

**STRUTTURA COMPLESSA 06 “Dipartimento Provinciale della Provincia di Torino”
Struttura Semplice 06.02 “Attività di Produzione”**

**OGGETTO: CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA CON
UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE DI BARDONECCHIA - SITI
AUTOSTRADA E LAGHETTO CAMPO SMITH (GIUGNO LUGLIO 2008)**



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Giacomo Castrogiovanni	Data:	Firma:
Verifica	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. 06.02 Nome: dott. Francesco Lollobrigida	Data:	Firma:
Approvazione	Funzione: Responsabile S.S. 06.02 Nome: dott. Carlo Bussi	Data:	Firma:

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 del Gruppo di Lavoro di "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" nel Dipartimento di Torino di Arpa Piemonte, sig. Giacomo Castrogiovanni, dott.a Marilena Maringo, ing. Milena Sacco, sig. Francesco Romeo, dott. Marco Pace, coordinati dal Dirigente con incarico professionale Dott. Francesco Lollobrida

Le determinazioni analitiche sono state effettuate dal Laboratorio Strumentale di Gascromatografica / HPLC - Assorbimento Atomico / I.C.P. della SC 02 di Arpa Piemonte.

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

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	4
<i>L'aria e i suoi inquinanti.....</i>	<i>5</i>
<i>Il Laboratorio Mobile</i>	<i>7</i>
<i>Il quadro normativo</i>	<i>7</i>
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	10
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	<i>11</i>
<i>Elaborazione dati meteorologici</i>	<i>13</i>
Elaborazioni dei dati relativi agli inquinanti atmosferici.....	28
Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge	28
Giorno medio.....	28
Biossido di zolfo	30
Monossido di carbonio	35
Ossidi di azoto.....	36
Ozono.....	48
Benzene e Toluene	59
Particolato Sospeso (PM10).....	66
CONCLUSIONI	70
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	71

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 2007", elaborata congiuntamente dal Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino e da Arpa, ed inviata a tutte le Amministrazioni comunali della Provincia.

Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

Tabella 1

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

 = fonti primarie
 = fonti secondarie

Il Laboratorio Mobile

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

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

Il laboratorio mobile della Provincia di Torino è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di campionatori di particolato atmosferico PM10, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

Il quadro normativo

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

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 351/99 ed attuata, per i valori limite di alcuni inquinanti, dal D.M. 60/2002 e dal D. Lgs 183/2004. 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, il biossido di azoto e l'ozono superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute a adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

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

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

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 2007".

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

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Obiettivi della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Bardonecchia, promossa dalla Provincia di Torino in collaborazione con Arpa Piemonte Dipartimento Provinciale della Provincia di Torino, è stata finalizzata al controllo della qualità dell'aria, in seguito alla richiesta del Comune (Vs. Protocollo n°. 4751 del 8-04-2008, Ns. protocollo n° 42696 del 10-04-2008) in cui è stato richiesto di effettuare una campagna di monitoraggio d'inquinamento dell'aria nel Comune di Bardonecchia in due siti. Che erano già stati oggetti di precedenti misure di qualità dell'aria

Nel corso del sopralluogo preliminare alla realizzazione della campagna di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico sono stati confermati come idonei al posizionamento della stazione mobile i seguenti siti:

Sito autostrada *Via Germano Sommeiller adiacente all'imbocco tunnel ferroviario.*

Sito laghetto campo Smith *Via Mallen (Area Comunale Laghetto).*

In Figura 1 è riportata sulla cartografia del Comune di Bardonecchia l'indicazione dei siti nel quale è stato posizionato il Laboratorio Mobile nel corso delle campagne di monitoraggio.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso delle campagne effettuate con i Laboratori Mobili non permettono di effettuare una trattazione in termini statistici in riferimento ai valori limite previsti dalla normativa per la qualità dell'aria, secondo la quale (allegato X DM 60/2002, allegato VII D Lgs 183/2004) un monitoraggio mediante misurazione in continuo deve garantire una copertura temporale su base annuale del 90%, attuabile solo mediante il posizionamento di stazioni fisse.

I dati presentati forniscono quindi unicamente un quadro generale della situazione di inquinamento atmosferico del sito in esame; il confronto con i dati rilevati negli stessi periodi delle campagne dalle stazioni fisse della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria permette inoltre di effettuare considerazioni di tipo comparativo.

Alla luce di quanto esposto sopra il servizio scrivente ripeterà i campionamenti con un monitoraggio in condizioni stagionali diverse presumibilmente nel periodo gennaio-febbraio 2009. La campagna estiva è stata condotta nel sito autostrada tra il **18 giugno e il 7 luglio 2008** (20 giorni) nel sito laghetto campo Smith tra il **9 e il 28 luglio 2008** (20 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.

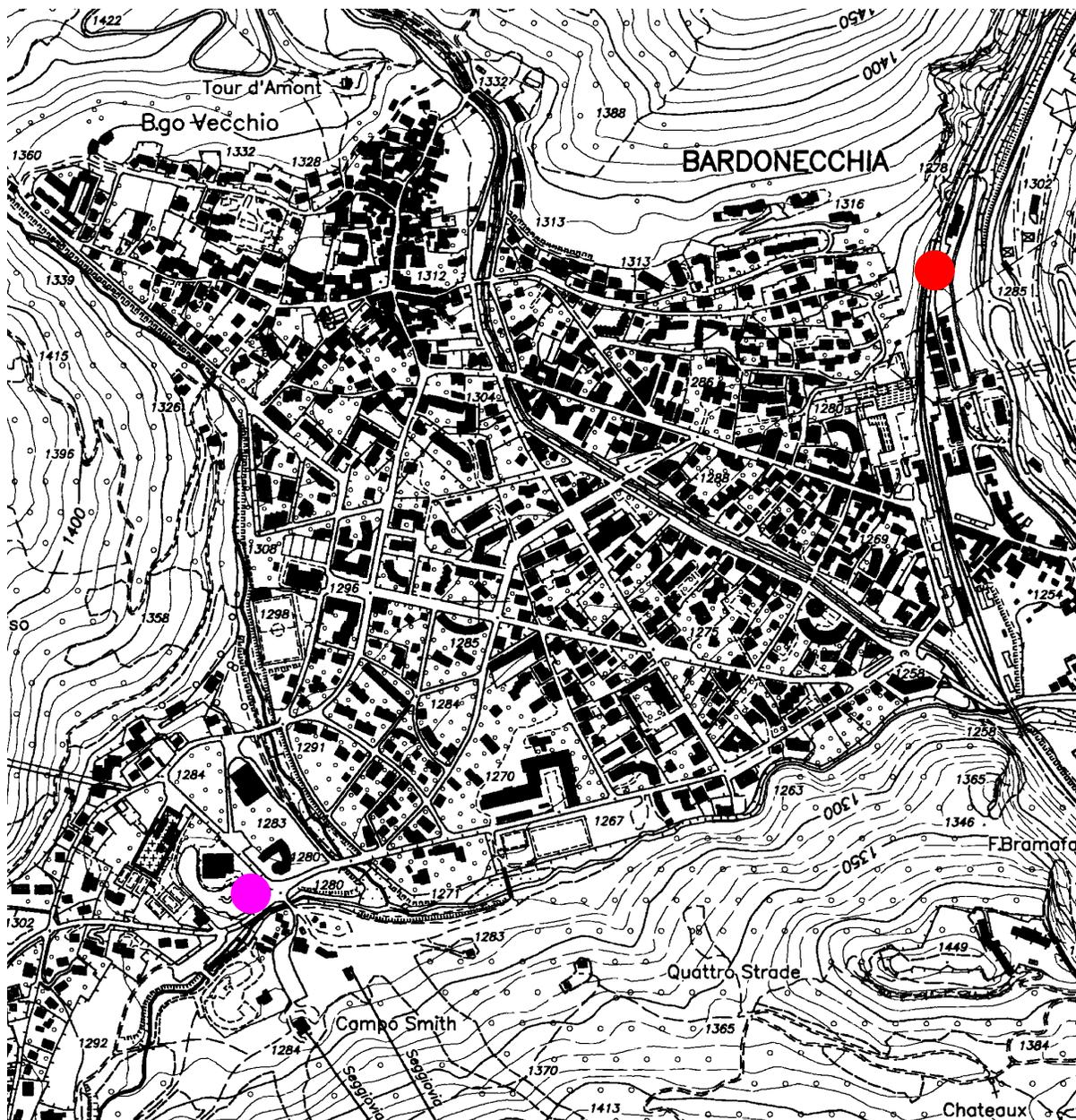
Figura 1- Postazione di monitoraggio del Laboratorio Mobile



= sito autostrada



= sito laghetto campo Smith



Elaborazione dati meteorologici

In questo paragrafo vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante i periodi di monitoraggio :valori di minimo, massimo e medio delle medie orarie registrate in Bardonecchia sito **autostrada** (Tabella 4, Tabella 5, Tabella 6, Tabella 7, Tabella 8, Tabella 9).

**dati meteorologici registrati nel periodo
(18/06/08 - 7/07/08)**

Tabella 4 Parametro: Temperatura aria (gradi centigradi)

Minima media giornaliera	14.3
Massima media giornaliera	20.0
Media delle medie giornaliere	17.5
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
Media dei valori orari	17.5
Massima media oraria	26.4
Ore valide	456
Percentuale ore valide	95%

Tabella 5: Parametro: Velocità Vento (metri/secondo)

Minima media giornaliera	0.9
Massima media giornaliera	1.7
Media delle medie giornaliere	1.3
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
Media dei valori orari	1.4
Massima media oraria	3.6
Ore valide	455
Percentuale ore valide	95%

Tabella 6: Parametro: Umidità Relativa (percentuale)

Minima media giornaliera	45
Massima media giornaliera	80
Media delle medie giornaliere	64
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
Media dei valori orari	65
Massima media oraria	95.4
Ore valide	456
Percentuale ore valide	95%

Tabella 7: Parametro: Pressione (mbar)

Minima media giornaliera	869
Massima media giornaliera	881
Media delle medie giornaliere	876
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
Media dei valori orari	876
Massima media oraria	882
Ore valide	456
Percentuale ore valide	95%

Tabella 8: Radiazione Solare Globale (W/m²)

Minima media giornaliera	102
Massima media giornaliera	346
Media delle medie giornaliere	293
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
Media dei valori orari	294
Massima media oraria	981
Ore valide	456
Percentuale ore valide	95%

Tabella 9: Radiazione Solare Netta (W/m²)

Minima media giornaliera	21
Massima media giornaliera	147
Media delle medie giornaliere	119
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
Media dei valori orari	120
Massima media oraria	531
Ore valide	456
Percentuale ore valide	95%

In questo paragrafo vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante i periodi di monitoraggio :valori di minimo, massimo e medio delle medie orarie registrate in Bardonecchia sito **laghetto campo Smith** (Tabella 10 Tabella 11 Tabella 12, Tabella 13, Tabella 14 , Tabella 15).

**dati meteorologici registrati nel periodo
 (09/07/08 - 28/07/08)**

Tabella 10: Parametro: Pressione (mbar)

Minima media giornaliera	872
Massima media giornaliera	883
Media delle medie giornaliere	875
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	875
Massima media oraria	884
Ore valide	310
Percentuale ore valide	65%

Tabella 11: Radiazione Solare Globale (W/m²)

Minima media giornaliera	71
Massima media giornaliera	306
Media delle medie giornaliere	260
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	273
Massima media oraria	882
Ore valide	310
Percentuale ore valide	65%

Tabella 12: Radiazione Solare Netta (W/m²)

Minima media giornaliera	12
Massima media giornaliera	117
Media delle medie giornaliere	96
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	108
Massima media oraria	597
Ore valide	310
Percentuale ore valide	65%

Tabella 13 Parametro: Temperatura aria (gradi centigradi)

Minima media giornaliera	13.1
Massima media giornaliera	16.6
Media delle medie giornaliere	14.6
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	14.9
Massima media oraria	24.1
Ore valide	309
Percentuale ore valide	64%

Tabella 14: Parametro: Velocità Vento (metri/secondo)

Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	1.8
Media delle medie giornaliere	1.2
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	1.1
Massima media oraria	4.7
Ore valide	309
Percentuale ore valide	64%

Tabella 15: Parametro: Umidità Relativa (percentuale)

Minima media giornaliera	49
Massima media giornaliera	83
Media delle medie giornaliere	60
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	60
Massima media oraria	93
Ore valide	309
Percentuale ore valide	64%

Elaborazione grafica dei dati meteorologici registrati nel periodo (18/06/08 - 3/07/08)
Sito autostrada

