

DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST
Struttura Semplice "Attività di Produzione"

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

RELAZIONE 7^a CAMPAGNA (06 – 28 ottobre 2016)
CODICE DOCUMENTO: F.06_2017_00039_022



SOMMARIO

<u>OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO.....</u>	<u>2</u>
<i>Il quadro normativo.....</i>	<i>4</i>
<u>ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI</u>	<u>7</u>
<u>ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI.....</u>	<u>13</u>
Biossido di zolfo	14
Monossido di Carbonio	14
Ossidi di Azoto	16
Benzene.....	20
Particolato Sospeso (PM10).....	23
Particolato Sospeso (PM2,5).....	25
Ozono	26
Metalli e Benzo(a)Pirene	28
<i>conclusioni</i>	<i>31</i>
<u>APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI</u>	<u>32</u>

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 Tunnel Euralpin Lyon Turin S.A.S. (TELT ex 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 settimana campagna è stato condotto dal 6 al 28 ottobre 2016, dal 15 al 18 ottobre vi è una vacanza di dati per il laboratorio di Arpa per un problema di collegamento elettrico.

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 – Scuola elementare (punto evidenziato in rosso)



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

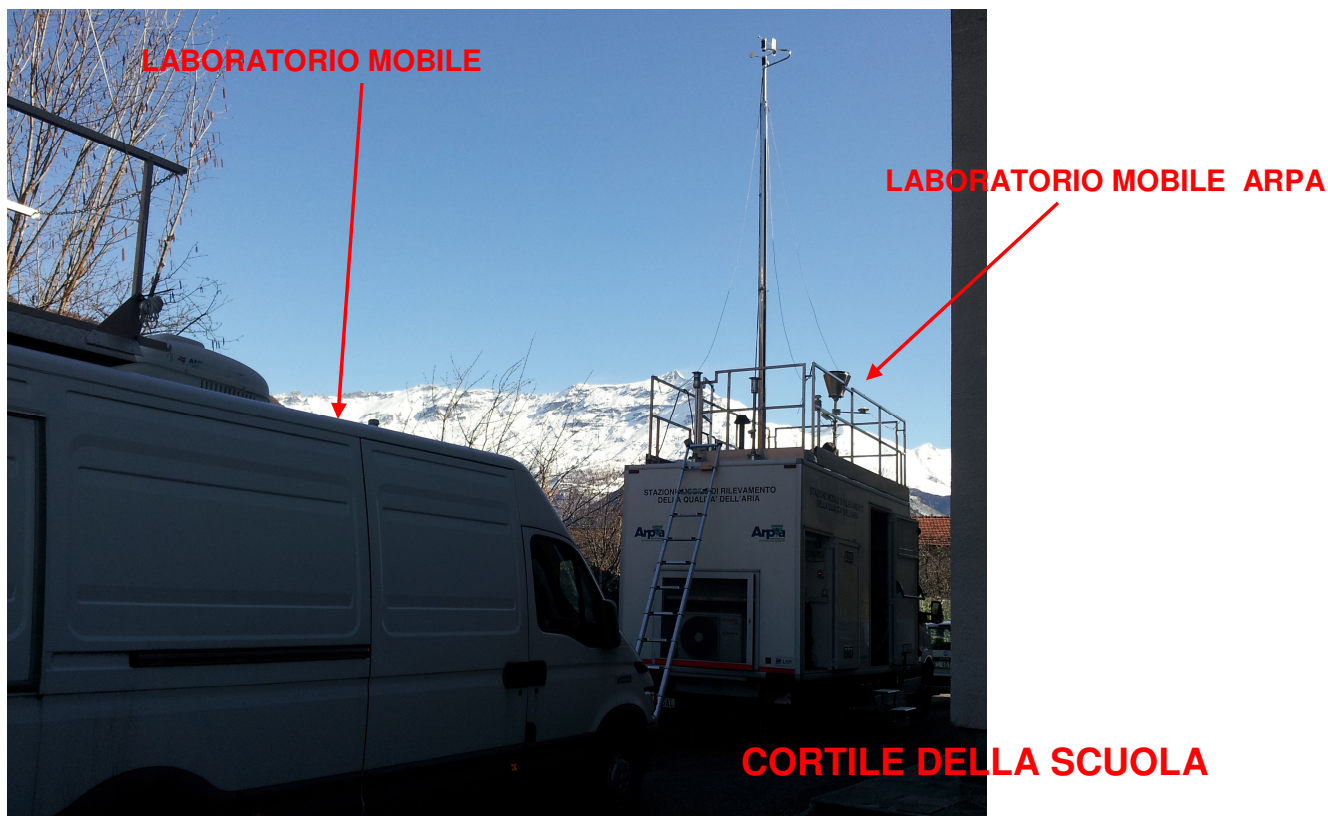


Figura 3 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Chiomonte, scuola elementare – dettaglio fotografico

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 alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2015".

