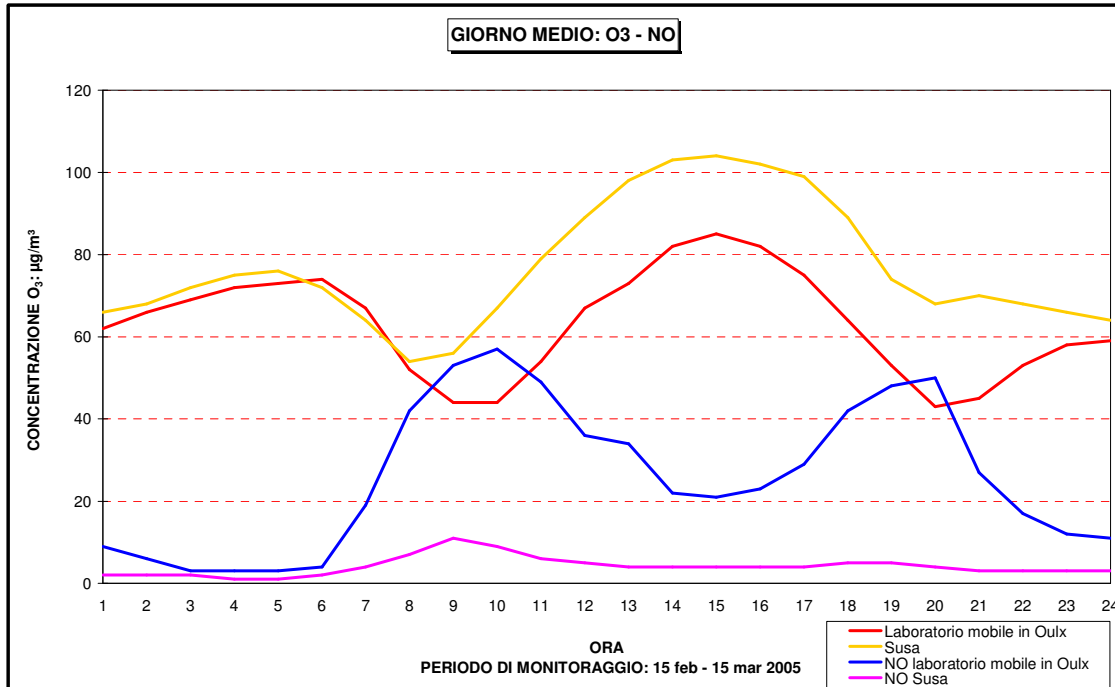


Figura 20: CO Confronto con il limite di legge (media trascinata su 8 ore)

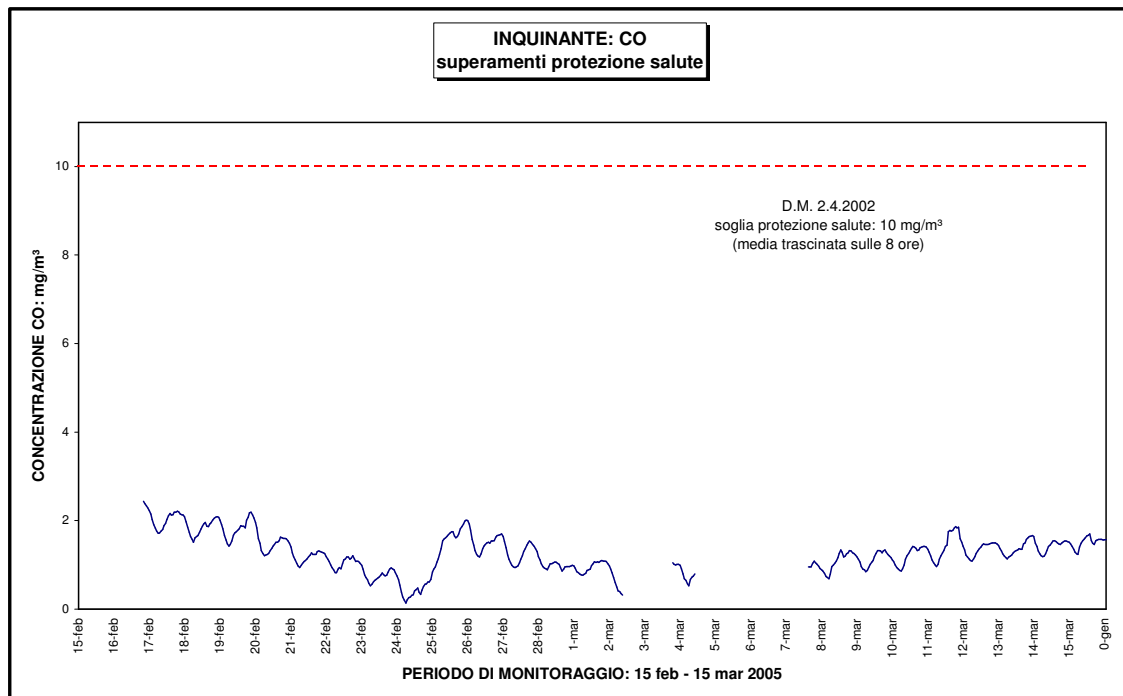


Figura 21: CO andamento orario, confronto con i dati della stazione di Torino via della Consolata, Susa e Druento La Mandria.

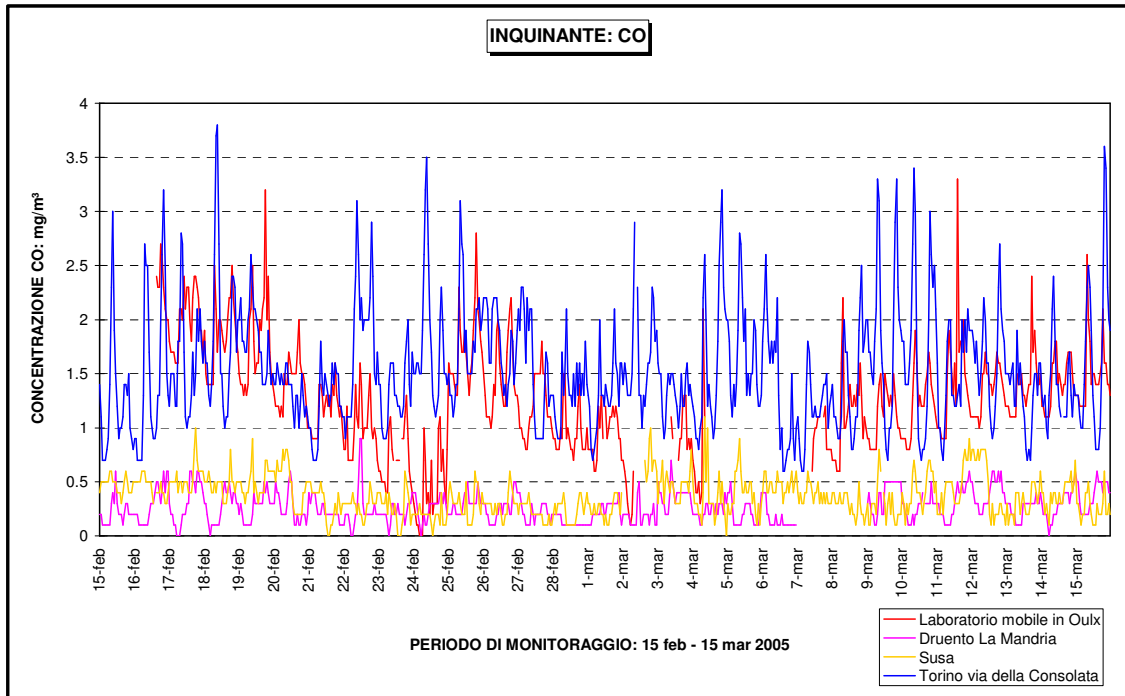


Figura 22: CO andamento giorno medio, confronto con le stazioni di Torino via della Consolata, Susa e Druento La Mandria.

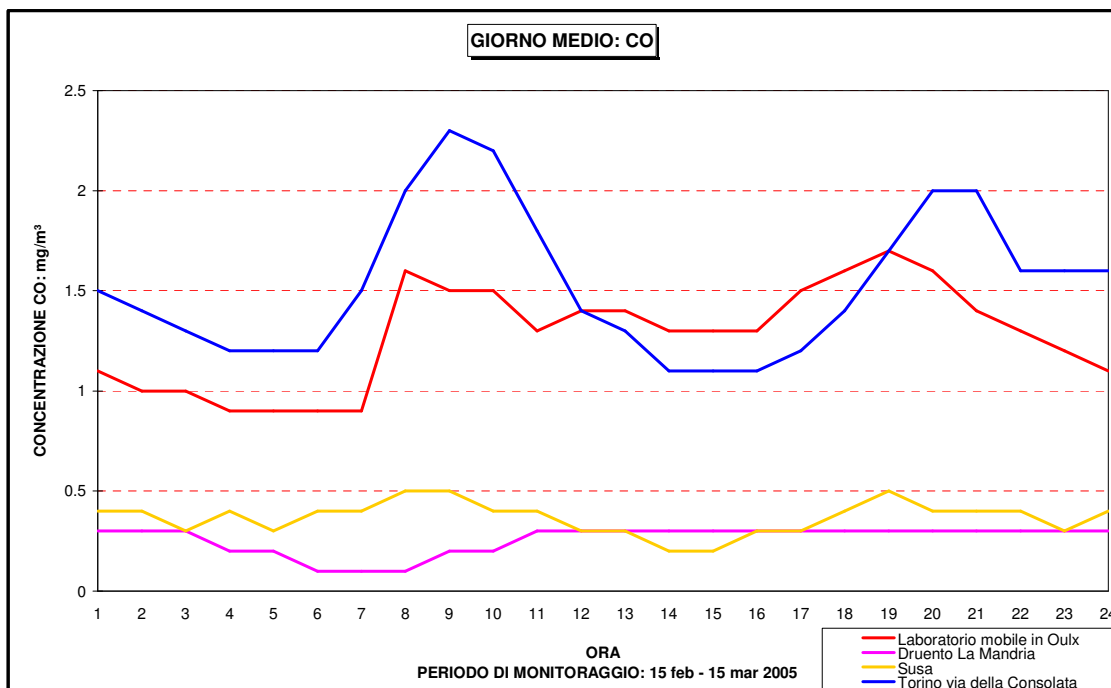


Figura 23 :Benzene andamento orario, confronto con i dati della stazione di Torino via della Consolata.