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

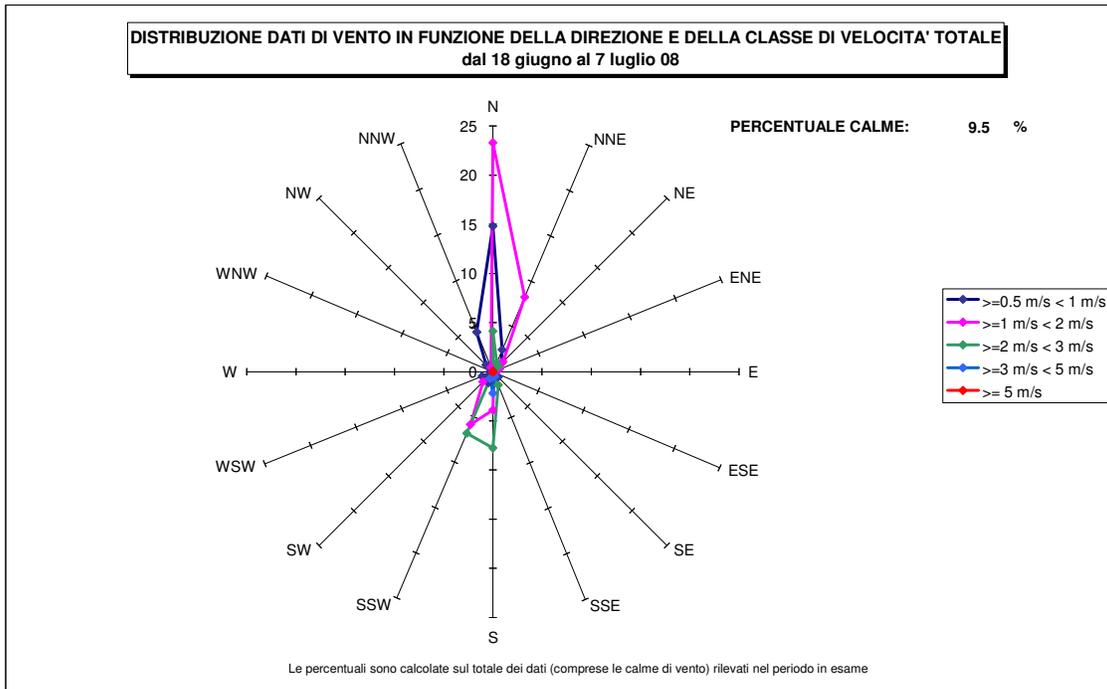


Figura 3: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità diurna

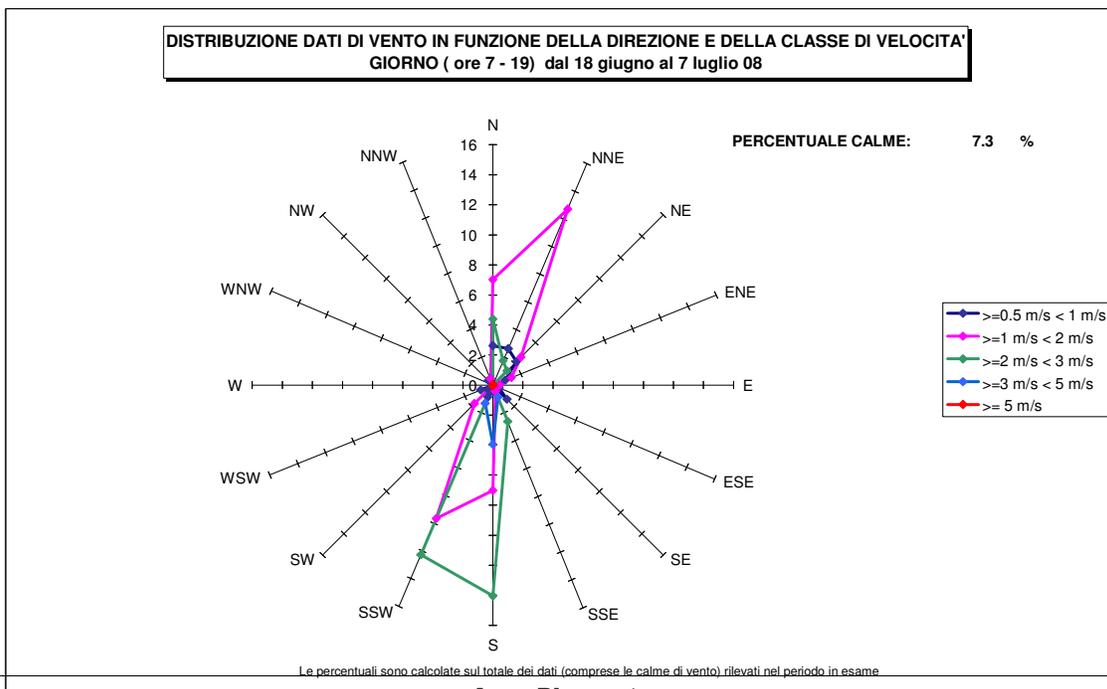


Figura 4: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità notturna

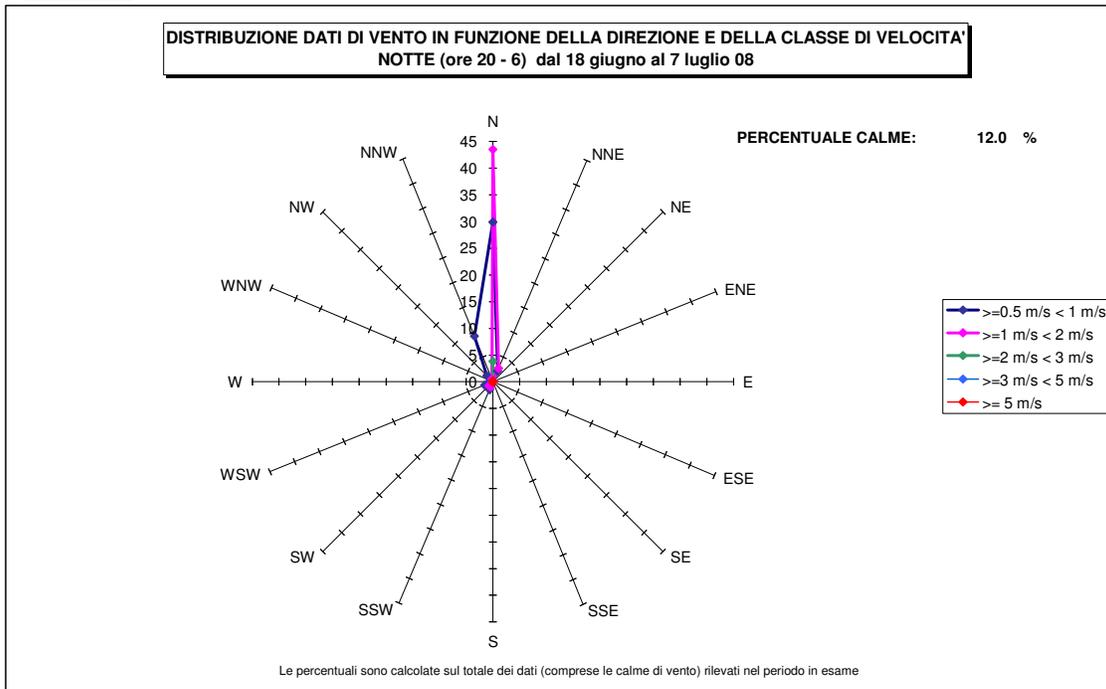


Figura 5: Parametro Velocità Vento

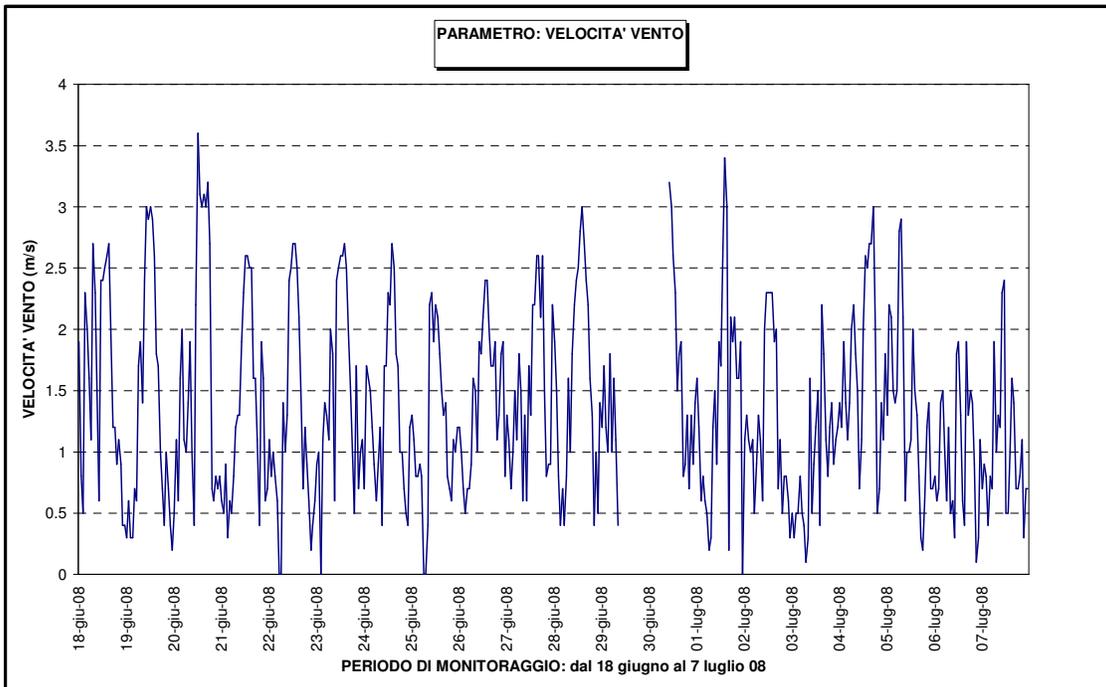


Figura 6: Pressione Atmosferica

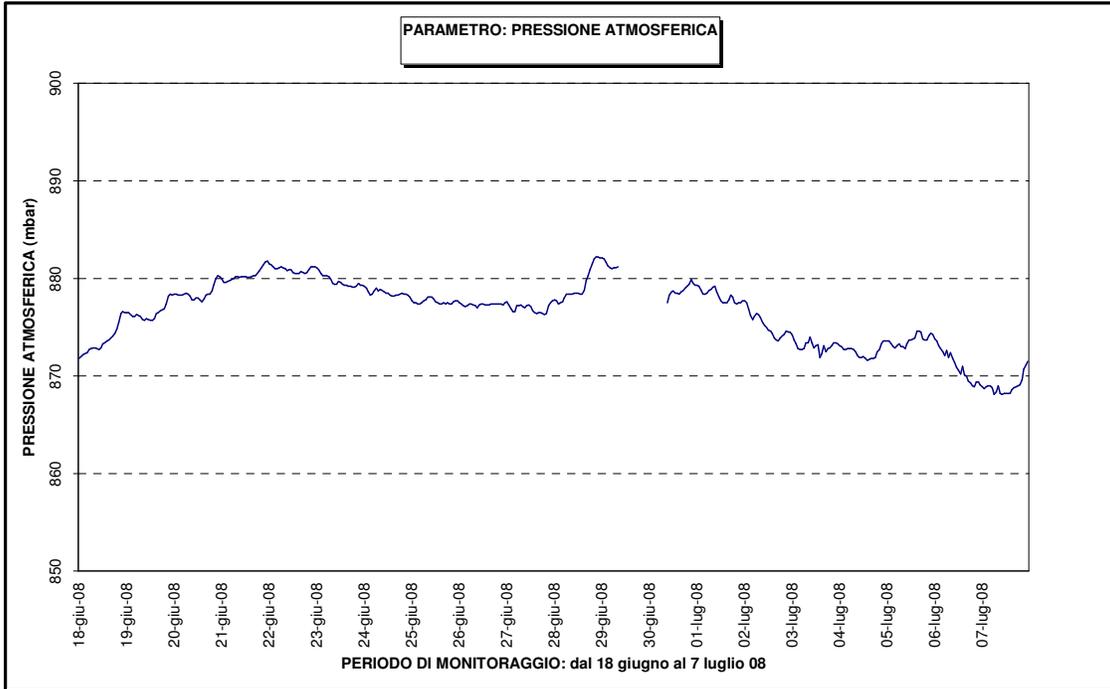


Figura 7: Umidità Relativa

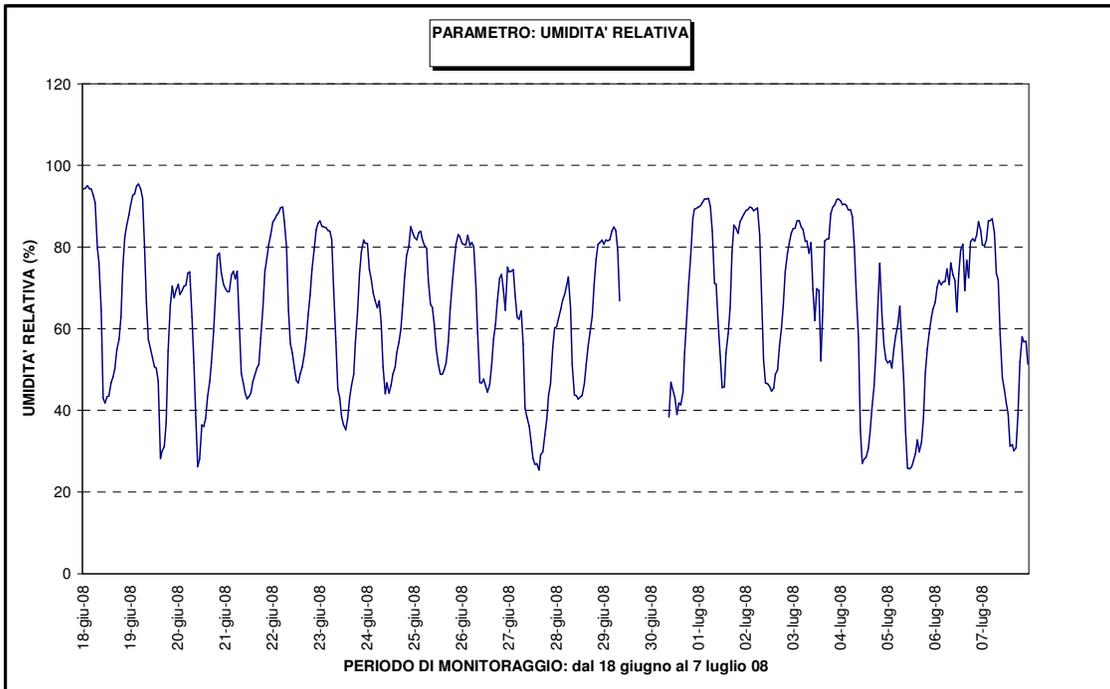


Figura 8: Temperatura aria

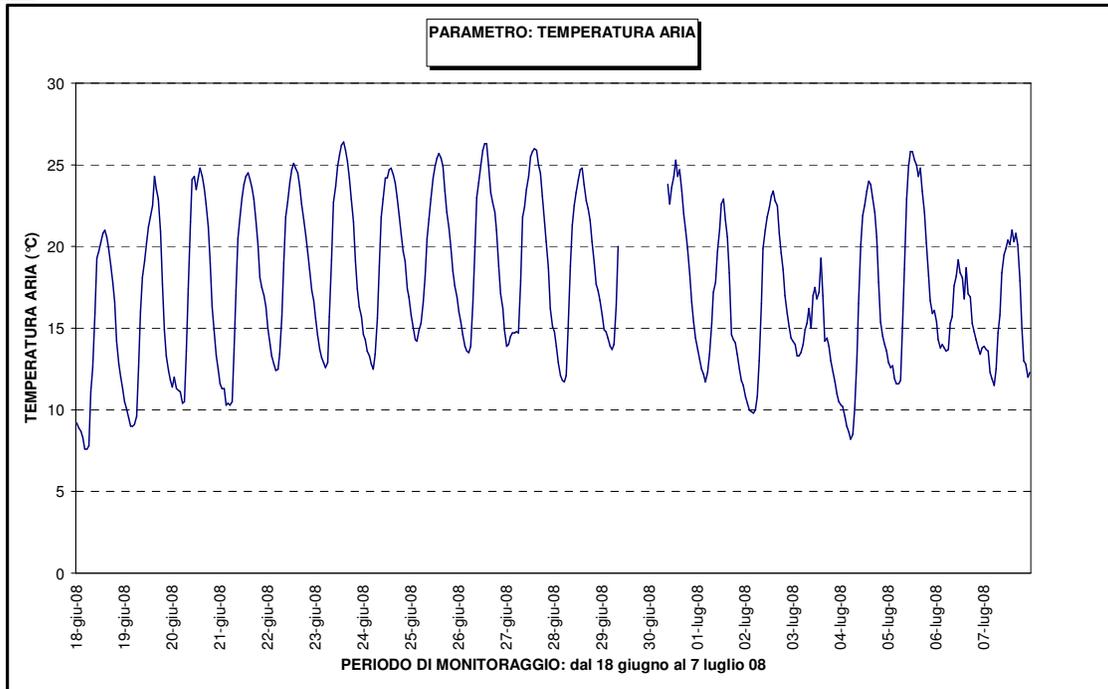


Figura 9: Radiazione Solare Globale

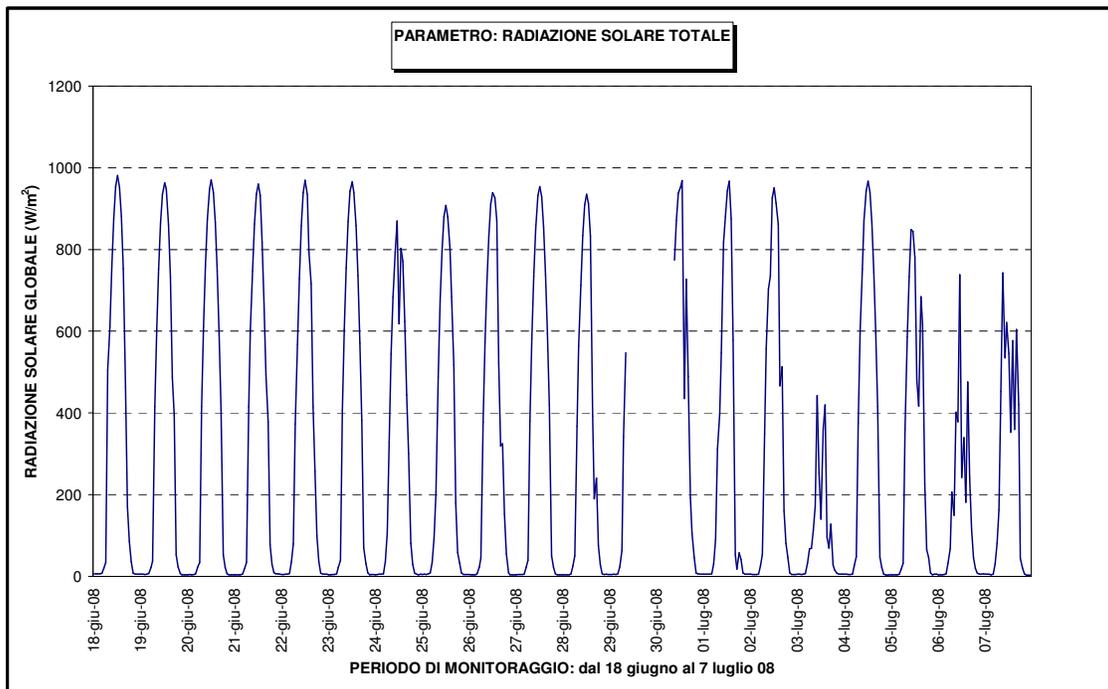
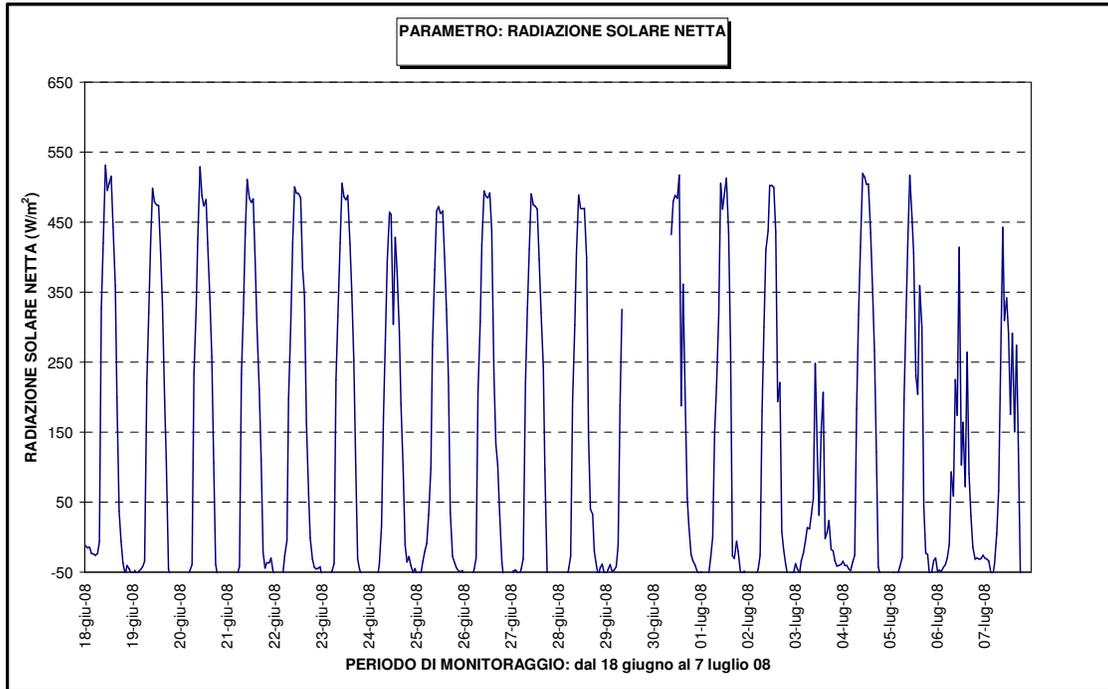


Figura 10: Radiazione Solare Netta



Elaborazione grafica dei dati meteorologici registrati nel periodo (09/07/08 - 28/07/08)
Sito laghetto campo Smith

