

**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
CON UTILIZZO DEI LABORATORI MOBILI DI ARPA PIEMONTE E LTF SPA IN PARALLELO
NEL COMUNE CHIOMONTE , via Asilo Augusto Levis**

RELAZIONE 1ª CAMPAGNA (26 marzo – 09 aprile 2013)



SOMMARIO

OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO.....	2
<i>Il quadro normativo.....</i>	4
ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI.....	7
ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI.....	14
Biossido di zolfo.....	15
Monossido di Carbonio.....	17
Ossidi di Azoto.....	20
Benzene.....	24
Particolato Sospeso (PM10).....	26
Particolato Sospeso (PM2,5).....	29
<i>conclusioni.....</i>	34
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI.....	35

OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

La campagna di monitoraggio nel Comune di Chiomonte è stata organizzata per verificare in parallelo le attività di monitoraggio condotte da Fenice S.p.A. per conto della Società Lyon Turin Ferroviarie S.A.S. (LTF). Il sito scelto per il controllo si trova all'interno del cortile della scuola elementare di via Augusto Levis; il laboratorio mobile di Arpa è stato posizionato di fianco a quello utilizzato da Fenice. Il monitoraggio della prima campagna è stato condotto dal 25 marzo al 10 aprile 2013.

Le Figura 1 Figura 2 evidenziano sulla cartografia del comune di Chiomonte, il luogo scelto per il posizionamento del Mezzo Mobile di rilevazione della qualità dell'aria. La Figura 3 mostra il dettaglio fotografico del sito di campionamento del Laboratorio Mobile.



Figura 1 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Chiomonte (punto evidenziato in rosso)



Figura 2 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Chiomonte – dettaglio del sito

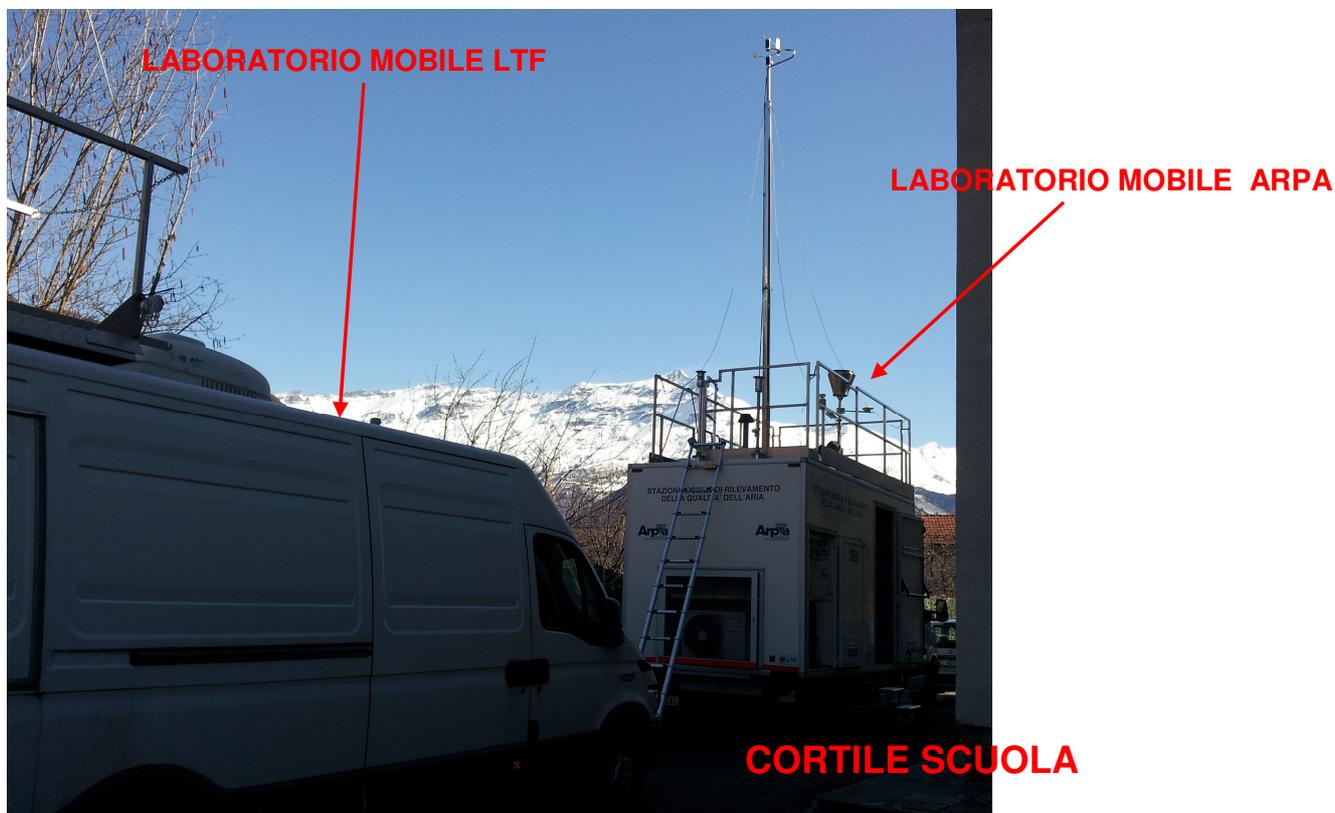


Figura 3 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Chiomonte – dettaglio fotografico

IL QUADRO NORMATIVO

Nella Tabella 1, nella Tabella 2 e nella 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 2012".

Tabella 1 – Valori limite per ozono e benzo(a)pirene

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

P (1) La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h-z (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 2 – Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile inverno (1 ott - 31 mar)	20 µg/m ³	--	19-lug-2001
BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂) e OSSIDI DI AZOTO (NO _x)	Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m ³	--	--
	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ (NO ₂)	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--	1-gen-2010
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³ (NO ₂)	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m ³ (NO _x)	--	19-lug-2001
	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m ³	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM ₁₀)	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-2005
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---	1-gen-2010

Tabella 3 – Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)

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

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

ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante il periodo di monitoraggio. In particolare per ognuno dei parametri determinati si riporta un diagramma che ne illustra l'andamento orario e una tabella riassuntiva (Tabella 4) che evidenzia i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi.

I parametri meteorologici vengono misurati utilizzando sensori posti direttamente sul mezzo mobile. I parametri meteorologici determinati sono elencati di seguito, unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura.

pressione atmosferica	P	mbar
direzione vento	D.V.	gradi sessagesimali
velocità vento	V.V.	m/s
temperatura	T	°C
umidità relativa	U.R.	%
radiazione solare globale	R.S.G.	W/m ²

	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	TEMPERATURA	UMIDITA' RELATIVA	PRESSIONE ATMOSFERICA	VELOCITA' VENTO
	W/m ²	°C	%	mbar	m/s
Minima media giornaliera	3.2	1.7	35.8	914	0.59
Massima media giornaliera	128	8.9	97.1	925.2	2.09
Media delle medie giornaliere	62.7	5	79.8	919.8	1.12
Giorni validi	15	15	15	15	15
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	62.7	5	79.8	919.8	1.13
Massima media oraria	618	12.8	99	927	4.8
Ore valide	360	360	360	360	343
Percentuale ore valide	100%	100%	100%	100%	95%

Tabella 4 – Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso della campagna di monitoraggio

La Figura 4 mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) nel corso della campagna di monitoraggio: la durata e l'intensità dell'irraggiamento risultano piuttosto variabili a seconda della copertura nuvolosa. I valori massimi si osservano nelle ore centrali della giornata che in assenza di copertura nuvolosa raggiungono i 600 W/m² ca. Vi sono state diverse giornate con irraggiamento inferiore ed in particolare si sono registrati valori molto bassi nella giornata del 4 aprile, caratterizzata dalle precipitazioni più abbondanti del periodo di monitoraggio.

In accordo con la Figura 13 riportante le precipitazioni del periodo, in Figura 6 si osserva che le giornate con umidità massima sono state quelle piovose, mentre è scesa nelle giornate con maggiore vento il 31 marzo e 3 aprile.

La temperatura media di tutto il periodo (Figura 5) è stata di 5°C; il valore minimo orario si è raggiunto il 1 aprile con 0,4°C, mentre il valore massimo pari a 12,8°C è stato rilevato il 31 marzo alle ore 16.

Per quanto riguarda i venti, la velocità media è stata pari a 1,1 m/s, con massime orarie pari a 4,8 m/s. Nei grafici riportanti le rose dei venti è fornita l'indicazione relativa alle calme di vento: si osserva che il 25.7% dei dati di vento sono caratterizzati da velocità inferiori a 0,5 m/s.

Le elaborazioni relative alla direzione dei venti (Figura 9) indicano che buona parte degli episodi si collocano tra il settore NE e ENE. Esaminando più nel dettaglio la situazione, è possibile evidenziare che tale provenienza caratterizza prevalentemente il periodo diurno (Figura 10) mentre nella notte i venti provengono anche dalla direzione opposta WSW e SW (Figura 11) in relazione ai tipici fenomeni di brezza di monte. Nella notte sono maggiori i fenomeni di calma di vento.

Per quanto riguarda il campo pressorio nel corso dei 15 giorni della campagna si è attestato tra i 914 ed i 925 mbar (Figura 7).

Figura 4- Andamento della radiazione solare globale nel corso della campagna di monitoraggio