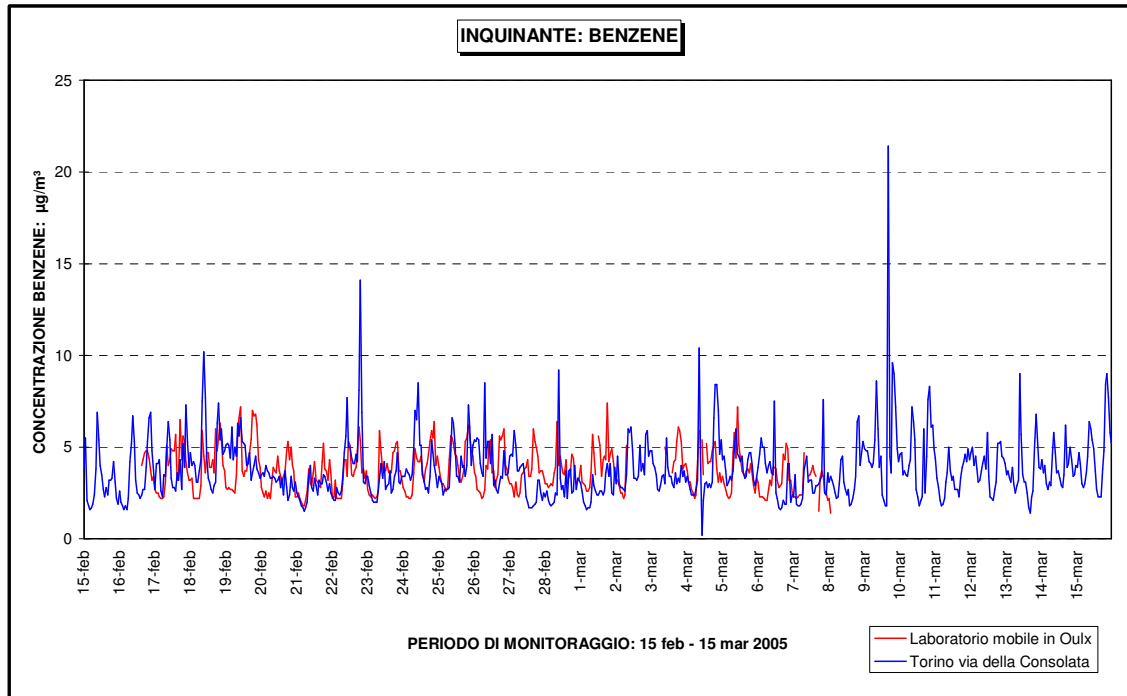


Figura 24: Benzene andamento giorno medio, confronto con i dati della stazione di TO via Consolata

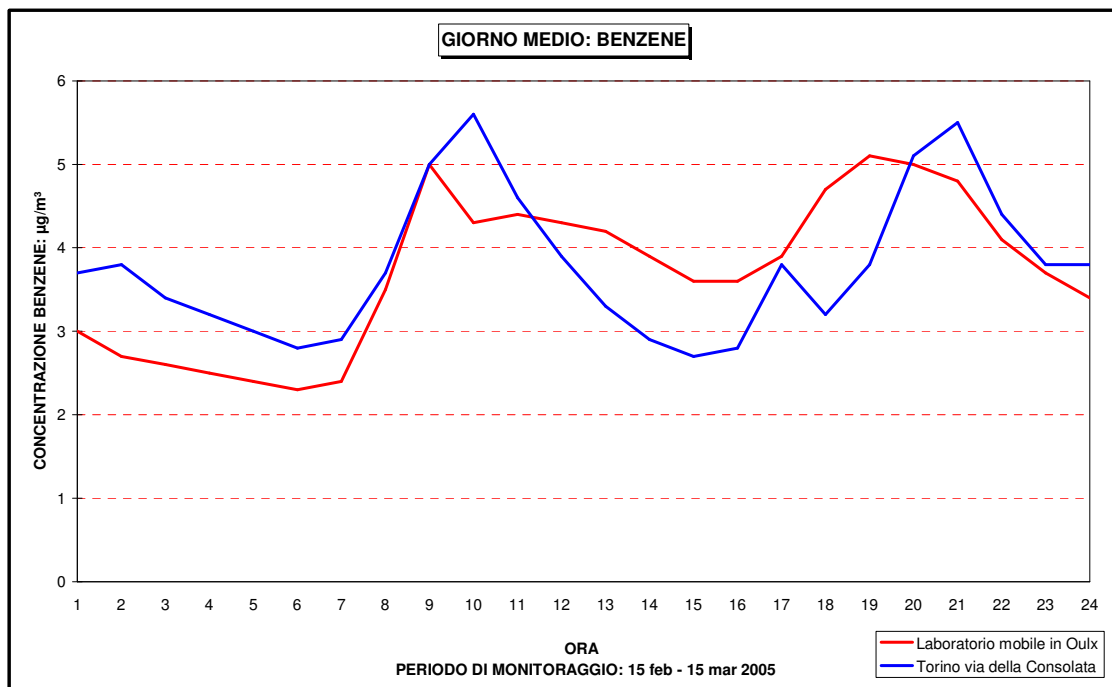


Figura 25: Toluene andamento orario, confronto con i dati della stazione di TO via Consolata

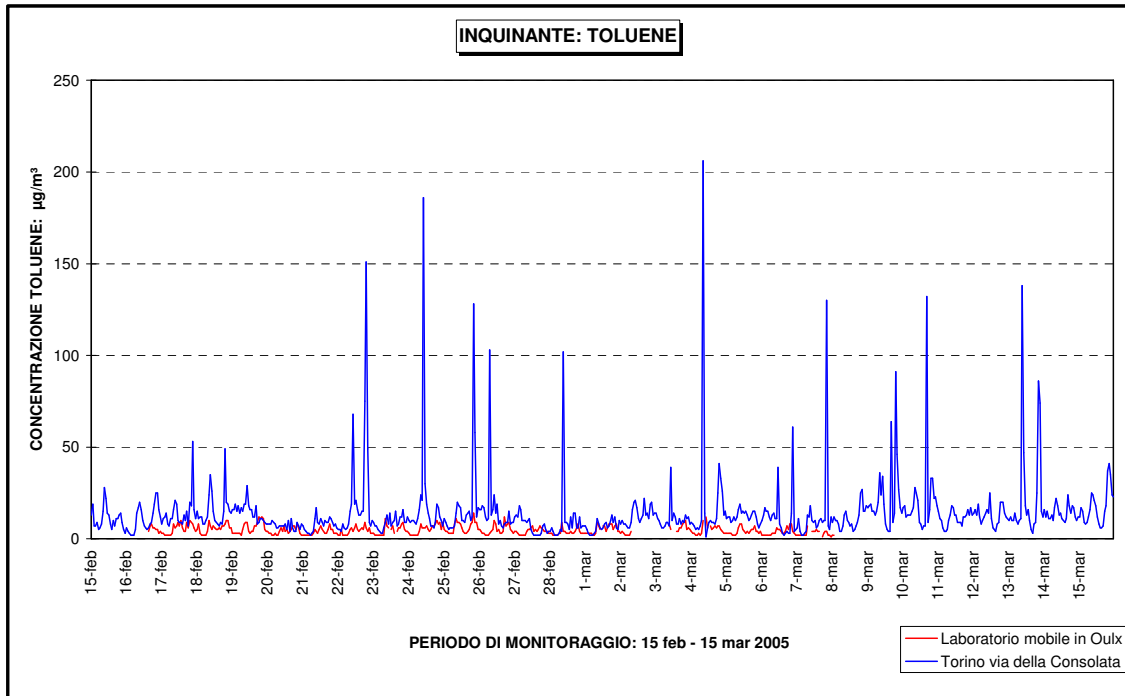


Figura 26: Toluene andamento giorno medio, confronto con la stazione di Torino via della Consolata.

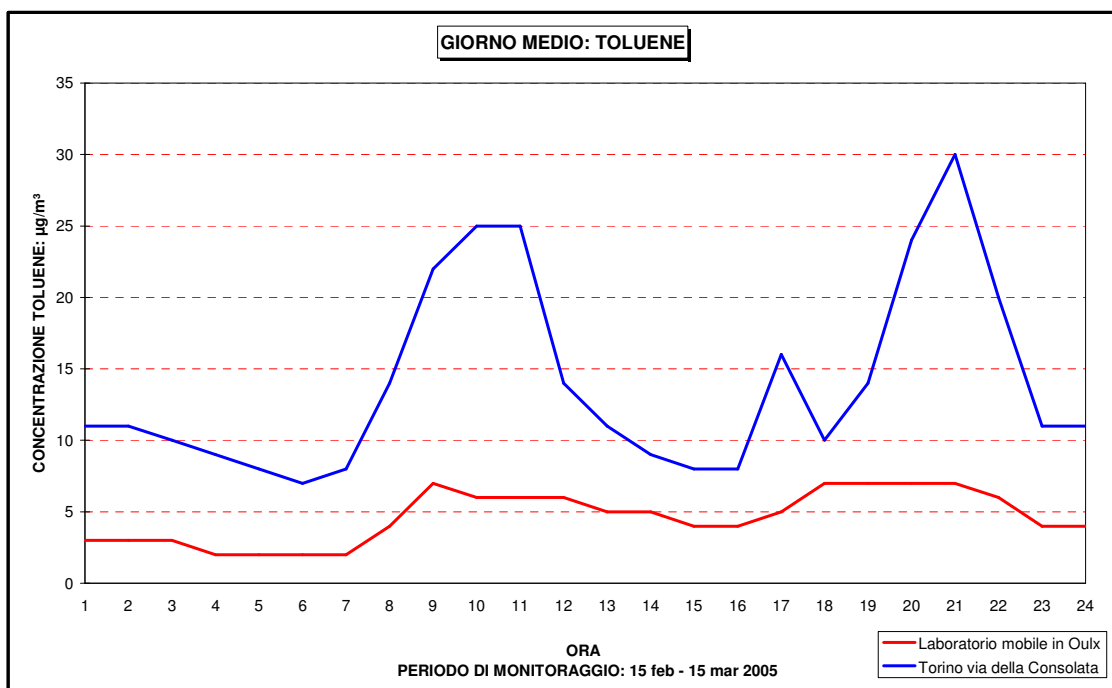
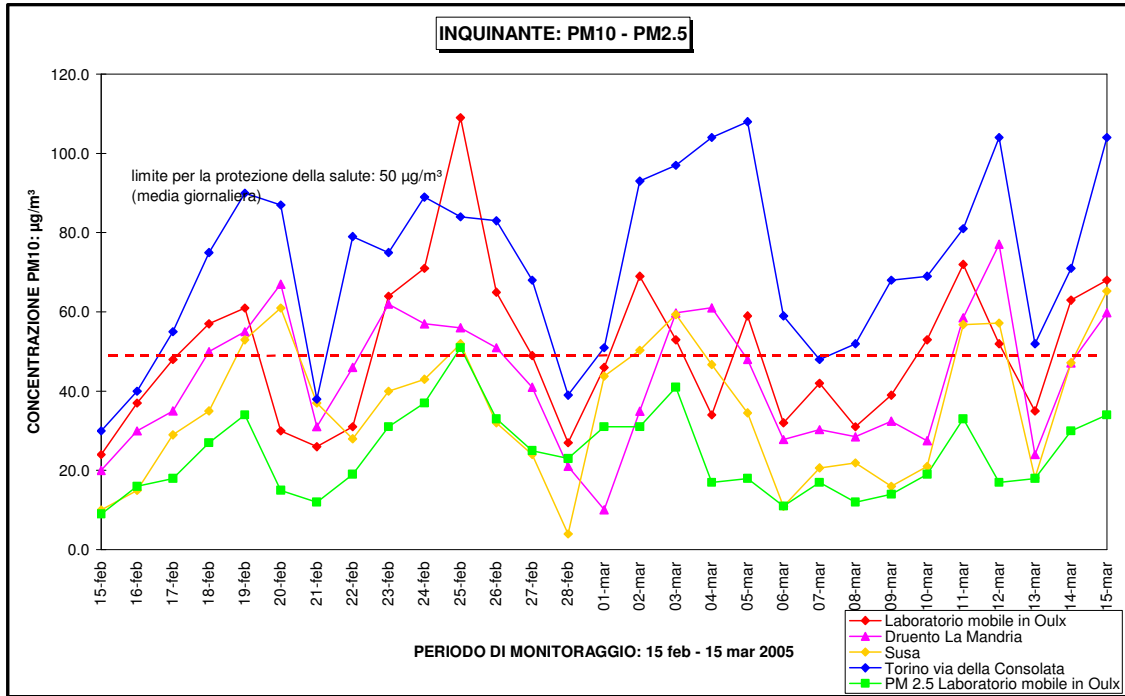


Figura 27: PM₁₀ PM_{2.5} andamento giornaliero, confronto con limite di legge e con le stazioni fisse di Susa, Druento (La Mandria) e Torino via della Consolata



CAPITOLO 3

ELABORAZIONI STATISTICHE E GRAFICHE RELATIVE AL MONITORAGGIO NEL COMUNE DI OULX E COMMENTO CONCLUSIVO AI DATI

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge di inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori durante le campagne di monitoraggio nel comune di Oulx.