Figura 11: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale

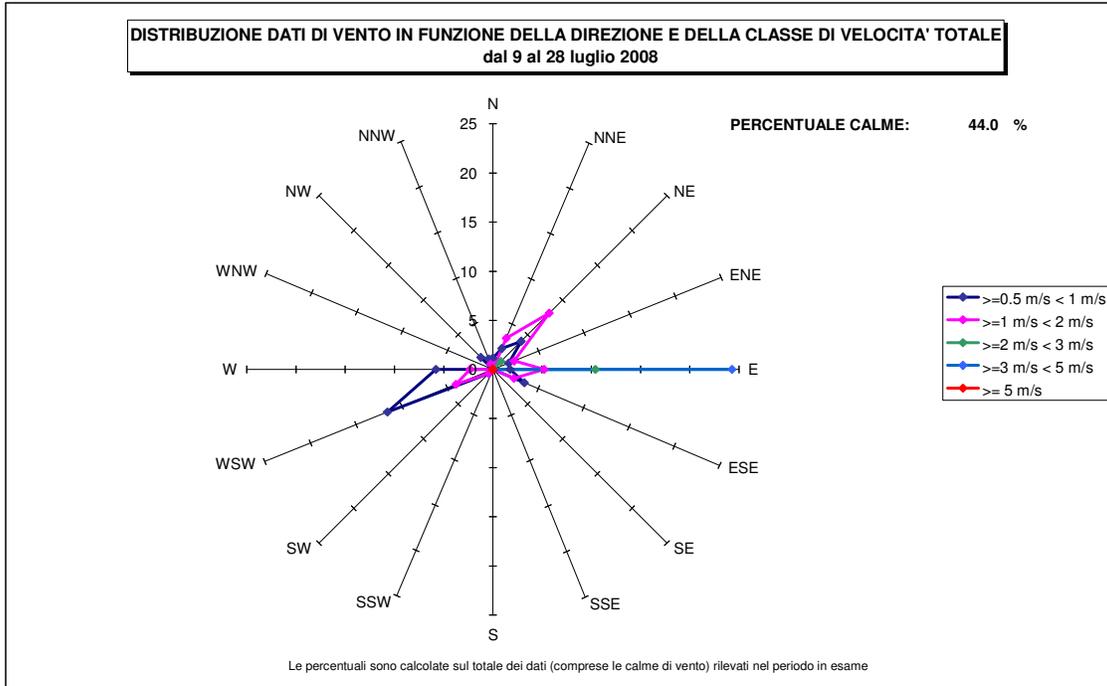


Figura 12: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità diurna

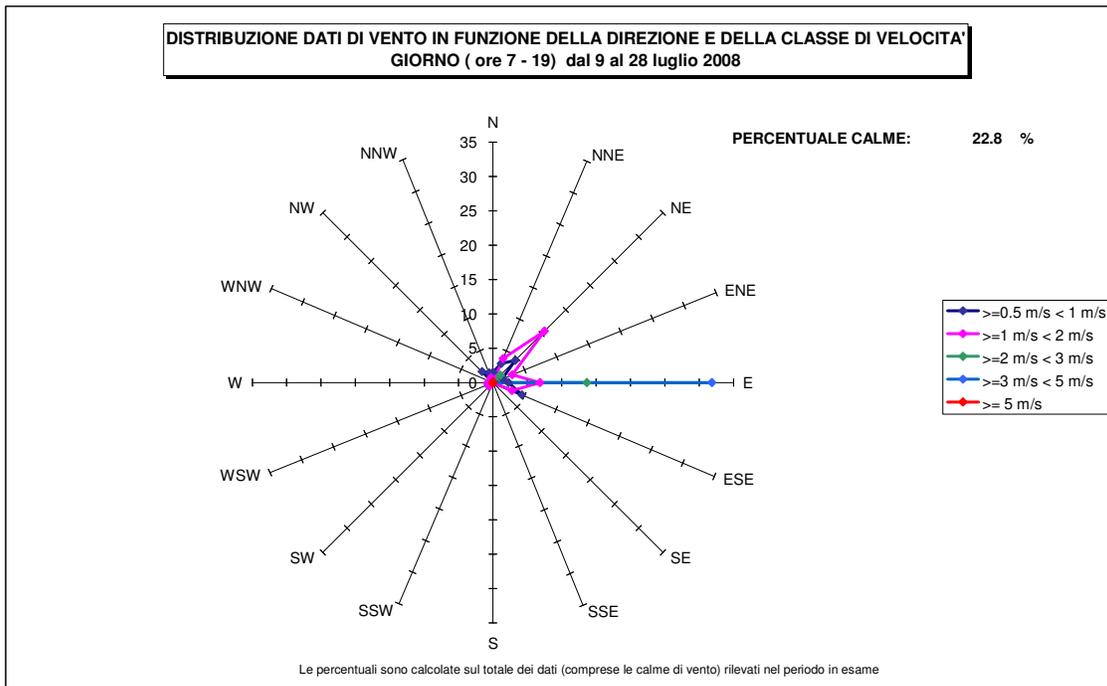


Figura 13: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità notturna

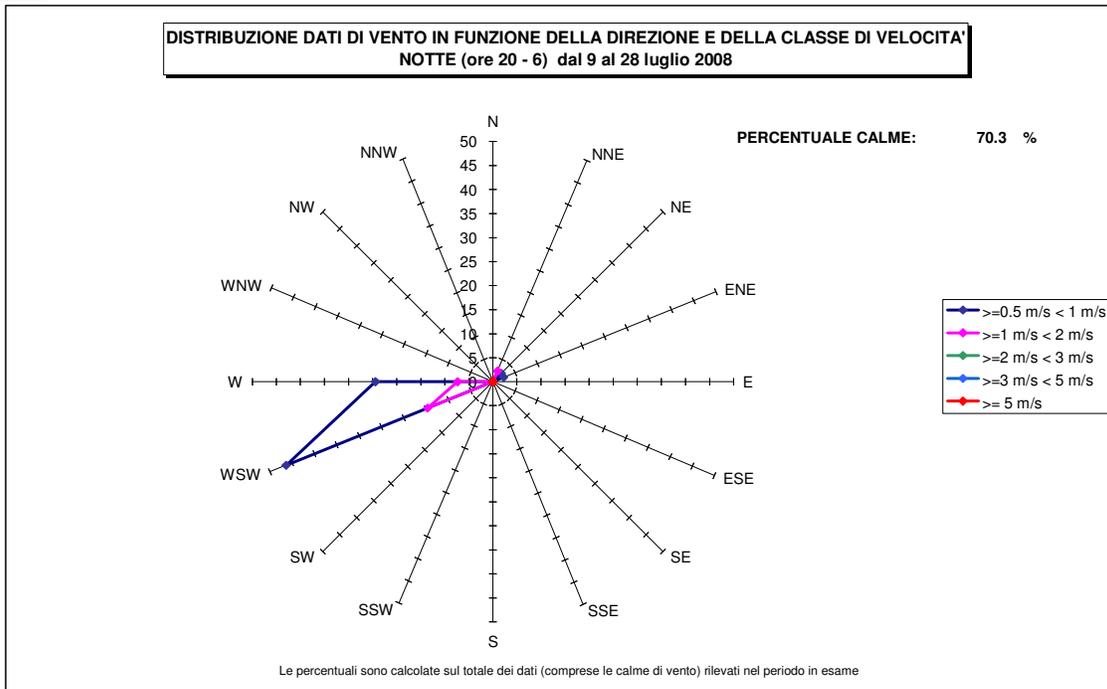


Figura 14: Parametro Velocità Vento

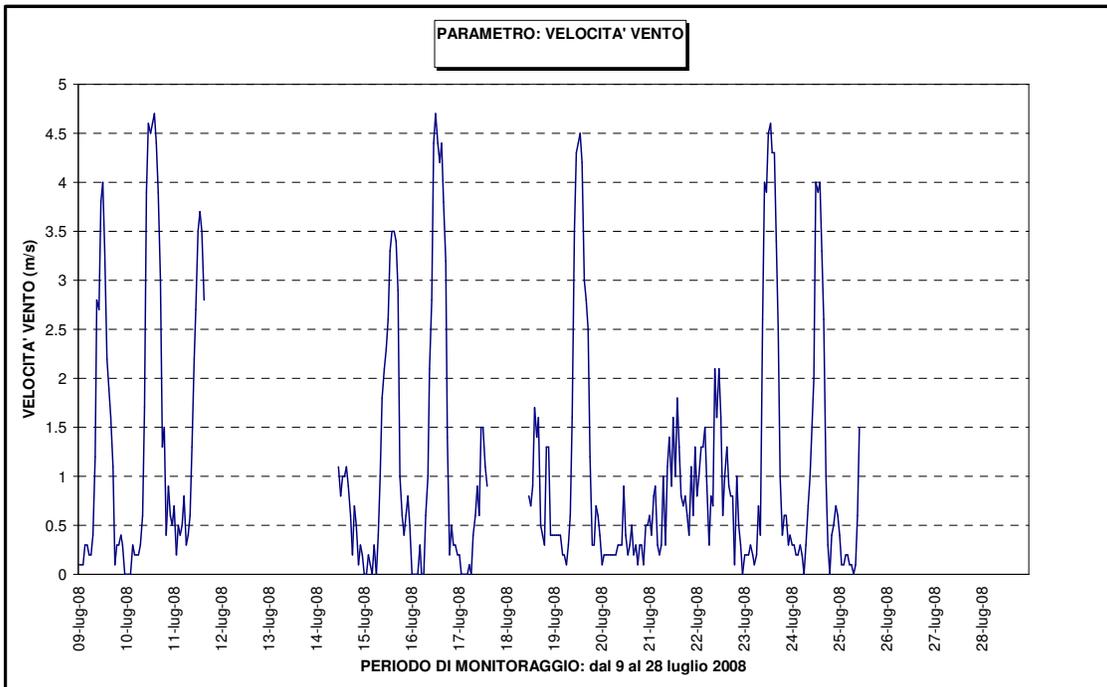


Figura 15: Pressione Atmosferica

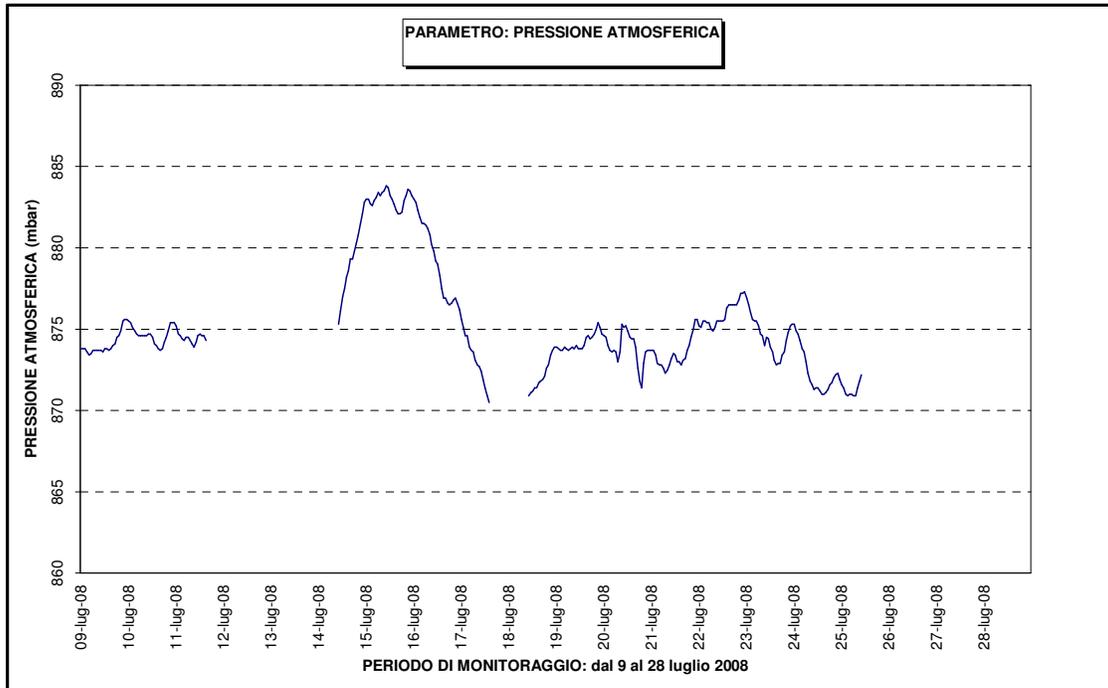


Figura 16: Umidità Relativa

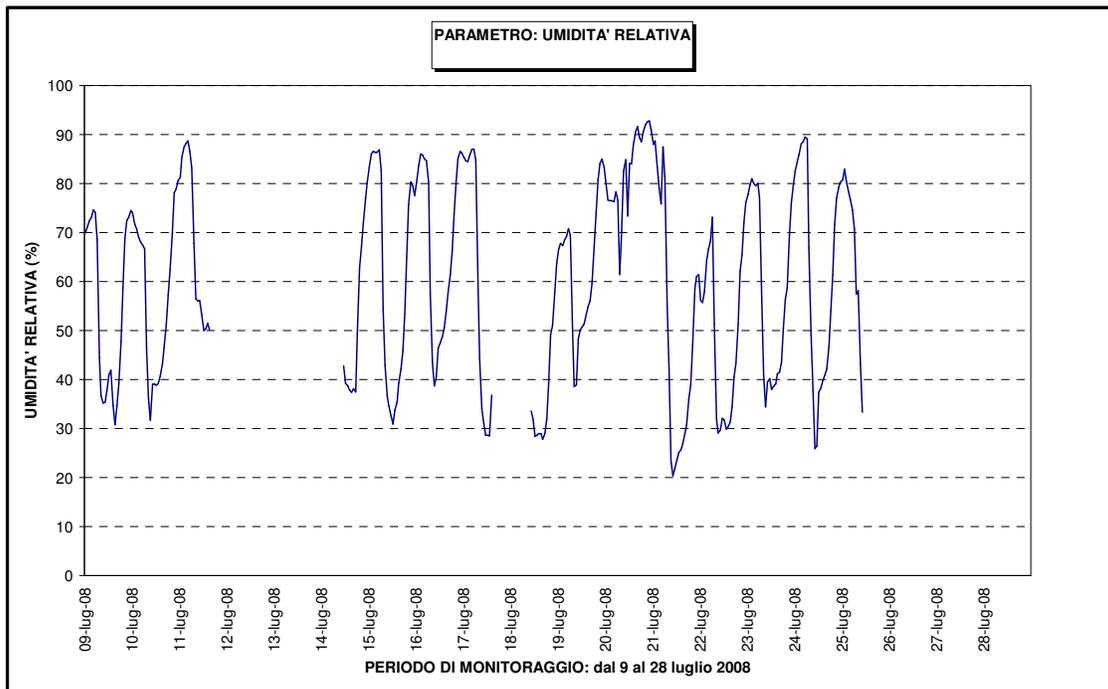


Figura 17: Temperatura aria

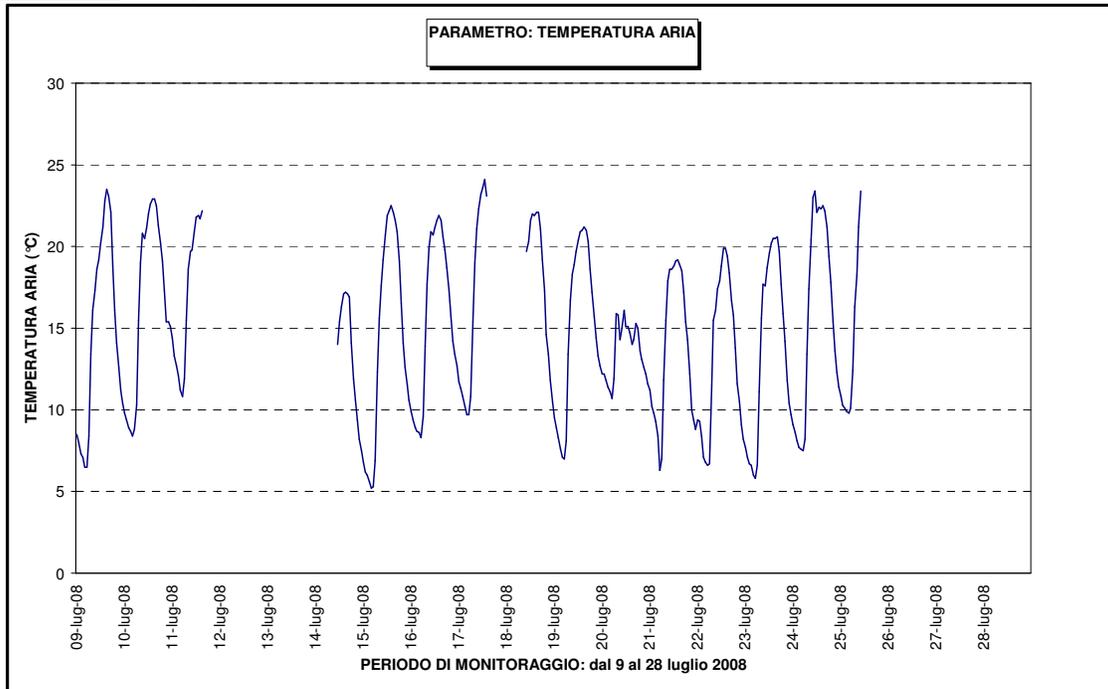


Figura 18: Radiazione Solare Globale

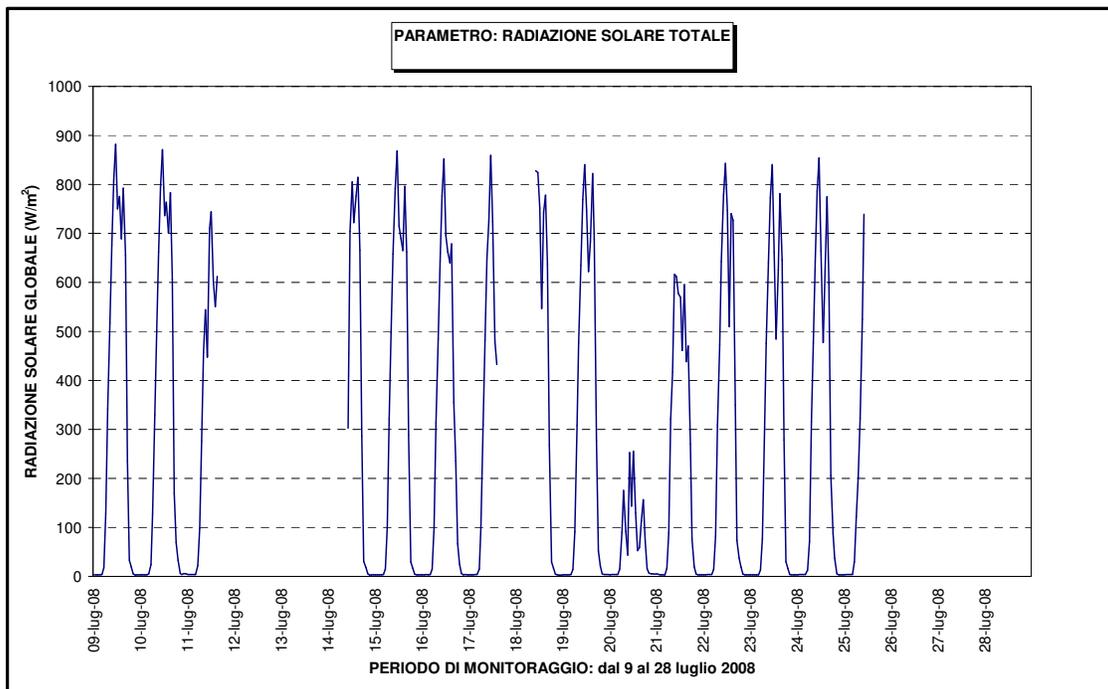
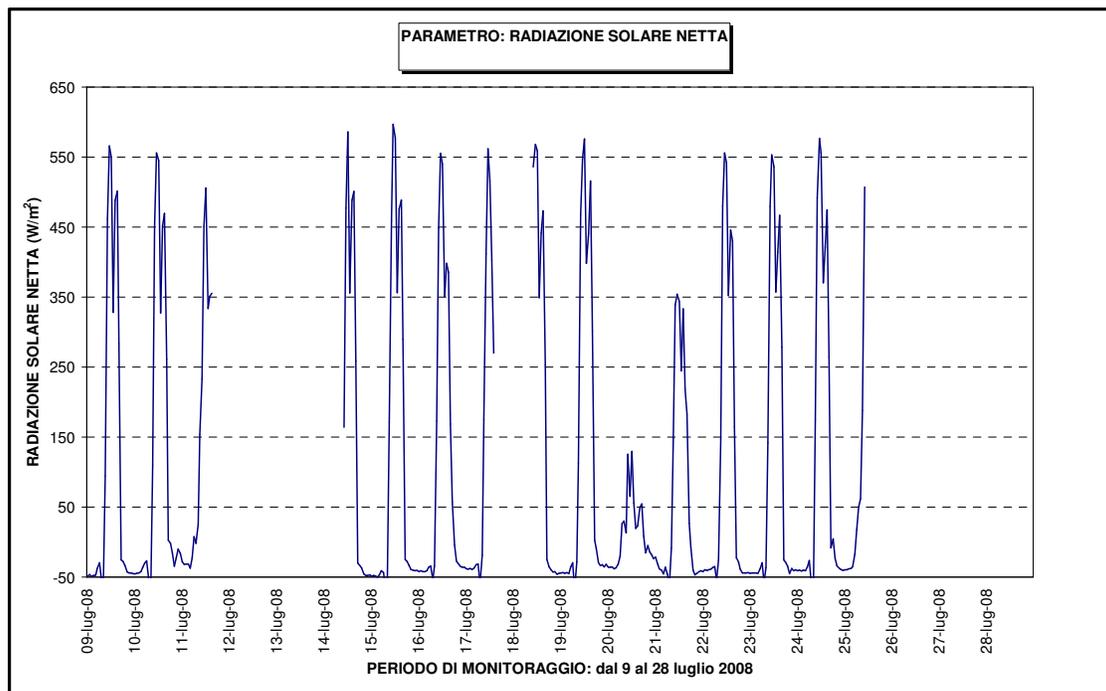


Figura 19: Radiazione Solare Netta



Il regime di vento di Bardonecchia è influenzato nelle sue componenti direzionali dalla presenza della valle di Rochemolles e della valle di Fosse, le quali come ogni valle montana, sono caratterizzate da un regime del vento caratteristico con ciclo giornaliero, il fenomeno dà origine alla brezza di valle e alla 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.

La situazione sopra descritta è comprovata nella campagna di monitoraggio di Bardonecchia sito autostrada con i grafici di velocità del vento [Figura 5](#) e [Figura 2](#): in questi

due grafici è evidente la ciclicità diurna e notturna dei due parametri, in particolare la Figura 2 (Rosa dei venti totale), evidenzia come il vento abbia due direzioni dominanti dovuta alla presenza della valle di Rochemolles, durante il giorno da sud – sud – ovest e con una componente di minore intensità (classe di velocità da 1 a 2 m/s) da nord – nord est. La notte il vento spira da nord.

Nel sito laghetto campo Smith l'intensità e la direzione del vento sono influenzate dalla vicina valle di Fosse, con i grafici di Figura 11 e Figura 14 si osserva che la direzione del vento durante il giorno è da est e in misura minore da nord est , durante la notte il vento spira da ovest sud ovest e da ovest..

I valori di velocità del vento riportati in Tabella 5 indicano che la massima media oraria registrata nel comune di Bardonecchia sito autostrada è di 3,6 m/s e la media dei valori orari è di 1,4 m/s .

Con la Tabella 14 osserviamo che nel sito del laghetto campo Smith la massima media oraria della velocità del vento è stata di 4,7 m/s e la media dei valori orari di 1,1 m/s .

Elaborazioni dei dati relativi agli inquinanti atmosferici

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 Bardonecchia .

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

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento di Torino (Attività Istituzionali di Produzione) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all'indirizzo: <http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/datiarea2.htm> a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, 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.

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 Bardonecchia si osservano concentrazioni di biossido di zolfo molto contenute; infatti durante la campagna di rilevamento i valori orari sono di alcuni µg/m³, il massimo valore giornaliero sia nel sito autostrada che nel sito laghetto campo Smith è pari a 2 µg/m³ (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), che corrisponde al 2,5 % del limite giornaliero per la protezione della salute (125 µg/m³). Il valore massimo orario è pari a 10 µg/m³ nel sito autostrada e 3 µg/m³ nel sito laghetto quindi ben al di sotto del livello orario per la protezione della salute di 350 µg/m³. Dai dati riportati in [Figura 20](#) e [Figura 21](#) e [Tabella 16](#) e [Tabella 17](#) si osserva il non superamento dei limiti previsti dalla normativa.

Notiamo dal confronto dei giorni medi per l'SO₂ che nel sito autostrada vi è un innalzamento dei valori dalle ore 15 alle ore 18 innalzamento riscontrato su tutti i parametri da traffico veicolare monitorati.

Si può concludere che questo parametro non mostra alcuna criticità, poiché le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi e le concentrazioni di 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 16: Parametro: Biossido di Zolfo sito autostrada (microgrammi/ metro cubo)

SO₂	Est.
Minima media giornaliera	1
Massima media giornaliera	2
Media delle medie giornaliere	2
Giorni validi	17
Percentuale giorni validi	85%
Media dei valori orari	2
Massima media oraria	10
Ore valide	447
Percentuale ore valide	93%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0

Tabella 17: Parametro: Biossido di Zolfo sito laghetto campo Smith (microgrammi/ metro cubo)

SO₂	Esti.
Minima media giornaliera	1
Massima media giornaliera	2
Media delle medie giornaliere	2
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	2
Massima media oraria	3
Ore valide	308
Percentuale ore valide	64%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0

Figura 20: SO₂ sito autostrada confronto con il livello di protezione della salute (media giornaliera)

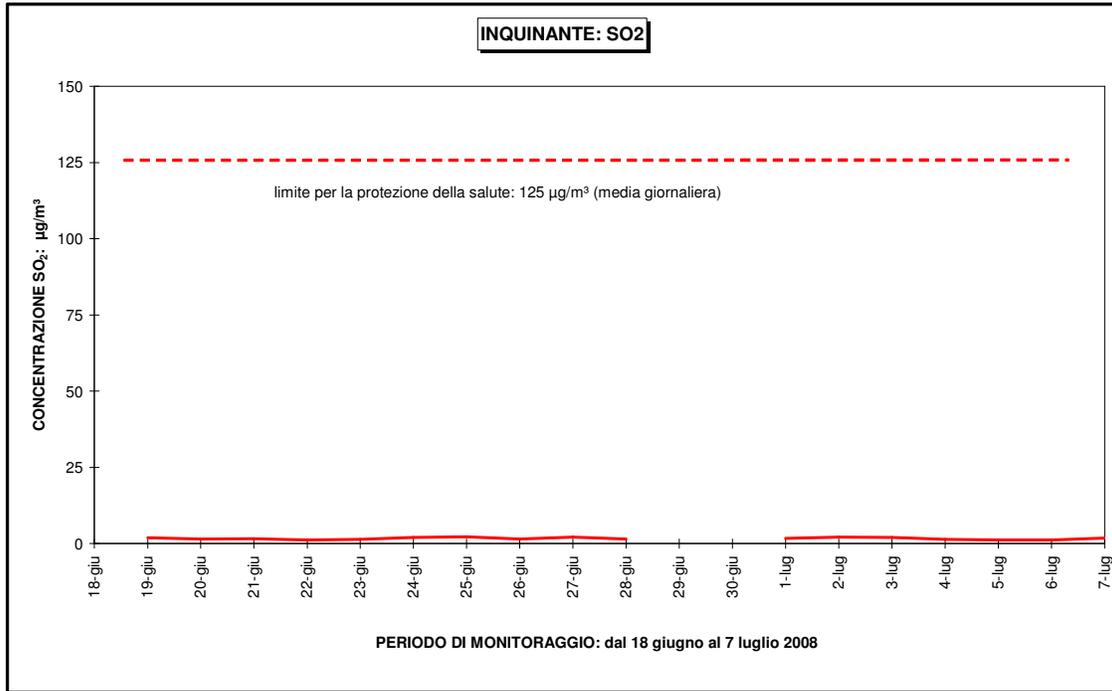


Figura 21: SO₂ sito laghetto confronto con il livello di protezione della salute (media giornaliera)

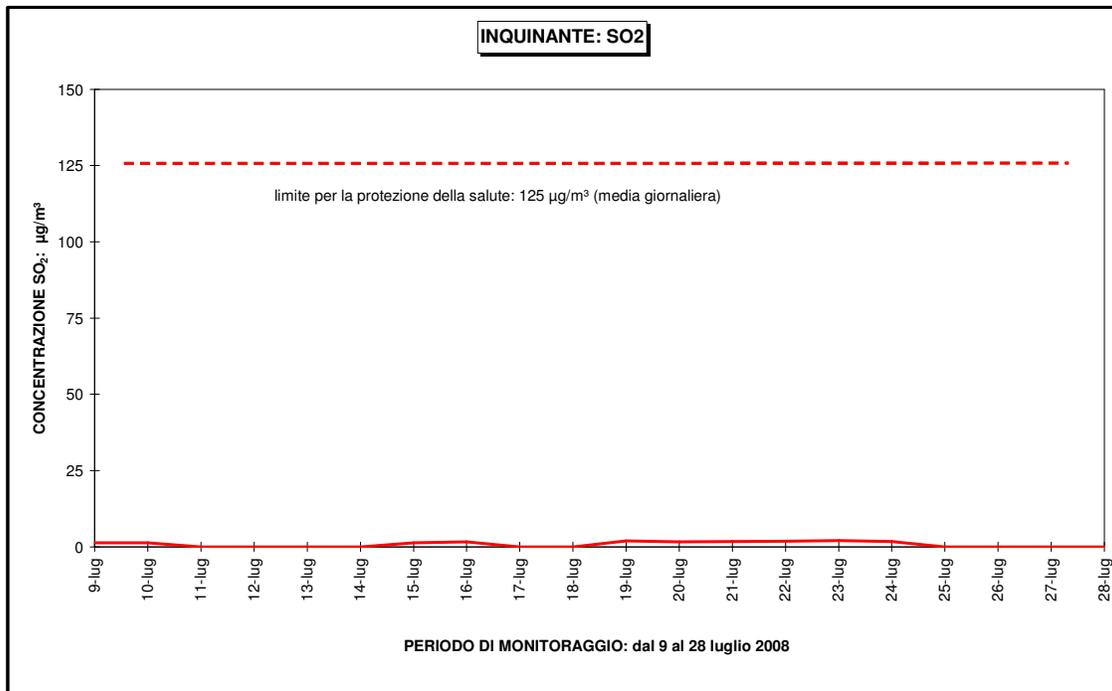


Figura 22: SO₂ sito autostrada andamento medie orarie e confronto con i dati delle centraline di rilevamento della qualità dell'aria di Druento "La Mandria" e Torino in via della Consolata.

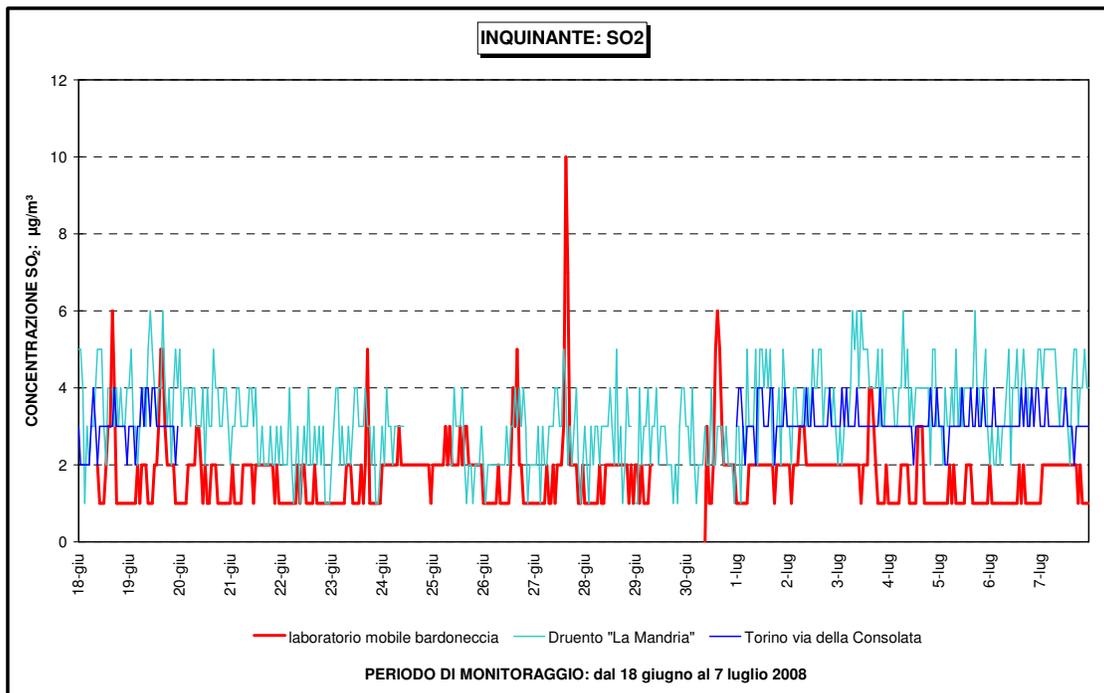


Figura 23: SO₂ sito laghetto andamento medie orarie e confronto con i dati delle centraline di rilevamento della qualità dell'aria di Druento "La Mandria" e Torino in via della Consolata.