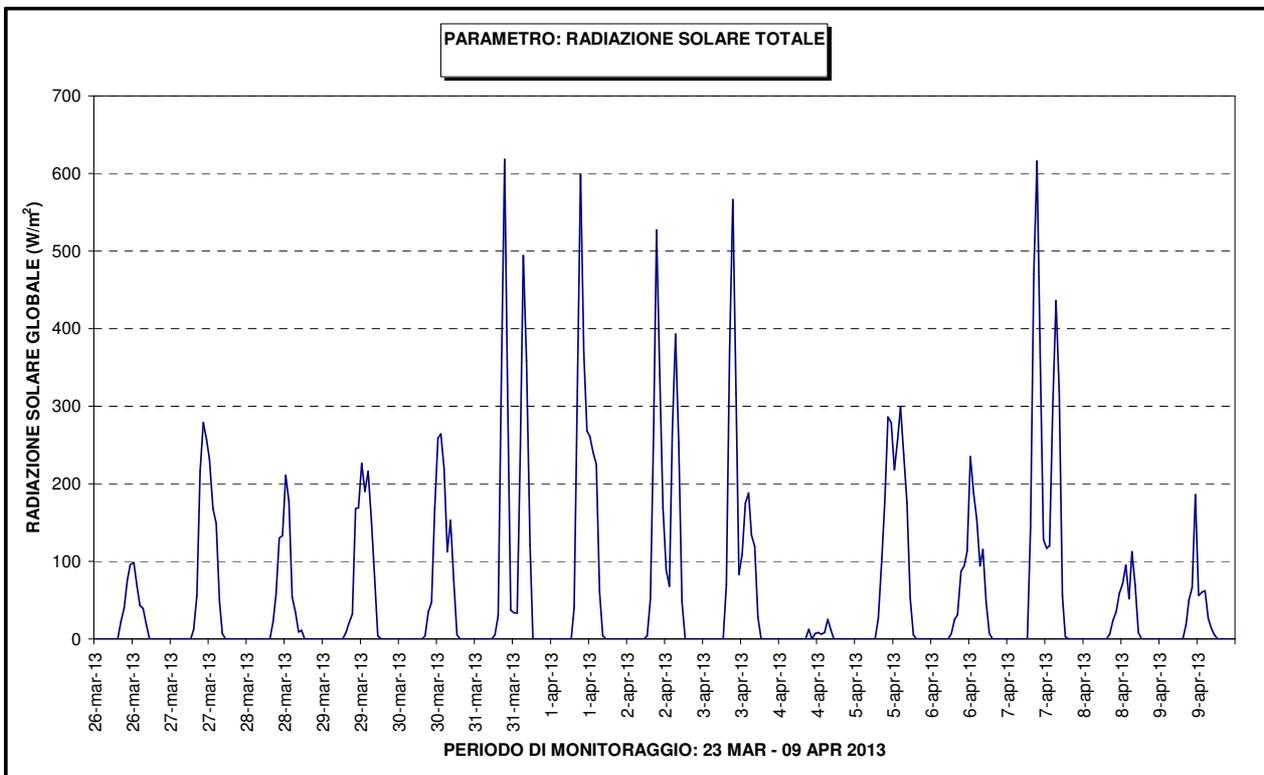


Figura 5:- Andamento di temperatura durante la campagna di monitoraggio

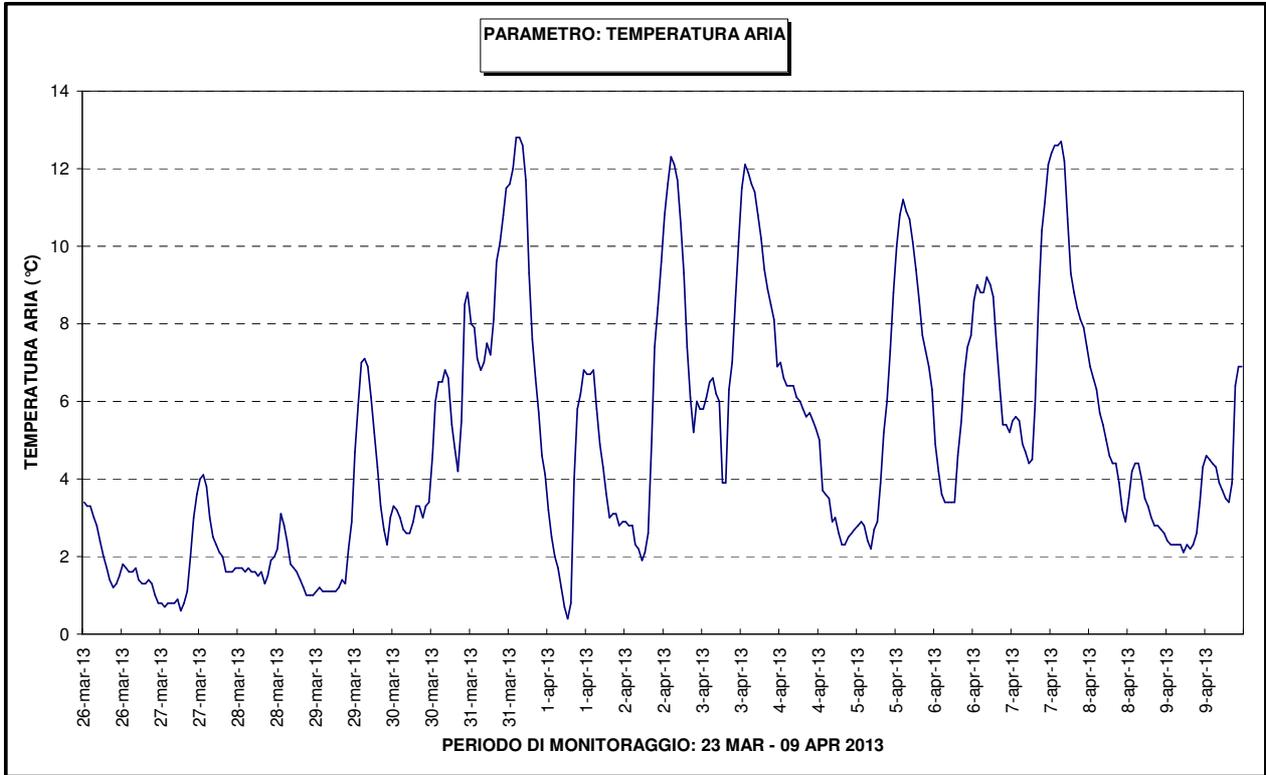


Figura 6– Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio

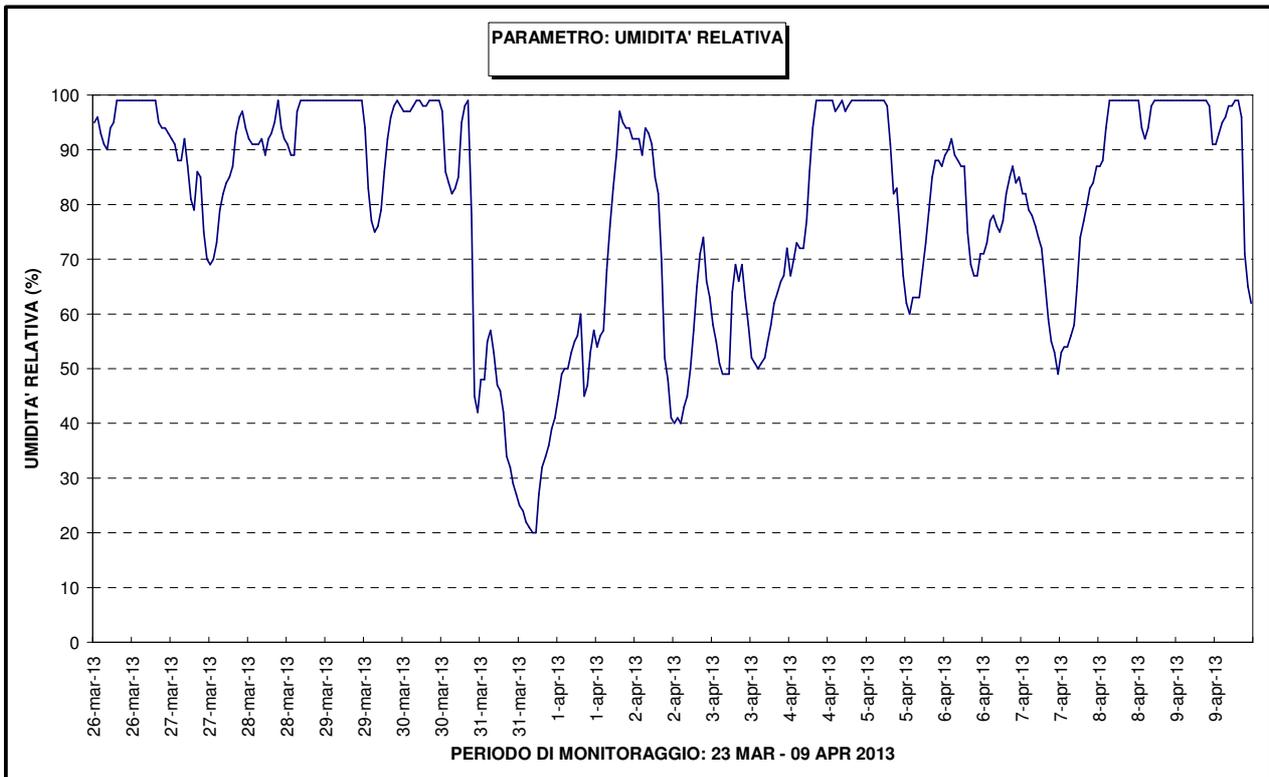


Figura 7– Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

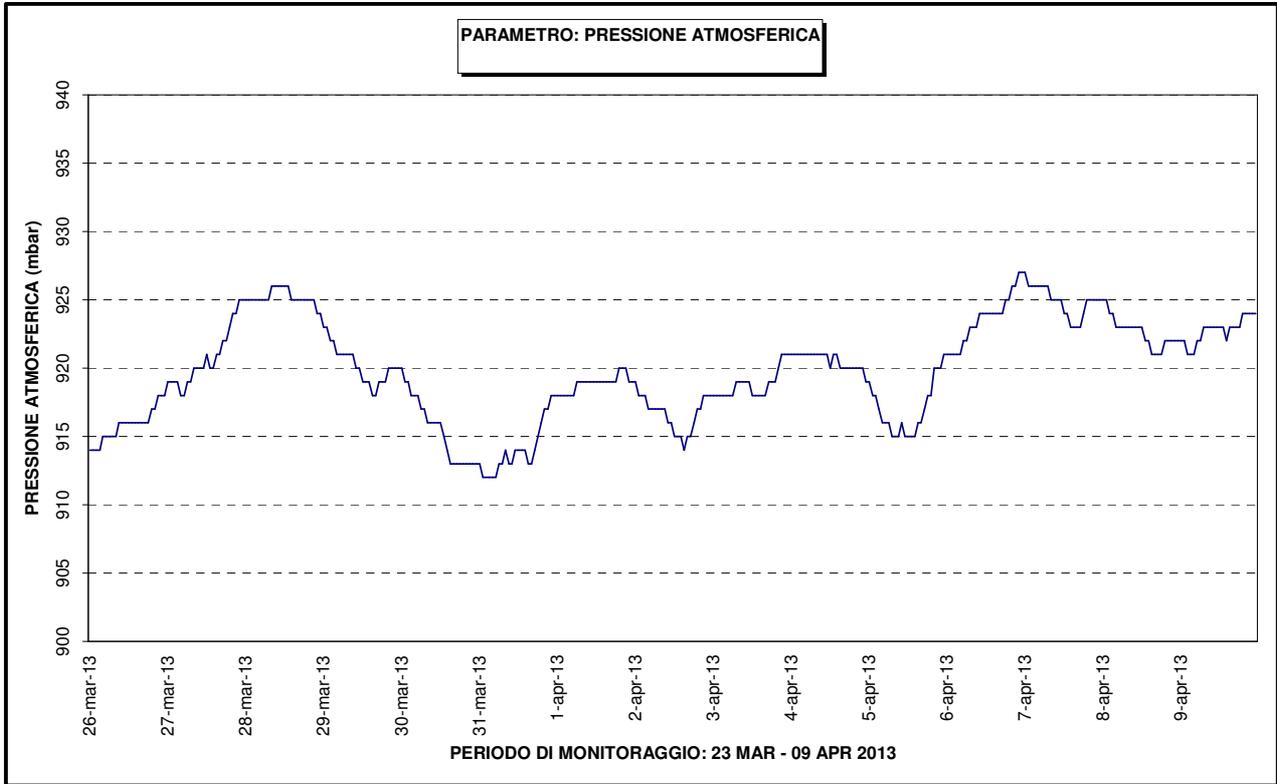


Figura 8- Andamento della velocità dei venti nel corso della campagna di monitoraggio