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

SO ₂	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO ₂	BIOSSIDO DI AZOTO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
O ₃	OZONO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
C ₆ H ₆	BENZENE
C ₆ H ₅ CH ₃	TOLUENE
PM10	PARTICOLATO SOSPESO PM10
IPA	IDROCARBURI POLICLICI AROMATICI
Ar, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Pb, Cu, Sn, Fe	METALLI (arsenico, cadmio, cobalto, cromo, manganese, nichel, piombo, rame, stagno, ferro)

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento di Torino (Struttura Semplice SS06.02) 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 .

Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO₂ derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (ad esempio gasolio, olio combustibile e carbone) nei quali lo zolfo è presente come impurità.

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

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi durante la stagione invernale a causa dell'accensione degli impianti di riscaldamento domestico non a metano.

Gli effetti del biossido di zolfo sulla salute sono rappresentati da irritazione agli occhi e alle vie respiratorie, mentre nell'ambiente, reagendo con ossigeno e molecole di acqua, contribuisce all'acidificazione delle piogge con conseguenze negative per i corpi idrici e per i beni materiali.

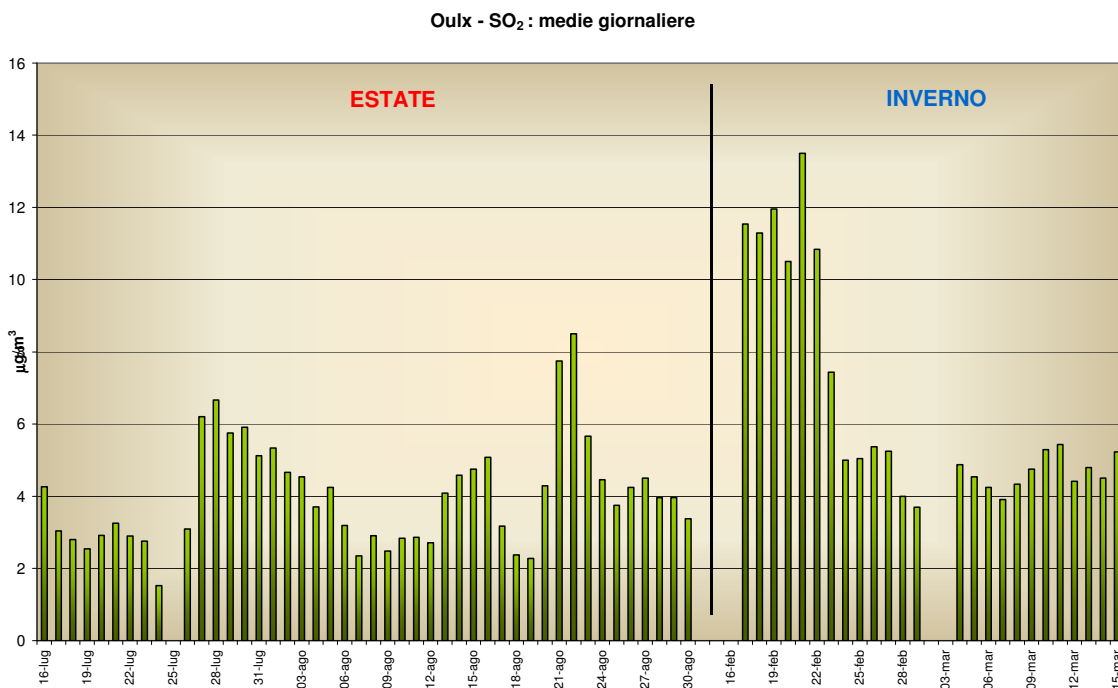
Nel comune di Oulx si osservano concentrazioni di biossido di zolfo contenute; infatti il massimo valore giornaliero è stato registrato nel periodo invernale ed è pari a 14 µg/m³ (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), che corrisponde al 11% circa del limite giornaliero per la protezione della salute (125 µg/m³). Il valore massimo orario si è registrato sempre nel periodo invernale ed è pari a 18 µg/m³, quindi ben al di sotto del livello orario per la protezione della salute. Dai dati riportati in Figura 28 e Tabella 11 si osserva il non superamento dei limiti previsti dalla normativa.

Si può concludere che questo parametro non mostra alcuna criticità, infatti le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento, ha dato i risultati attesi e le concentrazioni di SO₂ 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 Parametro: Biossido di Zolfo (microgrammi/ metro cubo)

SO ₂	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	2	4
Massima media giornaliera	9	14
Media delle medie giornaliere	4	6
Giorni validi	45	25
Percentuale giorni validi	98%	86%
Media dei valori orari	4	6
Massima media oraria	13	18
Ore valide	1055	621
Percentuale ore valide	96%	89%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0	0

Figura 28: Medie giornaliere di SO₂ rilevate nelle due campagne di monitoraggio



Monossido di Carbonio

È un gas inodore ed incolore che viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente.

L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3) infatti, si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione.

Tale situazione è la causa dei valori relativamente elevati nelle ore di maggior traffico. Si deve comunque sottolineare che l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel hanno contribuito ad una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli autoveicoli.

I danni maggiori dovuti a questo inquinante si osservano a carico del sistema nervoso centrale e del sistema cardiovascolare; infatti, il monossido di carbonio mostra una grande affinità con l'emoglobina presente nel sangue (circa 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno), e la presenza di questo gas comporta un peggioramento del normale trasporto di ossigeno nei diversi distretti corporei. 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.

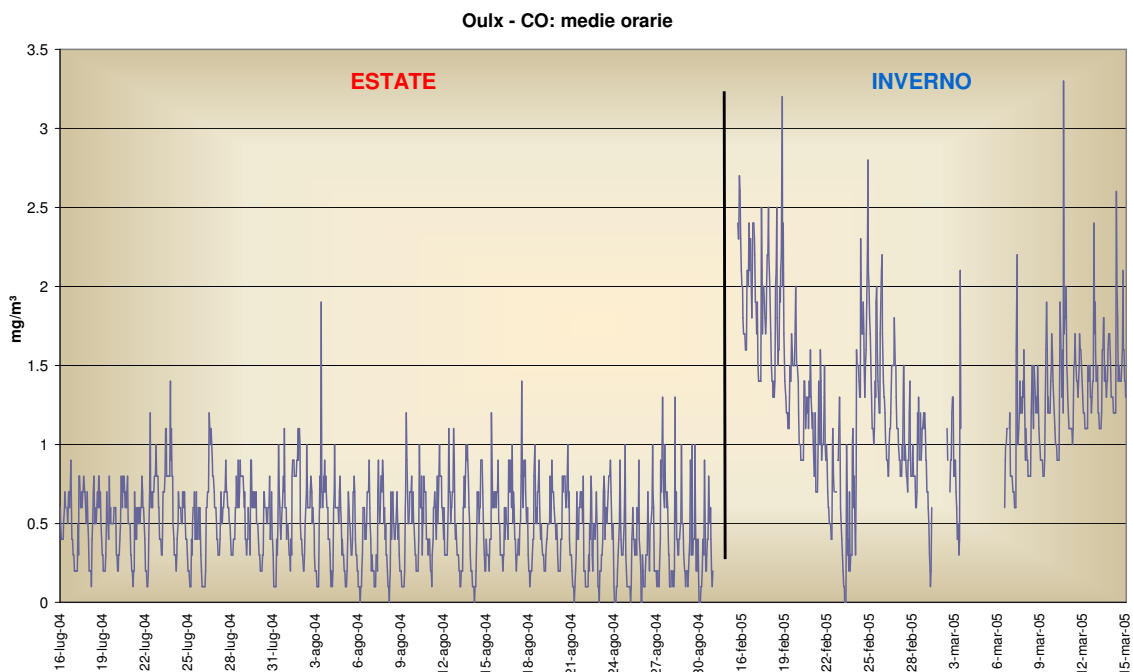
Durante le campagne di monitoraggio nel comune di Oulx non si sono registrati superamenti del valore di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ che, secondo il DM 60 del 2/04/02, è il limite da non superare come media di otto ore consecutive. Tale livello non è stato raggiunto neppure come media oraria, poiché il massimo orario è stato di $3,3 \text{ mg}/\text{m}^3$ durante il periodo invernale. Come riportato in Figura 29 nel periodo estivo i valori sono ulteriormente ridotti.

La Figura 22 mostra il confronto del giorno medio con le stazioni di monitoraggio della rete fissa di Torino via della Consolata, Susa e Druento (La Mandria) appare evidente che i livelli di concentrazione del monossido di carbonio in Oulx sono analoghi a quelli di Torino via della Consolata piuttosto che a quelli di Susa e di Druento (La Mandria).

Tabella 12 Parametro: Monossido di Carbonio (milligrammi/ metro cubo)

CO	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	0.3	0.4
Massima media giornaliera	0.7	2
Media delle medie giornaliere	0.5	1.3
Giorni validi	46	21
Percentuale giorni validi	100%	72%
Massima media oraria	1.9	3.3
Ore valide	1102	551
Percentuale ore valide	100%	79%
Minimo delle medie 8 ore	0.1	0.1
Media delle medie 8 ore	0.5	1.3
Massimo delle medie 8 ore	1.0	2.4
Percentuale medie 8 ore valide	100%	78%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore(10)</u>	0	0

Figura 29: Medie orarie di CO rilevate nelle due campagne di monitoraggio



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 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e obiettivo di qualità, su base annua secondo il DM 25/11/94 n.159, è di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 (D.M.60 del 2/4/2002) prevede per il benzene un valore limite annuale di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 31/12/2005. Anche se la normativa prevede il calcolo su un monitoraggio annuale, si può affermare che tale limite, nel comune di Oulx sia rispettato, infatti, la concentrazione media rilevata durante le due campagne (51 giorni validi) è stata di $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e nel periodo invernale, che risulta più critico per questo parametro, si sono registrati valori medi di $3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per il toluene i valori risultano ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS con una massima media giornaliera di $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo estivo e di $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la campagna invernale.