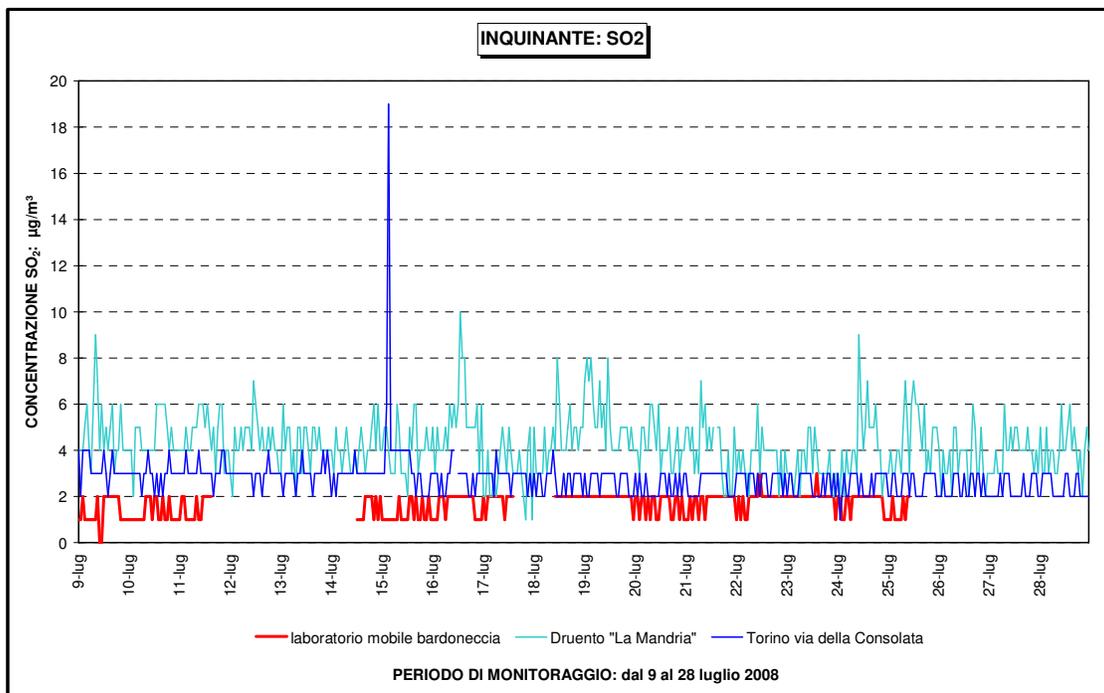


Figura 24: sito autostrada SO₂ giorno medio confronto con i dati delle centraline di rilevamento della qualità dell'aria di Druento "La Mandria" e Torino in via della Consolata.

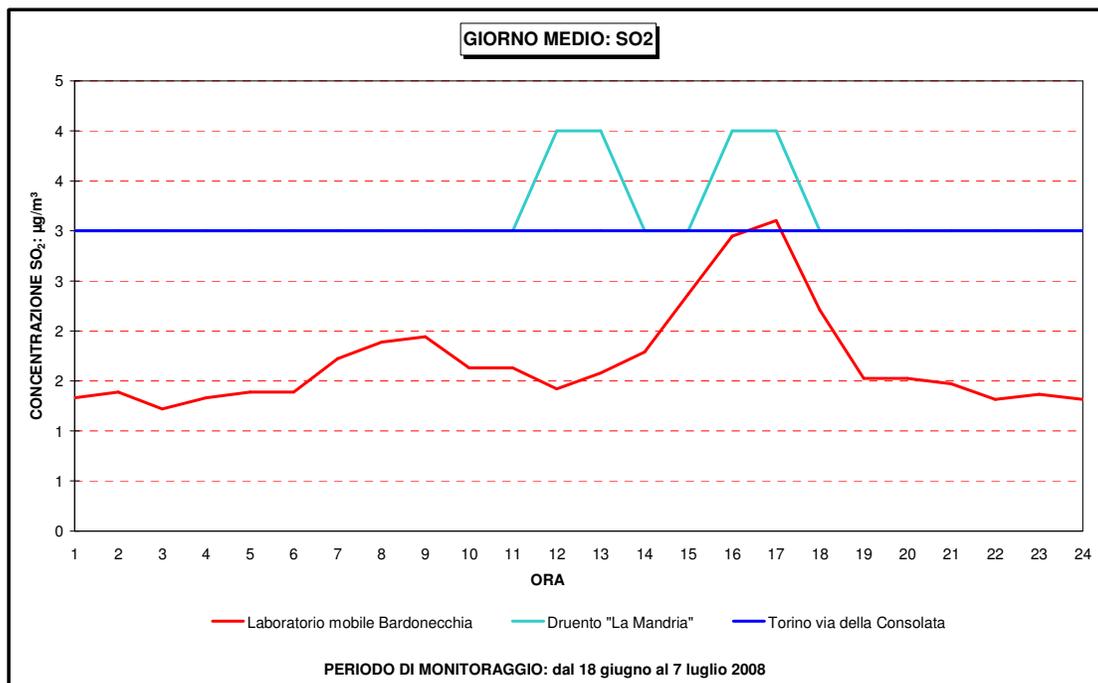
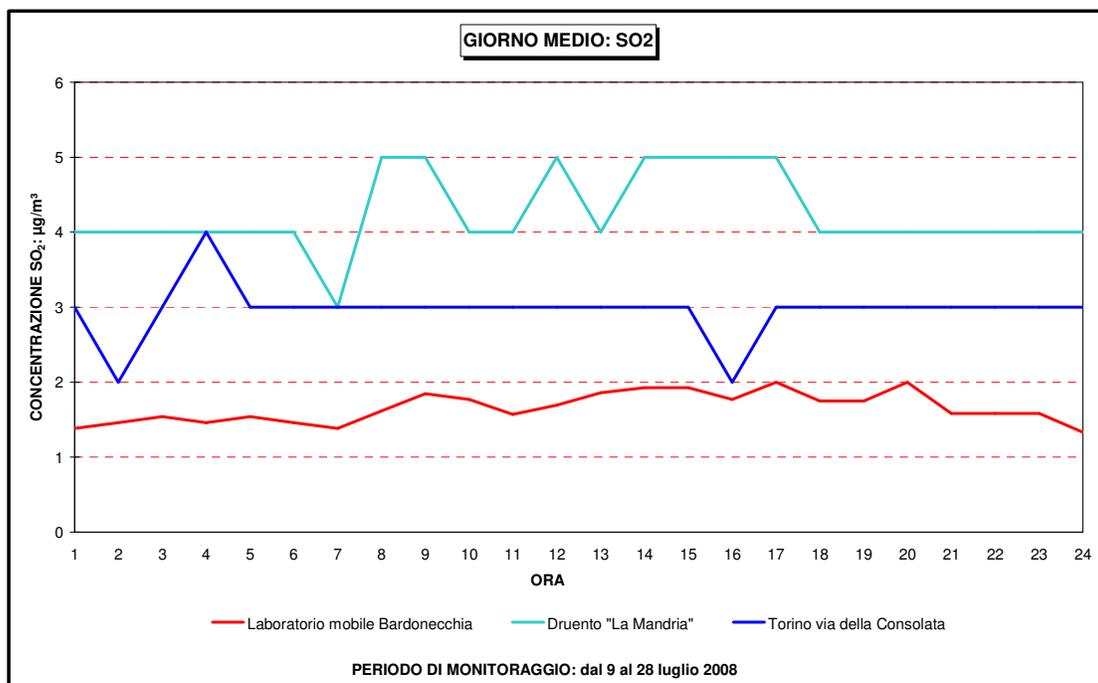


Figura 25: sito laghetto SO₂ giorno medio confronto con i dati delle centraline di rilevamento della qualità dell'aria di Druento "La Mandria" e Torino in via della Consolata.



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 carbossemoglobina, 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 la campagna di monitoraggio nel comune di Bardonecchia sia nel sito autostrada che nel sito Ighetto campo Smith l'analizzatore di ossido di carbonio per motivi tecnici non funzionava correttamente, quindi si sono invalidati i dati. Sarà cura del servizio scrivente monitorare i livelli di monossido di carbonio con la seconda campagna di monitoraggio prevista per gennaio febbraio 2009

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 20 , Tabella 21, Figura 26 e Figura 27 si osserva che nel comune di Bardonecchia per i siti monitorati per il biossido di azoto, non si sono osservati superamenti dei limiti orari durante la campagna di monitoraggio. Si osserva tuttavia come nel sito autostrada vi sia stato un incremento nelle ore pomeridiane delle concentrazioni di NO, NO₂, (come pure di SO₂ benzene e toluene) attribuibile ai lavori svolti nel tunnel ferroviario, presso la cui uscita era posizionato il laboratorio mobile..

Nel sito autostrada il valore massimo orario di NO₂ è di 151 µg/m³, pari al 76% del livello orario di protezione della salute di 200 µg/m³, nel sito laghetto la massima media oraria è stata di 42 µg/m³ quindi molto al di sotto del limite per la protezione della salute.

In Tabella 22 e in Tabella 23 sono messi a confronto valori medi di NO e NO₂ rilevati nella provincia di Torino durante la campagna di monitoraggio e i valori medi anno 2007 dal confronto emerge come in Bardonecchia l'inquinante NO₂ per il periodo considerato non desti alcuna preoccupazione. Va comunque sottolineato che si tratta di inquinanti che raggiungono i loro valori massimi annuali nel periodo invernale, in cui si prevede di effettuare la seconda campagna di monitoraggio.

Il D.M. 60/2002 prevede anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana per il biossido d'azoto di 40 µg/m³. Visto che la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto con le misure dirette, il servizio scrivente si riserva di fare osservazioni più dettagliate con l'effettuazione della seconda campagna di monitoraggio prevista per gennaio – febbraio 2009.

Per quanto riguarda il confronto con il territorio provinciale, nel periodo di monitoraggio, la media delle medie giornaliere è pari a 33 µg/m³ nel sito autostrada, e a 16 µg/m³ nel sito laghetto. Il confronto (Tabelle 28 e 29) con la media dei valori misurati nello stesso periodo nella provincia di Torino mostra che il primo sito si situa al di sopra della media provinciale e il secondo al di sotto.

La Figura 26 confronta i valori orari di NO₂ del sito autostrada con i limiti di legge e con i dati delle stazioni della rete fissa della Provincia di Torino, Torino via della Consolata, Druento “La Mandria”, Oulx e la pioggia caduta ad Oulx in mm/ora, mentre la Figura 27 confronta i valori orari del sito laghetto con le stesse centraline.

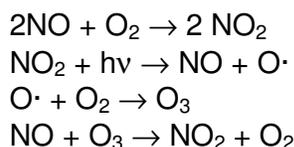
Dal confronto si osserva che nei giorni di pioggia, com'è prevedibile, i valori di NO₂ della stazione di Oulx e di Bardonecchia diminuiscono e che, in generale i valori rilevati sia nel sito autostrada che in quello laghetto si situano tra quelli di una stazione di fondo come Druento - La Mandria e quelli di una stazione di punta come Torino – Consolata; rispetto al sito di Oulx quello laghetto presenta valori inferiori o confrontabili e quello autostrada valori generalmente superiori.

La Figura 28 mostra il confronto del giorno medio del sito autostrada con le stesse stazioni di rilevamento; è evidente l'incremento dei valori di NO₂ nelle ore pomeridiane con valori medi di 50 µg/m³, aumento che non si verifica nel sito laghetto che raggiunge valori di NO₂ nelle ore pomeridiane intorno ai 20 µg/m³

(Figura 29)

La formazione di NO₂ è piuttosto complessa, in quanto si tratta di un inquinante di origine mista, vale a dire in parte originato direttamente dai fenomeni di combustione e indirettamente dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto (NO) all'interno di un insieme complesso di reazioni fotochimiche

La Figura 30 e la Figura 31 mostrano per i siti di Bardonecchia autostrada e Bardonecchia laghetto l'andamento del giorno medio per l' NO₂, l' NO e l'O₃. Si hanno per NO₂ in Bardonecchia autostrada dei massimi di concentrazione nelle ore mattutine dalle 8 alle 10 ma soprattutto nelle ore pomeridiane, dalle 15 alle 18 e poi, durante le ore tardo serali e notturne, un decremento graduale e non così deciso come avviene nel caso del monossido di azoto, il quale proviene da fonti dirette in particolare i lavori svolti nel tunnel ferroviario.; durante le ore serali il biossido tende ad accumularsi poiché non viene più attivata, dalla radiazione solare, la reazione di decomposizione $2\text{NO}_2 \rightarrow 2\text{NO} + \text{O}_2$. Nel sito laghetto invece non essendoci gli apporti degli inquinanti dovuti ai lavori nel tunnel l'andamento degli ossidi d'azoto presenta solo un piccolo mattutino decisamente inferiore rispetto al sito autostrada. Le reazioni che coinvolgono gli ossidi d'azoto nella formazione dell'ozono in presenza di ossigeno e radiazione solare e viceversa sono schematicamente le seguenti



Per quanto riguarda il monossido di azoto, la normativa non stabilisce valori di riferimento per la protezione della salute umana, ma la misura di tale inquinante viene comunque effettuata in relazione al suo ruolo nelle reazioni di cui sopra.

In Bardonecchia sito autostrada la concentrazione media del periodo di monitoraggio è superiore al valore medio registrato nelle stazioni della città di Torino, incremento dovuto ai lavori all'interno del tunnel ferroviario, (Tabella 22); in Tabella 23 si osserva invece che il valore medio di NO del sito laghetto è inferiore alla media delle centraline della provincia di Torino.

Tabella 18 Parametro: Monossido di Azoto sito autostrada (microgrammi/ metro cubo)

NO	Est.
Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	51
Media delle medie giornaliere	18
Giorni validi	17
Percentuale giorni validi	85%
Media dei valori orari	20
Massima media oraria	449
Ore valide	446
Percentuale ore valide	93%

Tabella 19 Parametro: Monossido di Azoto sito laghetto (microgrammi/ metro cubo)

NO	Est.
Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	6
Media delle medie giornaliere	4
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	4
Massima media oraria	22
Ore valide	307
Percentuale ore valide	64%

Tabella 20 Parametro: Biossido di Azoto sito autostrada (microgrammi/ metro cubo)

NO₂	Est.
Minima media giornaliera	16
Massima media giornaliera	45
Media delle medie giornaliere	33
Giorni validi	17
Percentuale giorni validi	85%
Media dei valori orari	33
Massima media oraria	151
Ore valide	447
Percentuale ore valide	93%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0

Tabella 21 Parametro: Biossido di Azoto sito laghetto (microgrammi/ metro cubo)

NO₂	Est.
Minima media giornaliera	12
Massima media giornaliera	18
Media delle medie giornaliere	16
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	16
Massima media oraria	42
Ore valide	308
Percentuale ore valide	64%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0

Figura 26: sito autostrada NO₂ andamento orario confronto con i limiti di legge e con i dati delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria di Torino-via della Consolata, Druento "La Mandria" Oulx e il parametro pioggia caduta ad Oulx in mm / ora.

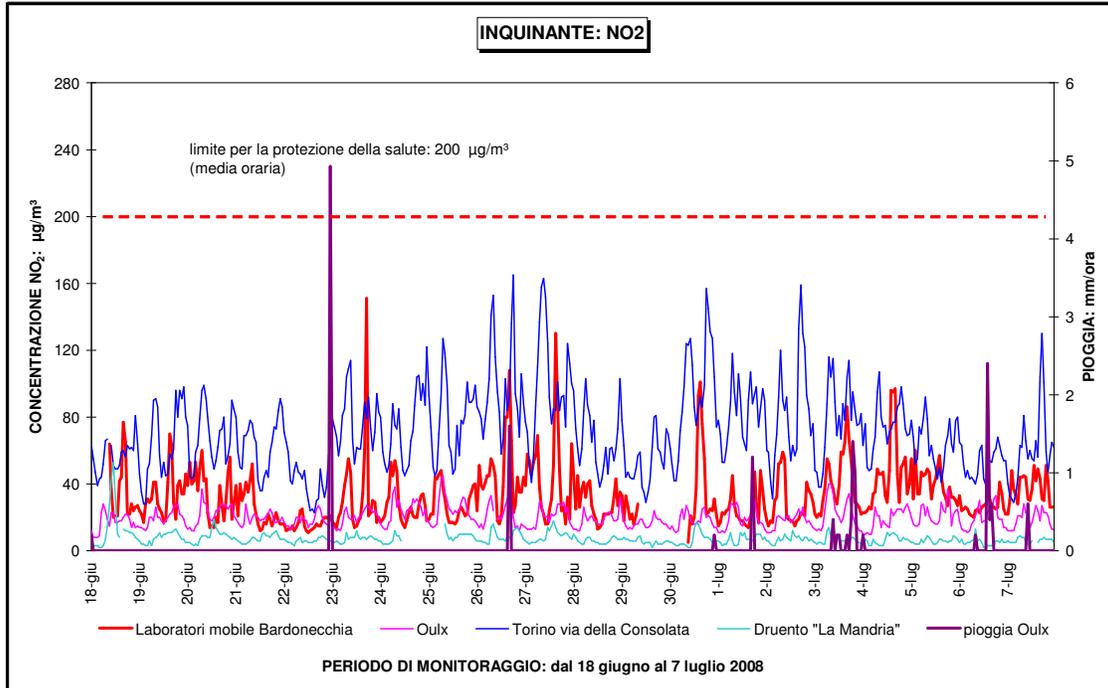


Figura 27: sito laghetto NO₂ andamento orario confronto con i limiti di legge e con i dati delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria di Torino via della Consolata, Druento "La Mandria", Oulx e il parametro pioggia caduta ad Oulx in mm / ora.

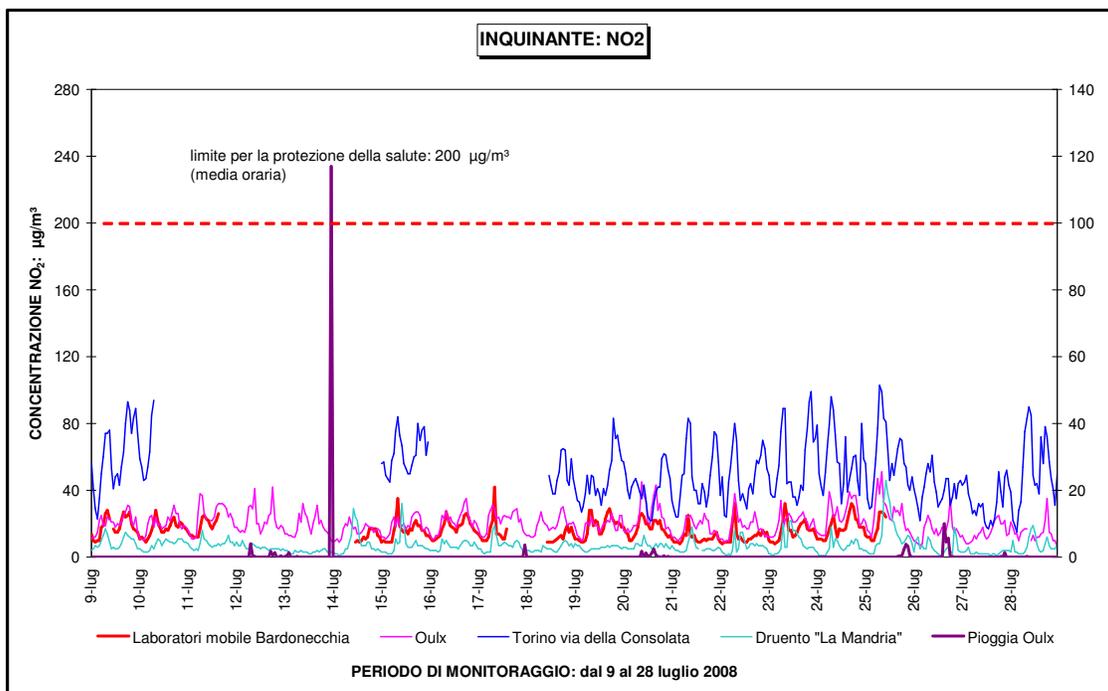


Figura 28: sito autostrada NO₂ andamento giorno medio, confronto con i dati i alcune stazioni di rilevamento della qualità dell'aria.

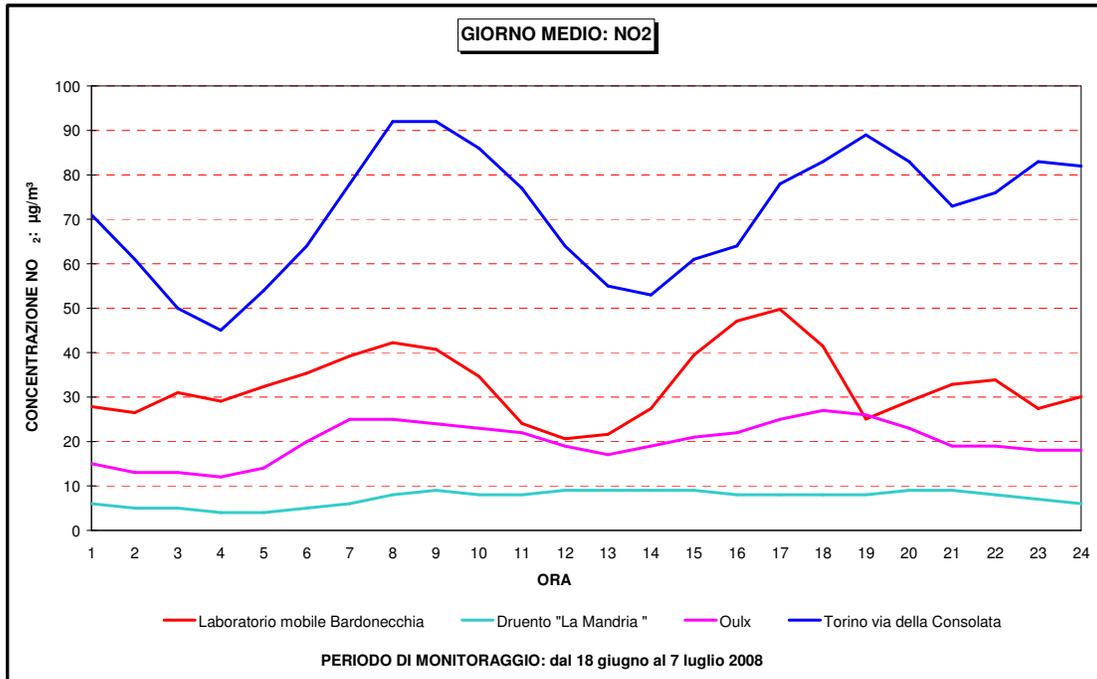


Figura 29: sito laghetto NO₂ andamento giorno medio, confronto con i dati i alcune stazioni di rilevamento della qualità dell'aria.