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

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI
OZONO (O3) (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
	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⁾	
	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⁾	-

(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 2 – Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24 volte/anno civile
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3 volte/anno civile
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile inverno (1 ott -31 mar)	20 µg/m ³	--
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
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--
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)	--
	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	---
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m ³	---
PARTICELLE (PM ₁₀)	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---

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.

Il D.Lgs 155/2010 prevede, inoltre, indicatori relativi al PM_{2.5} ed in particolare:

- un valore limite, espresso come media annuale, pari 25 µg/m³ da raggiungere dal 1 gennaio 2015;
- un valore obiettivo, espresso come media annuale, pari 25 µg/m³.

ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante il periodo di monitoraggio, per le elaborazioni statistiche sono state considerate le giornate complete di monitoraggio, quindi dal 7 al 27 ottobre. 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, ad eccezione dei parametri velocità, direzione vento, in quanto la strumentazione del laboratorio mobile ha mostrato alcune anomalie tecniche determinando un numero elevato di dati mancanti; per questo parametro sono stati riportati i valori raccolti dalla stazione Molaretto di TELT situata nel comune di Gravere.

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 MOLARETTO
	W/m ²	°C	%	mbar	m/s
Minima media giornaliera	16.4	4.3	58.3	926.3	0.2
Massima media giornaliera	133.5	12.0	94.5	941.0	1.9
Media delle medie giornaliere	67.8	8.2	76.1	931.2	1.2
Giorni validi	16	16	16	16	21
Percentuale giorni validi	76%	76%	76%	76%	100%
Media dei valori orari	70.0	8.3	75.7	931.1	1.2
Massima media oraria	680.0	17.6	98.0	944.0	5.2
Ore valide	398	398	398	397	504
Percentuale ore valide	79%	79%	79%	79%	100%

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

La temperatura media di tutto il periodo (Figura 4) è stata di 8.3°C; il valore minimo orario si è raggiunto il 13 ottobre con 3.0 °C, mentre il valore massimo pari a 17.6°C è stato rilevato il 17 ottobre alle ore 15.

Il parametro umidità ha mostrato il tipico andamento giornaliero con valori in crescita nelle ore notturne e valori minimi corrispondenti ai picchi di irraggiamento solare (Figura 6). Le percentuali di umidità si sono mantenute elevate anche nelle ore diurne nelle giornate caratterizzate da precipitazioni.

Il valore di radiazione solare ha mostrato un andamento molto variabile con giornate soleggiate in cui i valori massimi sono stati intorno ai 600 W/m² ed altre con copertura in cui i massimi intorno ai 100 W/m².

Per quanto riguarda i venti, la velocità media è stata pari a 1.2 m/s, con massime orarie pari a 5.2 m/s nella giornata del 26 ottobre. Nei grafici riportanti le rose dei venti è fornita l'indicazione relativa alle calme di vento: si osserva che solo il 19.7% dei dati di vento sono caratterizzati da velocità inferiori a 0,5 m/s, quindi, come succede normalmente nelle valli vi sono stati costanti movimenti delle masse d'aria che permettono la dispersione degli inquinanti. Le giornate caratterizzate da meno vento sono state alcune piovose (13-14 ottobre e 23-25 ottobre). Le elaborazioni relative alla direzione dei venti (Figura 9) mostrano il caratteristico fenomeno di brezza di monte e di valle, con venti che spirano dal settore W SW di notte mentre di giorno provengono dalla valle (E). Si tenga presente che le elaborazioni delle rose dei venti sono state fatte utilizzando il palo meteo della stazione di Molaretto-Gravere, quindi compare anche la direzione Sud-Est in quanto la valle in quel comune ha un'inclinazione leggermente diversa. Nella notte sono maggiori i fenomeni di calma di vento (Figura 11).