Tabella 13: Benzene (microgrammi/ metro cubo)

Benzene	Esti.	Inv.
Minima media giornaliera	1.5	2.9
Massima media giornaliera	2.3	4.4
Media delle medie giornaliere	1.9	3.7
Giorni validi	34	17
Percentuale giorni validi	74%	59%
Media dei valori orari	1.9	3.7
Massima media oraria	5.4	7.4
Ore valide	837	431
Percentuale ore valide	76%	62%

Tabella 14 : Toluene (microgrammi/ metro cubo)

Toluene	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	6	3
Massima media giornaliera	14	6
Media delle medie giornaliere	10	5
Giorni validi	34	17
Percentuale giorni validi	74%	59%
Media dei valori orari	10	5
Massima media oraria	40	14
Ore valide	837	431
Percentuale ore valide	46%	62%

Figura 30 : Medie orarie di Benzene rilevate nelle due campagne di monitoraggio

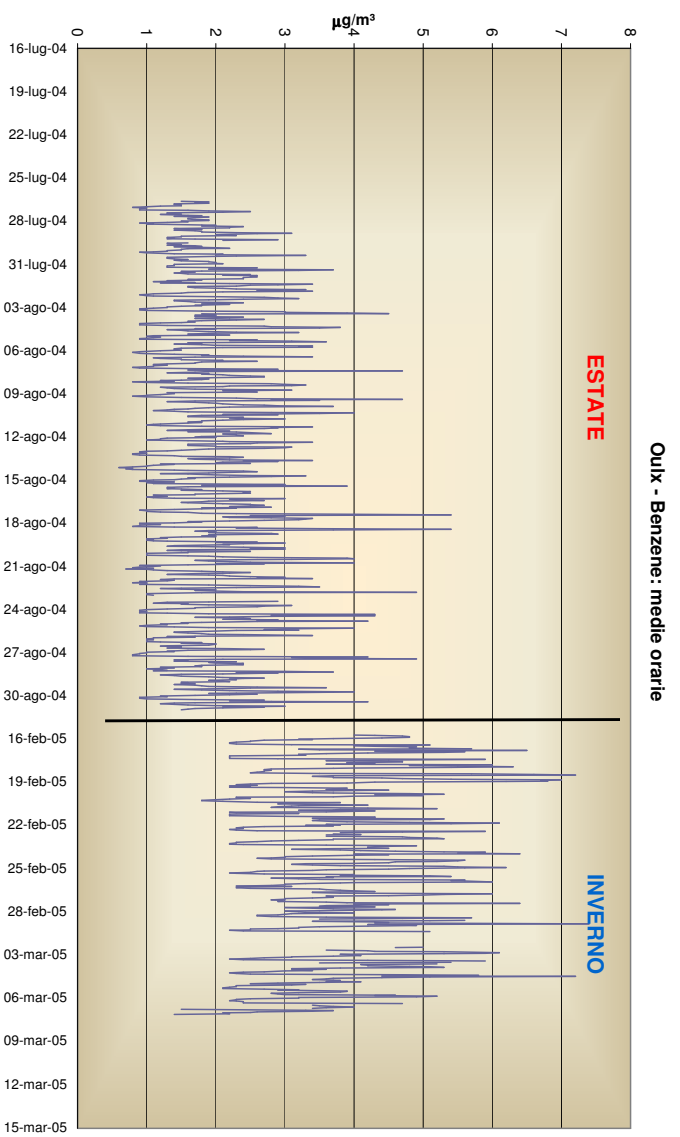
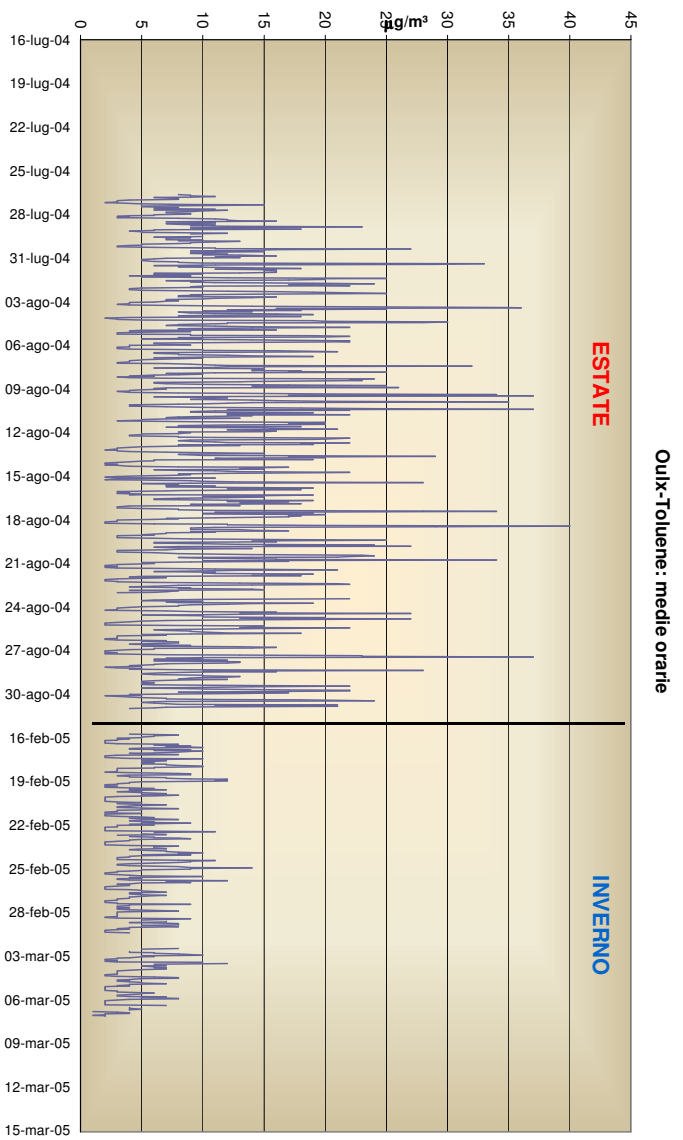


Figura 31 : Medie orarie di Toluene rilevate nelle due campagne di monitoraggio



Ossidi di azoto

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

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

Dai dati riportati in Tabella 16 si osserva che per l' NO₂ nel comune di Oulx non sono stati superati i livelli di allarme e di protezione della salute (su base oraria) previsti dalla normativa. Il valore massimo orario - pari a 143 µg/m³ - è stato registrato durante il monitoraggio invernale. Dagli andamenti orari riportati in Figura 32, si osserva che nel periodo invernale le concentrazioni sono mediamente superiori a quelle estive.

Dall'osservazione degli andamenti di NO ed NO₂ si possono trarre le considerazioni riportate di seguito, inerenti le due campagne di rilevamento.

La concentrazione degli ossidi d'azoto in Oulx è minore di quello presente nell'area metropolitana torinese ed comparabile alle concentrazioni medie della provincia di Torino. In Tabella 17 si possono confrontare i valori medi di NO ed NO₂ rilevati nelle due campagne di monitoraggio in Oulx con i valori medi rilevati negli stessi periodi dalla centraline di rilevamento della rete fissa provinciale, l'aumento degli ossidi d'azoto rilevato durante il periodo estivo è spiegata nella relazione della I° campagna di rilevamento.

Il D.M. 60/2002 prevede anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³. Visto che la durata del monitoraggio nel comune di Oulx non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure. Si può però considerare un valore stimato di media annuale ricavato dal rapporto fra la media delle medie giornaliere delle due campagne, pari a 41 µg/m³, e un fattore ricavato come descritto nella nota 1. Applicando tale procedimento, la media annuale stimata è pari a 46 µg/m³, valore leggermente superiore al limite e, come riportato nelle Figura 32 e Figura 33, colloca Oulx tra i siti con concentrazioni di NO₂ in media con la provincia torinese ad esclusione dell'area metropolitana.

Data la pericolosità di questo inquinante, soprattutto in qualità di precursore di altri inquinanti come l'ozono, si sottolinea che le politiche atte al controllo e alla limitazione delle concentrazioni di NO₂ nell'aria sono di primaria importanza su tutto il territorio provinciale.

Nota 1

Si sono calcolate le medie di NO₂, per il periodo della campagna, di tutte le stazioni della provincia con l'esclusione di quelle del comune di Torino e di Druento, quest'ultima tipica di una situazione non interessata da traffico; dal rapporto con la media dell'anno 2004 si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne di Oulx permette di ricavare la stima annuale:

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

dove

m_c : media periodo campagne NO₂ Oulx

M_c : media anno 2004 NO₂ Oulx

m_p : media periodo campagne NO₂ Provincia Torino

M_p : media anno 2004 NO₂ Provincia Torino

Tabella 15: Monossido di Azoto (microgrammi/ metro cubo)

NO	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	13	11
Massima media giornaliera	33	44
Media delle medie giornaliere	22	26
Giorni validi	46	25
Percentuale giorni validi	100%	86%
Media dei valori orari	22	26
Massima media oraria	111	176
Ore valide	1101	622
Percentuale ore valide	100%	89%

Tabella 16: Biossido di Azoto (microgrammi/ metro cubo)

NO ₂	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	23	27
Massima media giornaliera	50	66
Media delle medie giornaliere	33	48
Giorni validi	46	25
Percentuale giorni validi	100%	86%
Media dei valori orari	33	49
Massima media oraria	89	143
Ore valide	1100	622
Percentuale ore valide	100%	89%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0	0

Tabella 17: confronto ossidi d'azoto, campagna estiva e invernale

	Valore Medio Anno 2004		16/07/04 - 30/08/04		15/02/2005 - 15/03/2005		media dei periodi delle due campagne	
	NO	NO ₂	NO	NO ₂	NO	NO ₂	NO	NO ₂
Alpignano	18	39	1	19	14	50	8	35
Beinasco	39	55	5	28	37	63	21	46
Borgaro	23	42	2	20	21	53	12	37
Chieri	42	44	12	26	39	52	26	39
Ciriè	15	31	3	14	9	47	6	31
Grugliasco	48	50	4	24	37	62	20	43
Ivrea	46	48	11	33	38	59	25	46
Nichelino	92	59	18	38	104	86	61	62
Orbassano	30	44	3	29	21	53	12	41
Pinerolo	16	31	5	19	9	25	7	22
Rivoli	49	61	8	39	43	73	25	56
Settimo	65	58	8	27	52	64	30	46
Susa	7	34	2	30	6	26	4	28
Vinovo	26	38	3	21	18	43	10	32
Lab mobile in Oulx		46	22	33	26	49	24	41
Torino lingotto	38	51	6	35	38	73	22	54
Torino pzza. Rebaudengo	90	84	29	75	69	87	49	81
Torino pzza. Rivoli	91	81	30	59	75	101	53	80
Torino via Consolata	65	72	8	46	54	80	31	63
Torino via Gaidano	63	71	8	44	56	80	32	62
Torino via madama Cristina	59	75	9	55	47	82	28	69
media provincia	37	45	6	26	32	54	19	40
Media città di Torino	68	72	15	52	57	84	36	68