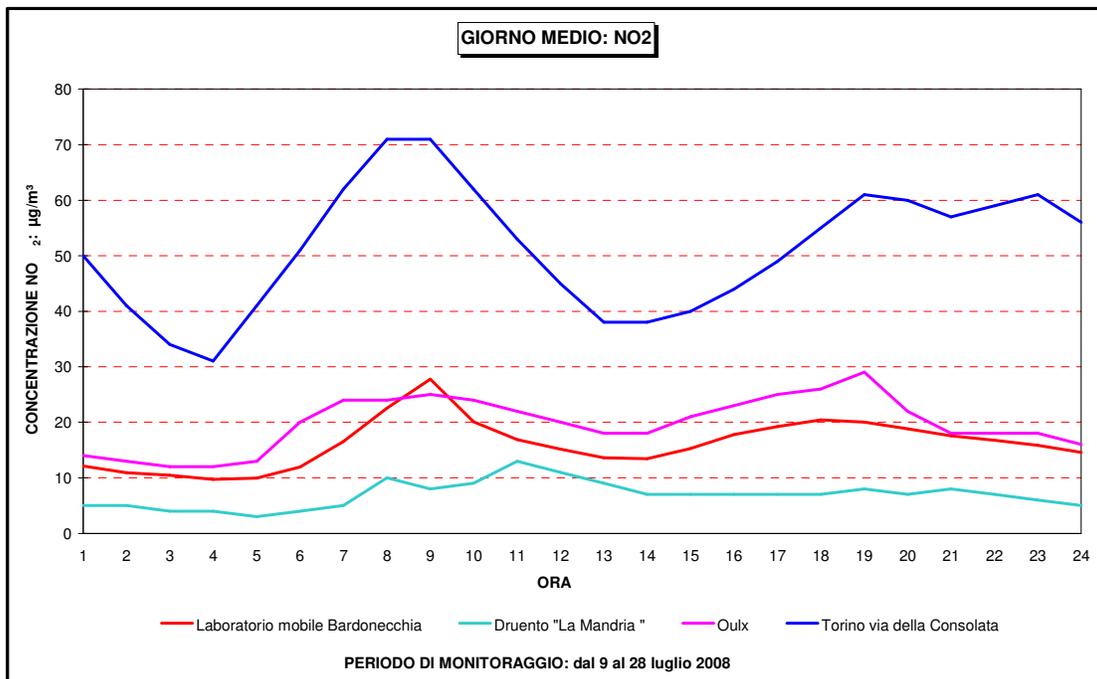


Figura 30: sito autostrada NO₂ - NO - O₃- confronto giorno medio

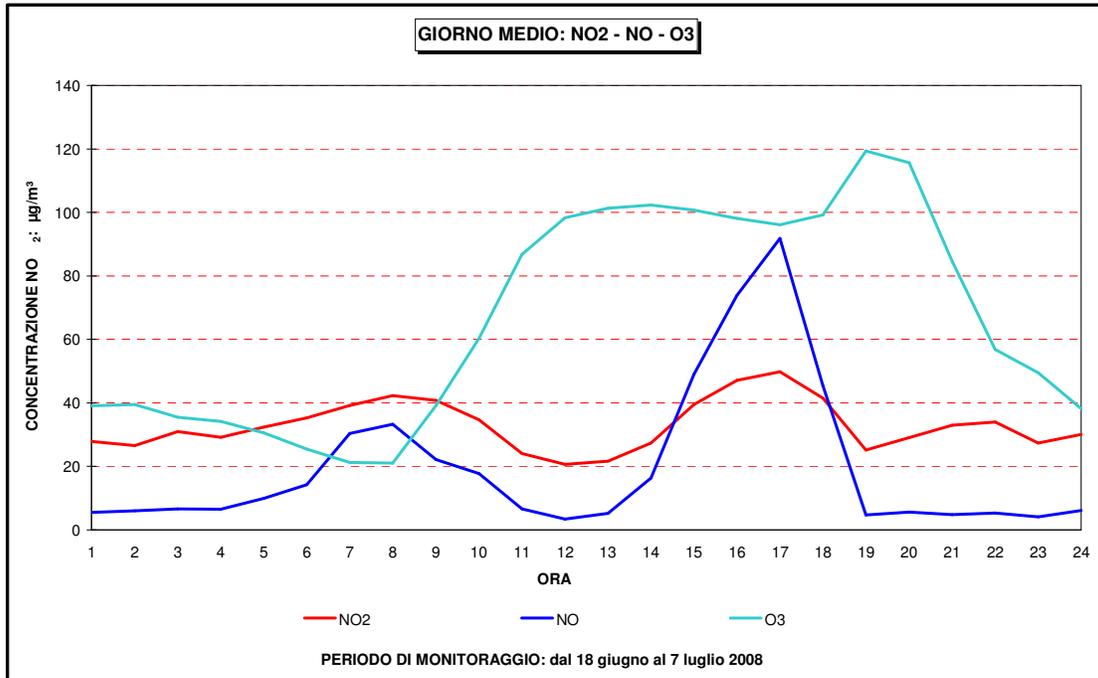


Figura 31: sito laghetto NO₂ - NO - O₃- confronto giorno medio

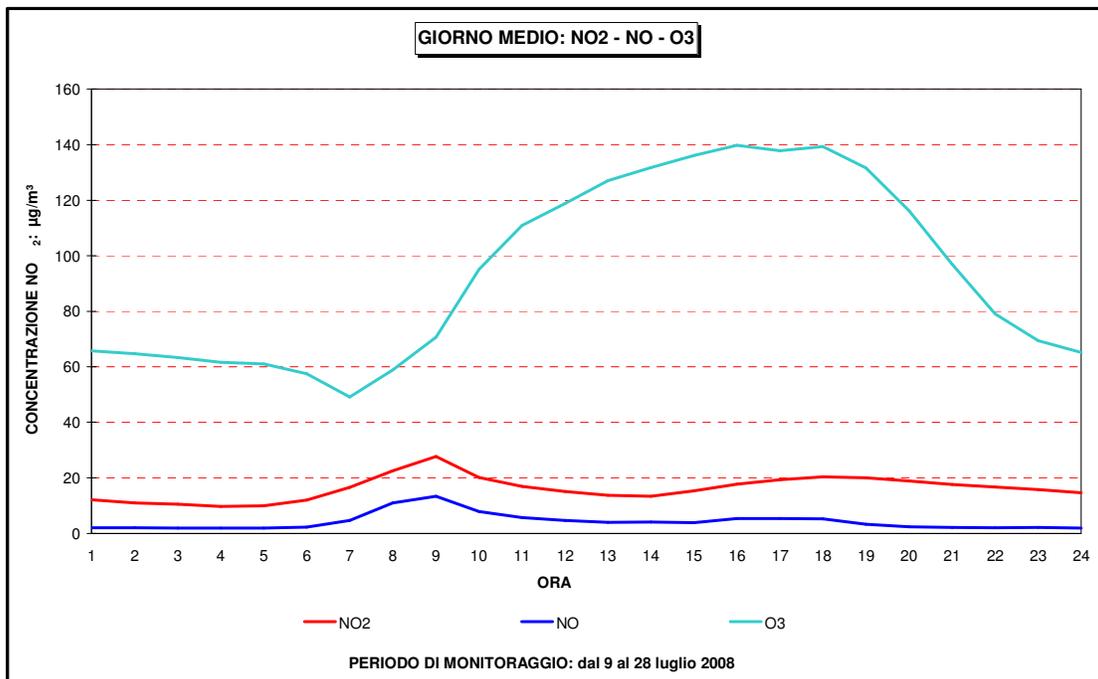


Figura 32: sito autostrada NO andamento orario, confronto con i dati delle centraline di Torino-via della Consolata, Oulx e Druento "La Mandria".

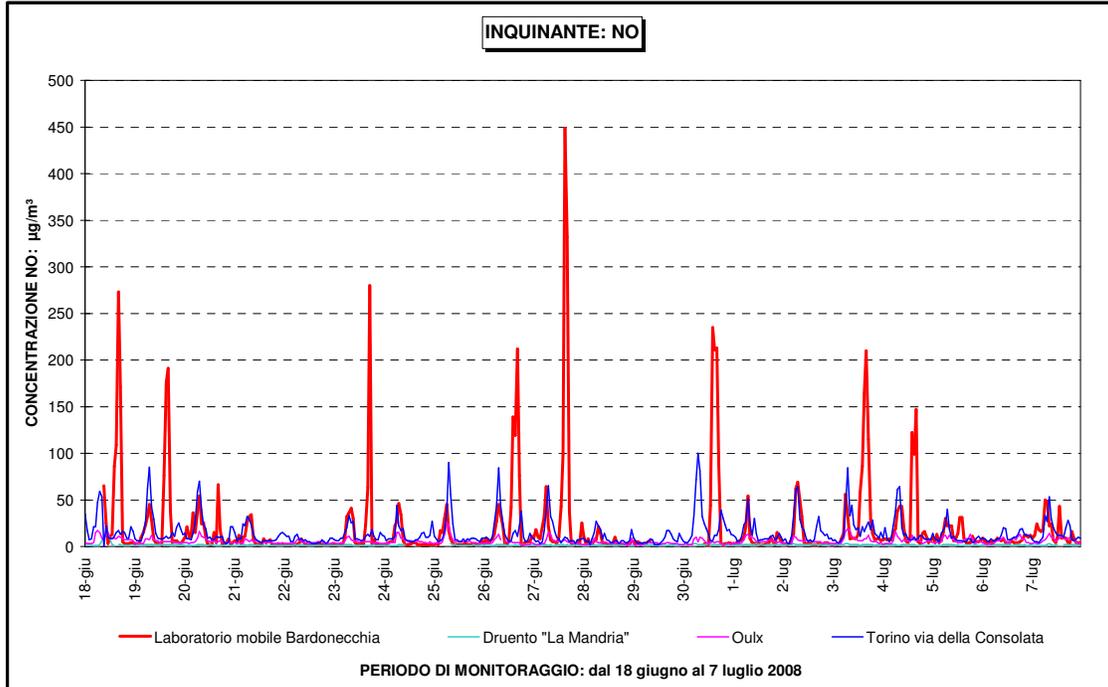


Figura 33: sito laghetto NO andamento orario, confronto con i dati delle centraline di Torino-via della Consolata, Oulx e Druento "La Mandria".

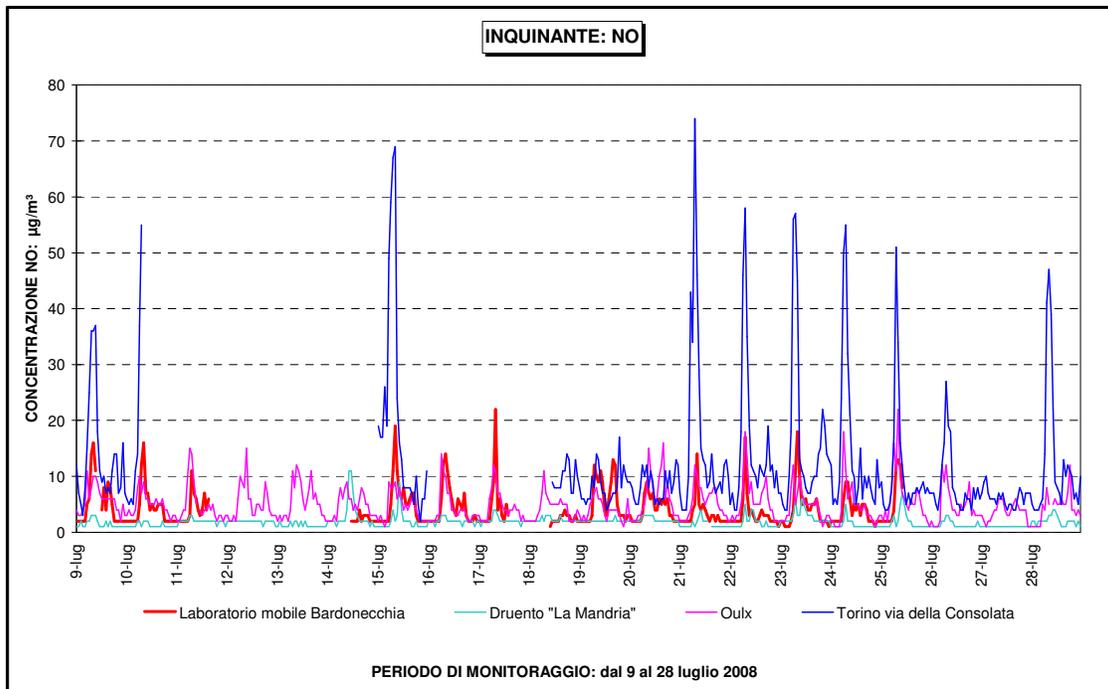


Figura 34: sito autostrada NO andamento giorno medio, confronto con i dati registrati in Torino-via della Consolata, Oulx e Druento "La Mandria".

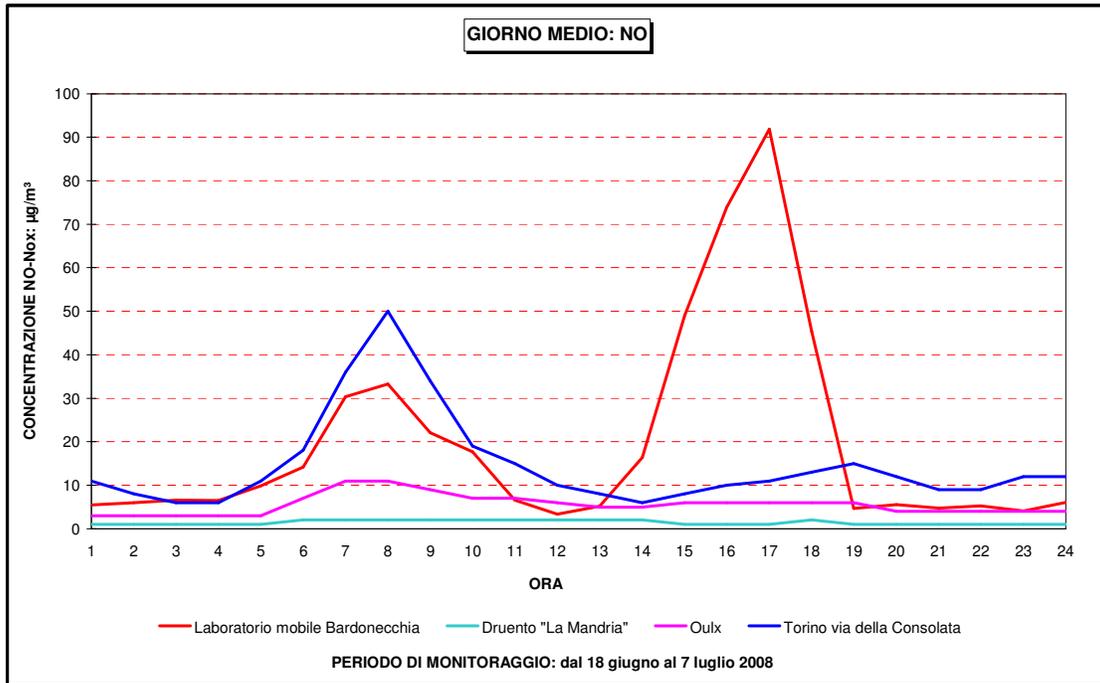


Figura 35: sito laghetto NO andamento giorno medio, confronto con i dati registrati in Torino-via della Consolata, Oulx e Druento "La Mandria".

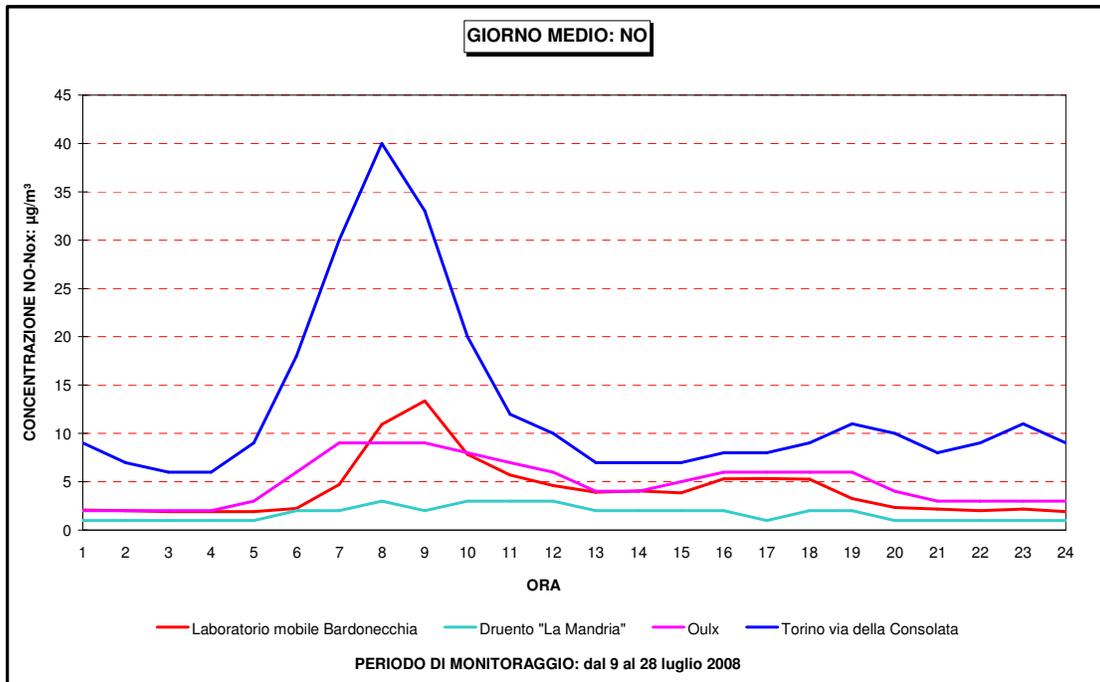


Tabella 22: sito autostrada confronto valori medi di NO e NO₂ rilevati nella provincia di Torino durante la campagna di monitoraggio e media anno 2007

	18/06/08 - 7/07/08		Annuale 2007	
	NO (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NO (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
Druento "La Mandria"	2	7	6	19
Ciriè	3	12	15	31
Ivrea liberazione	4	12	23	32
Alpignano	3	13	16	35
Susa	4	14	7	24
Borgaro	3	19	24	42
Oulx	5	20	9	22
Orbassano	3	20	28	43
Settimo	7	20	57	52
Vinovo	5	23	20	38
media provincia	6	23	29	40
Pinerolo	4	24	16	35
Beinasco	4	27	38	47
Torino via Rubino	5	27	33	44
Chieri	10	31	35	42
Grugliasco	6	31	48	59
Bardonecchia - autostrada	20	33		
Torino lingotto	5	36	36	49
Rivoli	7	43	43	61
Nichelino	17	47	86	64
media città di Torino	13	50	71	67
Torino pzza. Rivoli	11	52	63	77
Torino via madama Cristina	21	54	56	79
Torino pzza. Rebaudengo	19	58	91	71
Torino via Consolata	15	71	147	83

Tabella 23: sito laghetto confronto valori medi di NO e NO₂ rilevati nella provincia di Torino durante la campagna di monitoraggio e media anno 2007

	9/07/08 - 28/07/08		Annuale 2007	
	NO (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NO (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
Druento "La Mandria"	2	7	6	19
Ivrea liberazione	5	11	23	32
Susa	3	12	7	24
Ciriè	4	13	15	31
Alpignano	3	13	16	35
Torino via Rubino	6	14	33	44
Bardonecchia - laghetto	4	16		
Borgaro	3	17	24	42
Chieri	7	19	35	42
Orbassano	5	19	28	43
Settimo	7	19	57	52
Oulx	5	20	9	22
Vinovo	5	20	20	38
media provincia	6	21	29	40
Pinerolo	5	25	16	35
Beinasco	5	26	38	47
Grugliasco	7	31	48	59
Torino lingotto	7	34	36	49
media città di Torino	14	42	71	67
Rivoli	9	43	43	61
Nichelino	16	43	86	64
Torino via madama Cristina	22	46	56	79
Torino pzza. Rivoli	11	49	63	77
Torino via Consolata	13	51	147	83
Torino pzza. Rebaudengo	27	60	91	71

Figura 36: sito autostrada concentrazioni medie anno 2007 e media periodo (18 giugno al 7 luglio 2008) di NO₂ nella provincia di Torino.

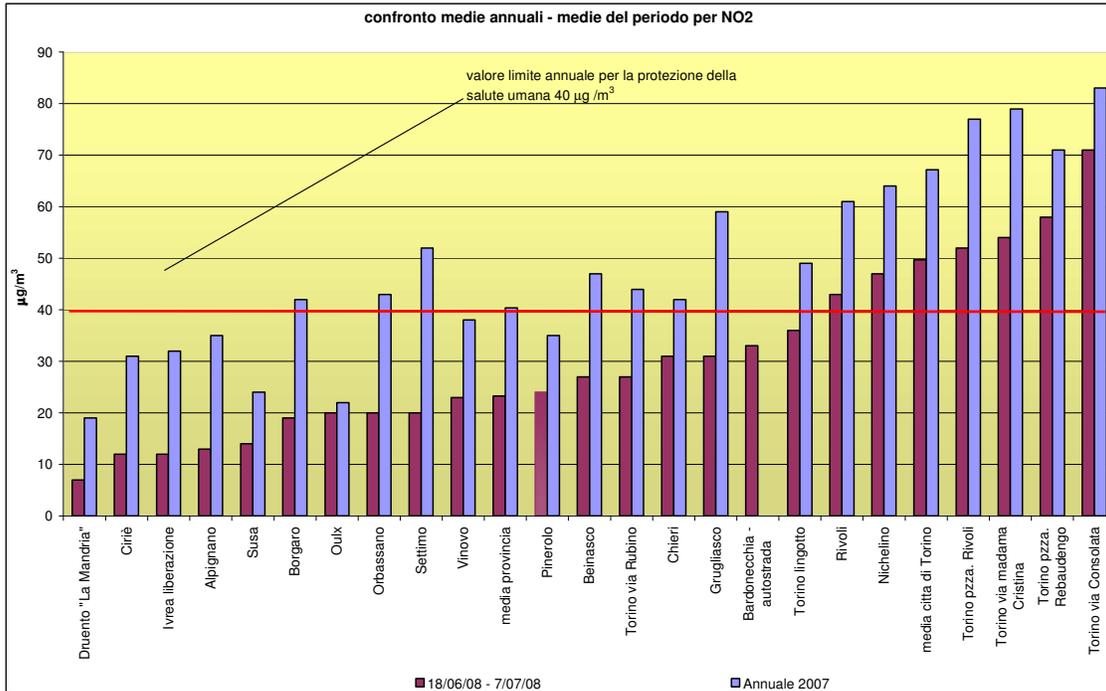
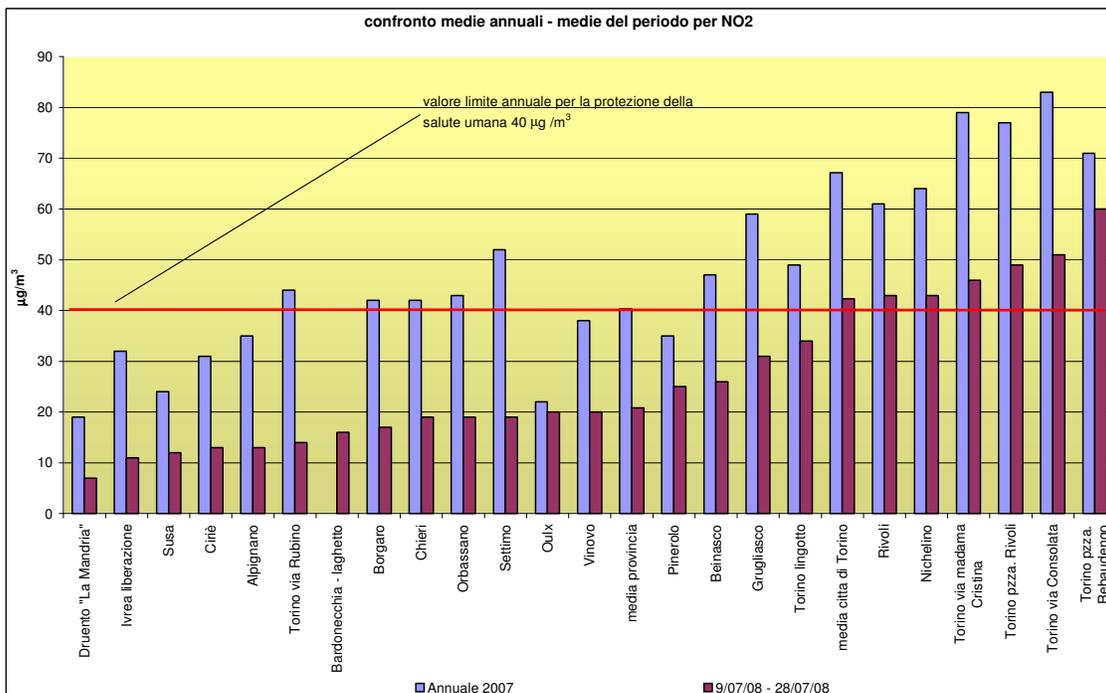


Figura 37: sito laghetto concentrazioni medie anno 2007 e media periodo (7 - 28 luglio 2008) di NO₂ nella provincia di Torino.