Per quanto riguarda il campo pressorio nel corso dei 23 giorni della campagna è stato variabile tra i 925 ed i 946 mbar , negli ultimi giorni di monitoraggio vi è stata pressione in aumento (Figura 7).

In Figura 12 è riportato il grafico relativo alle precipitazioni registrate nel periodo di osservazione. Vi sono state 8 giornate interessate da precipitazioni; i livelli maggiori sono stati registrati il 13 e 14 ottobre.

Figura 4:- Andamento di temperatura durante la campagna di monitoraggio

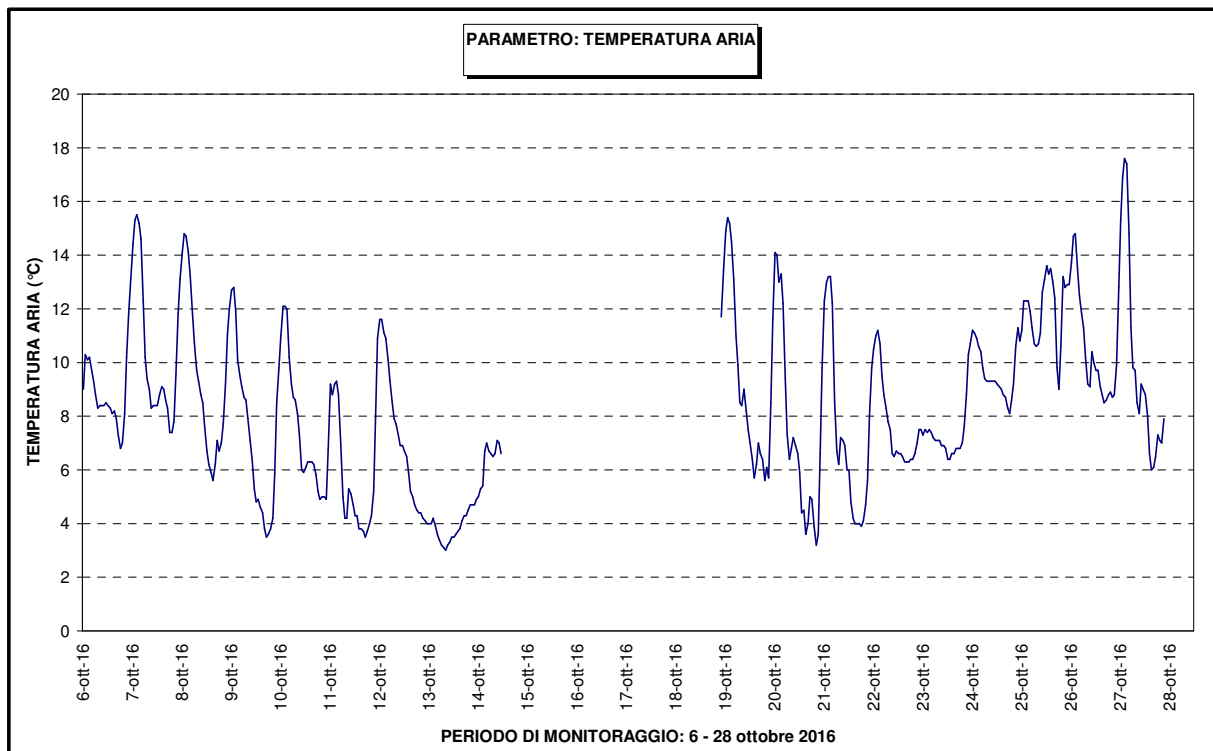


Figura 5 - Andamento della radiazione solare globale

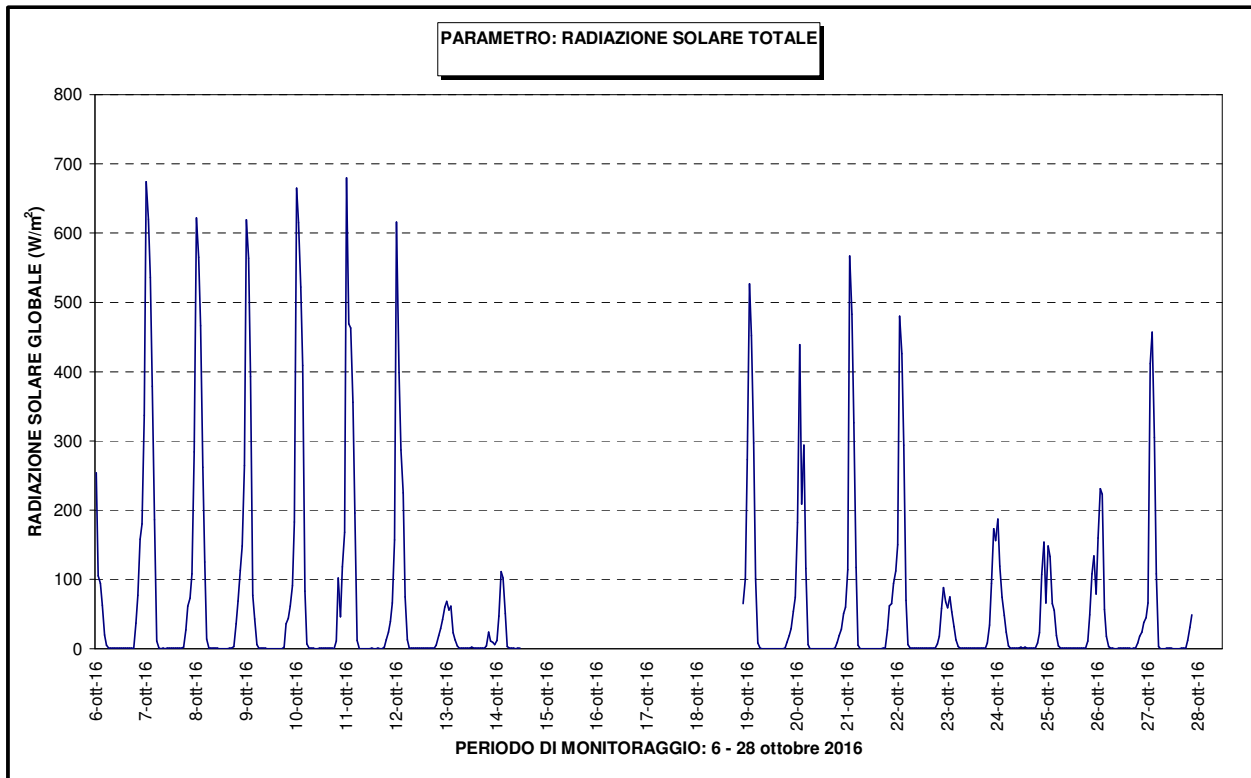