Figura 32: Medie orarie di NO₂ rilevate nelle due campagne di monitoraggio

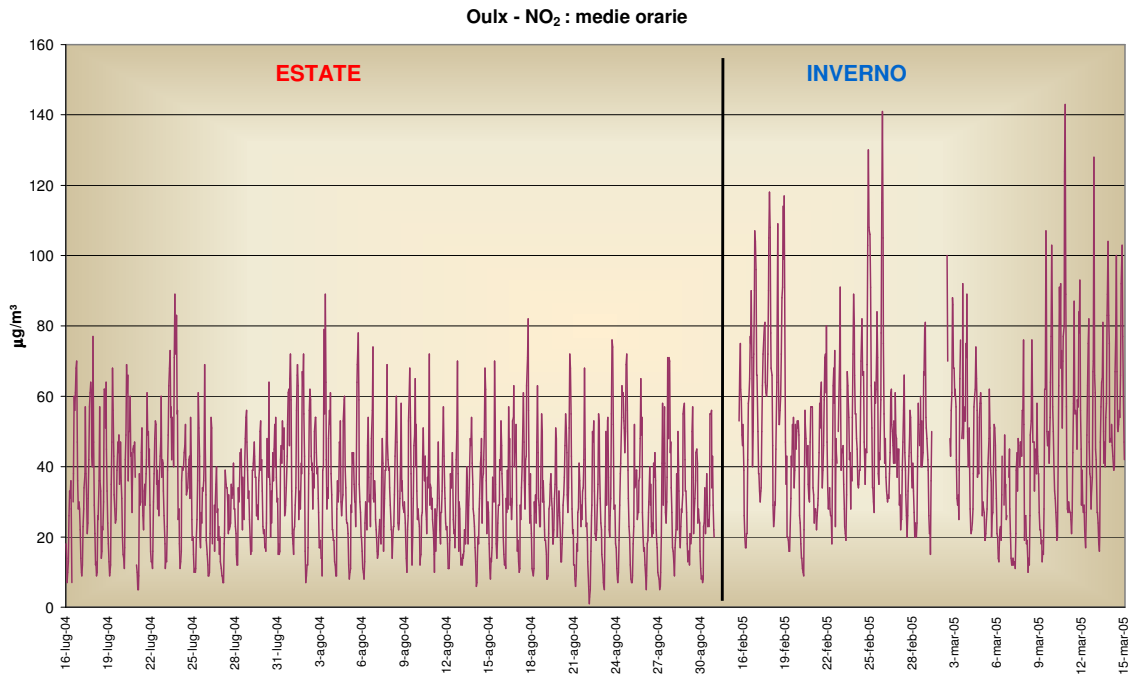
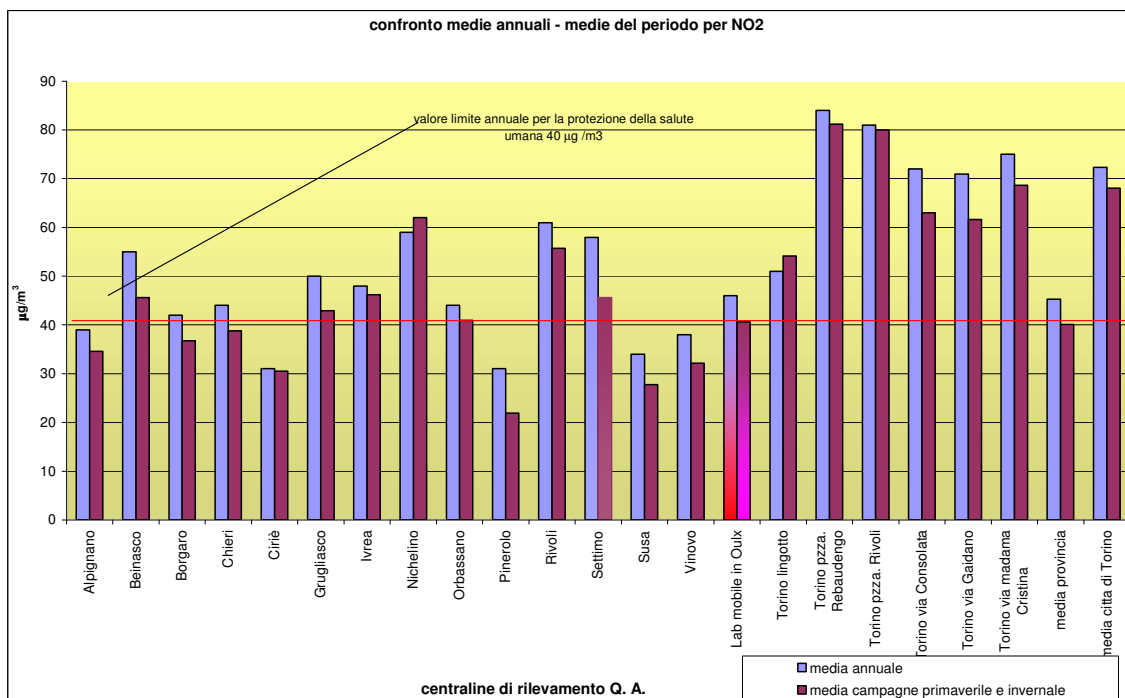


Figura 33: Concentrazioni medie annuali e media del periodo delle due campagne di rilevamento per NO₂ nella provincia di Torino. (Per Oulx: media annuale stimata come in Nota 1)



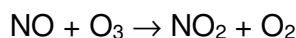
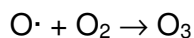
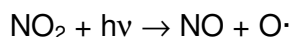
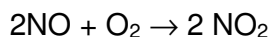
Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente che ad alte concentrazioni ha una colorazione blu.

La presenza di questo gas nella stratosfera (tra 30 e 50 chilometri dal suolo) costituisce uno strato protettivo per la troposfera dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole, mentre al livello del suolo risulta nocivo, in quanto provoca irritazioni alle vie respiratorie, bruciore agli occhi e danni alla vegetazione.

L'ozono è un inquinante non direttamente emesso da una fonte antropica, ma si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare e da elevate temperature) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (V.O.C.).

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



Il coinvolgimento degli ossidi di azoto nella formazione dell'ozono è particolarmente evidente dagli andamenti orari riuniti per entrambi gli inquinanti in Figura 36: In Figura 35 sono riportati gli andamenti orari dell'ozono rispetto alla radiazione solare totale e in Figura 34 rispetto alla temperatura: da un'osservazione attenta emerge come il parametro fondamentale sia la temperatura piuttosto che la radiazione solare, infatti ai massimi di temperatura corrispondono sempre concentrazioni massime di ozono, mentre vi sono dei giorni con irraggiamento solare particolarmente intenso, a cui non corrispondono i picchi di ozono.

E' un inquinante tipico del periodo estivo, pertanto durante le due campagne di monitoraggio nel comune di Oulx si sono registrati nella 1° campagna di rilevamento 99 superamenti (in 15 giorni) del livello di protezione della salute (120 µg/m³ calcolata come media trascinata sulle 8 ore) e 7 superamenti del livello d'informazione (pari a 180 µg/m³ come media oraria), nella campagna invernale non vi sono stati superamenti rispetto al D. LGS. N° 183 del 21/05/04. Dalla Tabella 18 si evince che le massime concentrazioni sulle medie di otto ore sono state 173 µg/m³ nella campagna estiva e 105 µg/m³ in quella invernale.

La normativa attualmente in vigore (D.Lgs 21 maggio 2004 n. 183) prevede che entro il 2010 il valore di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non venga superato per più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni.

La formazione e la degradazione dell'ozono coinvolge un numero notevole di composti e di fenomeni chimico-fisici, per cui per la risoluzione di questo problema sono fondamentali le politiche di riduzione degli ossidi di azoto e sostanze organiche volatili a livello provinciale e regionale.

Tabella 18: Parametro Ozono (microgrammi/ metro cubo)

Parametro: Ozono (O3)	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	27	34
Massima media giornaliera	118	88
Media delle medie giornaliere	69	64
Giorni validi	46	25
Percentuale giorni validi	100%	86%
Massima media oraria	195	114
Ore valide	1098	620
Percentuale ore valide	99%	89%
Minimo delle medie 8 ore	8	24
Media delle medie 8 ore	69	64
Massimo delle medie 8 ore	173	105
Percentuale medie 8 ore valide	99%	89%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(120)	99	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore(120)	15	0
Numero di superamenti livello informazione (180)	7	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)	4	0
Numero di superamenti livello allarme (240)	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (240)	0	0

Figura 34: Andamento orario dell'ozono rispetto alla temperatura dell'aria nelle due campagne di monitoraggio

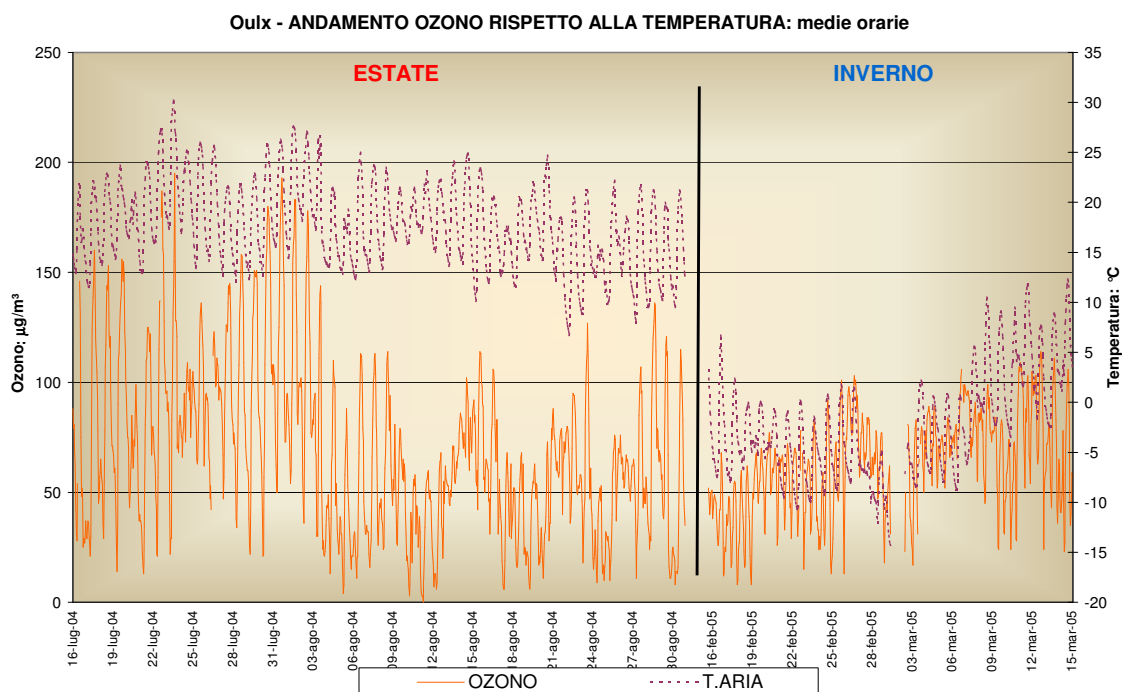


Figura 35: Andamento orario dell'ozono rispetto alla radiazione solare totale nelle due campagne di monitoraggio