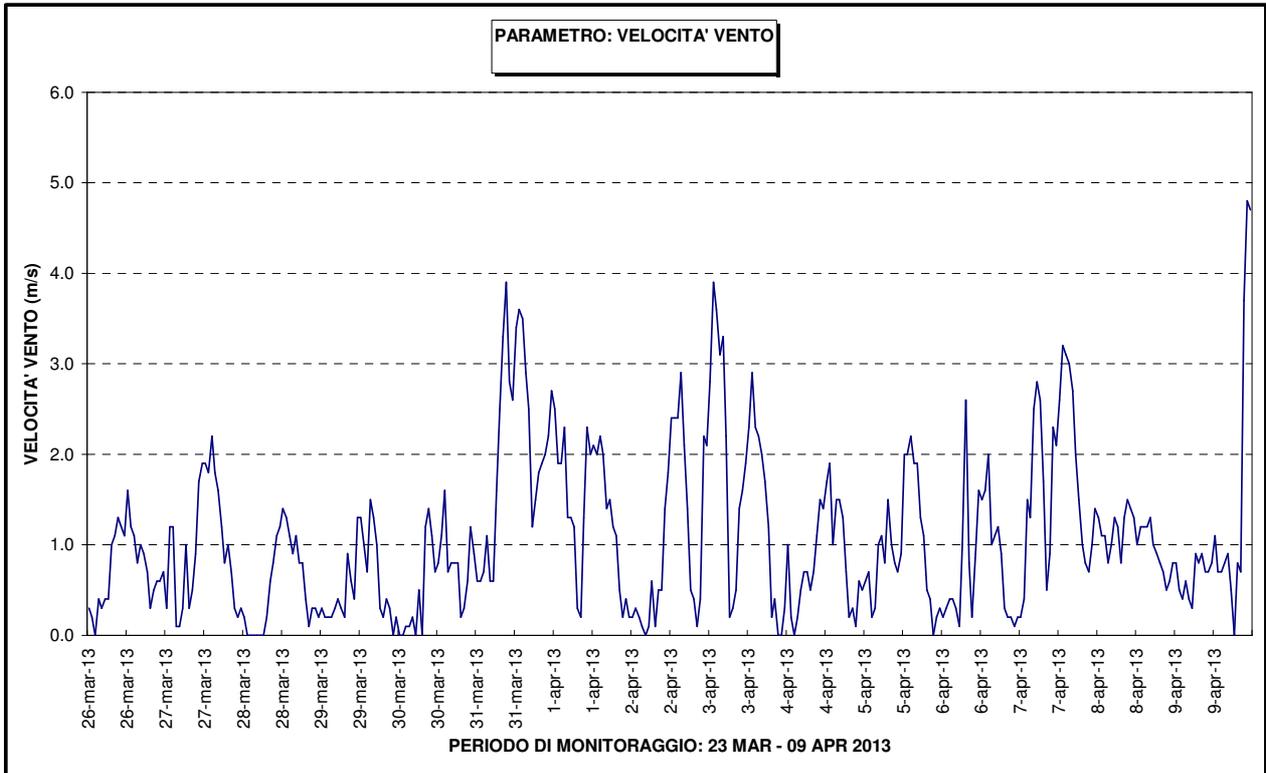


Figura 9: – Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio

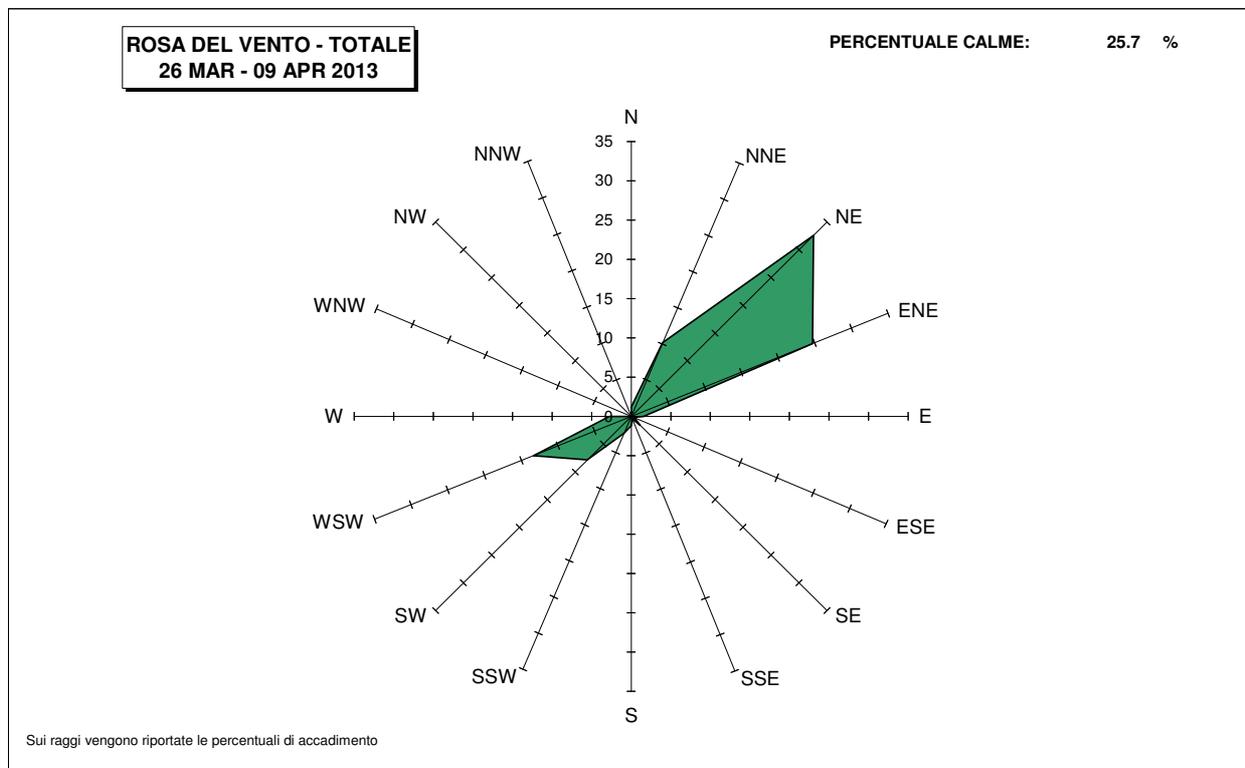


Figura 10: Rosa dei venti diurna nel corso della campagna di monitoraggio

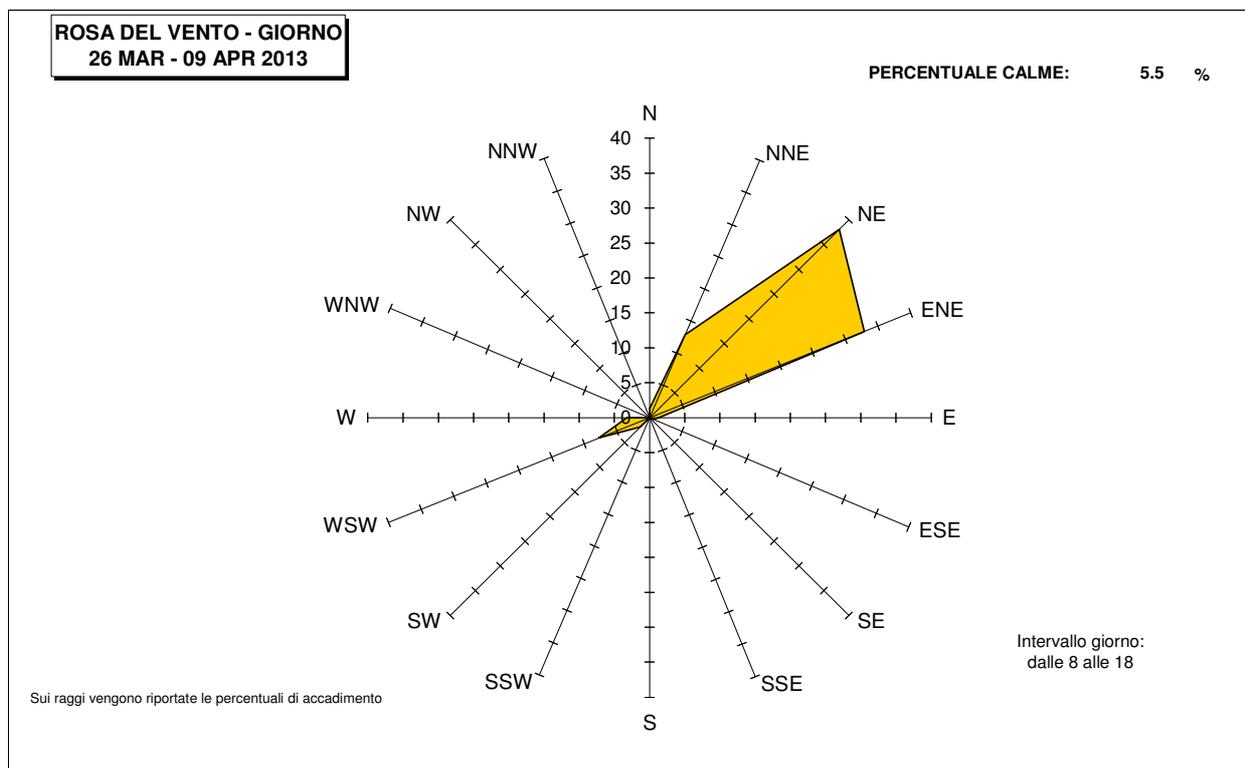


Figura 11 - Rosa dei venti notturna nel corso della campagna di monitoraggio

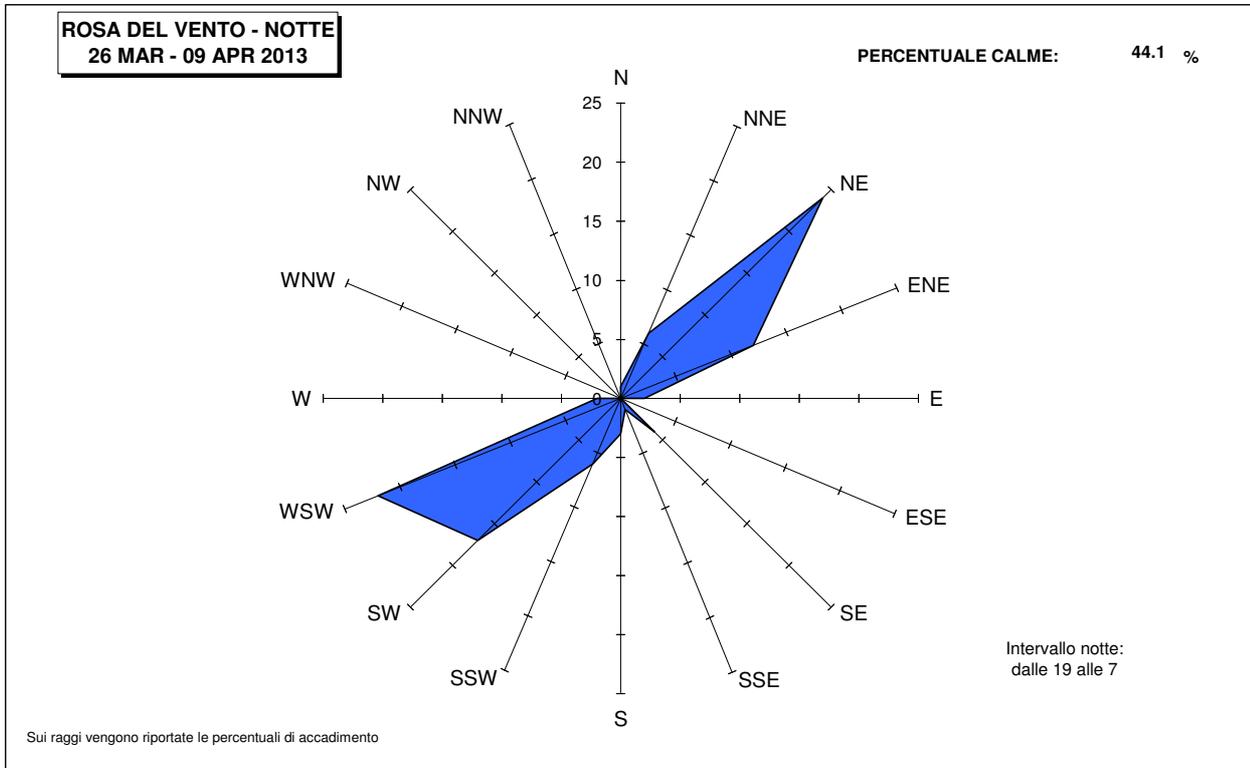


Figura 12- Direzione principale dei venti nelle ore diurne (freccia arancione) e notturne (frecce blu).

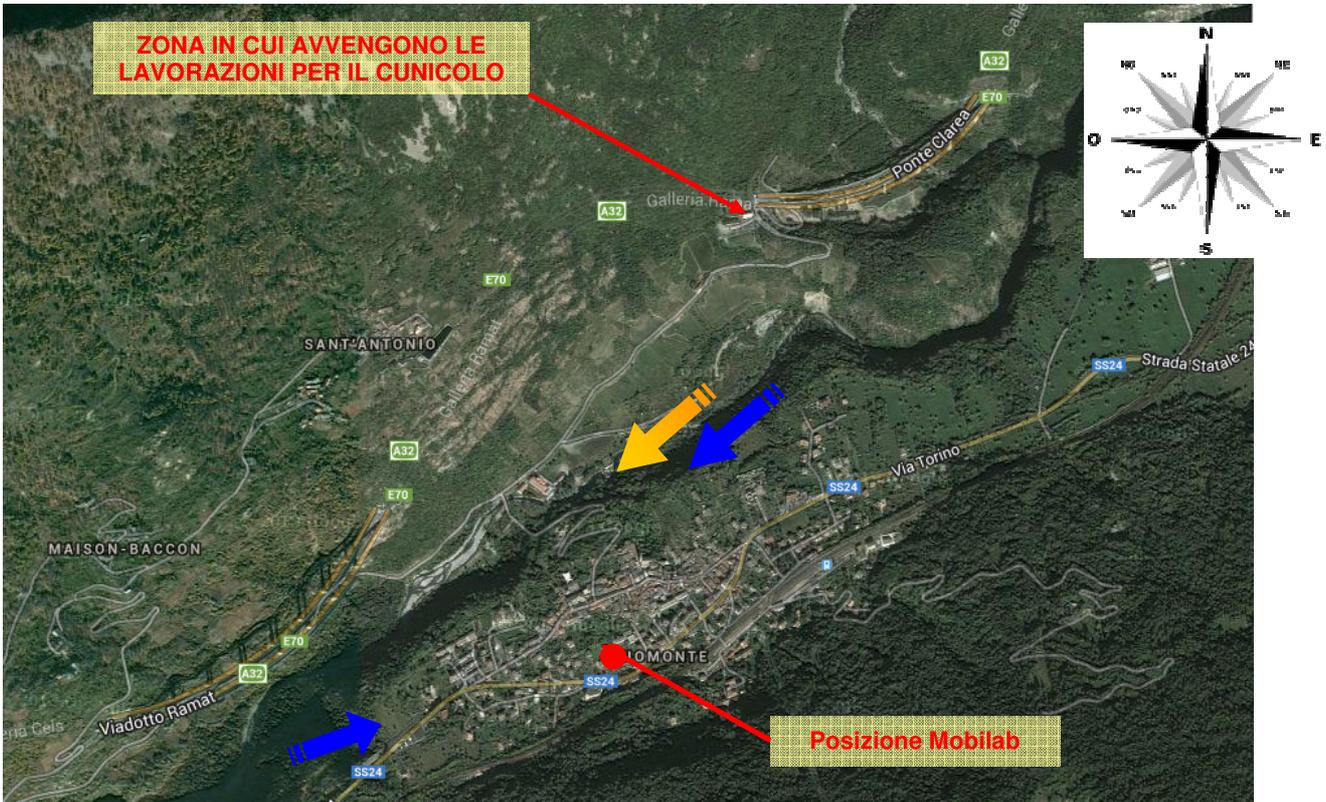
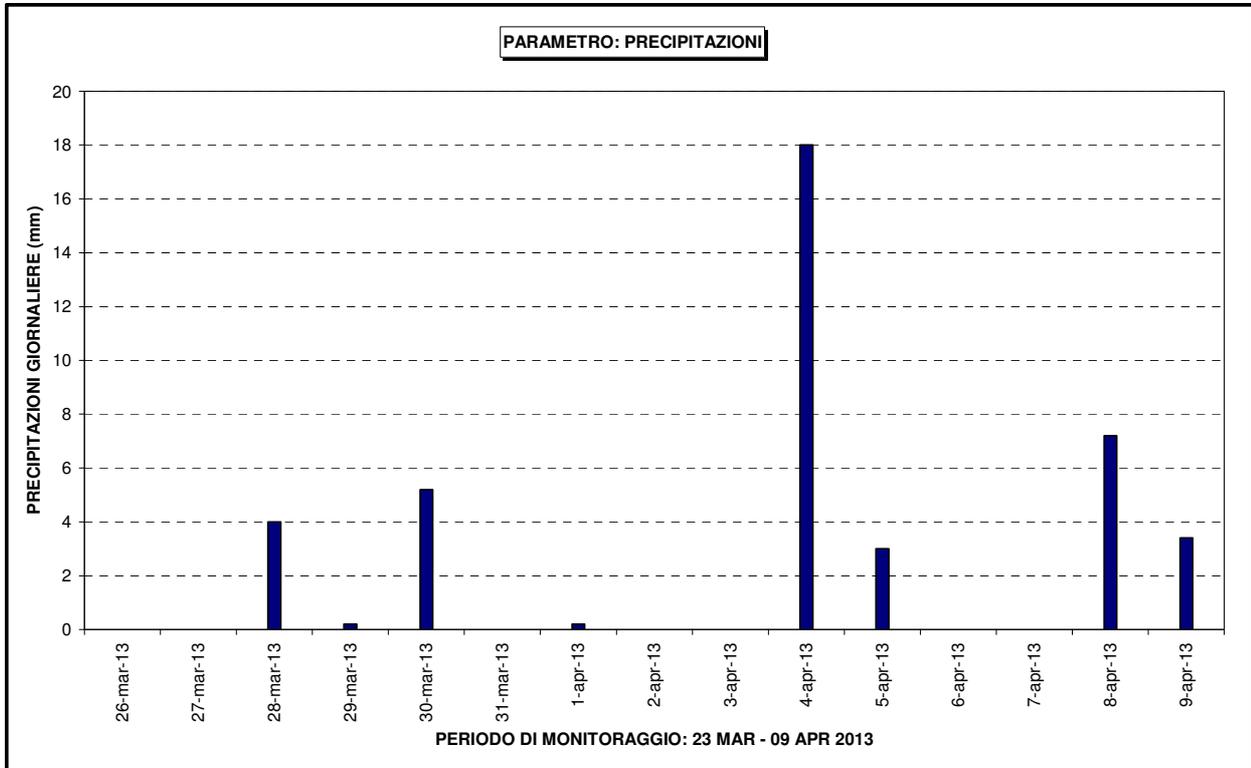


Figura 13- Precipitazioni nel corso della campagna di monitoraggio



ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche delle concentrazioni registrate dagli analizzatori strumentali nel periodo di campionamento e gli eventuali superamenti dei limiti di legge degli inquinanti.

Si riportano di seguito i parametri misurati e le loro le formule chimiche, utilizzate come abbreviazioni:

Benzene	C_6H_6	$\mu g/m^3$
Bossido di azoto	NO_2	$\mu g/m^3$
Biossido di zolfo	SO_2	$\mu g/m^3$
Monossido di azoto	NO	$\mu g/m^3$
Monossido di carbonio	CO	mg/m^3
Ozono	O_3	$\mu g/m^3$
Particolato sospeso PM_{10}	PM_{10}	$\mu g/m^3$
Toluene	$C_6H_5CH_3$	$\mu g/m^3$

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://extranet.regione.piemonte.it/ambiente/aria/servizi/ariaweb.htm>, a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, in un **diagramma concentrazione-tempo**, l'andamento registrato durante il periodo di monitoraggio. La scala adottata per l'asse delle ordinate permette di evidenziare, laddove esistenti, i superamenti dei limiti. Nel caso in cui i valori assunti dai parametri risultino nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse delle ordinate rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso lo scrivente servizio e può essere inviata su richiesta specifica.

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è possibile calcolare il **giorno medio**: questo si ottiene determinando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Ad esempio il valore dell'ora 2:00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 2:00 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

Tabella 5 – Dati relativi al biossido di zolfo (SO₂) (µg/m³)

	LTF	ARPA
Minima media giornaliera	1	3
Massima media giornaliera	2	5
Media delle medie giornaliere	1	4
Giorni validi	15	12
Percentuale giorni validi	100%	80%
Media dei valori orari	1	4
Massima media oraria	3	7
Ore valide	358	296
Percentuale ore valide	99%	82%
<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

I livelli orari e giornalieri del biossido di zolfo misurato nel Comune di Chiomonte con il laboratorio mobile, sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi (Tabella 5, Figura 14). Il massimo valore giornaliero (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), è pari a 4 µg/m³, di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. La massima media oraria è pari a 7 µg/m³, risultando quindi rispettato anche il livello orario per la protezione della salute fissato a 350 µg/m³ dal D.Lgs. 155/2010. In Figura 15 le medie orarie di SO₂ registrate a Chiomonte con il laboratorio mobile di Arpa sono state confrontate con i dati rilevati da LTF e con la stazione urbana delle rete fissa di monitoraggio di Grugliasco. I valori di SO₂ relativi al comune di Chiomonte sono inferiori a quelli osservati a Grugliasco, e si nota che il livello registrato con il laboratorio mobile di LTF risulta inferiore rispetto a quello di Arpa: si sottolinea che le misure si attestano a livelli molto bassi, per cui sono affette da maggiori errori e ricadono nell'intervallo dell'incertezza di misura. Per cui di fatto non si evidenzia una differenza significativa tra i valori rilevati da Arpa e quelli di LTF.