Figura 6– Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio

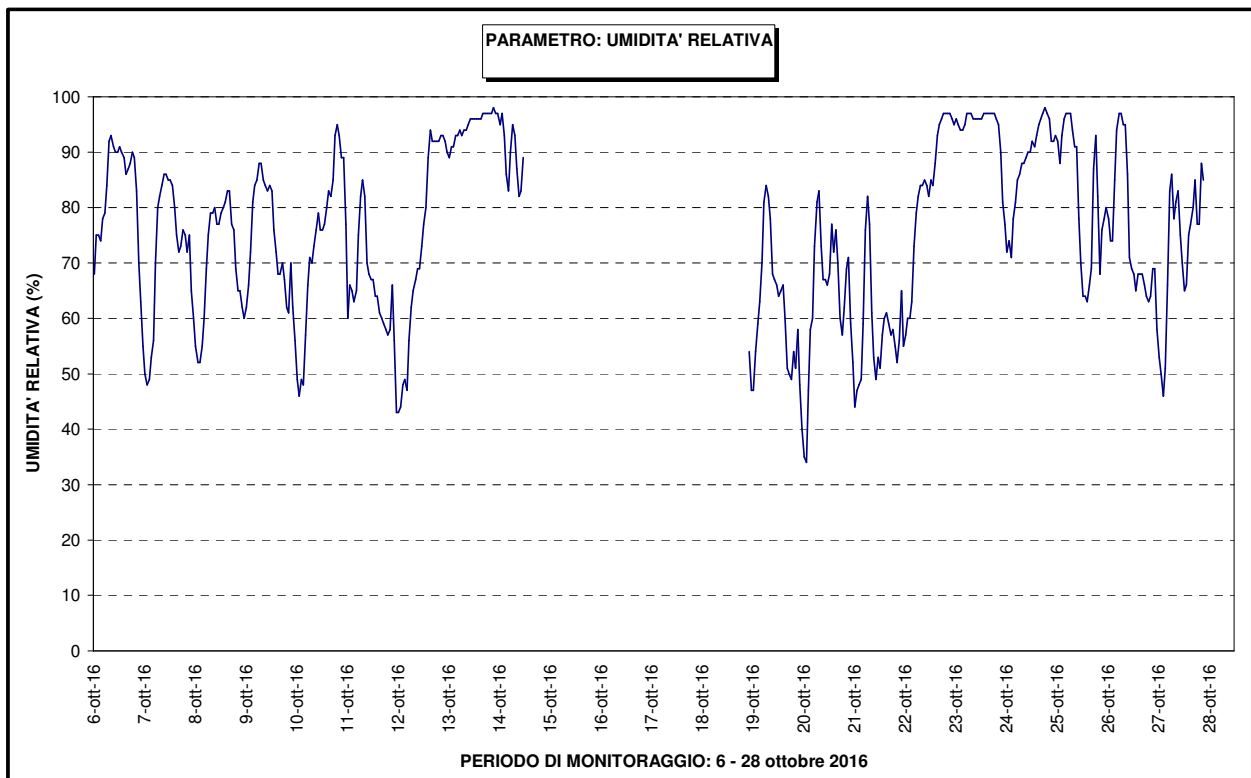


Figura 7– Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

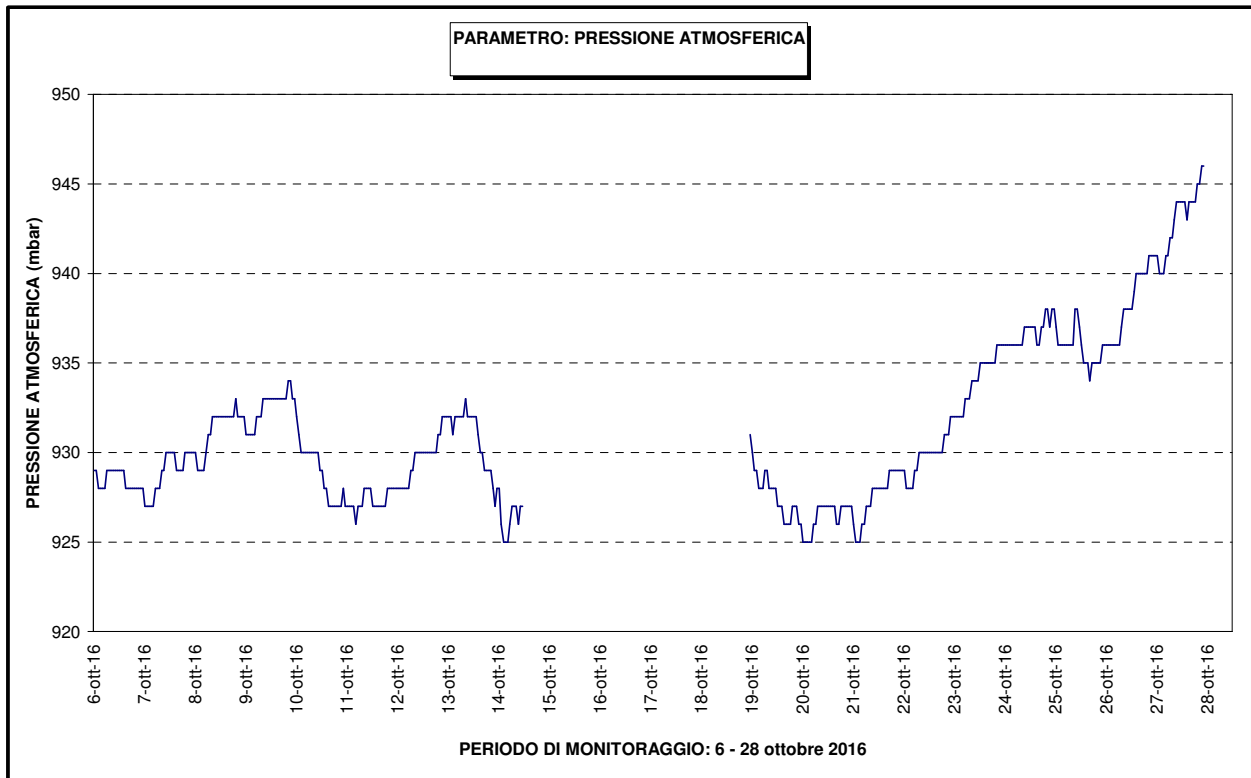


Figura 8- Andamento della velocità dei venti nel corso della campagna di monitoraggio (Molaretto)