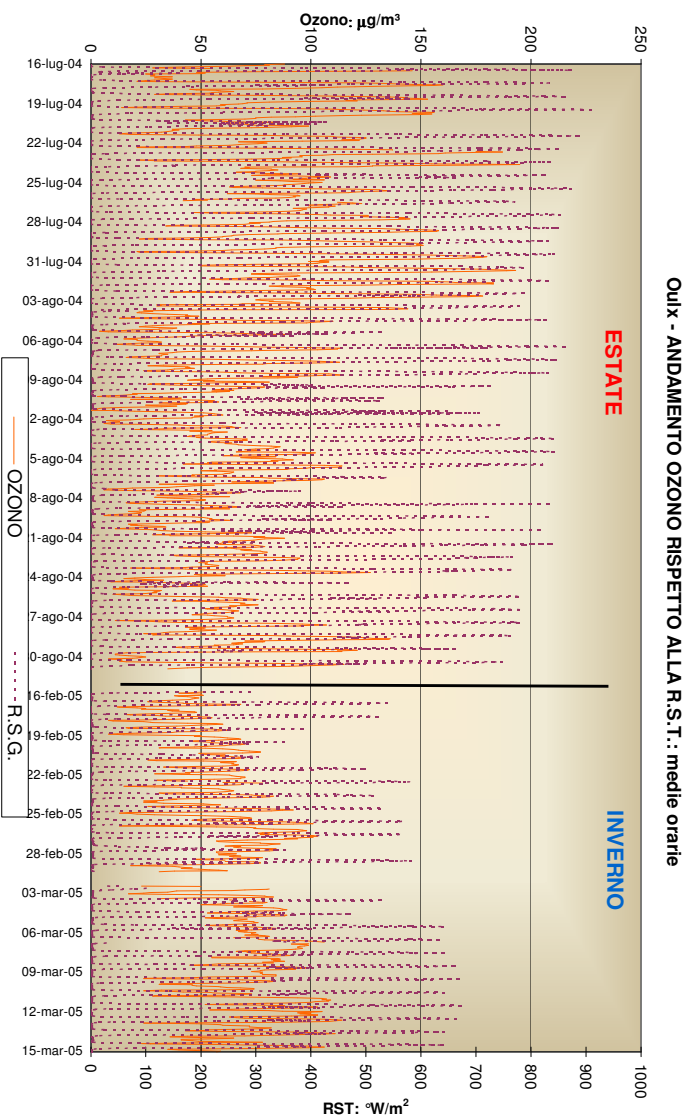
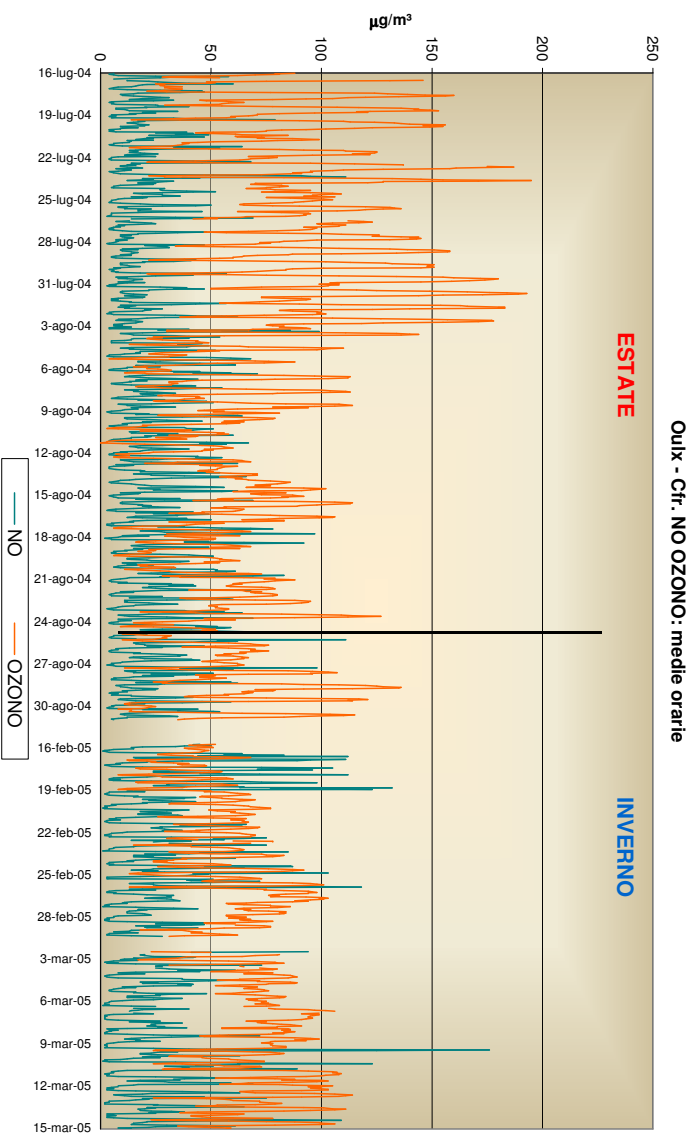


Figura 36: Andamento orario di ozono ed NO nelle due campagne di monitoraggio



Particolato Sospeso (PM₁₀ - 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 con il DM 60/2002 ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM₁₀, cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi. La comunità europea consiglia gli stati membri una maggiore attenzione nel controllo del PM 2.5 anche se ancora non vi sono limiti ne linee guida inerenti la concentrazione di tali polveri fini.

Nel monitoraggio eseguito in Oulx questo inquinante mostra le maggiori criticità nel periodo invernale: in Figura 38 si nota come tra il 15/02/05 e il 15/03/05 vi siano stati superamenti del livello di protezione della salute in tutte le stazioni della rete provinciale, compresi siti non caratterizzati direttamente da fonti primarie di emissione, come ad esempio la centralina di Druento che è posizionata all'interno del parco La Mandria. La frazione più fine del particolato atmosferico mostra un comportamento assimilabile a quella di un gas, quindi la diffusione può avvenire in zone anche molto lontane rispetto alle fonti,

e in condizioni meteo-climatiche sfavorevoli si osservano fenomeni di accumulo. Stazioni anche piuttosto distanti hanno andamenti e concentrazioni di PM10 molto simili, come si vede in Figura 27 dove è evidente l'andamento equivalente tra le stazioni di Oulx, e Torino via della Consolata mentre Druento (La Mandria) e Susa hanno andamenti giornalieri simili anche in valori assoluti di concentrazione.

Nel comune di Oulx durante la campagna invernale si sono verificati 14 superamenti del livello giornaliero di protezione della salute (pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) su 29 giorni, pari al 48 % dei valori validi.

Pur essendo un inquinante particolarmente problematico durante la stagione invernale, la Figura 38 mostra che in situazioni di alta pressione e di scarso rimescolamento atmosferico si verificano superamenti anche nel periodo estivo: in Oulx su 46 giorni validi vi è stato un superamento, pari al 2 % dei valori validi.

Considerando le due campagne il valore medio di PM10 nel comune di Oulx è pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Date le concentrazioni e il numero di superamenti rilevati su tutto il territorio provinciale, e dati gli obiettivi imposti dal DM 60/2002:

- entro il 2005 un numero massimo di superamenti per tutto l'anno pari a 35, e valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- entro il 2010 un numero massimo di superamenti per tutto l'anno pari a 7, e valore limite annuale di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$;

risultano indispensabili interventi strutturali a livello provinciale e regionale per la riduzione delle fonti primarie di polveri, tuttavia qualunque intervento anche a livello locale, atto alla riduzione delle emissioni di polveri darà un contributo importante per ottenere gli obiettivi indicati.

Tabella 19: Polveri PM10 - Basso Volume (microgrammi/ metro cubo)

PM10	Est.	Inv.
Minima media giornaliera	12	24
Massima media giornaliera	56	109
Media delle medie giornaliere	30	50
Giorni validi	46	29
Percentuale giorni validi	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	1	14

Tabella 20: Polveri PM2.5 – (microgrammi /metro cubo)

PM2.5	Fat	Inv
Minima media giornaliera		9
Massima media giornaliera		51
Media delle medie giornaliere		24
Giorni validi		29
Percentuale giorni validi		100%

Figura 37: Medie giornaliere di PM10 rilevate nelle due campagne di monitoraggio

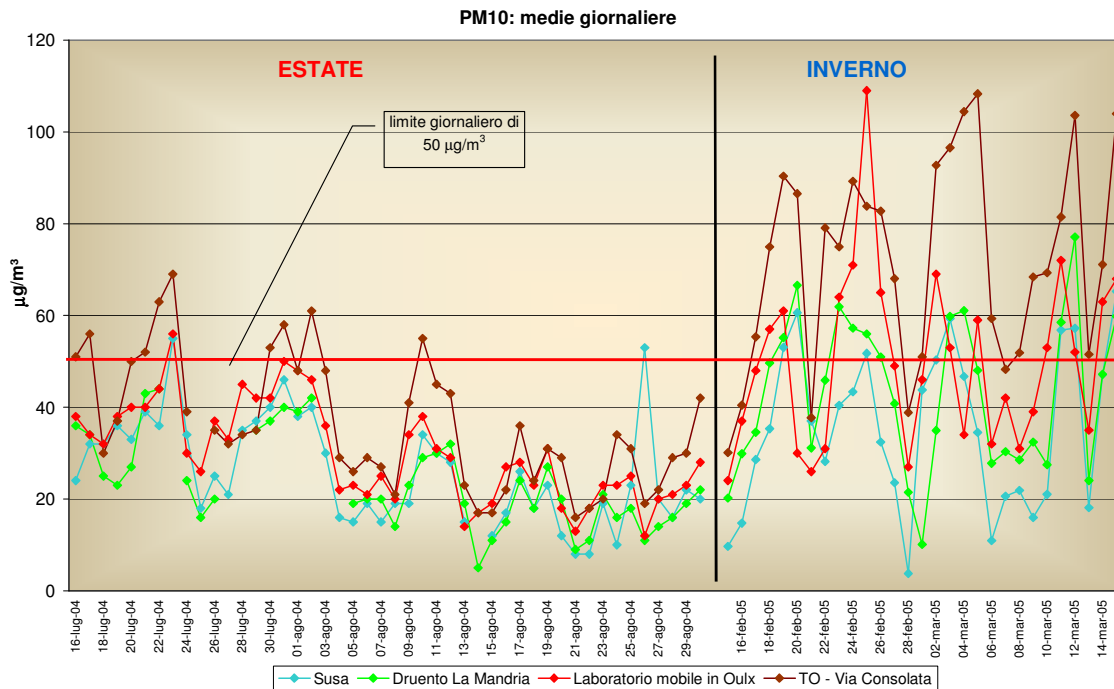


Figura 38: Percentuali di superamento del limite giornaliero per la protezione della salute nella provincia di Torino (periodi: 16/07/04 – 30/08/04 e 15/02/05 – 15/03/05)