In generale questo parametro non mostra alcuna criticità e le concentrazioni di SO₂ ormai da diversi anni sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi

Figura 14– SO₂ confronto con il limite di legge (media giornaliera)

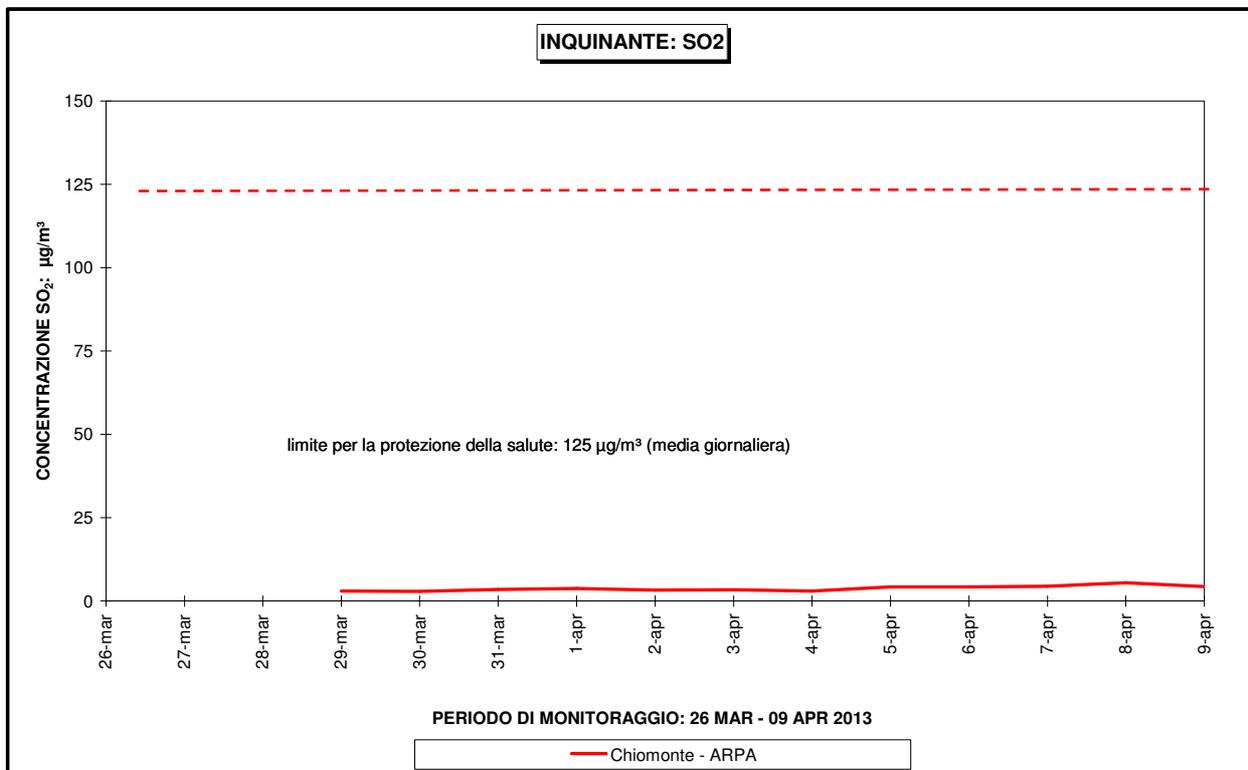
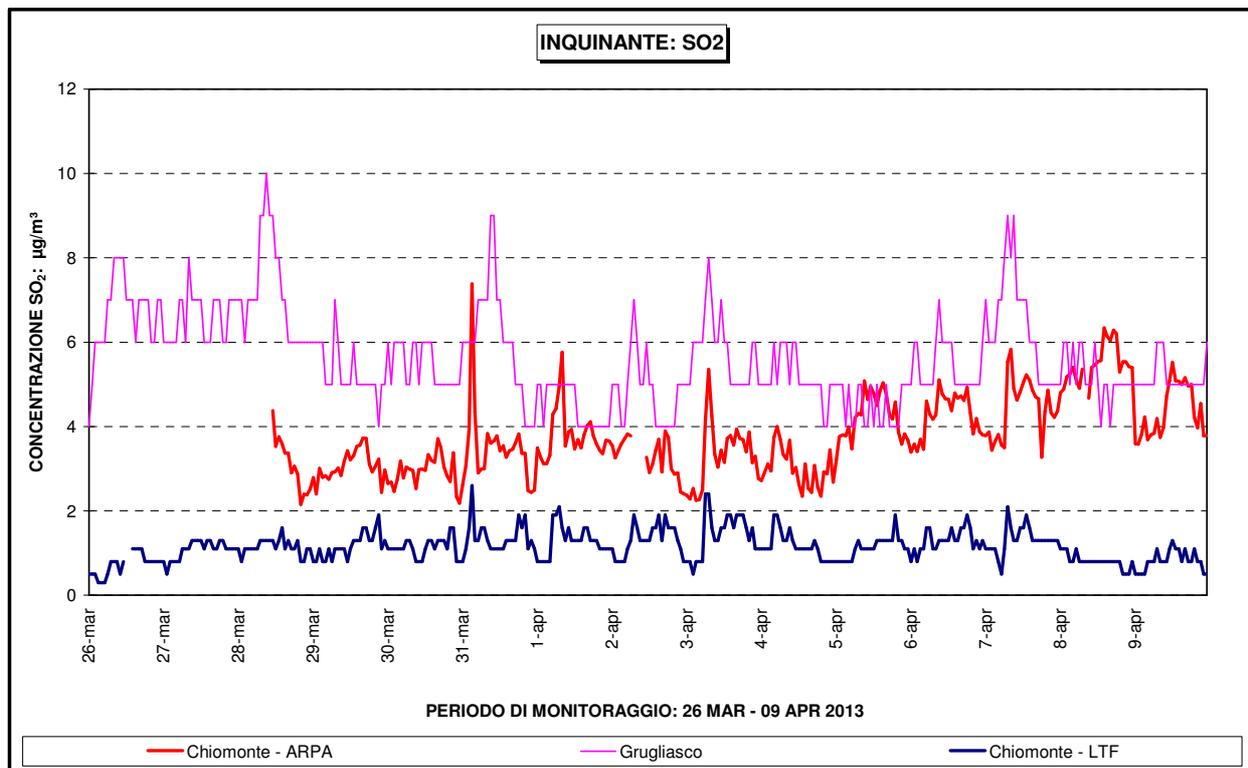


Figura 15– SO₂: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni fisse



Monossido di Carbonio

Tabella 6 – Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m³)

	LTF	ARPA
Minima media giornaliera	0.3	0.4
Massima media giornaliera	0.6	0.7
Media delle medie giornaliere (b):	0.4	0.6
Giorni validi	15	15
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	0.4	0.6
Massima media oraria	1	0.9
Ore valide	359	359
Percentuale ore valide	100%	100%
Minimo medie 8 ore	0.2	0.4
Media delle medie 8 ore	0.4	0.6
Massimo medie 8 ore	0.7	0.7
Percentuale medie 8 ore valide	99%	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0	0

I dati misurati durante la campagna nel Comune di Chiomonte confermano quanto osservato su scala regionale in merito al rispetto dei limiti normativi. Il D.Lgs 155 del 13/08/2010 prevede un limite di 10 mg/m³, calcolato come media su otto ore consecutive: tale limite viene ampiamente rispettato dal sito in esame il cui valore massimo su otto ore è pari a 0.7 mg/m³ (Tabella 6 e Figura 16). Nelle Figura 17 e Figura 18 viene riportato il confronto con i dati di LTF e con la postazione fissa della rete regionale di monitoraggio di Oulx. Dai grafici si nota che i livelli e i valori di CO nelle tre stazioni sono pressoché sovrapponibili.

Figura 16 – CO: confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)

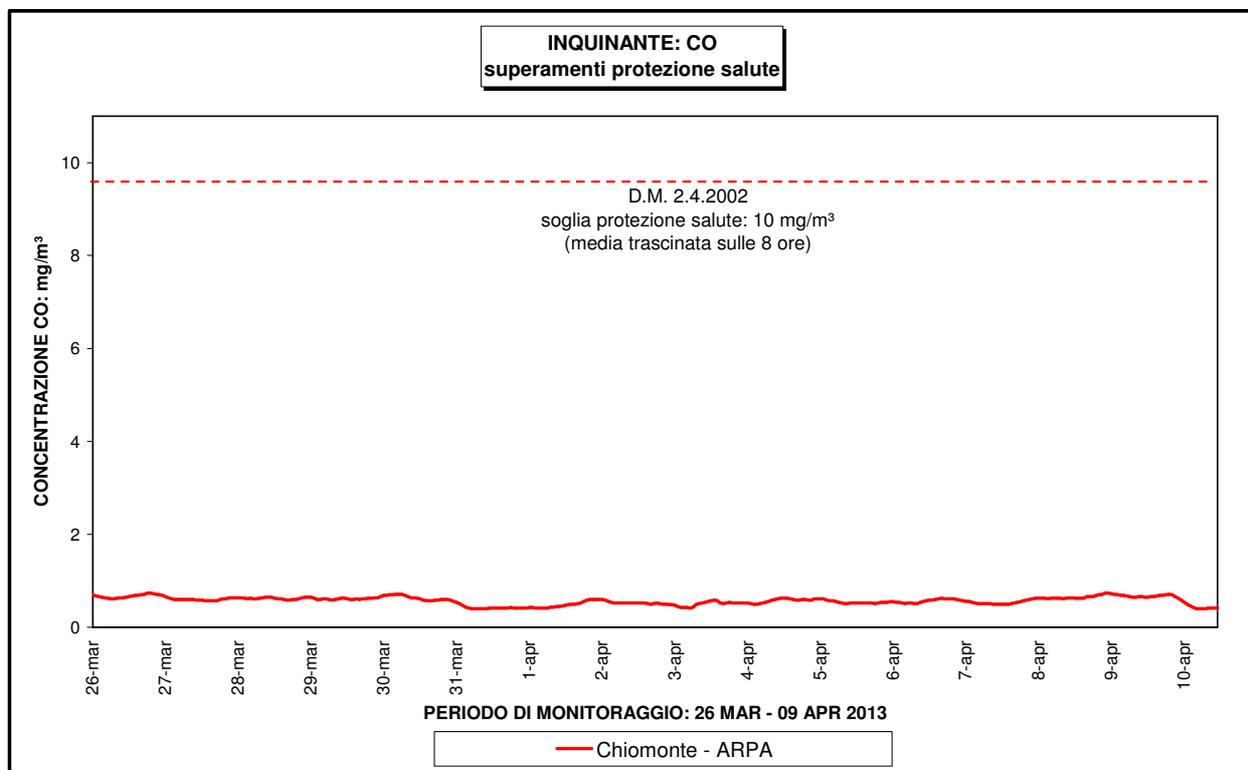


Figura 17– CO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con stazione di Oulx della rete fissa

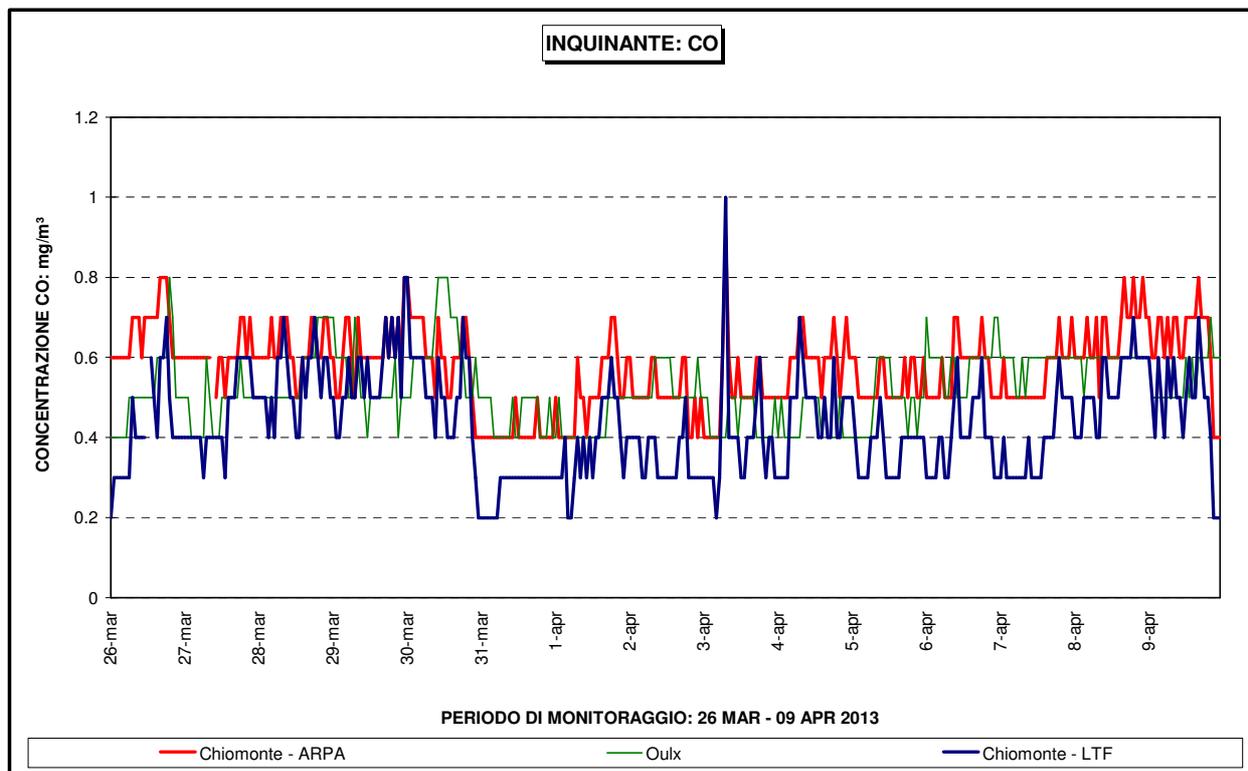
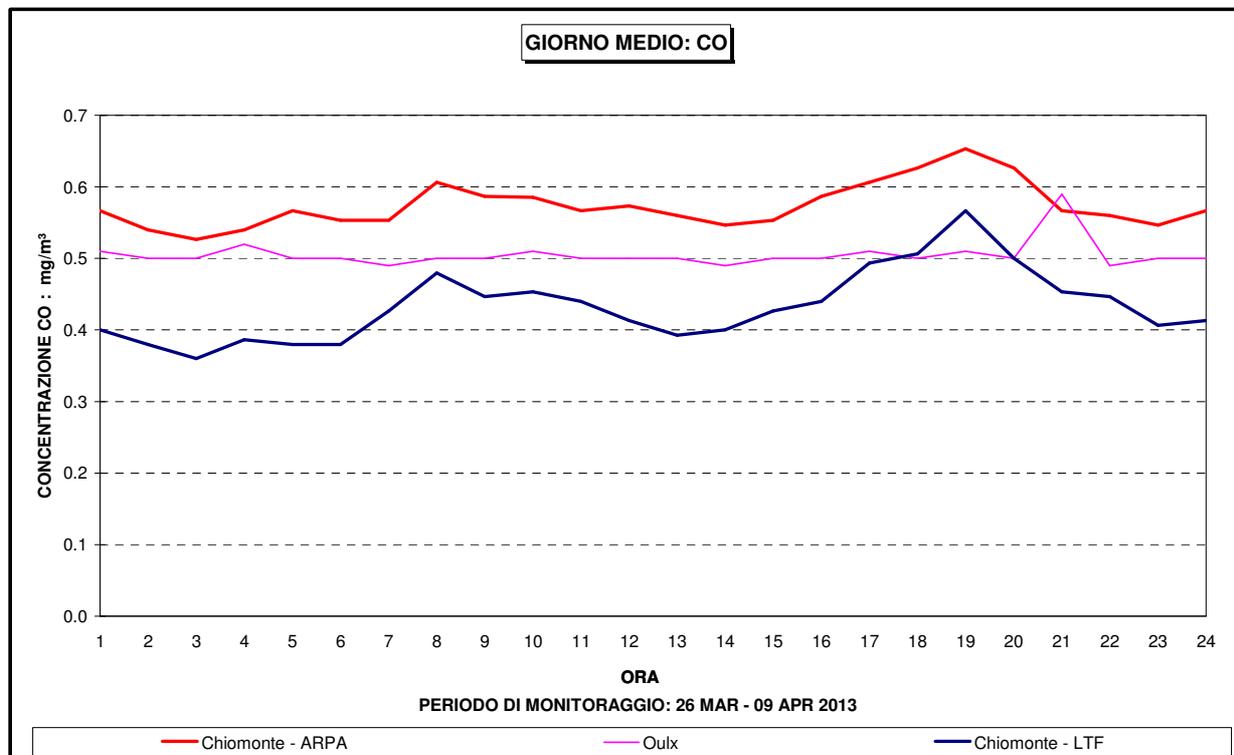


Figura 18– CO: giorno medio confronto con stazione di Oulx della rete fissa.