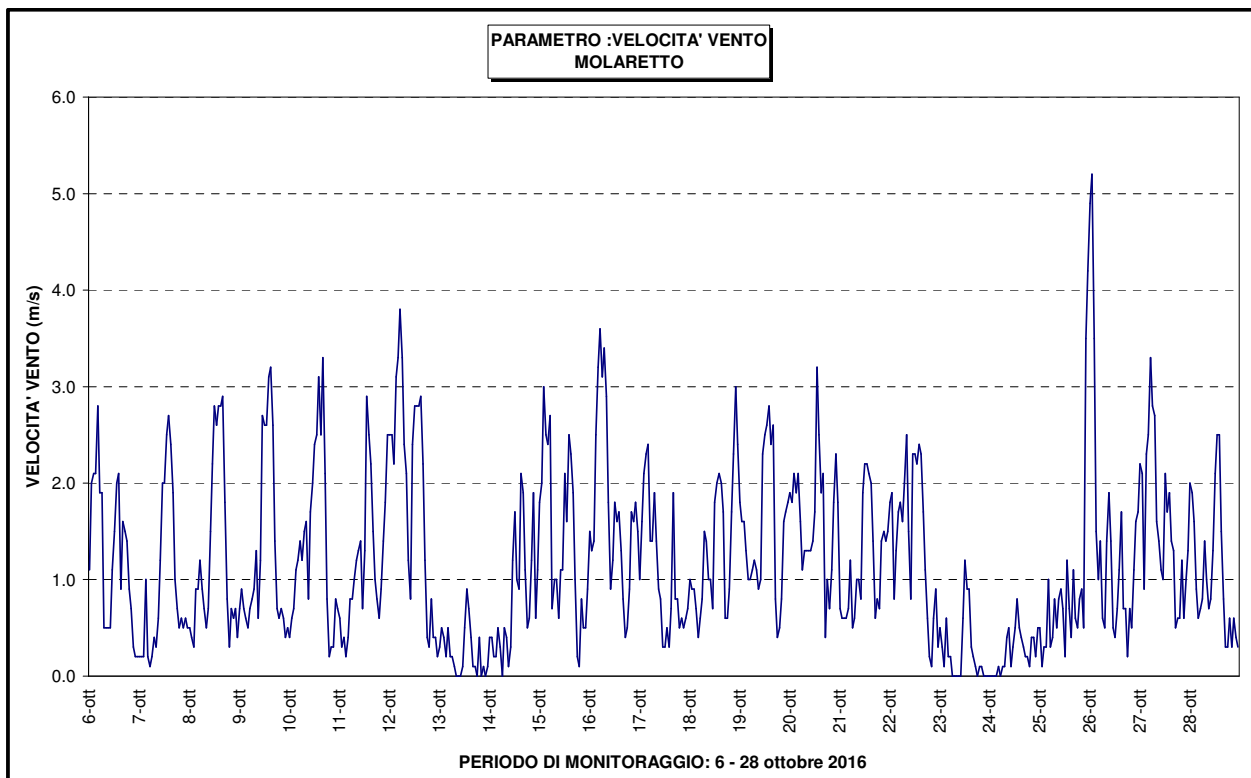


Figura 9: – Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio (Molaretto)