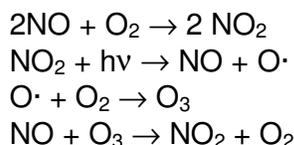


Ozono

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 del giorno medio di NO, NO₂ ed O₃ riportati in [Figura 30](#) per il sito autostrada e in [Figura 31](#) per il sito laghetto e dagli andamenti orari riuniti per i tre inquinanti [Figura 42](#) e [Figura 43](#). Nel sito laghetto durante le ore mattutine le concentrazioni di NO e NO₂ aumentano, mentre nelle ore pomeridiane, caratterizzate da intenso irraggiamento solare ed elevate temperature, NO e NO₂ partecipano alla formazione di O₃, per cui in queste ore si hanno i valori minimi di NO e NO₂ ed i massimi di ozono.

Nel sito autostrada l'apporto degli inquinanti nelle ore pomeridiane dovuto ai lavori nel tunnel ferroviario favoriscono la diminuzione dell'ozono, in particolare il monossido d'azoto secondo la reazione $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ infatti dalla [Figura 30](#) si osserva come in corrispondenza del picco pomeridiano di NO l'ozono diminuisca per poi risalire quando il monossido d'azoto decresce per la sospensione dei lavori.

In [Figura 39](#) e [Figura 41](#) sono riportati gli andamenti orari dell'ozono rispetto alla radiazione solare totale e in [Figura 38](#) e [Figura 40](#) 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.

Durante la campagna di rilevamento nel comune di Bardonecchia sito autostrada si sono verificati 4 giorni di superamento del livello per la protezione della salute (120 µg/m³ come massima media su otto ore) e 1 superamento del livello di informazione pari a 180 µg/m³ [Tabella 24](#) e [Figura 48](#).

Nel sito laghetto vi sono stati 8 giorni di superamento del livello per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come massima media su otto ore) e 12 superamenti del livello di informazione pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verificatesi in tre giorni Tabella 25 e Figura 49.

Questo parametro presenta quindi una certa criticità, visto che 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; tuttavia dalla Figura 44 e Figura 45 e dalla Tabella 26 e Tabella 27 si evince che si tratta di una criticità estesa a tutto il territorio provinciale. L'ozono infatti, data la origine secondaria, è di fatto un inquinante ubiquitario: nei siti più periferici e remoti sono possibili fenomeni di accumulo sia dell'ozono sia dei precursori emessi nelle metropoli vicine.

La minore criticità del sito autostrada deriva dalla già citata presenza di elevate concentrazioni di monossido di azoto che favoriscono la degradazione dell'ozono.

La formazione e la degradazione dell'ozono coinvolgono un numero notevole di composti e di fenomeni chimico-fisici e interessano aree molto vaste, per cui per la risoluzione di questo problema sono fondamentali le politiche a livello regionale o sovraregionale miranti alla complessiva riduzione dei precursori.

Tabella 24:sito autostrada Parametro Ozono (microgrammi/ metro cubo)

Minima media giornaliera	38
Massima media giornaliera	92
Media delle medie giornaliere	69
Giorni validi	12
Percentuale giorni validi	60%
Media dei valori orari	66
Massima media oraria	192
Ore valide	336
Percentuale ore valide	70%
Minimo delle medie 8 ore	14
Media delle medie 8 ore	67
Massimo delle medie 8 ore	151
Percentuale medie 8 ore valide	69%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(120)</u>	21
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	4
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	1
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	1
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

Tabella 25:sito laghetto Parametro Ozono (microgrammi/ metro cubo)

Minima media giornaliera	33
Massima media giornaliera	126
Media delle medie giornaliere	93
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	94
Massima media oraria	224
Ore valide	306
Percentuale ore valide	64%
Minimo delle medie 8 ore	16
Media delle medie 8 ore	93
Massimo delle medie 8 ore	186
Percentuale medie 8 ore valide	63%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(120)</u>	71
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	8
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	12
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	3
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

Figura 38: sito autostrada andamento orario dell'ozono rispetto alla temperatura dell'aria

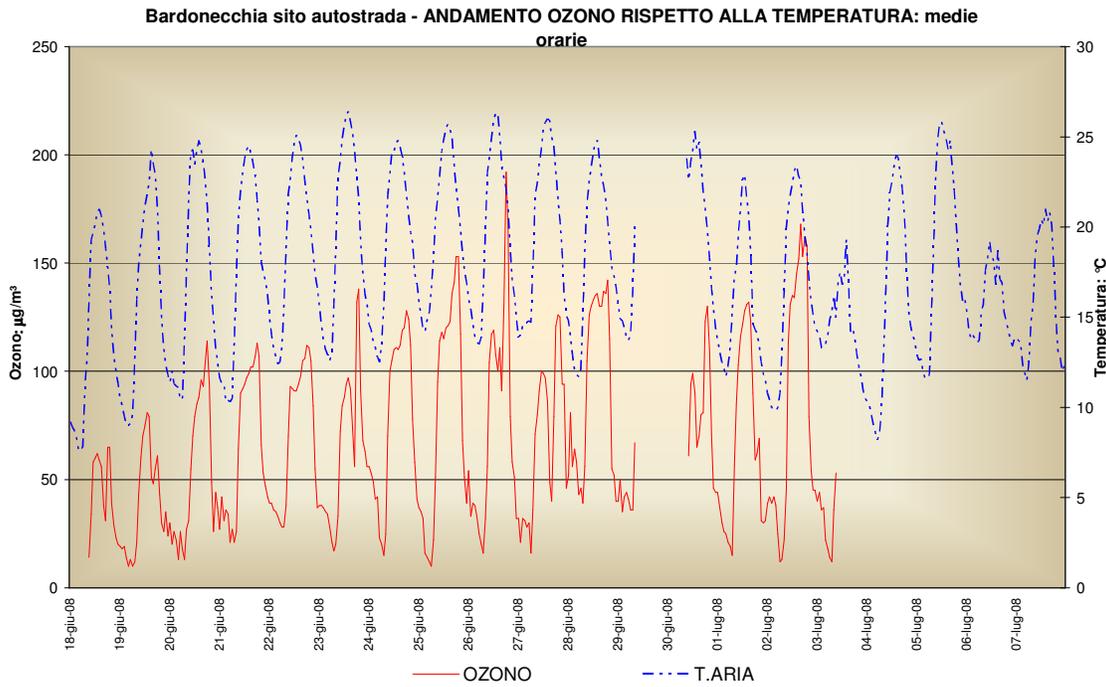


Figura 39: sito autostrada andamento orario dell'ozono rispetto alla radiazione solare totale

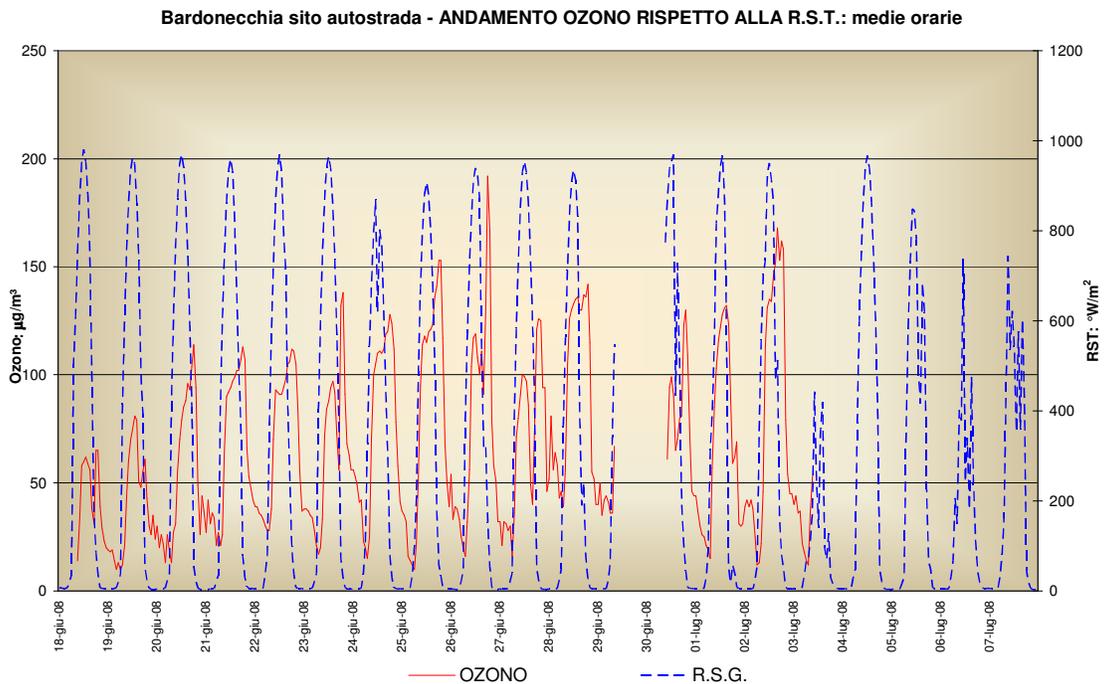


Figura 40: sito laghetto andamento orario dell'ozono rispetto alla temperatura dell'aria

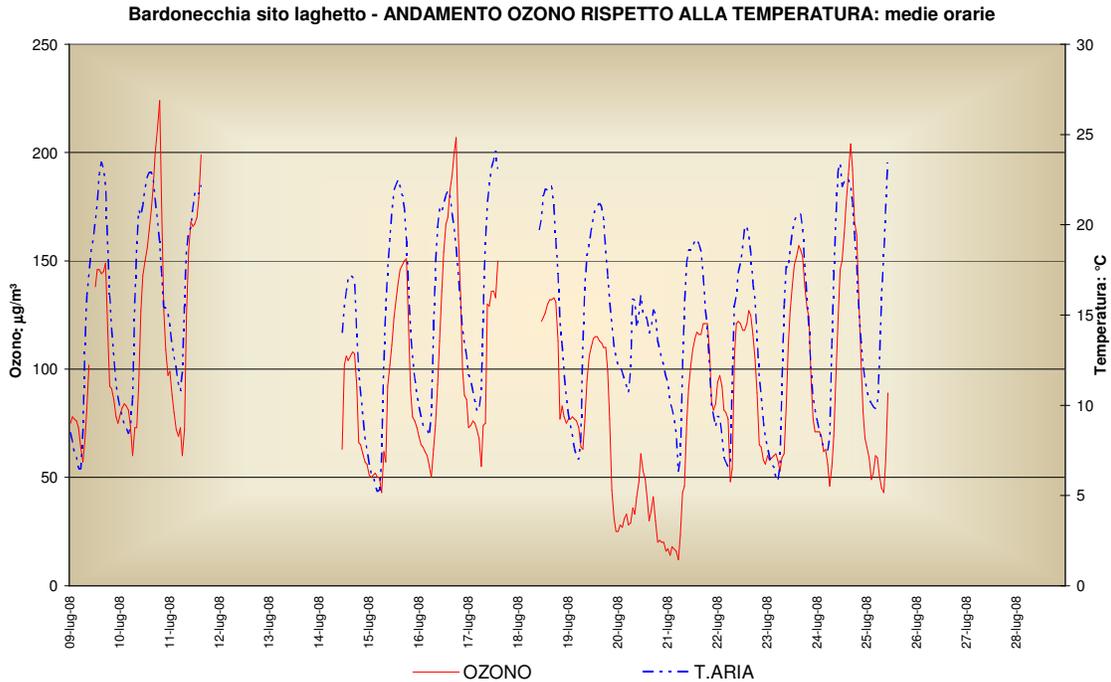


Figura 41: sito laghetto andamento orario dell'ozono rispetto alla radiazione solare totale

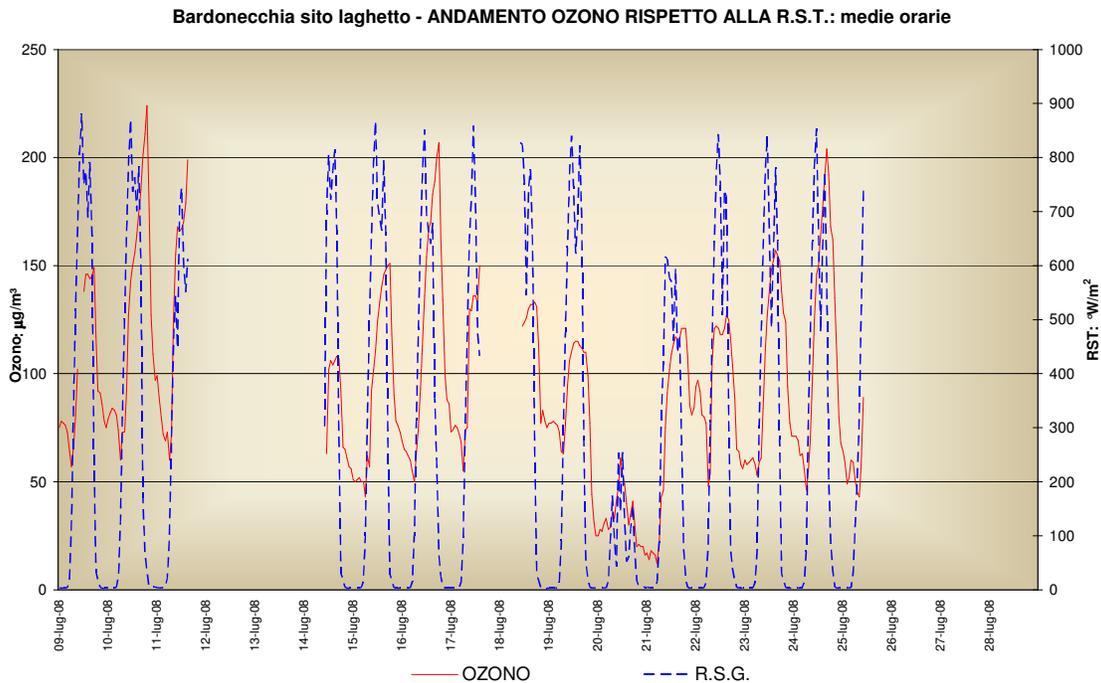


Figura 42: sito autostrada andamento orario di ozono, NO₂ e NO

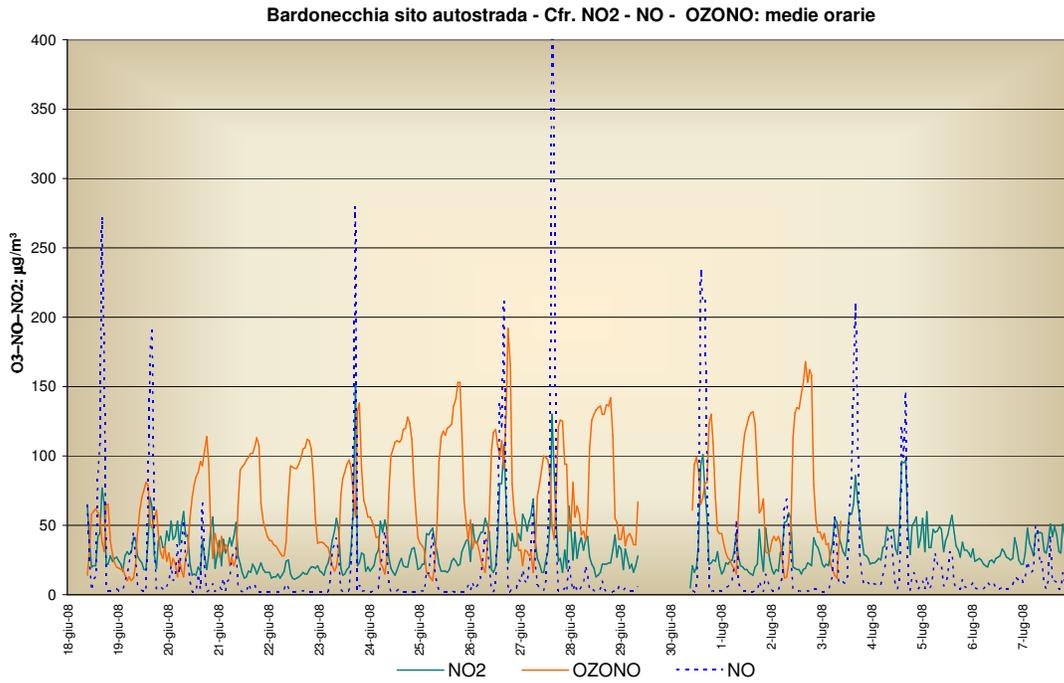


Figura 43: sito laghetto andamento orario di ozono, NO₂ e NO

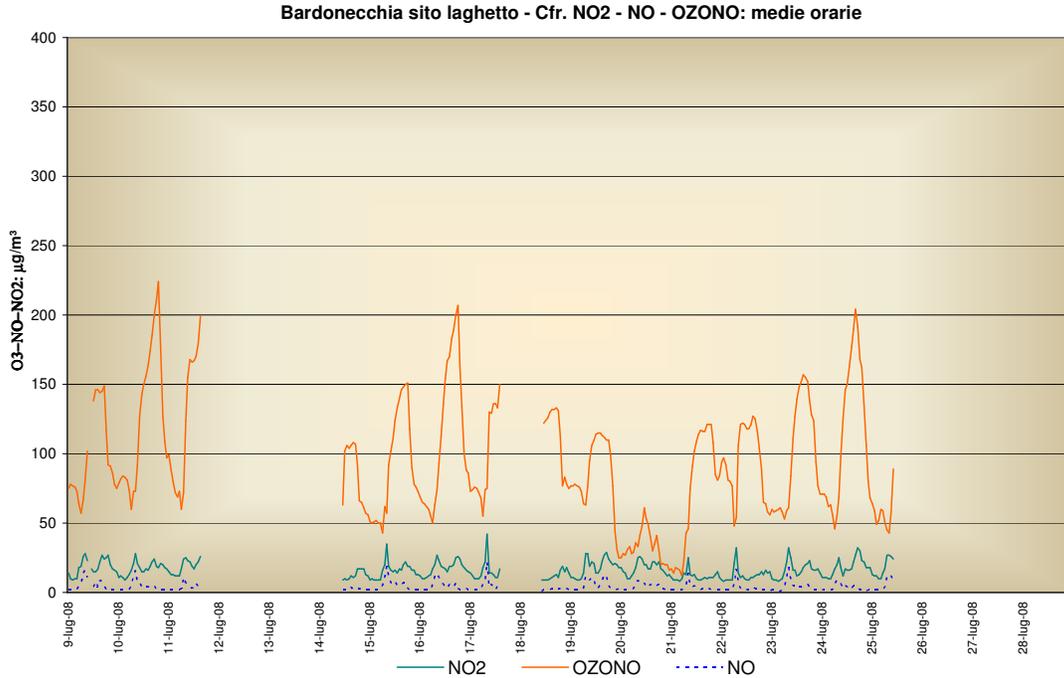


Figura 44: sito autostrada O₃ numero di superamenti del limite per la protezione della salute nella provincia di Torino nel corso della campagna di monitoraggio

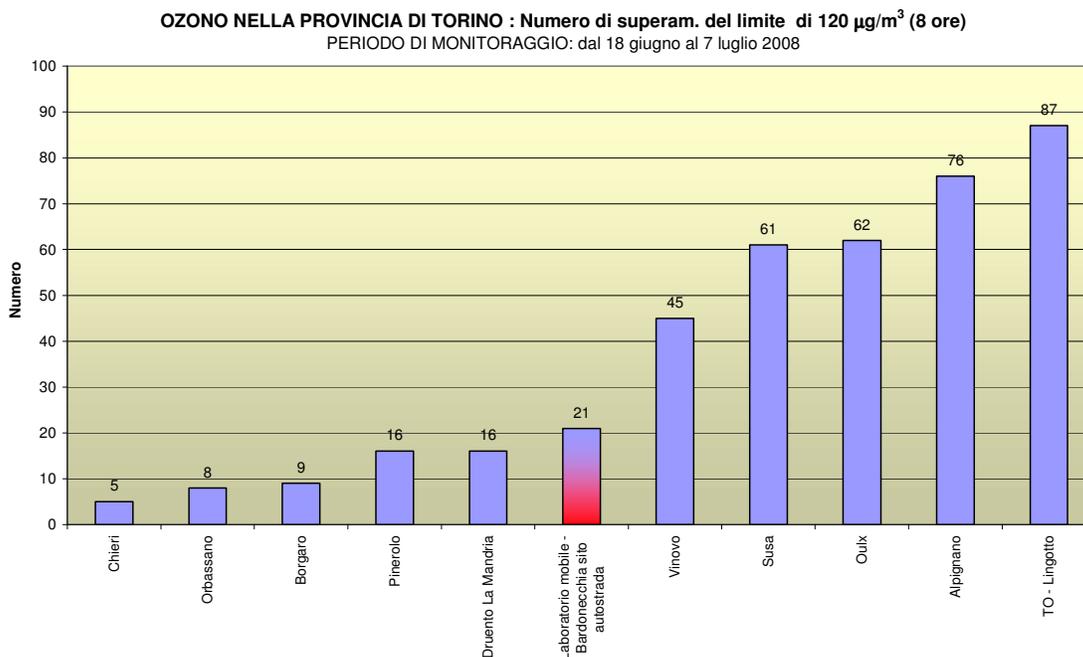


Figura 45: sito laghetto O₃ numero di superamenti del limite per la protezione della salute nella provincia di Torino nel corso della campagna di monitoraggio

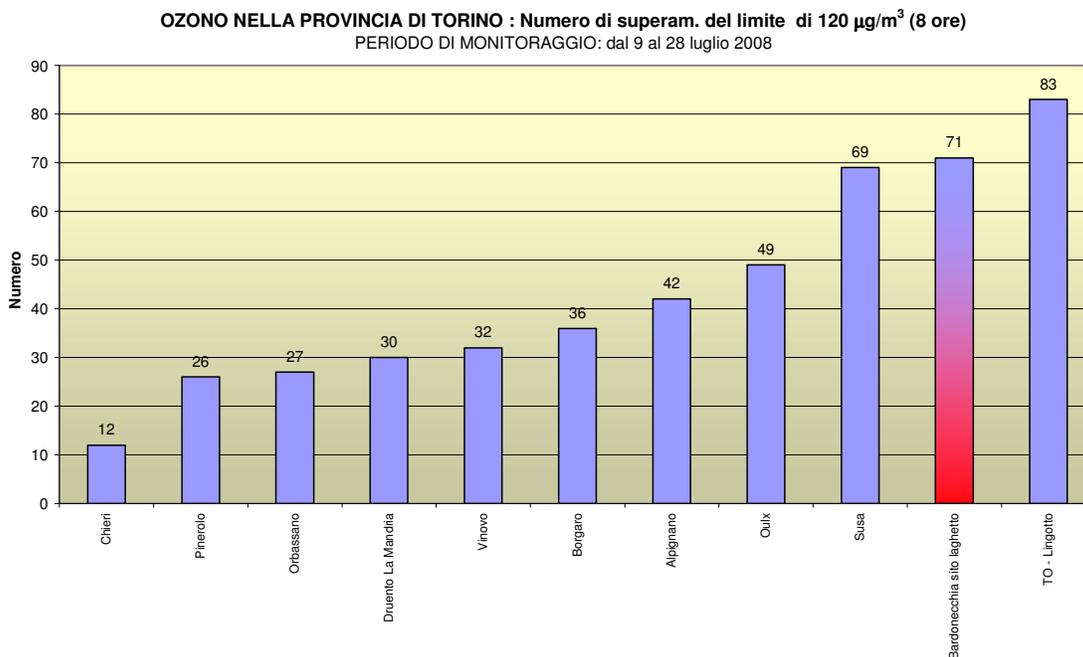


Figura 46: sito autostrada O₃ (medie orarie) confronto con i limiti di legge, livello di informazione, livello di allarme e con i dati della centralina di Oulx, Druento "La Mandria" e Torino Lingotto