Ossidi di Azoto

Monossido di Azoto

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

	LTF	ARPA
Minima media giornaliera	1	8
Massima media giornaliera	2	9
Media delle medie giornaliere (b):	1	9
Giorni validi	15	15
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	1	9
Massima media oraria	7	20
Ore valide	359	359
Percentuale ore valide	100%	100%

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

Nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Chiomonte il livello di NO (Figura 19 e Figura 20) risulta simile alle stazioni fisse di Susa e Oulx; quest'ultime presentano alcuni picchi nelle ore di maggiore traffico. L'analizzatore utilizzato da LTF ha registrato valori ancora inferiori; anche in questo caso i livelli risultano molto bassi e soggetti a maggiore incertezza, per cui valgono considerazioni analoghe a quelle riportate per l' SO_2 . La massima media oraria registrata con il laboratorio di Arpa è pari a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e il valore medio dell'intera campagna è di $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 7). Il grafico del giorno medio mostra un picco mattutino per la stazione di Susa caratterizzata da maggiore traffico veicolare rispetto al sito di Chiomonte.

Figura 19– NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni di misura

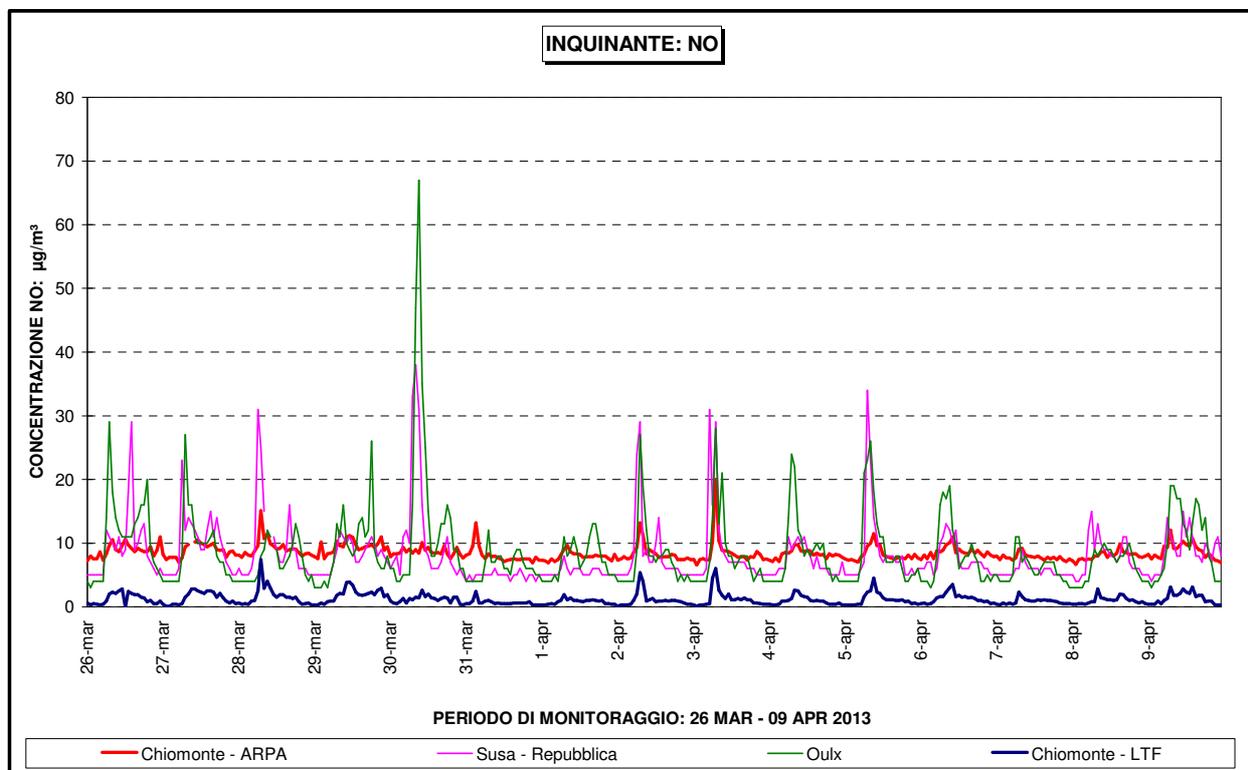
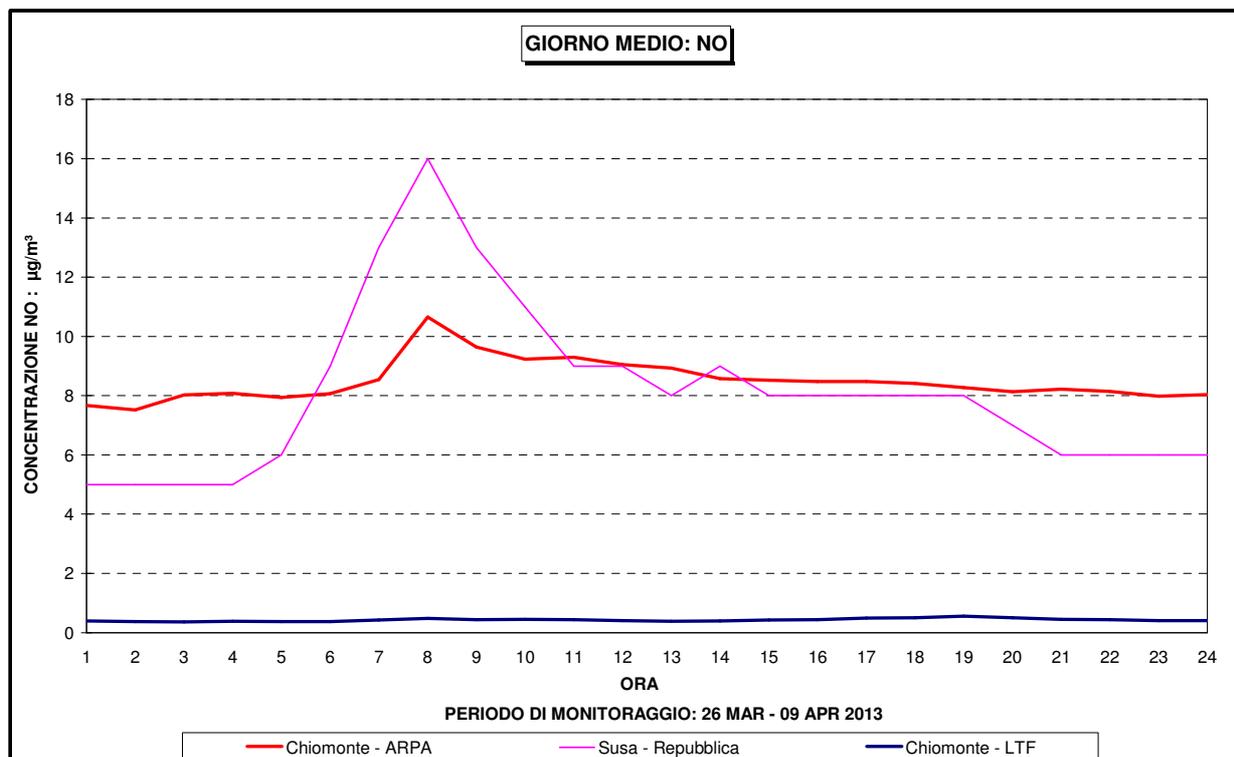


Figura 20– NO: andamento del giorno medio e confronto con stazioni di Susa



Biossido di azoto

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

	LTF	ARPA
Minima media giornaliera	12	6
Massima media giornaliera	26	26
Media delle medie giornaliere	19	17
Giorni validi	15	15
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	19	16
Massima media oraria	45	40
Ore valide	359	355
Percentuale ore valide	100%	99%
<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

Il **biossido di azoto** (NO₂) è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici più pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché, in presenza di forte irraggiamento solare, entra a far parte del ciclo di una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di “smog fotochimico”. La formazione di NO₂ è piuttosto complessa, in quanto si tratta di un inquinante di origine mista, in parte originato direttamente dai fenomeni di combustione e in parte prodotto indirettamente dall’ossidazione in atmosfera del monossido di azoto (NO) nell’ambito di un insieme complesso di reazioni fotochimiche.

Durante la campagna di monitoraggio i livelli di NO₂ risultano ampiamente al di sotto del limite orario di 200 µg/m³ (la normativa prevede che non venga superato più di 18 volte in un anno); il valore massimo orario è stato di 40 µg/m³, mentre il valore medio risulta pari a 17 µg/m³ (Tabella 8). In Figura 21 è riportato l’andamento orario di tale parametro rilevato nei laboratori mobili di Arpa ed LTF ed i dati registrati presso Oulx e Susa. I due andamenti rilevati a Chiomonte sono pressoché sovrapponibili, e risultano molto simili a quelli delle altre stazioni poste a confronto. Stesse considerazioni si possono fare osservando il grafico del giorno medio di Figura 22 calcolato con le modalità indicate a pag.14, si nota che l’andamento dell’ NO₂ in tutte le stazioni a confronto, è caratterizzato da due campane una al mattino e una nelle ore serali.

Figura 21– NO₂: confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio

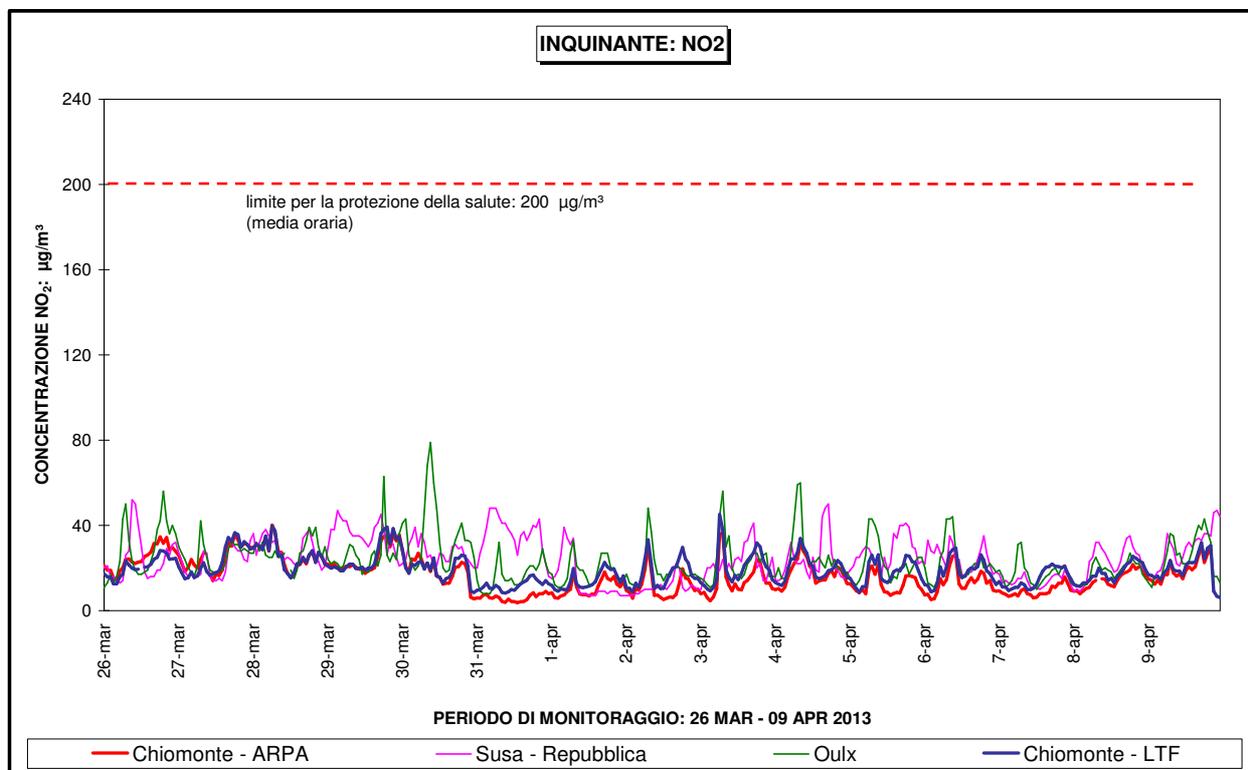
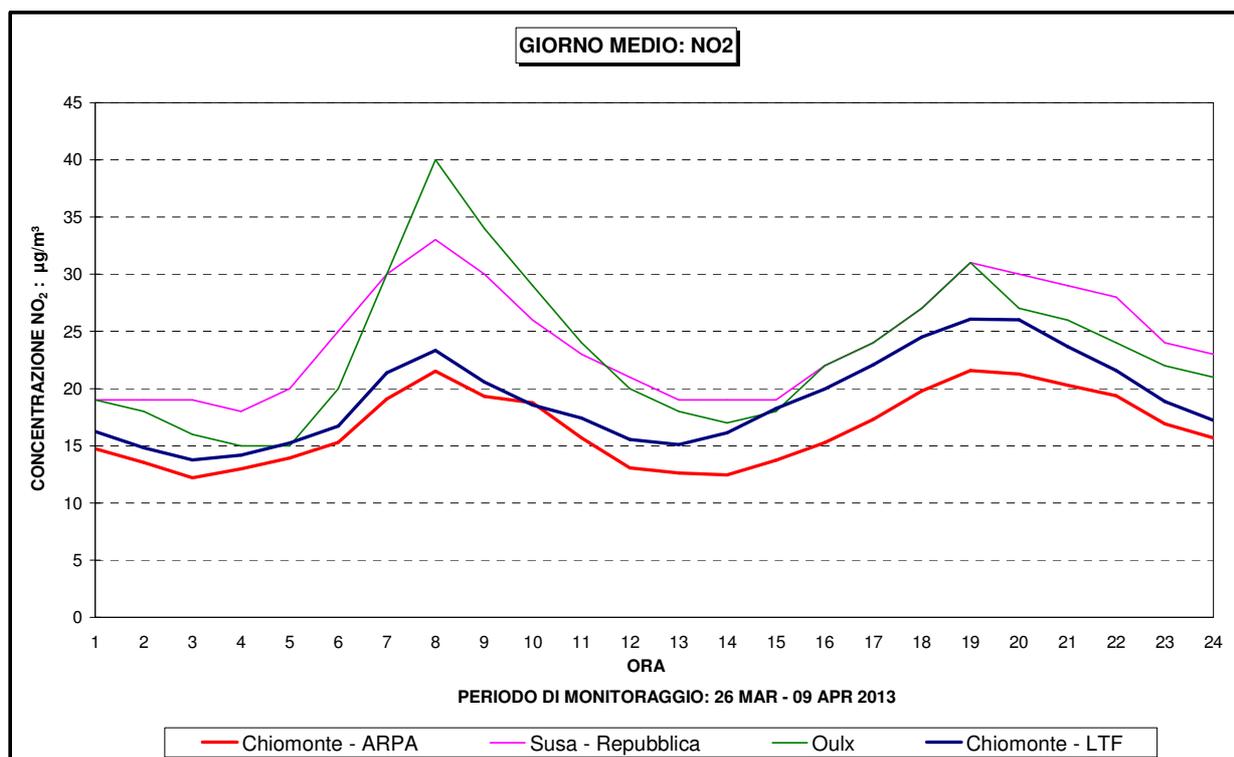