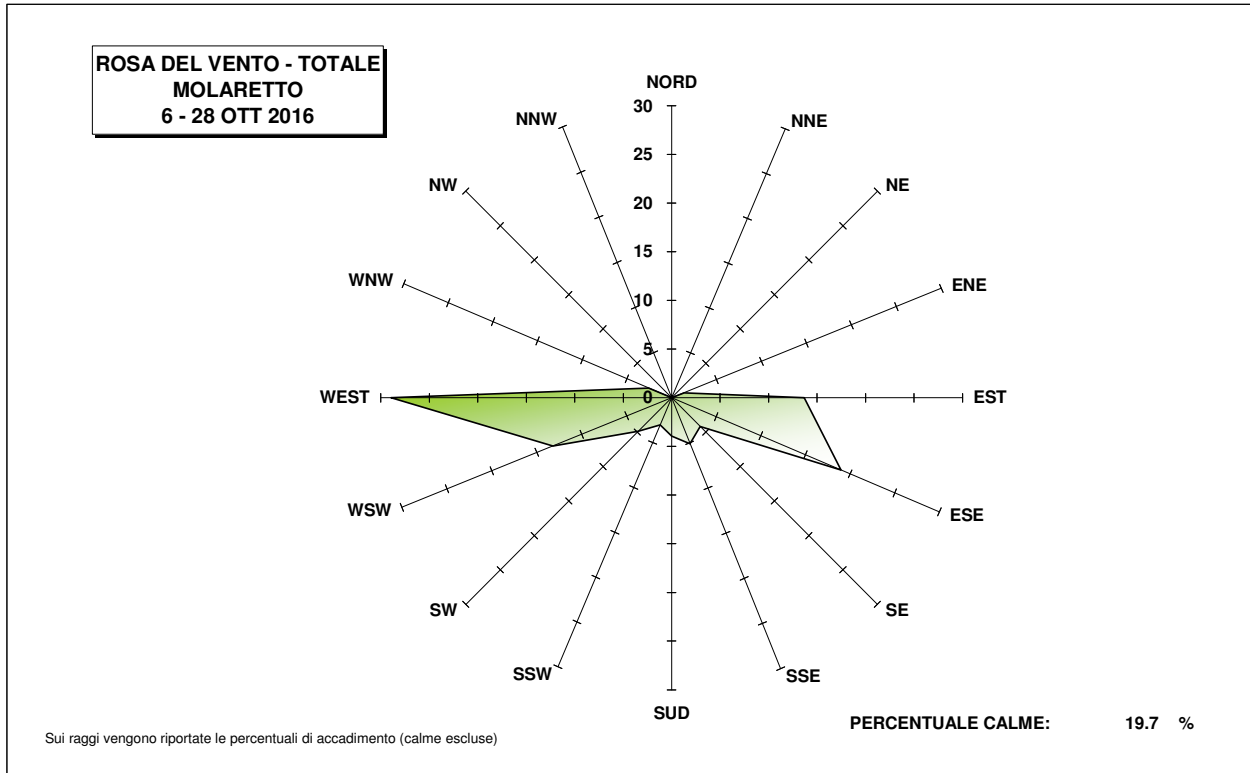


Figura 10: Rosa dei venti diurna nel corso della campagna di monitoraggio (Molaretto)