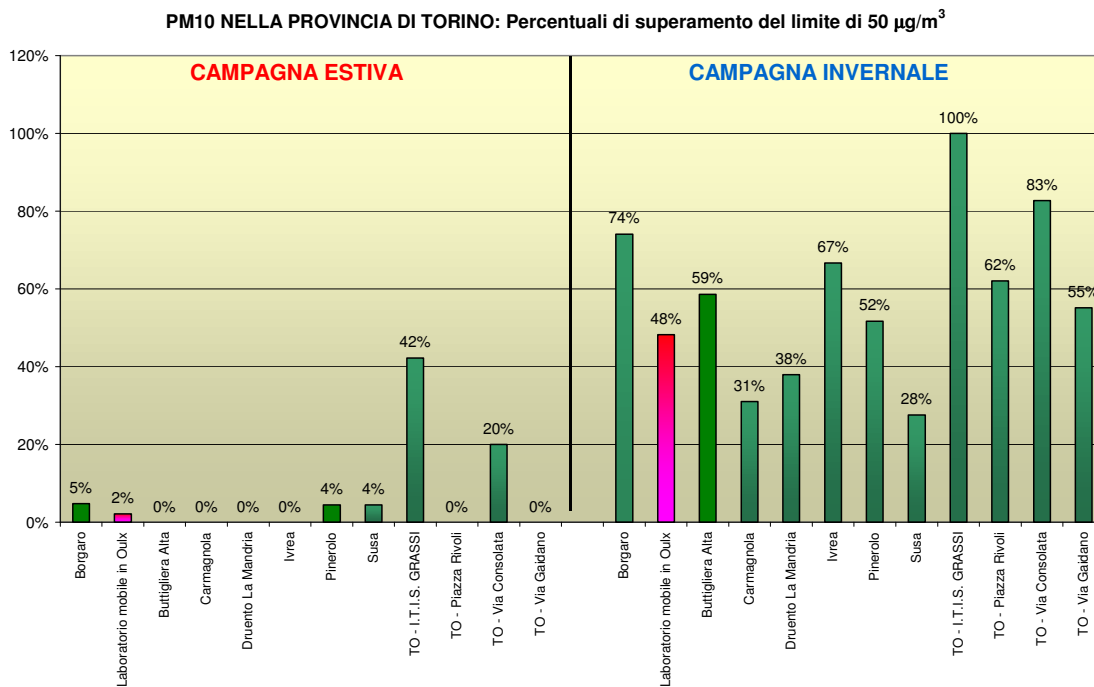
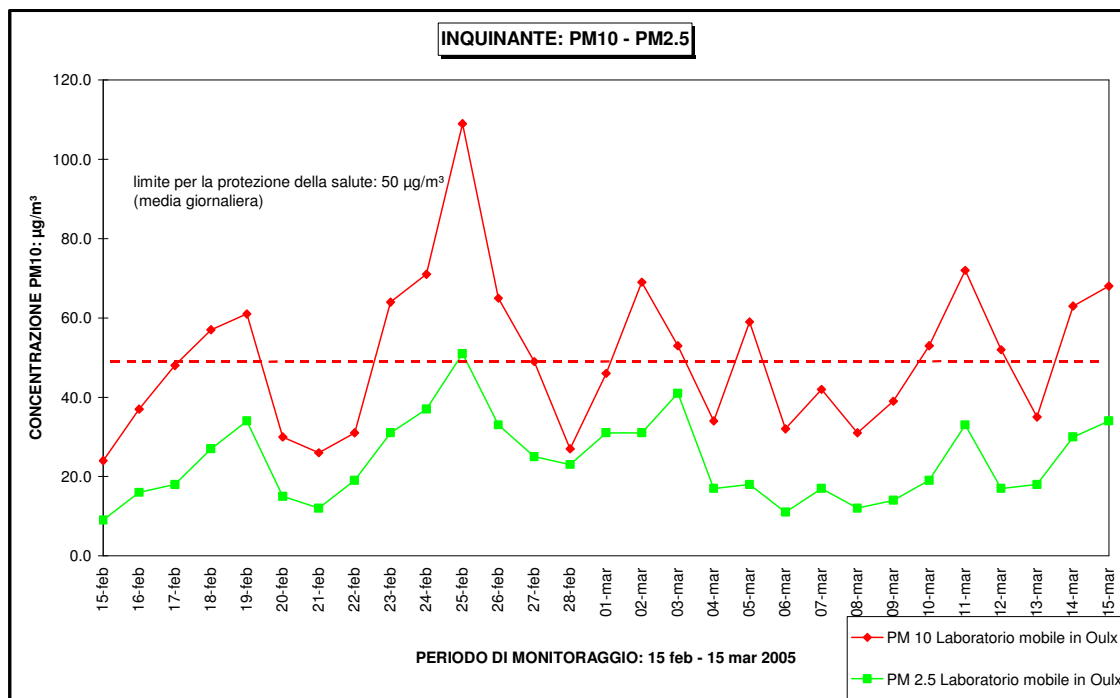


Figura 39: confronto PM10 / PM 2.5 medie giornaliere



IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)

Nella presente relazione sono esposti solo i dati di IPA e metalli relativi alla campagna di rilevamento estiva, poiché le rilevazioni analitiche della campagna invernale sono attualmente in corso, pertanto i risultati verranno esposti in un documento appendice che verrà elaborato appena saranno disponibili i dati.

DESCRIZIONE

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come IPA, sono un importante gruppo di composti organici con due o più anelli aromatici fusi. Hanno una solubilità relativamente bassa in acqua e sono altamente lipofili.

Le sorgenti principali degli IPA, presenti nell'aria, sono i processi di combustione degli autoveicoli e del riscaldamento domestico che utilizza combustibili liquidi o solidi. Per quanto riguarda i processi di combustione degli autoveicoli, i motori a benzina senza catalizzatore (specie quelli dei motorini a due tempi) e quelli diesel presentano concentrazioni di IPA in emissione comparabili e piuttosto elevate; la presenza del catalizzatore nei veicoli a benzina riduce invece del 90% le concentrazioni di BaP (benzo(a)pirene) nei gas di scarico.

Gli IPA nelle emissioni veicolari possono derivare da composti già presenti nel carburante, da neoformazione durante la combustione o da perdite di oli lubrificanti. E' importante ricordare che la quantità di IPA emessi aumenta con il contenuto di idrocarburi aromatici presenti nel carburante, sia benzina che gasolio.

La ripartizione degli IPA tra fase volatile e fase particellare nei gas di scarico dipende, in buona misura, dalla tipologia di alimentazione: nelle emissioni dei veicoli a benzina gli IPA più leggeri sono associati principalmente alla fase vapore; nelle emissioni di veicoli diesel, dove si riscontra una più alta percentuale di materiale particellare, gli IPA sono soprattutto legati alle particelle.

La parziale sostituzione del carbone e degli oli combustibili con il metano per il riscaldamento domestico ha ridotto di molto l'emissione di IPA da tale sorgente mentre alcuni insediamenti industriali possono ancora dare origine ad emissioni quantitativamente importanti. In ambienti confinati il fumo di sigaretta è un'importante fonte di inquinamento da IPA.

La maggior parte degli IPA con una bassa volatilità sono adsorbiti sul particolato dove possono subire processi di fotodecomposizione da parte della componente ultravioletta

della radiazione solare. Nell'atmosfera, gli IPA possono inoltre reagire con le sostanze inquinanti quali ozono, ossidi d'azoto e biossido di zolfo generando classi di sostanze come azaareni e nitroderivati.

È importante sottolineare che, nelle diverse città soggette a monitoraggio, il cosiddetto "profilo degli IPA" (rapporto quantitativo dei singoli IPA sul totale degli IPA presenti nell'aria di una città) è costante nel tempo, per cui il benzo(a)pirene (BaP), il più studiato della classe, viene spesso utilizzato quale indicatore di esposizione dell'intera classe degli IPA. Le concentrazioni di IPA presenti in atmosfera presentano un'elevata variabilità stagionale. In Italia si sono rilevate concentrazioni medie mensili 10 volte superiori in inverno rispetto all'estate. Per tale motivo è necessario utilizzare le concentrazioni medie annuali per stimare, sul lungo periodo, l'esposizione individuale. In merito alla tossicità, oltre al benzo(a)pirene, si devono considerare altri IPA presenti nelle emissioni veicolari: il benzo(a)antracene, l'indenopirene.

A titolo informativo questi ultimi tre composti sono stati recentemente proposti quali "IPA cancerogeni" dall'Istituto Superiore di Sanità, ai fini di una stima del rischio sanitario di esposizione umana, insieme ai seguenti altri IPA: benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(j)fluorantene, dibenzo(a,h)antracene (Rapporto ISTISAN n° 91/27, 1991). Ciò in quanto detti composti sono stati classificati, nel 1987, quali probabili e possibili cancerogeni per l'uomo, secondo lo I.A.R.C. (International Association for Cancer Research), e contemporaneamente sono i più frequenti e i più abbondanti tra gli IPA presenti nell'ambiente.

La Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale ha raccomandato un valore guida di 1 ng/m^3 per la concentrazione media annuale di BaP, misurata nei luoghi a più alto inquinamento. Tale raccomandazione è stata in seguito recepita nella legislazione italiana nel DM 25/11/94.

La commissione ha stimato che, ad un'esposizione media annua di BaP compresa tra 0,1 e 2 ng/m^3 , sarebbe attribuibile una proporzione di tumori polmonari variabile tra lo 0,003 e il 0,1% rispetto a tutti i tumori polmonari diagnosticati in Italia.

Per quanto riguarda la dinamica di movimento degli IPA nell'ambiente, si può dire che nel caso delle combustioni veicolari si verifica una veloce condensazione degli IPA in fase vapore ed una rapida sedimentazione della fase particellare più grossolana.

Inoltre le condizioni meteorologiche agiscono evidentemente sulla dispersione, in particolare il vento, che può trasportare il particolato anche a grandi distanze, e la pioggia, che favorisce la ricaduta al suolo.

L'assorbimento degli IPA è di tipo lipo-solubile ed avviene principalmente tramite il polmone, e la pelle dei mammiferi. Secondo i più recenti studi alcuni composti policiclici aromatici presentano caratteristiche di tossicità ed attività cancerogena.

In particolare, si hanno evidenze della cancerogenità del benzo(a)pirene poiché gli esperimenti in vitro hanno dimostrato la citotossicità di tale composto sulle cellule dei polmoni degli animali da laboratorio e degli esseri umani, dove sono causa dell'insorgenza di forme iperplasiche. Anche gli esperimenti in vivo, fatti in laboratorio, hanno fatto osservare numerosi casi di riduzione dei leucociti nel sangue e di depressione del midollo osseo con distruzione quasi completa delle cellule emopoietiche. Secondo stime dell'OMS, nove persone su centomila esposte ad una concentrazione di 1 ng/m^3 di benzo(a)pirene sono a rischio di contrarre il cancro.

Tali dati, sebbene limitati, presuppongono una correlazione tra il grado di immunosoppressività e la potenza cancerogena degli IPA.

Per quanto riguarda il monitoraggio degli I.P.A., occorre considerare che gli obiettivi di qualità previsti dal D. M. n. 159 del 25.11.94 - 1 ng/mc per il benzo(a)pirene - si riferiscono ad una statistica su base annuale; invece i valori rilevati per gli IPA nel corso della campagna del mezzo mobile sono stati ottenuti come media del periodo di durata della campagna estiva, l'analisi è stata effettuata su 7 filtri di particolato PM 10 sottoposti ad estrazione con cicloesano e sull'astratto sono stati quantificati gli IPA mediante cromatografia liquida con rivelatore a fluorescenza.

Dai dati ottenuti (Tabella 21) si osserva il rispetto del limite per il Benzo(a)pirene, unico IPA normato dalle leggi vigenti in Italia.

Tabella 21: concentrazioni IPA campagna estiva, confronto con rapporto IPA/BaP

	Campagna estiva campione n° 10575/2004 (ng/m ³)	Rapporto IPA/BaP	Rapporto IPA/BaP- aree urbane*
Benzo(b)fluorantene	0.2	1.0	2.0-14.8
Benzo(k)fluorantene	0.2		
Benzo(a)pirene	0.2		
Indene(1,2,3-cd)pirene	0.9	4.5	0.7-3.9
Dibenzo(a,h)antracene	0.2	1.0	<0.1-<0.8
Benzo(g,h,i)perilene	0.2	1.0	
totale	1.8		

METALLI

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

La loro origine è varia, Cd, Cr, As provengono principalmente dalle industrie minerarie e siderurgiche, Cu e Ni da processi di combustione, Co, Cu, Cr, Zn da materiali cementizi ottenuti con il riciclaggio degli scarti delle industrie siderurgiche e degli inceneritori.

L'effetto dei metalli pesanti sull'organismo umano dipende dalle modalità di assunzione del metallo, nonché dalle quantità assorbite. L'assunzione eccessiva e prolungata di tali sostanze, può provocare danni molteplici a tessuti ed organi. L'avvelenamento da zinco, ad esempio, si manifesta con disturbi al sistema nervoso centrale, anemia, febbre e pancreatite.

Il rame, invece, produce alterazioni della sintesi di emoglobina e del tessuto connettivo osseo oltre a promuovere epatiti, cirrosi e danni renali. L'intossicazione da cobalto provoca un blocco della captazione dello iodio a livello tiroideo con conseguente gozzo da ipotiroidismo, alterazioni delle fibre muscolari cardiache e disturbi neurologici.

Cromo e nichel, infine, sono responsabili, in soggetti predisposti, di dermatiti da contatto e di cancro polmonare. L'enfisema polmonare (per deficit di $\alpha 1$ antitripsina) è la principale manifestazione dell'intossicazione cronica da cadmio cui generalmente si accompagnano danni ai tubuli renali e osteomalacia.