Figura 22– NO₂: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



Benzene

Tabella 9 – Dati relativi al benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	ARPA
Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	2.1
Media delle medie giornaliere	1.4
Giorni validi	12
Percentuale giorni validi	80%
Media dei valori orari	1.4
Massima media oraria	3.4
Ore valide	296
Percentuale ore valide	82%

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

Giorno	LTF	ARPA
26/03/13	<0.418	—
27/03/13	<0.421	—
28/03/13	<0.419	—
29/03/13	<0.419	1.9
30/03/13	<0.418	1.9
31/03/13	<0.419	0.5
01/04/13	<0.42	1.2
02/04/13	1.31	1.1
03/04/13	1.11	1.0
04/04/13	1.66	1.7
05/04/13	1.23	1.1
06/04/13	1.05	1.2
07/04/13	1.02	1.2
08/04/13	2.16	2.0
09/04/13	1.52	2.1

La normativa vigente (D.Lgs 155 del 13/8/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da rispettare dal 2010 in avanti. Il confronto con il limite di legge sarà possibile solo una volta terminata anche la seconda campagna di misura che sarà effettuata nel periodo invernale, normalmente caratterizzato da livelli di benzene maggiori.

Tuttavia i dati riportati in Tabella 9 rilevati con il laboratorio di Arpa, mostrano livelli particolarmente bassi: il valore medio orario di benzene risulta pari a $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quindi molto inferiore ai $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsti dalla norma su base annuale. Si consideri che a partire dal 2005, il valore limite annuale per il benzene è rispettato su tutte le stazioni della rete provinciale, anche quelle metropolitane di Torino. Nella Tabella 10 sono riportati i dati raccolti da LTF che sono su base giornaliera e sono confrontati con le medie giornaliere calcolate dai dati di Arpa. Si nota che i dati sono perfettamente confrontabili. La Figura 23 mostra che il livello rilevato a Chiomonte è simile a quello delle due stazioni dell'area

metropolitana di Torino-Lingotto e Vinovo che sono poste in aree di fondo urbano in cui si registrano valori di benzene particolarmente bassi.

Figura 23– Benzene: andamento della concentrazione oraria

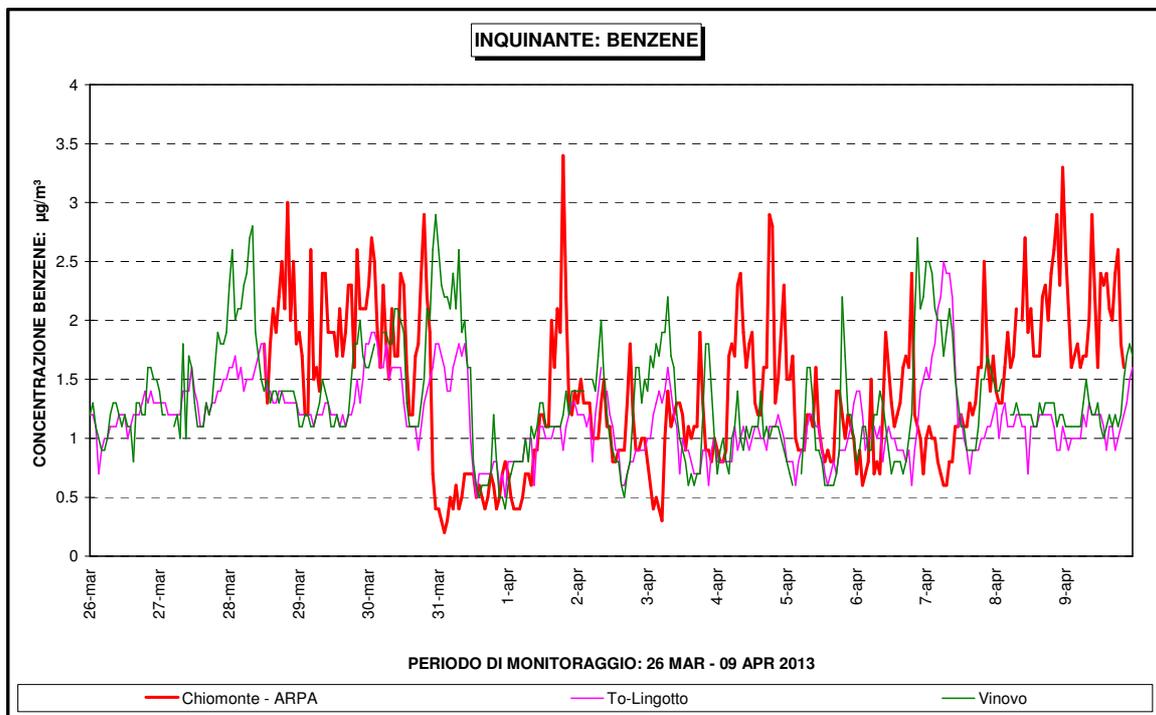
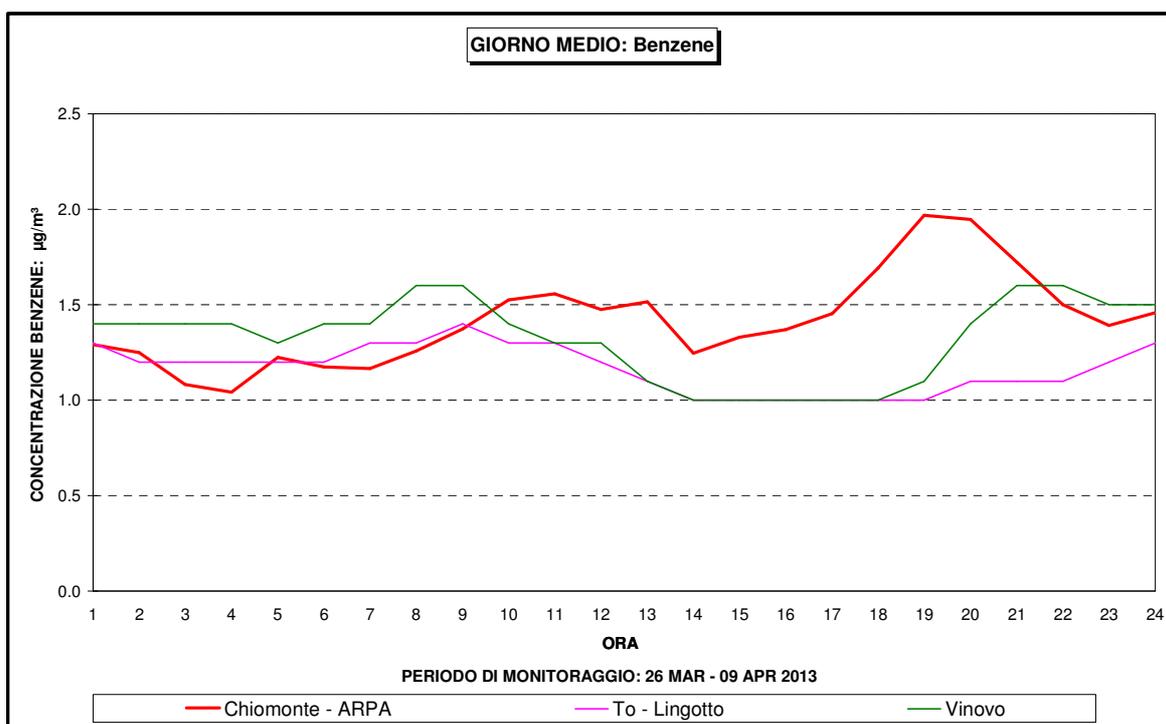


Figura 24 – Benzene: andamento del giorno medio



Particolato Sospeso (PM10)

Tabella 11 – Dati relativi al particolato sospeso PM₁₀ (µg/m³) presso il sito di monitoraggio

	LTF	ARPA
Minima media giornaliera	14	5
Massima media giornaliera	61.9	126
Media delle medie giornaliere	33.4	33
Giorni validi	15	14
Percentuale giorni validi	100	93%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	3	3

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma, prima con il DM 60/2002 e successivamente con il D.Lgs 155/2010, ha previsto dei limiti solo per il particolato PM₁₀, la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Si tratta della componente più pericolosa del particolato perché in grado di raggiungere facilmente la trachea e i bronchi, dove gli inquinanti adsorbiti sulla polvere possono venire a contatto con gli alveoli polmonari.

Durante la campagna nel comune di Chiomonte con il laboratorio mobile di Arpa sono state eseguite misure di particolato fine PM10, per il quale sono disponibili 15 giorni di monitoraggio effettivo, dal 26 marzo al 09 aprile 2013, un valore è stato invalidato per un'interruzione della corrente elettrica che ha comportato un numero insufficiente di ore di campionamento. Su 14 giorni di campionamento si sono verificati 3 superamenti del limite giornaliero del PM10 di 50 µg/m³ (la norma prevede che i superamenti non siano più di 35 volte per anno civile) (Tabella 11). La media dei valori di particolato PM10 è di 33 µg/m³.

In Figura 25 vengono confrontati i valori di PM10 registrati a Chiomonte con i laboratori mobili di Arpa ed LTF, con quelli misurati nelle stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria di Susa e Oulx. I campioni relativi al laboratorio mobile di LTF seguono l'andamento osservato a Susa con livelli leggermente superiori. I dati raccolti con il campionatore Arpa generalmente si sovrappongono ai valori di Susa ad eccezione di 2 giornate che presentano picchi particolarmente elevati che non sono stati evidenziati da LTF. Tali valori sono stati sottoposti ad ulteriore verifica e non sono emersi problemi nel campionamento o nella pesata finale, per cui sono stati considerati pienamente validi, anche in considerazione del fatto che nel corso della campagna di ante operam eseguita da LTF nello stesso sito erano stati registrati 3 picchi anomali analoghi come riportato in Figura 28, nelle stesse giornate non si erano verificati incrementi delle polveri PM2,5 Figura 26. Questo fa ipotizzare che si potrebbe trattare di un fenomeno locale legato al risollevarsi di polveri di origine grossolana, ad esempio provocate dal passaggio di mezzi. Nel corso della seconda campagna si cercherà di indagare ulteriormente sulla natura di tali fenomeni.

In Figura 27 sono riportati anche i dati raccolti da LTF nel sito della Maddalena più prossimo al cantiere. Il picco pari a 86 µg/m³ del 4 aprile rilevato da Arpa a Chiomonte potrebbe sembrare la conseguenza delle 2 giornate precedenti con valori elevati presso il cantiere; tuttavia il fatto che non vi sia la componente più sottile di PM2,5 suggerisce maggiormente l'origine locale. Non appare anomalo il fatto che i valori si mantengano elevati nelle giornate in cui iniziano le precipitazioni, infatti si osserva frequentemente il dilavamento consistente delle polveri atmosferiche solo nella giornata successiva all'evento meteorologico caratterizzata da un notevole diminuzione delle concentrazioni (Figura 27). Il 4 aprile la pioggia ha caratterizzato solo la seconda parte della giornata, probabilmente le polveri si erano accumulate sul filtro già nella prima parte del giorno.