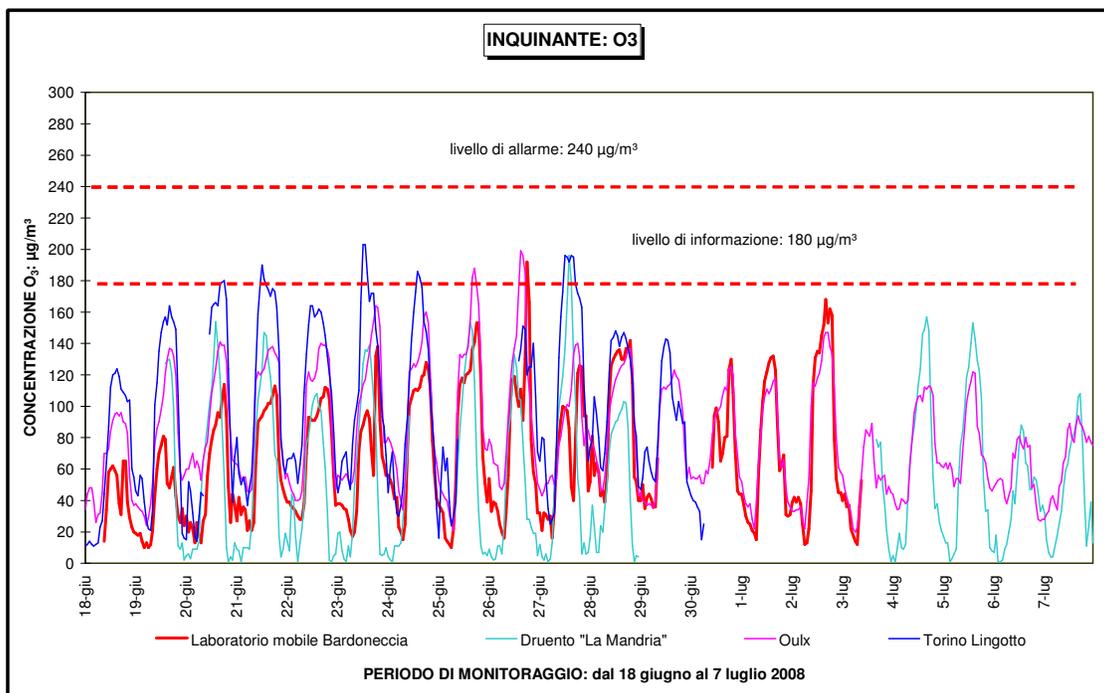


Figura 47: sito laghetto O₃ (medie orarie) confronto con i limiti di legge, livello di informazione, livello di allarme e con i dati della centralina di Oulx, Druento "La Mandria" e Torino Lingotto

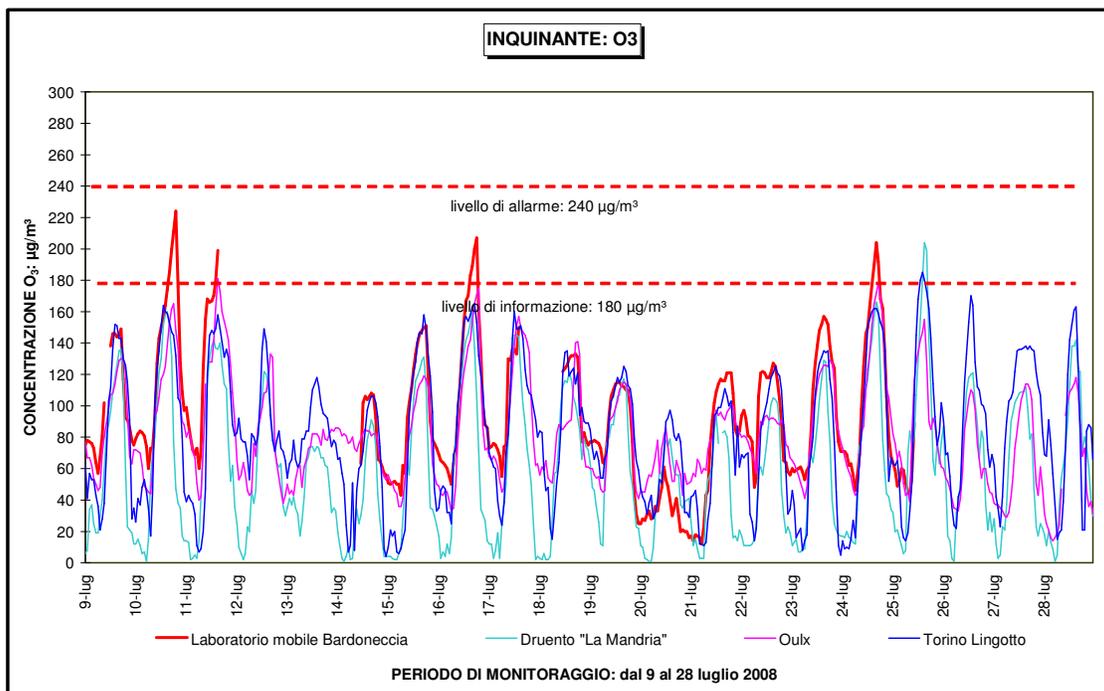


Figura 48: sito autostrada O₃ confronto con il livello di protezione salute umana (media trascinata sulle 8 ore)

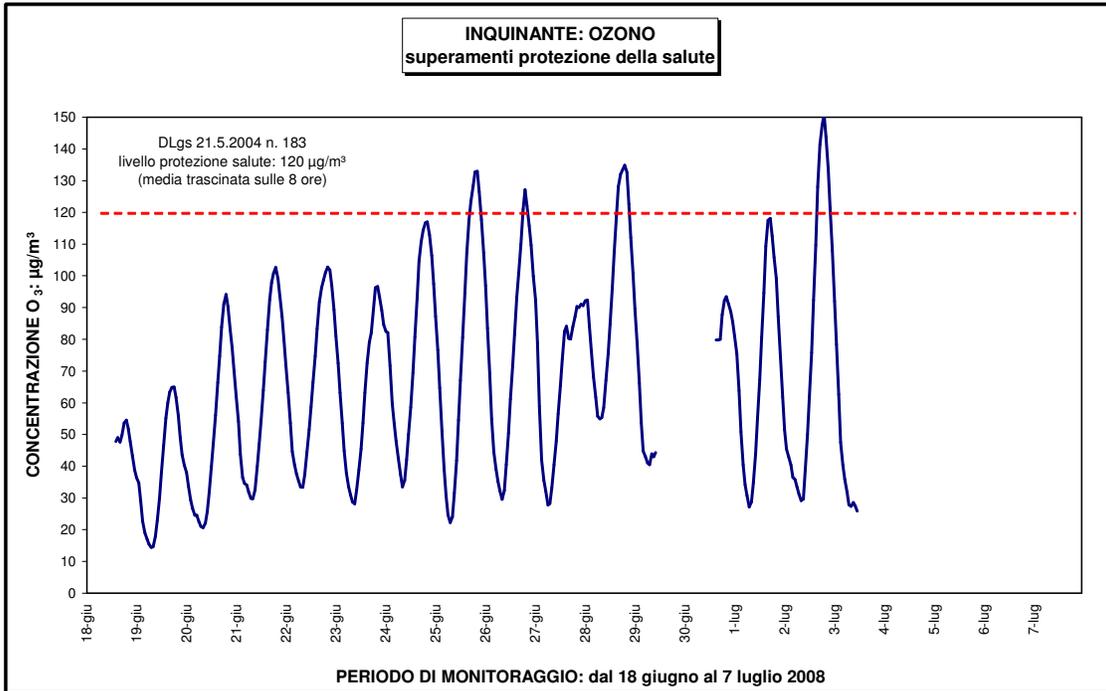


Figura 49: sito laghetto O₃ confronto con il livello di protezione salute umana (media trascinata sulle 8 ore)

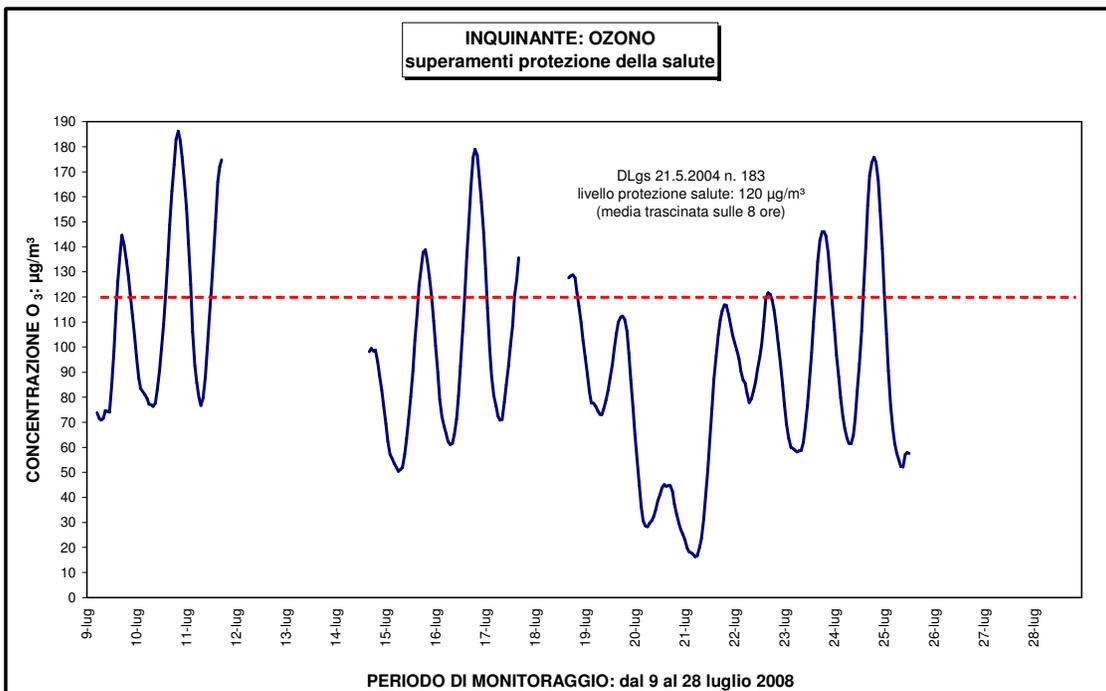


Tabella 26: sito autostrada ozono n° di superamenti delle medie di otto ore, confronto periodo campagna e medie annuali 2007 su tutto il territorio provinciale

	I° campagna (estiva)			Anno 2007		
	media conc. O ³ µg/m ³	Numero superamenti di 120 µg/m ³ (media su 8 ore)	Numero di superamenti livello informazione (180)	media conc. O ³ µg/m ³	Numero superamenti di 120 µg/m ³ (media su 8 ore)	Numero di superamenti livello informazione (180)
Chieri	52	5	0	45	228	1
Orbassano	67	8	0	51	563	54
Borgaro	54	9	0	53	671	63
Pinerolo	78	16	0	66	886	54
Druento La Mandria	54	16	1	56	614	69
Bardonecchia sito autostrada	66	21	1			
Vinovo	74	45	0	47	405	16
Susa	80	61	2	63	420	11
Oulx	81	62	5	71	550	9
Alpignano	88	76	5	58	636	44
TO - Lingotto	98	87	12	45	494	43

Tabella 27: sito laghetto ozono n° di superamenti delle medie di otto ore, confronto periodo campagna e medie annuali 2007 su tutto il territorio provinciale

	I° campagna (estiva)			Anno 2007		
	media conc. O ³ µg/m ³	Numero superamenti di 120 µg/m ³ (media su 8 ore)	Numero di superamenti livello informazione (180)	media conc. O ³ µg/m ³	Numero superamenti di 120 µg/m ³ (media su 8 ore)	Numero di superamenti livello informazione (180)
Chieri	68	12	0	45	228	1
Pinerolo	81	26	0	66	886	54
Orbassano	69	27	0	51	563	54
Druento La Mandria	59	30	3	56	614	69
Vinovo	68	32	0	47	405	16
Borgaro	77	36	0	53	671	63
Alpignano	82	42	2	58	636	44
Oulx	81	49	1	71	550	9
Susa	88	69	2	63	420	11
Bardonecchia sito laghetto	94	71	12			
TO - Lingotto	83	83	1	45	494	43

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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 per l'anno 2008 un valore limite annuale di $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed entro il 2010 tale limite deve raggiungere il valore di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Poiché la normativa prevede il calcolo su un monitoraggio annuale, il servizio scrivente si riserva di elaborare un giudizio al termine della seconda campagna di rilevamento.

Dalla Tabella 28 si osserva che la concentrazione media rilevata durante la campagna nel sito autostrada (20 giorni) risulta essere di $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la massima media oraria di 2,7

$\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nel sito laghetto la media del periodo per il benzene è stata di $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la massima media oraria di $9,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Tabella 29.

Per il toluene nel sito autostrada i valori risultano ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS con una massima media giornaliera di $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nel sito laghetto la massima media giornaliera è stata $5,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Dal confronto delle medie orarie e del giorno medio con i dati delle centraline di Rivoli e Torino via della Consolata si osserva che le concentrazioni di benzene e toluene nei due siti monitorati sono inferiori a quelle misurate in Torino via della Consolata e in Rivoli.

Tabella 28: sito autostrada Parametro: Benzene (microgrammi/ metro cubo)

Benzene	Pri.
Minima media giornaliera	0.1
Massima media giornaliera	0.6
Media delle medie giornaliere	0.4
Giorni validi	17
Percentuale giorni validi	85%
Media dei valori orari	0.4
Massima media oraria	2.7
Ore valide	445
Percentuale ore valide	93%

Tabella 29: sito laghetto Parametro: Benzene (microgrammi/ metro cubo)

Benzene	Pri.
Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	1.0
Media delle medie giornaliere	0.6
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	9.6
Ore valide	306
Percentuale ore valide	64%

Tabella 30: sito autostrada parametro: Toluene (microgrammi/ metro cubo)

Toluene	Pri.
Minima media giornaliera	0.7
Massima media giornaliera	3.0
Media delle medie giornaliere	1.6
Giorni validi	17
Percentuale giorni validi	85%
Media dei valori orari	1.6
Massima media oraria	11.8
Ore valide	445
Percentuale ore valide	93%

Tabella 31: sito laghetto parametro: Toluene (microgrammi/ metro cubo)

Toluene	Pri.
Minima media giornaliera	0.7
Massima media giornaliera	5.8
Media delle medie giornaliere	2.0
Giorni validi	10
Percentuale giorni validi	50%
Media dei valori orari	1.9
Massima media oraria	61.9
Ore valide	306
Percentuale ore valide	64%

Figura 50: sito autostrada medie orarie di Benzene confronto con i dati delle stazioni di rilevamento di Torino via della Consolata e Rivoli

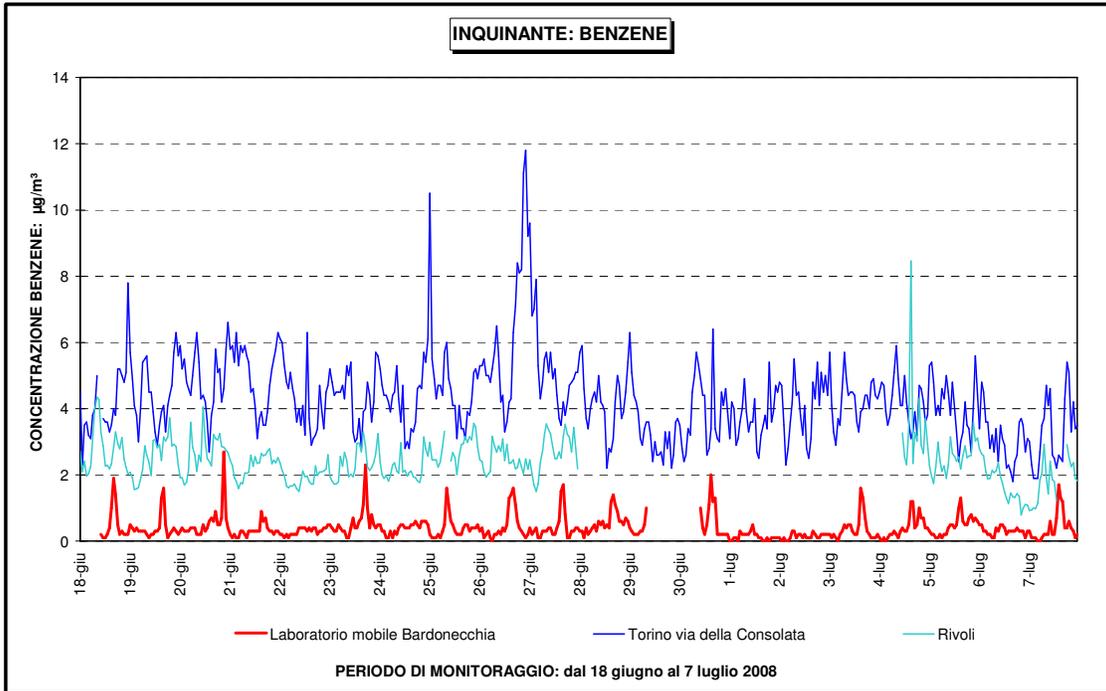


Figura 51: sito laghetto medie orarie di Benzene confronto con i dati delle stazioni di rilevamento di Torino via della Consolata e Rivoli

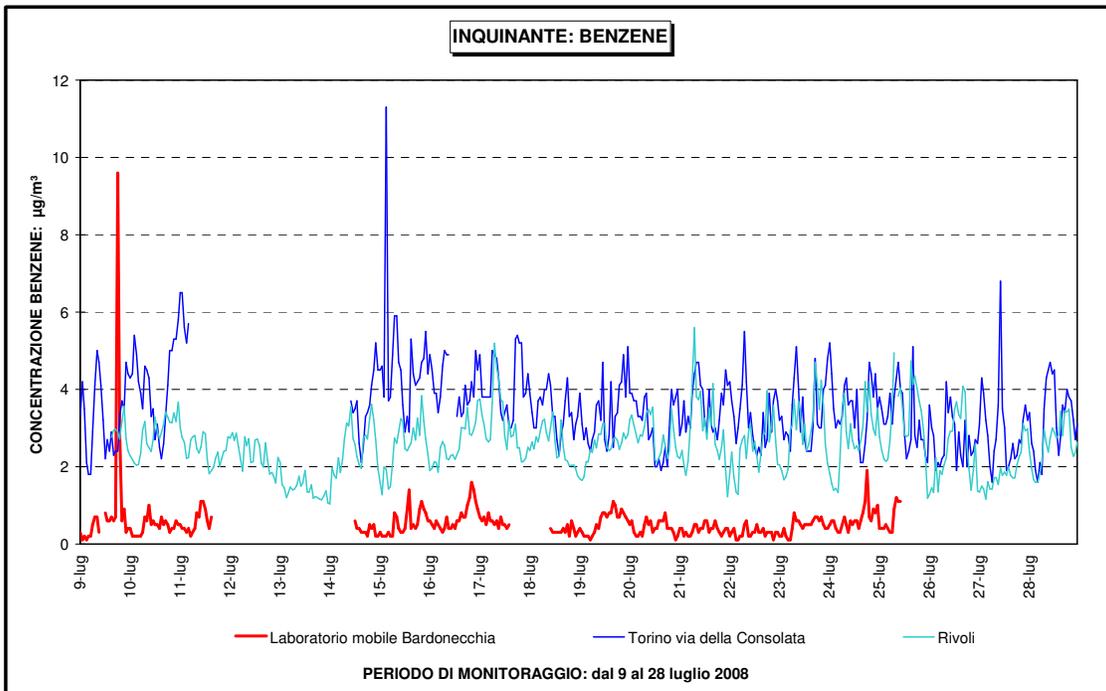


Figura 52: sito autostrada medie orarie di Toluene confronto con i dati delle stazioni di rilevamento di Torino via della Consolata e Rivoli

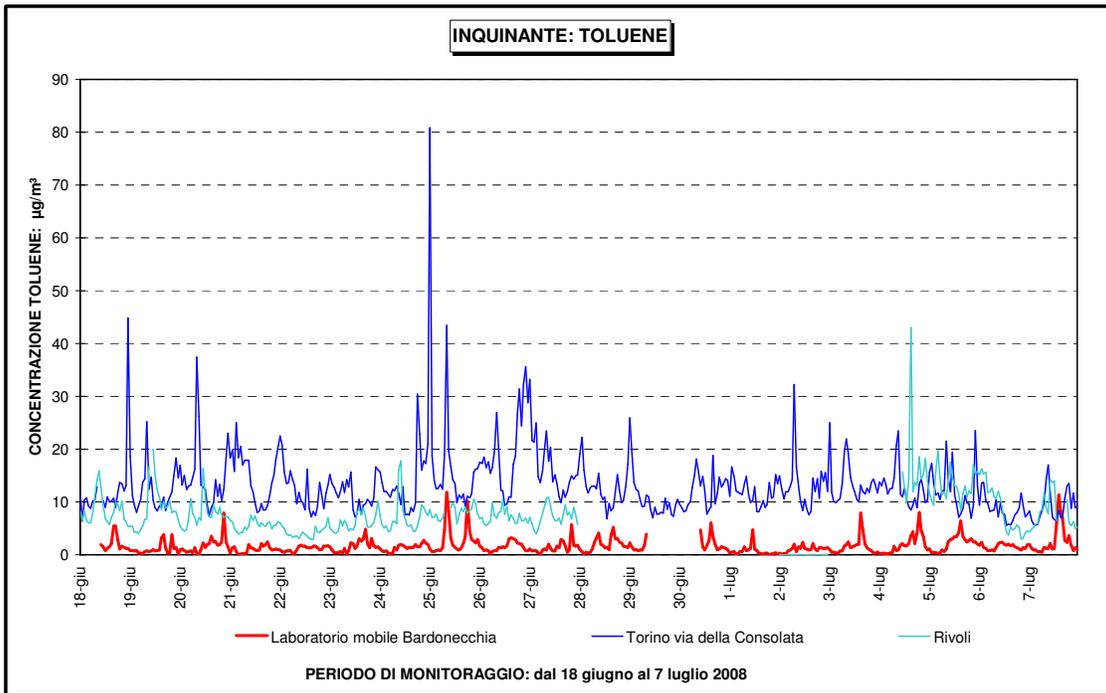


Figura 53: sito laghetto medie orarie di Toluene confronto con i dati delle stazioni di rilevamento di Torino via della Consolata e Rivoli