Sia il piombo, che l'arsenico, inoltre, sono responsabili di numerose alterazioni organiche. L'avvelenamento cronico da piombo (saturnismo), ad esempio, è responsabile di anemia emolitica e danni neurologici. Il rischio di intossicazione da piombo è particolarmente grave nei bambini ed è determinato dal danno subclinico (piombemia < 25 mg/dl) con misconoscimento dello stato di intossicazione che può condurre a gravi alterazioni della crasi ematica e a grave ritardo mentale.

Di seguito si riportano informazioni su alcuni dei metalli monitorati :

- Il CADMIO in natura è molto raro e si ritrova generalmente in associazione con lo Zn. Circa 85-90% delle emissioni di cadmio nell'aria deriva da fonti antropogeniche, principalmente dalla fusione e dal raffinamento dei metalli non ferrosi, dalla combustione di combustibile fossile e dall'incenerimento dei rifiuti urbani, mentre la principale fonte naturale sono le emissioni vulcaniche. Globalmente si possono così suddividere:

naturale 9.3%; industria di metallo non ferrosa 20.4%; combustione dell'olio 17.9%; incenerimento residuo 17.5%; industria siderurgica 15.3%; combustione del carbone 13.4%; fabbricazione del cemento 4.4%; ed altri 1.8%. Quest'ultima frazione percentuale è in aumento, vista la richiesta di cadmio per la fabbricazione delle batterie ricaricabili (nichel-cadmio), ed un sempre maggior utilizzo di questo metallo nella fabbricazione di accumulatori energetici, nei componenti elettronici e nell'industria aerospaziale. (Air Quality Guidelines for Europe 2000)

- L'ARSENICO è presente disperso nell'aria in forma sia organica sia inorganica come sale metallico. La fonte naturale principale è l'attività vulcanica, con i contributi secondari dagli essudati da vegetazione.

Come fonti emmissive artificiali oggi si contano la fusione dei metalli, (rame, piombo o l'estrazione dai minerali dell'oro), la combustione della lignite di qualità inferiore e di carbone ricco di arsenico, la produzione dell'arsenuro di gallio nell'industria di microelettronica, le attività di demolizione delle caldaie a petrolio, l'estrazione mineraria del metallo stesso, il fumo di sigaretta ed alcuni prodotti per il trattamento e la conservazione del legno. (Air Quality Guidelines for Europe 2000)

- Il NICHEL è un metallo poco presente sulla crosta terrestre (0.008%), contrariamente al nucleo dove è un componente principale. Per le sue caratteristiche di metallo è utilizzato molto nell'industria dell'acciaio e delle leghe, soprattutto per i componenti elettrici. Nelle nostre case è frequente la presenza sotto forma di lega, (soprattutto nei vari elettrodomestici, ma anche tra i materiali da costruzione). E' molto usato nell'industria della numismatica, in quella aerospaziale e in quella chimica. Sebbene vi siano varie lavorazioni, il 90% del nichel immesso in atmosfera deriva principalmente dai fumi sviluppati nei processi di fusione, di incenerimento dei rifiuti urbani e dal fumo di sigaretta (circa 0.04-0.58 µg di nichel sono liberati con il fumo di una sigaretta). Si è stimato che in media si inalano da 0.1-0.8 µg /giorno di nichel, essendovi una concentrazione di 5-40 ng/m³ in aria ambiente.

Fumare 40 sigarette al giorno può condurre ad un'inalazione di 2-23µg di nichel. La sua pericolosità per le vie respiratorie, dipende dalle dimensioni e dalla solubilità delle particelle che si formano (2.0-0.5 µm) come per gli altri metalli sino a qui visti. (Air Quality Guidelines for Europe 2000)

- Il PIOMBO è un metallo pesante che si presenta in natura, sia come composti inorganici che organici. Le concentrazioni di piombo nell'aria nelle zone industriali e nelle aree urbane con alta densità di traffico sono diminuite costantemente in questi ultimi 15 anni, grazie alla riduzione delle emissioni industriali, all'eliminazione del piombo nella benzina e all'adozione di sistemi di raccolta e riciclaggio delle batterie per auto. Tuttavia il piombo viene ancora utilizzato in medicina, nelle industrie siderurgiche ed in quelle delle vernici speciali. Il tempo di soggiorno delle particelle di Pb nell'aria varia secondo un certo numero di fattori, quali la dimensione delle particelle, le correnti del vento, la pioggia e l'altezza del punto di emissione. (Air Quality Guidelines for Europe 2000)
- Il MANGANESE è un elemento ampiamente distribuito nella crosta terrestre sebbene non si presenti allo stato puro, ma sotto forma di ossidi, carbonati e silicati. Il manganese è usato principalmente nei processi metallurgici, come additivo di deossidazione e desolforizzazione ed in molte leghe metalliche. Inoltre è usato nella produzione delle batterie a secco, nell'industria chimica, del vetro, tessile e del cuoio e come fertilizzante. I residui carbonilici organici di manganese sono usati come additivi inibitori del fumo nell'olio combustibile. Il manganese della crosta terrestre è immesso nell'atmosfera tramite processi naturali, quali l'erosione del terreno da parte dei venti, che trasportano particelle del diametro aerodinamico medio di circa 2,5 μm , e dalla risospensione di particelle minerali e ceneri di combustibili fossili sotto forma di particelle ancor più fini. Il grado dell'assorbimento di manganese per inalazione dipende soprattutto dalla dimensione delle particelle. Le particelle abbastanza piccole possono raggiungere gli alveoli polmonari ed essere assorbite nella circolazione sanguigna. Le particelle grosse tendono ad essere rimosse dalle vie respiratorie tramite azione mucociliari. La solubilità dei composti del manganese incide notevolmente sull'assorbimento tramite le vie respiratorie, ma non è necessariamente l'unico fattore. Infatti in letteratura sono molti i casi contrastanti quest'ultima osservazione. (Air Quality Guidelines for Europe 2000).
- Il RAME è uno dei metalli maggiormente presente in natura. La sua immissione nell'aria deriva principalmente dall'attività industriale, visti i molteplici usi di tale elemento metallico.

DANNI CAUSATI

Tra i metalli che sono stati oggetto di monitoraggio, quelli di maggiore rilevanza sotto il profilo tossicologico sono il nichel, il cadmio, e il piombo. I composti del nichel, del cadmio sono classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo; l'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che, a fronte di una esposizione ad una concentrazione di nichel nell'aria di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'intera vita, quattro persone su diecimila siano a rischio di contrarre il cancro.

Per il piombo è stato evidenziato un ampio spettro di effetti tossici, in quanto tale sostanza interferisce con numerosi sistemi enzimatici.

Dati campagna estiva

I valori rilevati per i metalli nel corso della campagna del mezzo mobile sono stati ottenuti come media del periodo di durata della campagna estiva, mentre il Decreto Ministeriale n. 60 aprile 2002 prevede per il piombo un valore limite annuale per la protezione della salute umana pari a $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Oulx tale limite è rispettato (Tabella 22), per quanto riguarda i metalli previsti nelle linee guida della O.M.S. (cadmio, cromo, piombo, manganese, nichel e arsenico), le concentrazioni rilevate nel Comune sono tipiche di una area urbana per il cadmio, cromo, nichel e arsenico; mentre per il piombo e il manganese di un area remota.

Per il cobalto e lo stagno le concentrazioni osservate sono inferiori al limite di rilevabilità strumentale mentre per il rame non sono previsti limiti dalla legislazione nazionale ed europea.

Tabella 22 : linee guida O.M.S. (Organizzazione Mondiale Della Sanità) e classificazione delle aree urbane, industriali e remote rispetto alle concentrazioni dei metalli espressi come media annuale.

	Cadmio µg/mc	Cromo µg/mc	Piombo µg/mc	Manganese µg/mc	Nichel µg/mc	Arsenico µg/mc	Co µg/mc	Cu µg/mc	Sn µg/mc	Fe µg/mc
Linee Guida	(Nota 3) 0.005 (Nota 2) per effetti renali *	(Nota 3)	0.5 (Nota 2)	0,15 (Nota 2)	(Nota 3)	(Nota 3)	non presente	non presente	non presente	non presente
Concentrazioni tipiche in area urbana	0.001 - 0.01	0.004 -0.07	0.15 - 0.5	0.01 - 0.07	0,001 - 0,01	< 0,03				
Concentrazioni tipiche in area industriale	0.001 - 0.02	0.005 -0.2		0.2 - 0.3 vicino fonderie	0,11 - 0,18	1 vicino fonderie e impianti energetici alimentati a carbone ricco di arsenico				
Concentrazioni tipiche in area remota	0.0001- 0.0005	0 - 0.003	< 0.15	0.01 - 0.03	< 0,001	0,001 - 0,01				

Nota 1: media di 24 ore

Nota 2: media annuale

Nota3: sostanza cancerogena

* limite per evitare l'incremento di Cd nei terreni agricoli

	Cadmio µg/mc	Cromo µg/mc	Piombo µg/mc	Manganese µg/mc	Nichel µg/mc	Arsenico µg/mc	Co µg/mc	Cu µg/mc	Sn µg/mc	Fe µg/mc
Campagna estiva lin Oulx	0.002	< 0.0043	< 0.0043	< 0.0043	< 0.0043	< 0.0021	< 0.0021	0.0110	0.0048	< 0.0215

Conclusioni finali

Nel Comune di Oulx la criticità principale è rappresentata dai parametri PM10 e dall'ozono.

Per quanto riguarda il PM10, si sono verificati (nel periodo estivo) 1 superamento del livello giornaliero di protezione della salute (pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), su 46 giorni di campionamento validi, in una stagione, quale quella di estiva, che dovrebbe essere la meno critica dell'anno, per le condizioni meteorologiche che influenzano direttamente il parametro.

Infatti nel periodo invernale la situazione è peggiorata e si sono verificati 14 superamenti del livello giornaliero di protezione della salute (pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) su 29 giorni, pari all' 48 % dei valori validi.

Per l'ozono si sono registrati nel periodo estivo 99 superamenti (in 15 giorni) del livello di protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata come media trascinata sulle 8 ore) e 7 superamenti del livello d'informazione (pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria), nella campagna invernale non vi sono stati superamenti).

Per quanto riguarda gli altri inquinanti non ci sono stati superamenti dei limiti.

I tecnici della qualità dell'aria

Giacomo Castrogiovanni

dott.ssa Marilena Maringo

ing. Milena Sacco

Il Responsabile della SS 06.02
Dott. Carlo Bussi

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

• **Biossido di zolfo** **DASIBI 4108**

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO₂ nell'aria ambiente.

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

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

Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO_x.

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

• **Ozono** **MONITOR EUROPE ML 9810B**

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O₃ nell'aria ambiente.

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

• **Monossido di carbonio** **DASIBI 3008**

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 totale sospeso** **KIMOTO 186**

Analizzatore ad assorbimento raggi β con sorgente a minima intensità di radiazione (100 μCi); campionamento delle particelle sospese totali in aria ambiente, con sonda di prelievo protetta dal vento.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 5000 μg/m³;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 10 μg/m³.

• **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** **LASTEM**

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

• **Benzene, Toluene, Xileni** **SINTECH SPECTRAS CG 855 serie 600**

Gasromatografo con doppia colonna, sistema di rilevazione PID (fotoionizzazione)

- ✓ Campo di misura benzene: $0 \div 324 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- ✓ Campo di misura toluene: $0 \div 766 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- ✓ Campo di misura xileni : $0 \div 442 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- ✓ Campo di misura etilbenzene : $0 \div 441 \mu\text{g}/\text{m}^3$;