Figura 25– Particolato sospeso PM₁₀: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

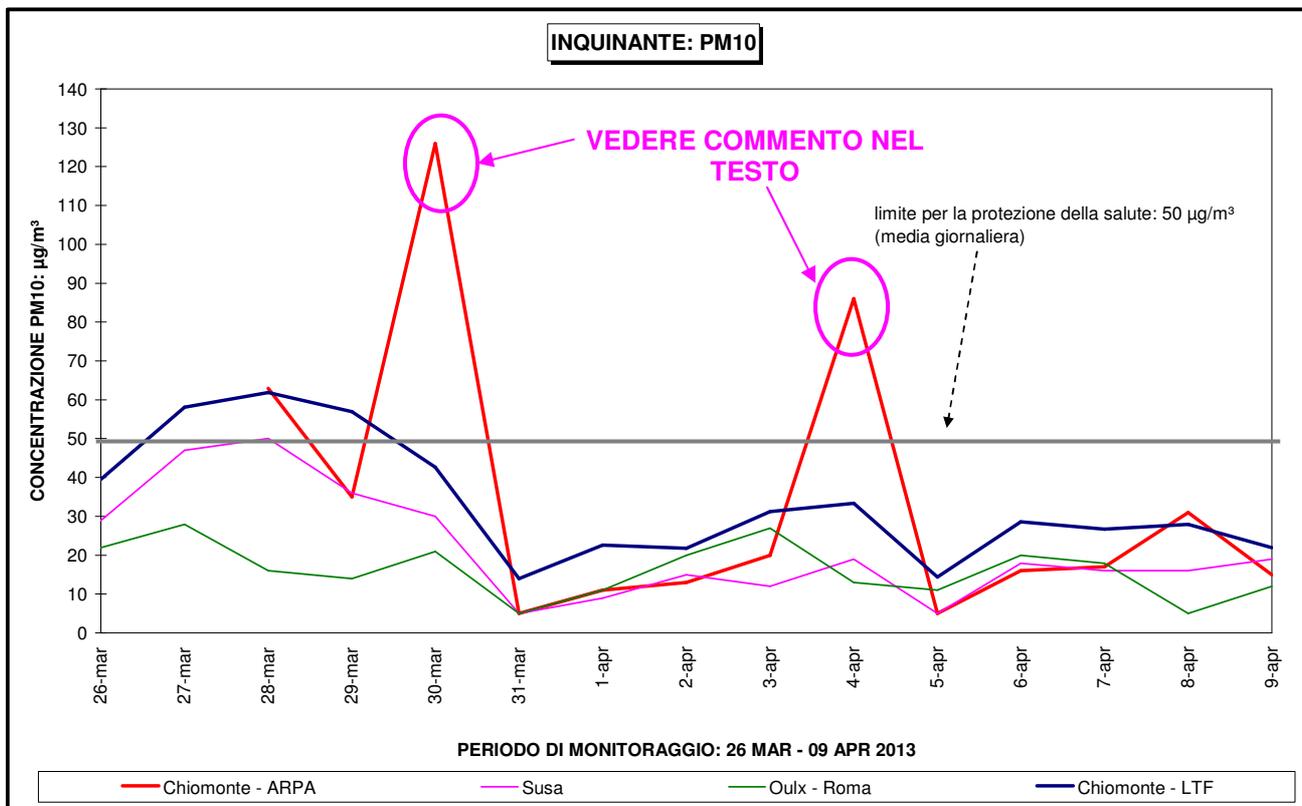


Figura 26– Particolato sospeso PM₁₀: confronto con PM_{2,5}

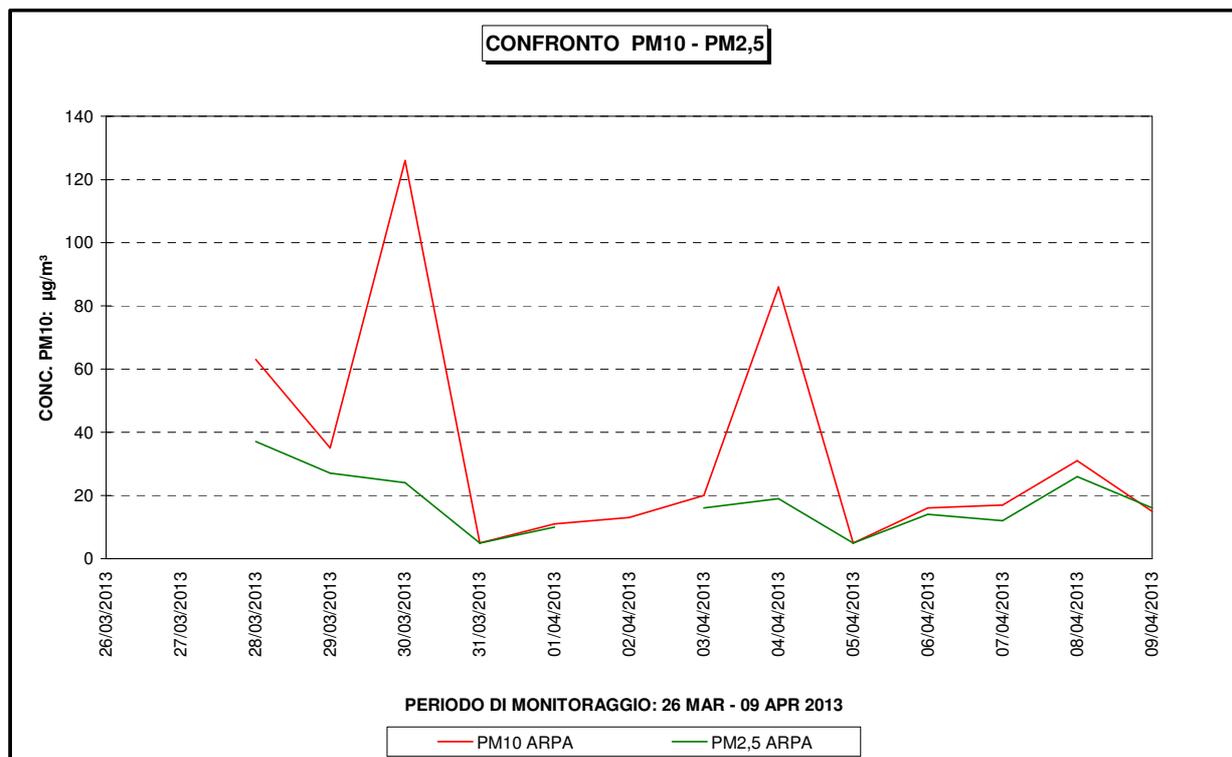


Figura 27 – Particolato sospeso PM₁₀ confronto con gli altri punti di monitoraggio di LTF e precipitazioni

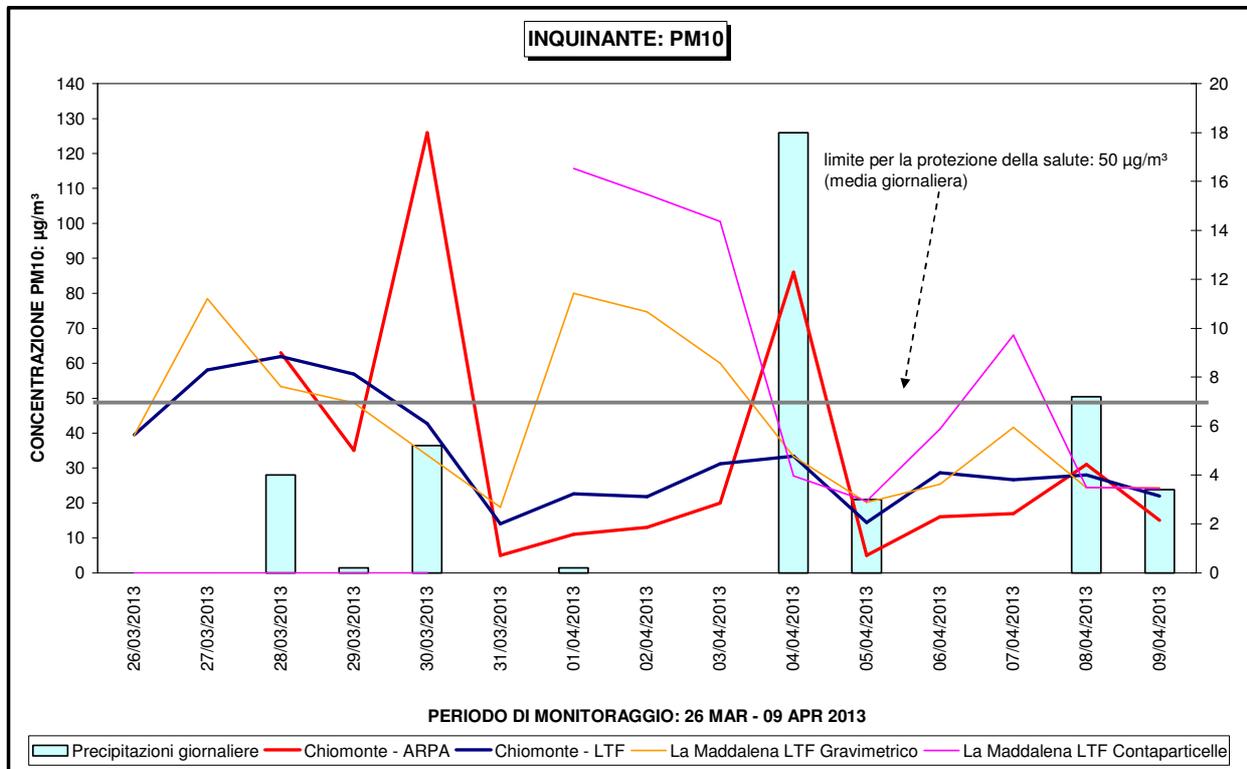
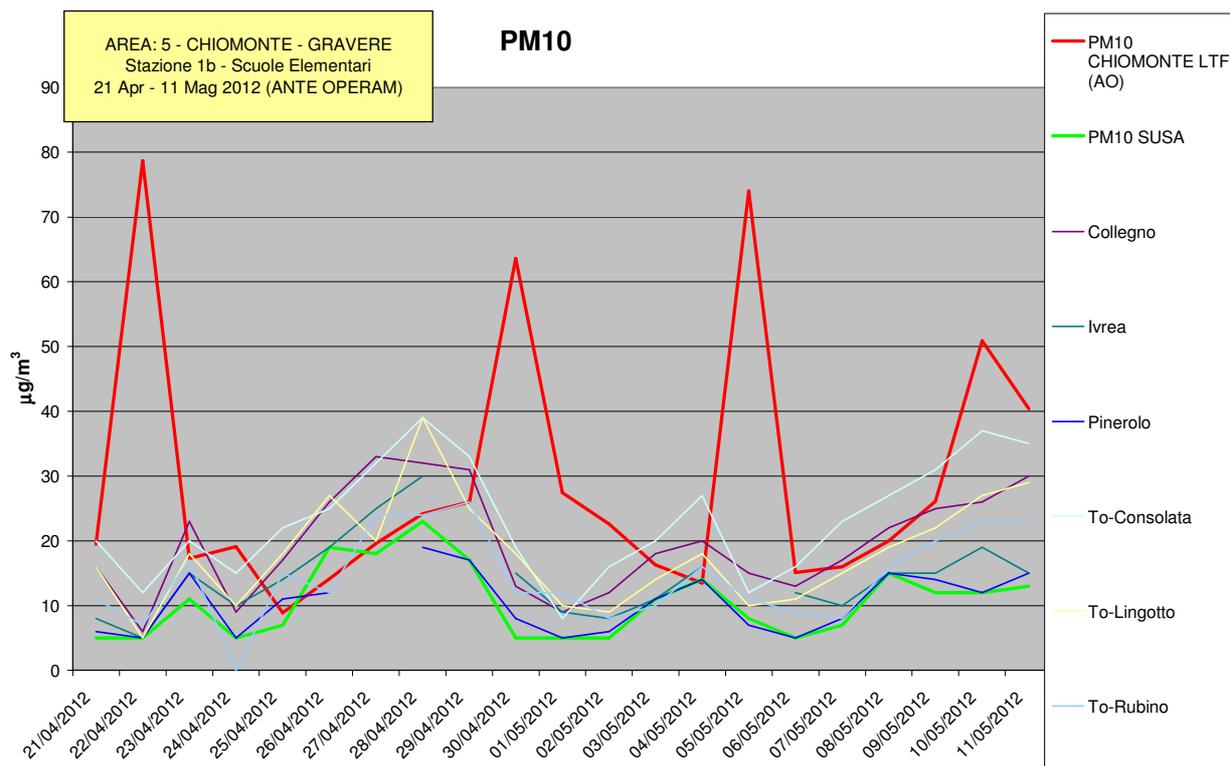


Figura 28– Particolato sospeso PM₁₀: campagna di Ante Operam di LTF a Chiomonte



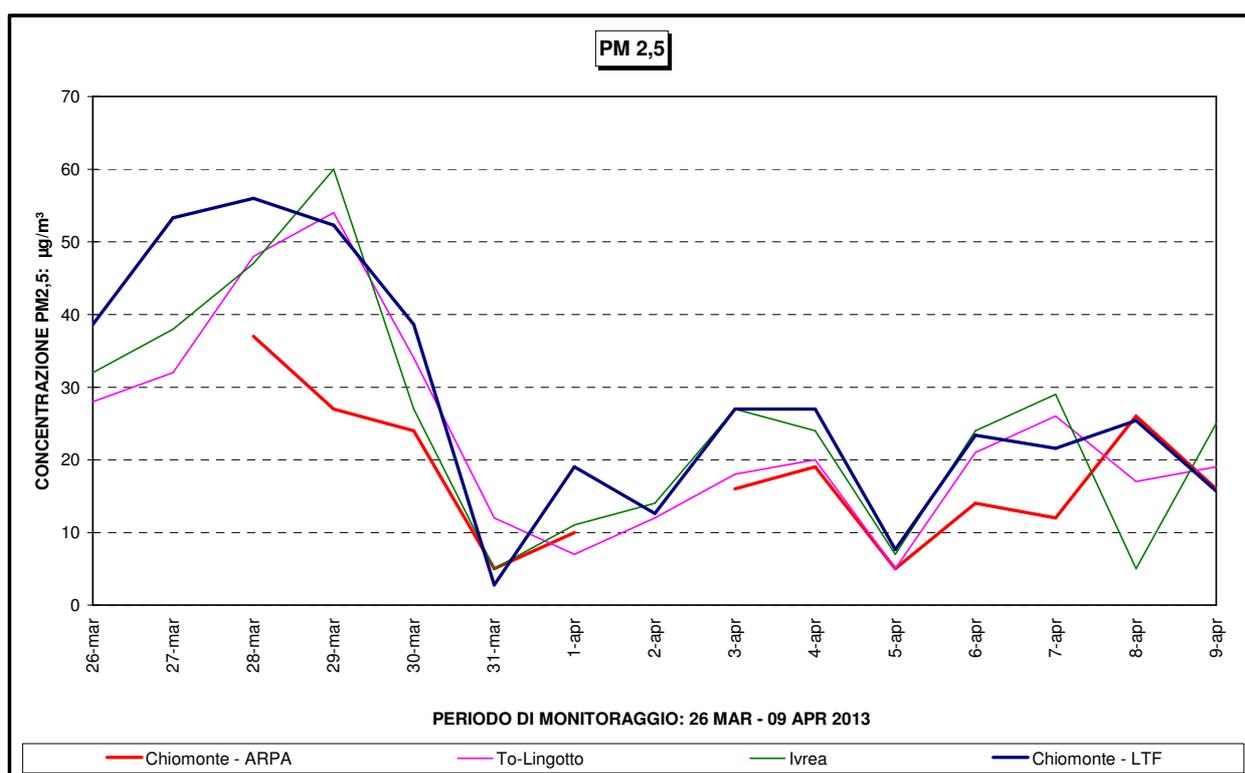
Particolato Sospeso (PM_{2,5})

Tabella 12 – Dati relativi al particolato sospeso PM_{2,5} (µg/m³) presso il sito di monitoraggio

	LTF	ARPA
Minima media giornaliera	2.8	5
Massima media giornaliera	56	37
Media delle medie giornaliere	28.1	18
Giorni validi	15	13
Percentuale giorni validi	100	87%

Il D.Lgs 155/2010 ha introdotto un limite anche per il PM_{2,5} (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolato come media annuale di 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015. Disponendo di un periodo di osservazione molto limitato non è possibile un confronto diretto con i limiti di legge. Il grafico riportato in Figura 29 mostra che con i due laboratori mobili posizionati presso Chiomonte si sono ottenute misure con andamenti simili: generalmente i valori registrati da LTF sono leggermente superiori a quelle rilevate da Arpa infatti la media dei valori rilevati da LTF è pari a 28 µg/m³ mentre con il campionatore di Arpa si è registrata un media per il periodo di monitoraggio pari a 18 µg/m³. Sono stati invalidati due valori per anomalie nel campionamento. Il valore massimo giornaliero è stato pari a 37 µg/m³.