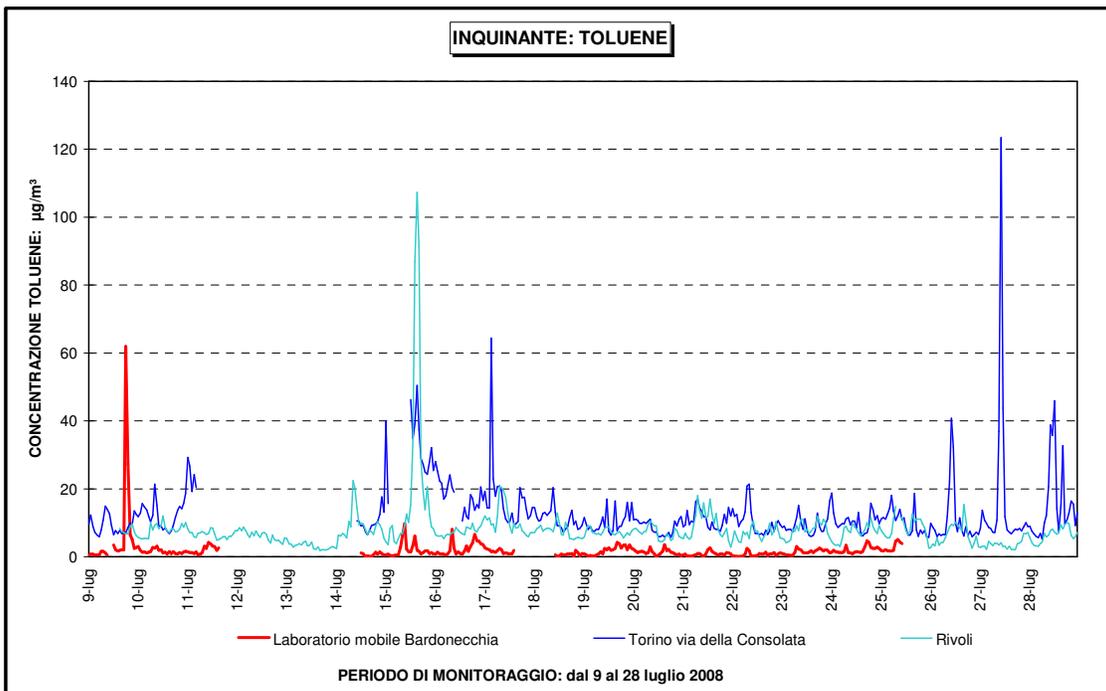


Figura 54: sito autostrada Benzene andamento giorno medio confronto con i dati delle stazioni di rilevamento di Torino via della Consolata e Rivoli

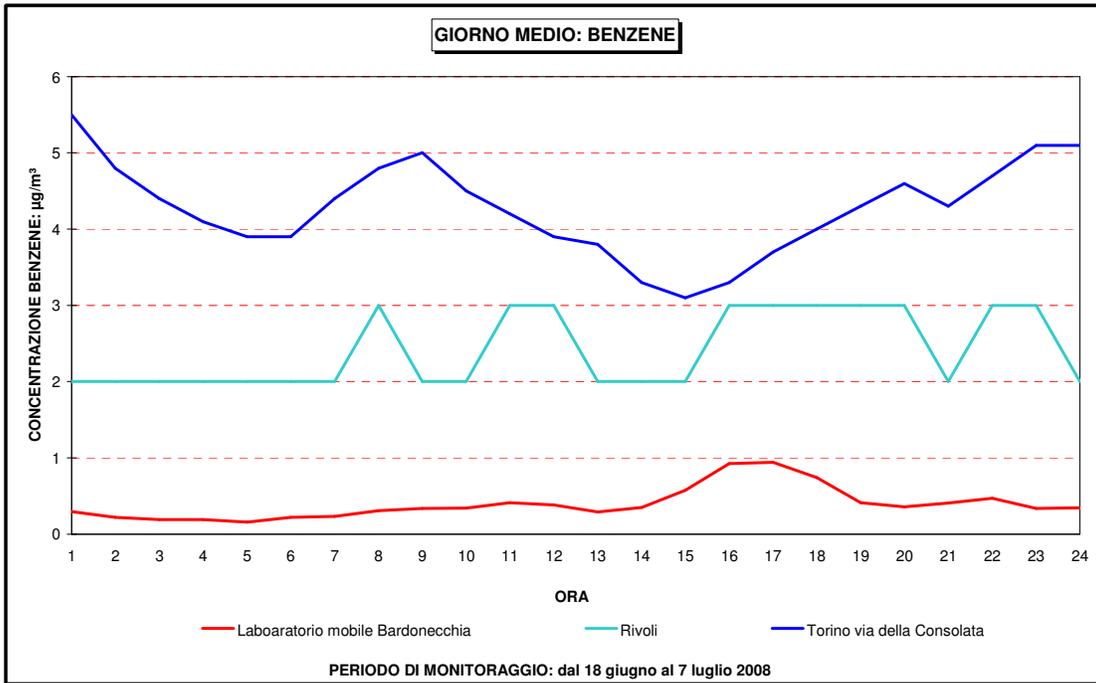


Figura 55: sito laghetto Benzene andamento giorno medio confronto con i dati delle stazioni di rilevamento di Torino via della Consolata e Rivoli

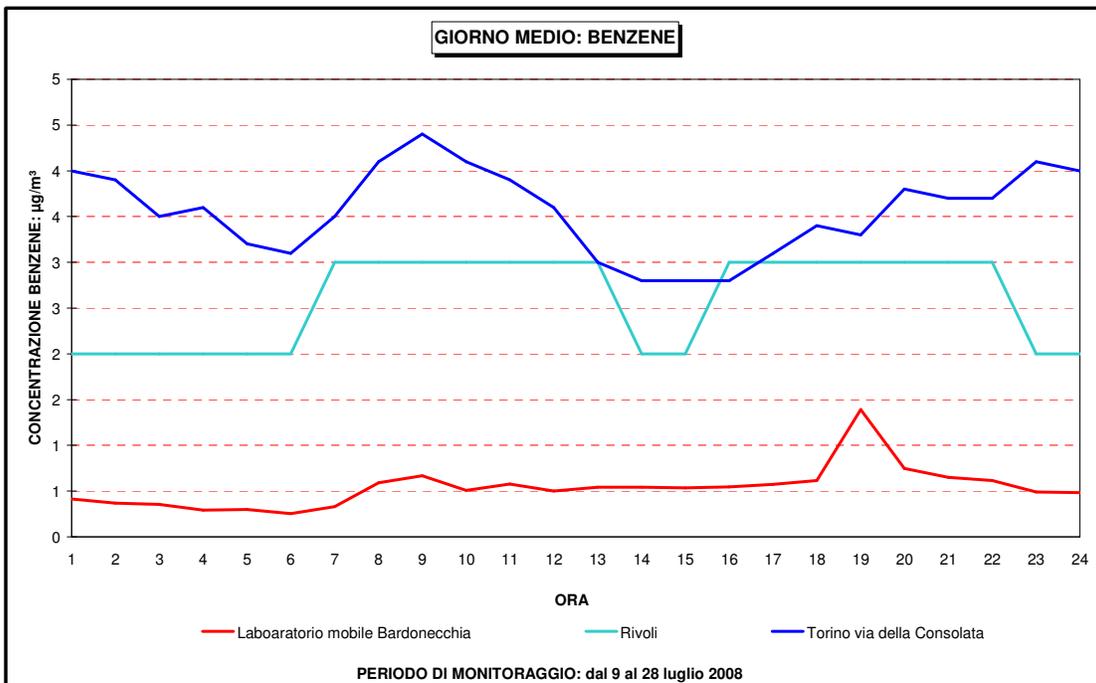


Figura 56: sito autostrada Toluene andamento giorno medio confronto con i dati delle stazioni di rilevamento di Torino via della Consolata e Rivoli

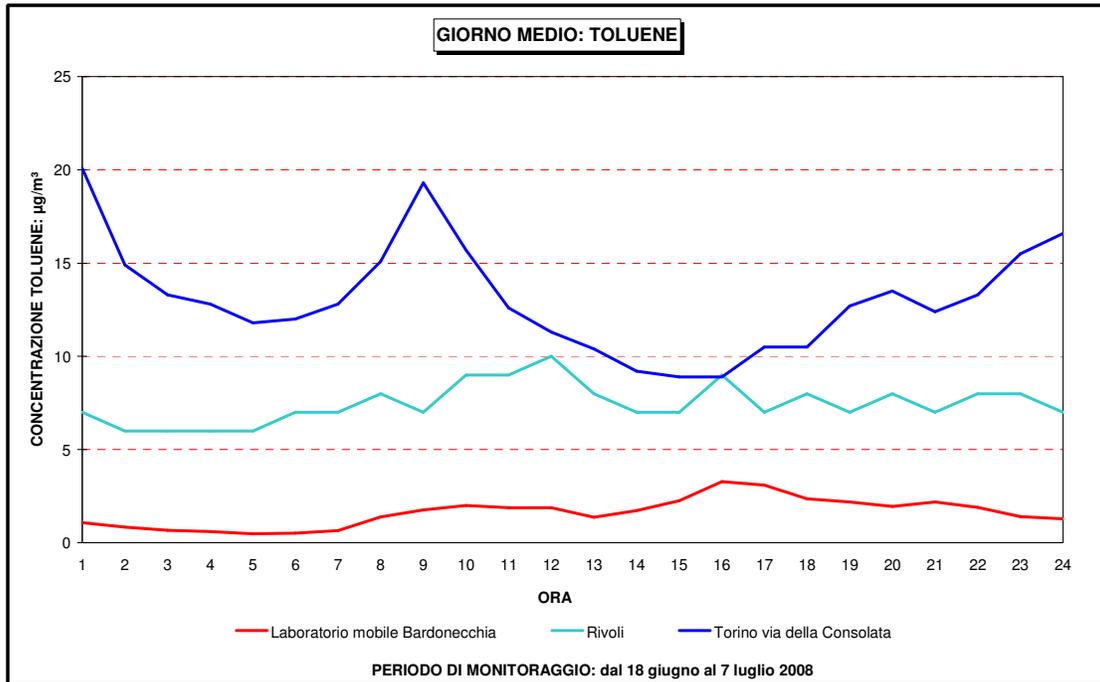
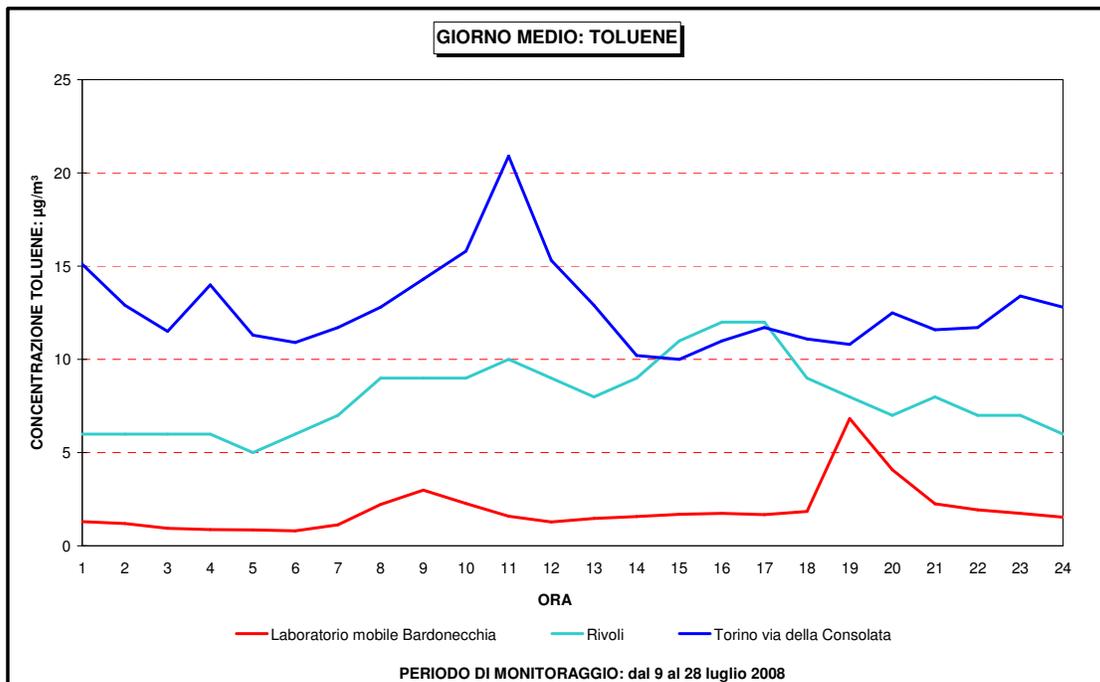


Figura 57: sito laghetto Toluene andamento giorno medio confronto con i dati delle stazioni di rilevamento di Torino via della Consolata e Rivoli



Particolato Sospeso (PM10)

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. Il DM 60/2002 ha inoltre indicato che venga misurata la concentrazione di polveri con diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 μm (PM2,5), per il quale attualmente non sono ancora previsti dei limiti normativi.

Nel comune di Bardonecchia nei due siti monitorati non si sono verificati superamenti del livello giornaliero di protezione della salute (pari a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), come del resto è avvenuto in tutte le centraline della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria in cui si controllano le polveri PM10 ad esclusione di due centraline in Torino posizionate in siti particolarmente critici per questo parametro ([Tabella 35](#))

Nel periodo monitorato il valore medio di PM10 nel sito autostrada è pari a 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [Tabella 32](#), mentre nel sito laghetto il valore medio risulta di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [Tabella 33](#), nel sito autostrada concorrono all'aumento del valore medio i lavori svolti nel tunnel ferroviario

Questo inquinante, come il biossido di azoto, è particolarmente problematico nella stagione invernale mentre in quella estiva non di norma particolari mostra criticità; anche per questo parametro il servizio scrivente si riserva quindi di elaborare ulteriori giudizi dopo l'effettuazione della seconda campagna di monitoraggio.

Tabella 32: sito autostrada parametro: Polveri PM10 - Basso Volume (microgrammi/ metro cubo)

PM10	Pri.
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	42
Media delle medie giornaliere	21
Giorni validi	16
Percentuale giorni validi	80%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	0

Tabella 33: sito laghetto parametro: Polveri PM10 - Basso Volume (microgrammi/ metro cubo)

PM10	Pri.
Minima media giornaliera	4
Massima media giornaliera	21
Media delle medie giornaliere	10
Giorni validi	15
Percentuale giorni validi	75%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	0

Figura 58: sito autostrada Medie giornaliere di PM10 confronto con i dati di Torino via della Consolata e Druento "La Mandria" e il parametro pioggia caduta ad Oulx in mm/giorno

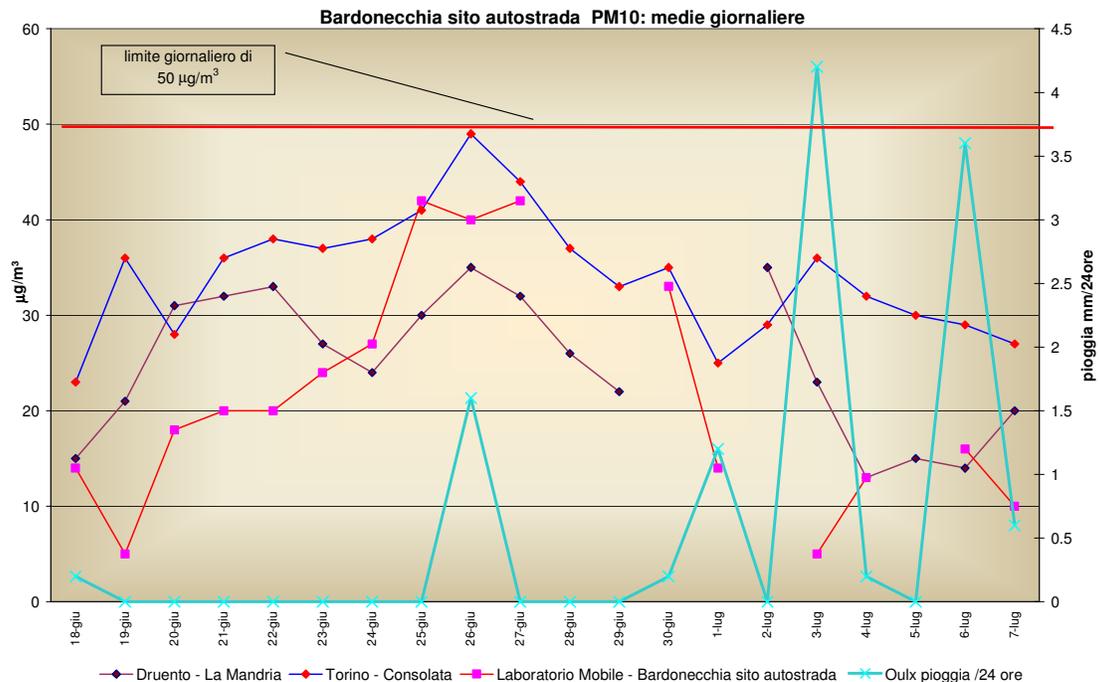


Figura 59: sito laghetto Medie giornaliere di PM10 confronto con i dati di Torino via della Consolata e Druento "La Mandria" e il parametro pioggia caduta ad Oulx in mm/giorno

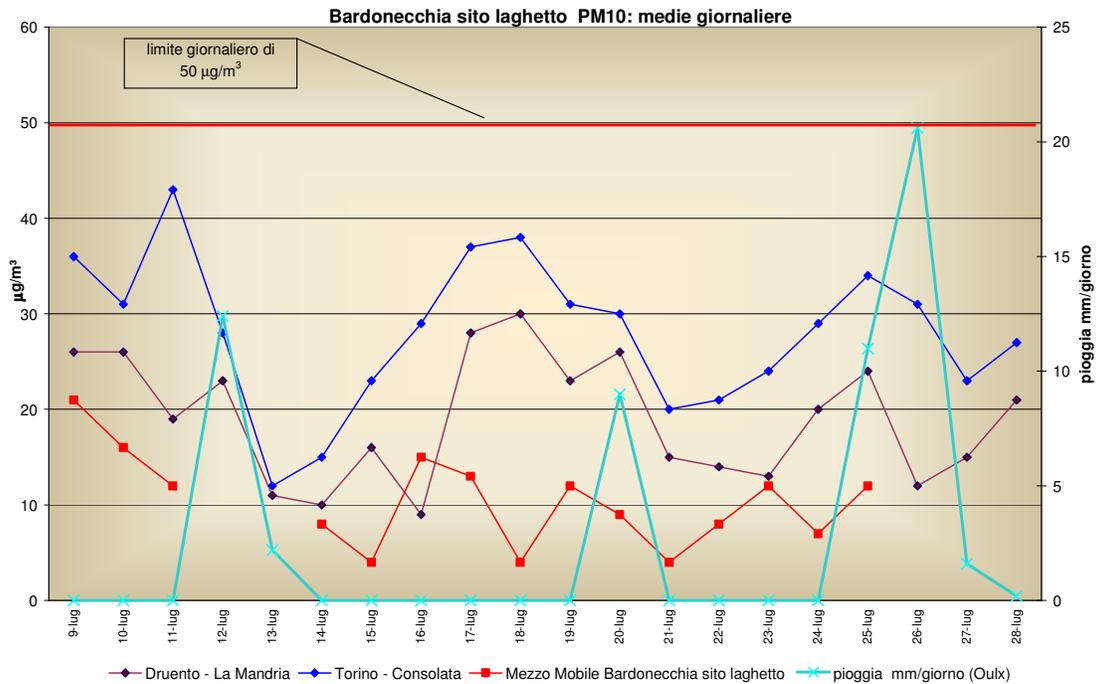


Tabella 34: sito autostrada parametro PM10 media periodo campagna e media anno 2007 delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria nella provincia di Torino

	periodo 1° campagna 18 giugno 7 luglio 2008		anno 2007	
	media periodo [µg/m ³]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	media anno 2007 [µg/m ³]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)
Bardonecchia sito autostrada	21	0		
Susa	22	0	22	27
Ivrea Liberazione	22	0	39	89
Druento La Mandria	25	0	32	63
Buttiglieria Alta	25	0	38	85
Pinerolo	28	0	37	74
TO - Rubino	28	0	34	35
Borgaro	30	0	46	118
Carmagnola	31	0	50	130
TO - Via Consolata	34	0	53	146
TO - Piazza Rivoli	35	1	59	153
TO - I.T.I.S. GRASSI	41	2	66	190

Tabella 35: sito laghetto parametro PM10 media periodo campagna e media anno 2007 delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria nella provincia di Torino

	dal 9 al 28 luglio 2008		anno 2007	
	media periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	media anno 2007 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)
Bardonecchia sito laghetto	10	0		
Susa	15	0	22	27
Ivrea Liberazione	16	0	39	89
Druento La Mandria	19	0	32	63
Pinerolo	19	0	37	74
Buttigliera Alta	21	0	38	85
TO - Rubino	23	0	34	35
Carmagnola	27	0	50	130
TO - Piazza Rivoli	27	0	59	153
TO - Via Consolata	28	0	53	146
Borgaro	28	0	46	118
TO - I.T.I.S. GRASSI	33	1	66	190

CONCLUSIONI

Le criticità rilevate nel territorio di Bardonecchia rispecchiano quelle osservate in siti simili della provincia. In generale le soglie di allarme sono rispettate nei due siti monitorati per tutti e tre gli inquinanti (biossido di zolfo, biossido di azoto e ozono), per i quali la normativa prevede tale tipo di indicatore; sono inoltre rispettati i valori limite per la protezione della salute umana per il biossido di zolfo. Il PM10 ed il benzene.

Nel periodo di rilevamento il parametro più critico è risultato l'ozono. Nel sito autostrada si sono verificati 4 giorni di superamento del livello per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come massima media su otto ore) e un superamento del livello di informazione pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 24 e Figura 48).

Nel sito laghetto vi sono stati 8 giorni di superamento del livello per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su otto ore) e 12 superamenti del livello di informazione pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verificatesi in tre giorni (Tabella 25 e Figura 49).

Va comunque sottolineato che nello stesso periodo di monitoraggio si sono avuti superamenti in tutte le stazioni della Provincia di Torino in cui viene misurato l'ozono. La formazione e la degradazione dell'ozono coinvolgono infatti un numero notevole di composti e di fenomeni chimico-fisici e interessano aree molto vaste, per cui per la risoluzione di questo problema sono fondamentali le politiche a livello regionale o sovregionale miranti alla complessiva riduzione dei precursori.

Una valutazione complessiva relativa a tutti gli inquinanti verrà effettuata la termine della seconda campagna

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

• **Biossido di zolfo**

API 100E

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

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

• **Ossidi di azoto**

MONITOR EUROPE ML 9841B

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

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

• **Ozono**

MONITOR EUROPE ML 9810B

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

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

• **Monossido di carbonio**

API A300

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

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

• **Particolato sospeso PM10**

TECORA CHARLIE AIR GUARD PM

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro EDEROL di diametro 47 mm.

• **Stazione meteorologica**

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

Gascromatografo con doppia colonna, sistema di rilevazione PID (fotoionizzazione).

- ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 324 µg/m³;
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m³;
- ✓ Campo di misura xileni: 0 ÷ 442 µg/m³;
- ✓ Campo di misura etilbenzene: 0 ÷ 441 µg/m³