Figura 29– Particolato sospeso PM_{2,5}



Ozono

Tabella 13 – Dati relativi all’ozono (O₃) (µg/m³)

	LTF	ARPA
Minima media giornaliera	37	58
Massima media giornaliera	90	120
Media delle medie giornaliere (b):	59	83
Giorni validi	15	15
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	59	83
Massima media oraria	108	144
Ore valide	358	358
Percentuale ore valide	99%	99%
Minimo medie 8 ore	18	33
Media delle medie 8 ore	59	82
Massimo medie 8 ore	104	139
Percentuale medie 8 ore valide	99%	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0	29
<u>Numero di superamenti dell’obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0	5
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0	0

L’ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell’atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, ma si genera in atmosfera grazie all’instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (VOC). Le concentrazioni più elevate di ozono si raggiungono nella stagione calda quando la radiazione solare e la temperatura media dell’aria raggiungono i valori più alti dell’anno.

La campagna di misura nel comune di Chiomonte è stata condotta all’inizio della primavera, quindi le condizioni meteo climatiche limitavano la formazione di questo inquinante. Dalla Tabella 13 si osserva che non vi sono stati superamenti del livello di allarme ed informazione e la media dei valori orari di ozono è stata di 83 µg/m³ registrata con la strumentazione Arpa e 59 µg/m³ da LTF. Anche dal grafico riportato in Figura 30 si osservano per LTF valori generalmente più bassi, probabilmente per una differenza nella calibrazione della strumentazione, infatti le operazioni di calibrazione di questo strumento risultano piuttosto delicate. La massima media oraria è stata pari a 144 µg/m³ e in Figura 31 si osserva che vi sono stati superamenti del livello di protezione della salute su medie di 8 ore (120 µg/m³). La normativa attualmente in vigore (D.Lgs 155/2010) prevede che a partire 2010 il valore di 120 µg/m³ non venga superato per più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni. L’ozono d’altronde, data la sua origine secondaria, è un inquinante ubiquitario e a differenza di quanto avviene per gli inquinanti di tipo primario, situazioni critiche spesso si presentano in zone distanti dai grandi centri urbani e in aree ad altitudine elevate a causa di fenomeni di trasporto e accumulo sia dell’ozono sia dei precursori emessi nelle aree antropizzate.

Si sottolinea che la misura dell'ozono non è finalizzata al controllo delle attività di cantiere non essendo in alcun modo correlabile, data la sua origine secondaria, con attività antropiche locali.

Figura 30– O₃: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge

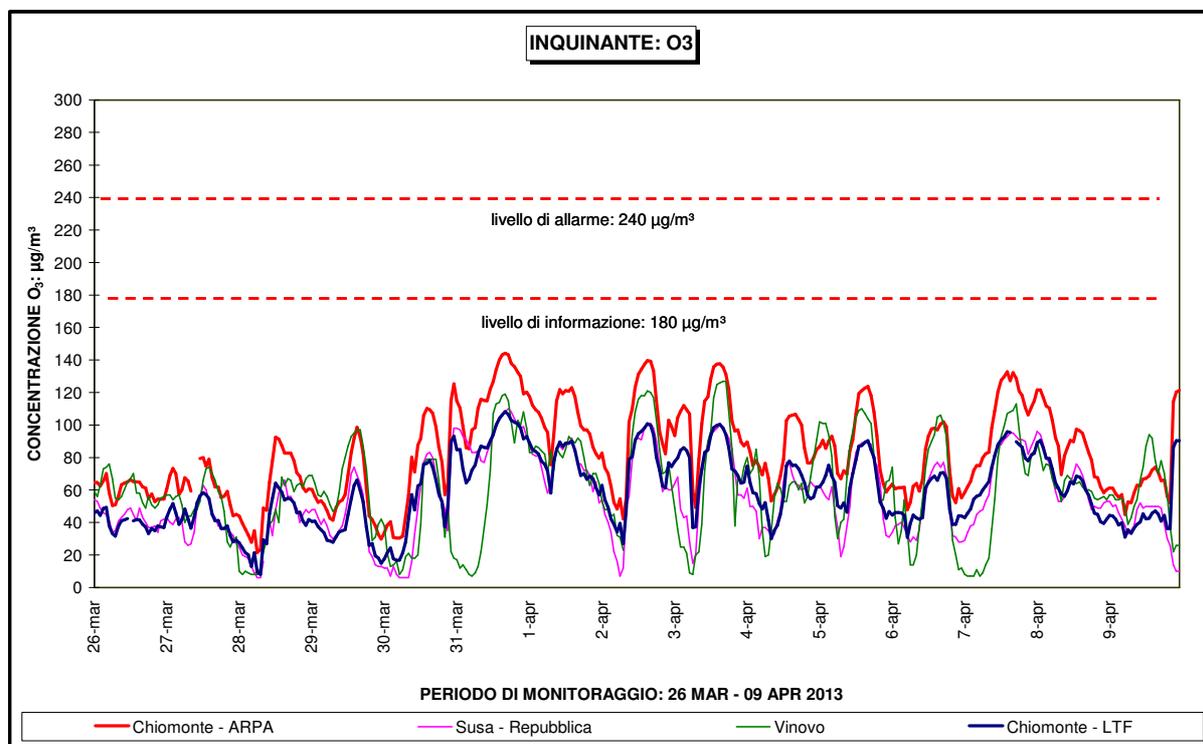
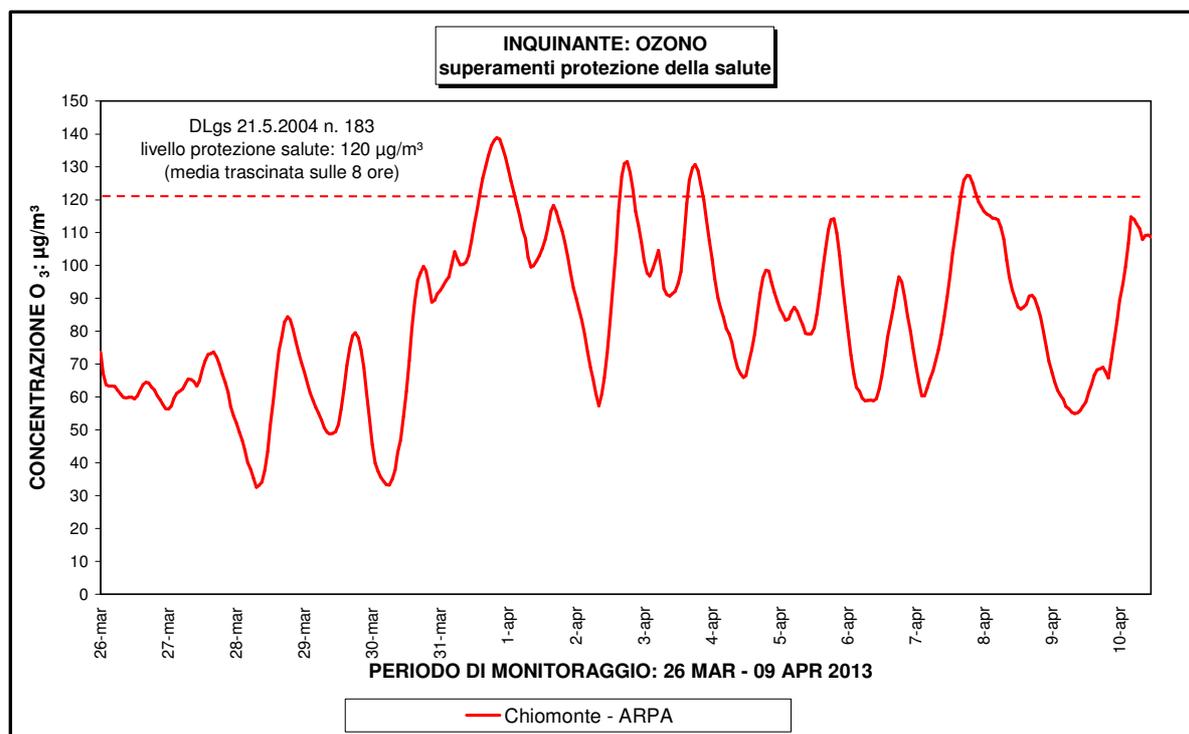


Figura 31– O₃: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)



Metalli e Benzo(a)Pirene

L'analisi dei metalli e BaP è stata condotta a partire dai filtri di PM10 campionati sullo strumento presente nel Laboratorio Mobile di Arpa su un unico campione composto, costituito da porzioni dei filtri raccolti durante i 15 giorni di monitoraggio, quindi per ogni inquinante vi è un valore di concentrazione relativo all'intero periodo del monitoraggio. I dati di LTF sono riferiti a 2 periodi ognuno relativo ad una settimana di monitoraggio.

Nella Tabella 14 sono riportati i dati trasmessi da LTF confrontati con quelli ottenuti da Arpa nello stesso sito per l'intero periodo della campagna e con i valori determinati presso le stazioni della rete pubblica gestita da Arpa nei mesi equivalenti.

I valori di Arsenico, Selenio e Cobalto rilevati da LTF sono particolarmente bassi, anche al di sotto dei valori ottenuti nello stesso sito da Arpa e presso le centraline fisse gestite da Arpa (i quali sono già inferiori al limite di quantificazione del metodo utilizzato dal laboratorio).

Per lo Zinco i valori rilevati da L.T.F. sono leggermente maggiori di quelli rilevati presso lo stesso sito di Chiomonte da Arpa e il livello risulta simile a quello rilevato nelle centraline di traffico della rete pubblica, come To-Rebaudengo.

Berillio e Mercurio rilevati da LTF mostrano valori molto bassi, confermando i livelli delle campagne Ante Operam.

La concentrazione di Piombo rilevata da LTF a Chiomonte risulta leggermente superiore a quella rilevata da Arpa, tuttavia l'ordine di grandezza è lo stesso.

Per quanto riguarda la determinazione del Nichel i valori riportati da LTF sono in linea con il rilevamento di ante operam e con i valori rilevati in diversi siti della rete pubblica, mentre nei filtri analizzati da Arpa la concentrazione di nichel è più bassa e rispecchia quella osservata presso la centralina pubblica di Susa.

Il Benzo(a)Pirene mostra valori paragonabili nei vari siti di monitoraggio. Il fatto che i livelli rilevati nella campagna di corso d'opera da Arpa e LTF risultano leggermente superiori a quelli rilevati durante l'ante operam dipende dalla stagione in cui sono stati condotti i monitoraggi, infatti una fonte importante di idrocarburi policiclici aromatici è rappresentata dagli impianti di combustione ed in particolare da quelli a legna, nel periodo estivo inoltre la radiazione solare contribuisce alla degradazione di questi composti.

Tabella 14: Dati relativi a Metalli e Benzo(a)Pirene

	Parametri		Benillio (µg/m ³)	Cobalto (µg/m ³)	Mercurio (µg/m ³)	Selenio (µg/m ³)	Zinco (µg/m ³)	Arsenico (ng/m ³)	Nichel (ng/m ³)	Piombo (µg/m ³)	Benzo(a)pirene (ng/m ³)
	Data rilievo										
	Dal	Al									
CHIOMONTE LTF Scuole Elementari ANTE OPERAM	21/04/2012	11/05/2012	0.000035	0.00016	<0.00006	0.00014	0.0455	0.288	3.98	0.0029	0.09
CHIOMONTE LTF Scuole Elementari ANTE OPERAM	19/07/2012	08/08/2012	< 0.000014	0.000354	0.000103	< 0.000099	0.058	0.19	6.65	0.0028	< 0.003
CHIOMONTE ARPA Scuole Elementari	25/03/2013	09/04/2013		<0.0007		<0.0007	0.025	<0.7	0.70	0.002	0.6
CHIOMONTE LTF Scuole Elementari CORSO D'OPERA	26/03/2013	01/04/2012	<0.000043	<0.000508	<0.000055	<0.000512	0.142	0.474	3.24	0.00701	0.209
Centraline Rete Pubblica	Marzo	Susa						<0.7	0.7	0.004	0.6
		To_Lingotto		<0.0007	<0.0007	0.065	<0.7	6.3	0.008	0.4	
		To_Rebaudengo		<0.0007	<0.0007	0.052	<0.7	4.9	0.013	0.7	
CHIOMONTE LTF Scuole Elementari CORSO D'OPERA	02/04/2013	09/04/2013	<0.00005	<0.000593	0.0002	<0.000597	0.262	0.503	0.686	0.00711	0.347
Centraline Rete Pubblica	Aprile	Susa						<0.7	0.778	0.004	0.2
		To_Lingotto		<0.0007	<0.0007	0.090	<0.7	2.517	0.004	0.1	
		To_Rebaudengo		<0.0007	<0.0007	0.143	<0.7	3.798	0.011	0.2	

CONCLUSIONI

La prima campagna di monitoraggio condotta presso il comune di Chiomonte con il Laboratorio mobile di Arpa in parallelo con quello gestito da Fenice S.p.A per conto di LTF S.A.S. nel periodo 26 marzo – 9 aprile 2013, ha mostrato in generale una buona concordanza sia negli andamenti sia nei livelli per i vari inquinanti.

Si possono osservare lievi differenze soprattutto per gli inquinanti quali SO₂ ed NO che mostrano concentrazioni molto basse, per cui sono affette da maggiori errori e ricadono nell'intervallo dell'incertezza di misura.

Si segnala la discrepanza relativa a 2 dati di polveri PM10, nelle quali Arpa ha rilevato picchi particolarmente elevati che non sono stati evidenziati da LTF. Tali valori sono stati sottoposti ad ulteriore verifica e non sono emersi problemi nel campionamento o nella pesata finale, per cui sono stati considerati pienamente validi, anche in considerazione del fatto che nel corso della campagna di ante operam eseguita da LTF nello stesso sito erano stati registrati 3 picchi anomali analoghi. Nelle stesse giornate non si erano verificati incrementi delle polveri PM2,5 per cui si ipotizza che si possa trattare di un fenomeno locale legato al risollevarimento di polveri di origine grossolana. Nel corso della seconda campagna si cercherà di indagare ulteriormente sulla natura di tali fenomeni.

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

- Biossido di zolfo** **API 100 E**

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

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

- Ossidi di azoto** **API 200**

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 : 0.4 ppb.

- Ozono** **MONITOR EUROPE ML 9810B**

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

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

- Monossido di carbonio** **API 300 A**

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

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

- Particolato sospeso PM10** **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 quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.

- Particolato sospeso PM2,5** **TECORA CHARLIE AIR GUARD PM**

Campionatore di particolato sospeso PM2,5; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.

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

Gascromatografo con doppia colonna, rivelatore PID (fotoionizzazione)

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

- Stazione meteorologica** **LSI LASTEM**

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