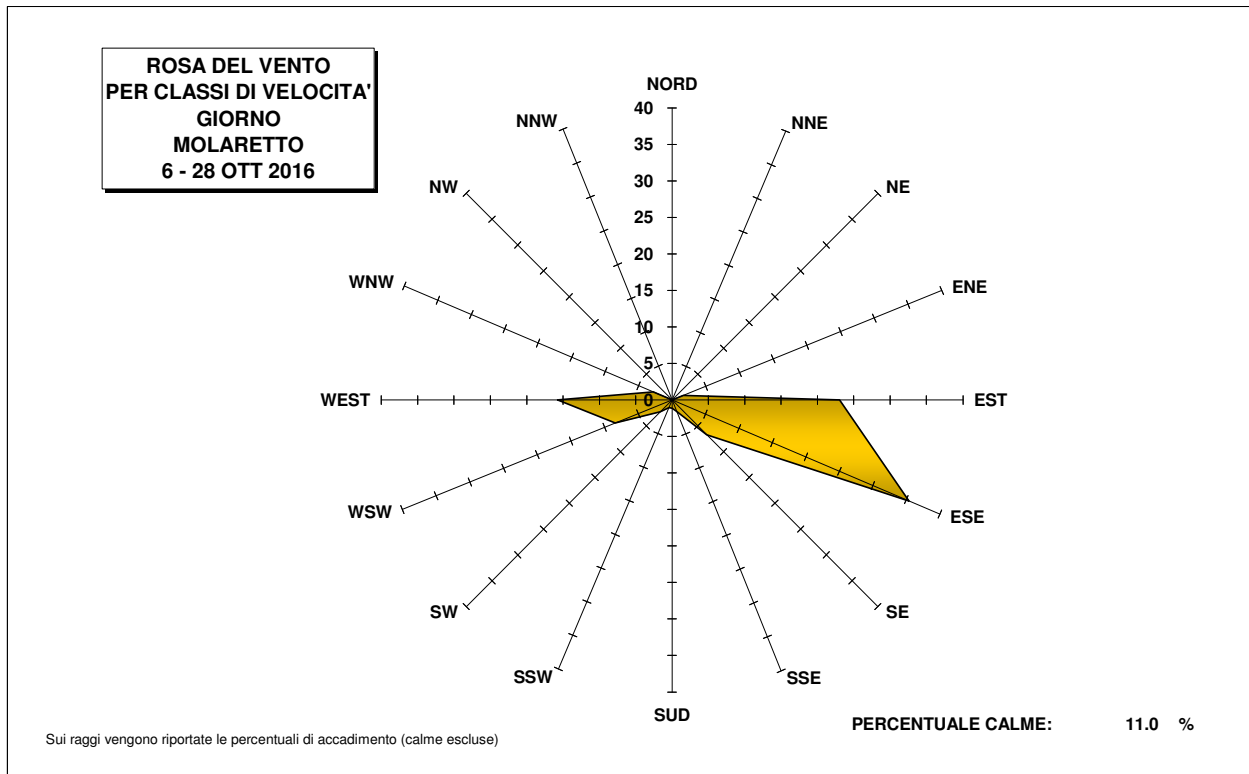


Figura 11 - Rosa dei venti notturna nel corso della campagna di monitoraggio (Molaretto)

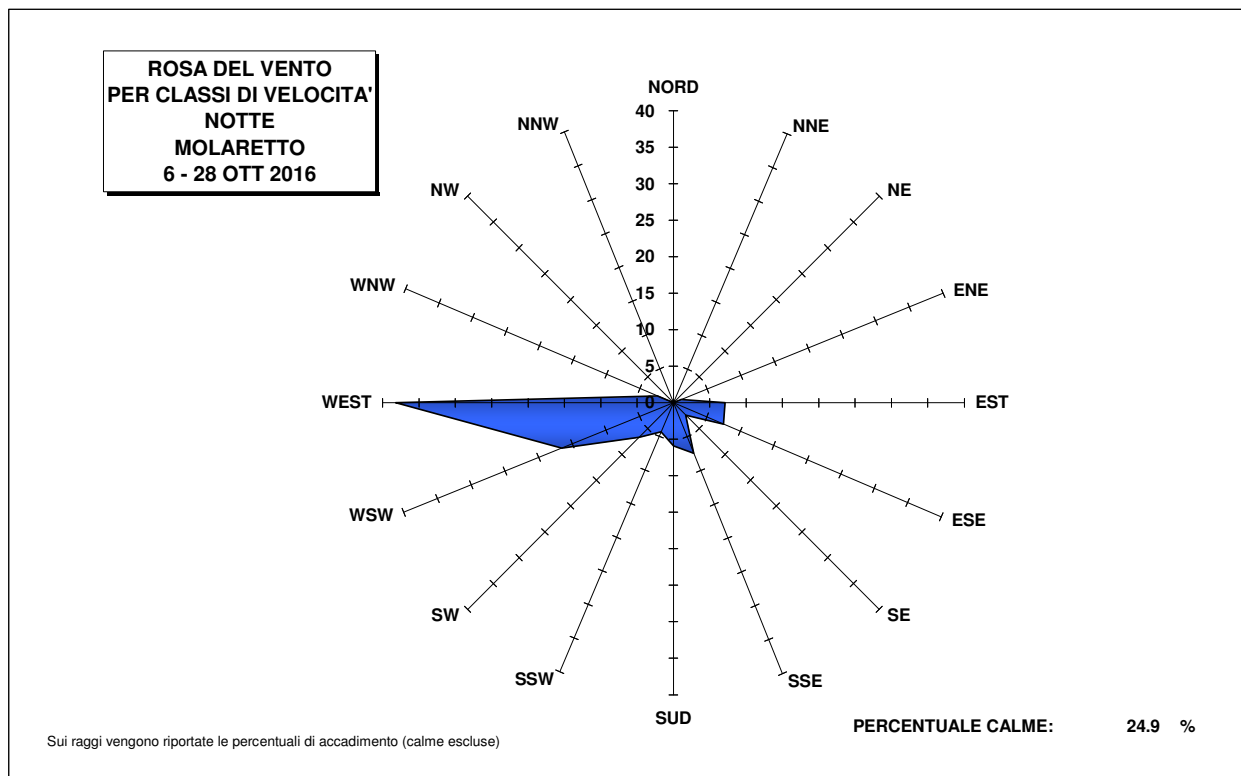
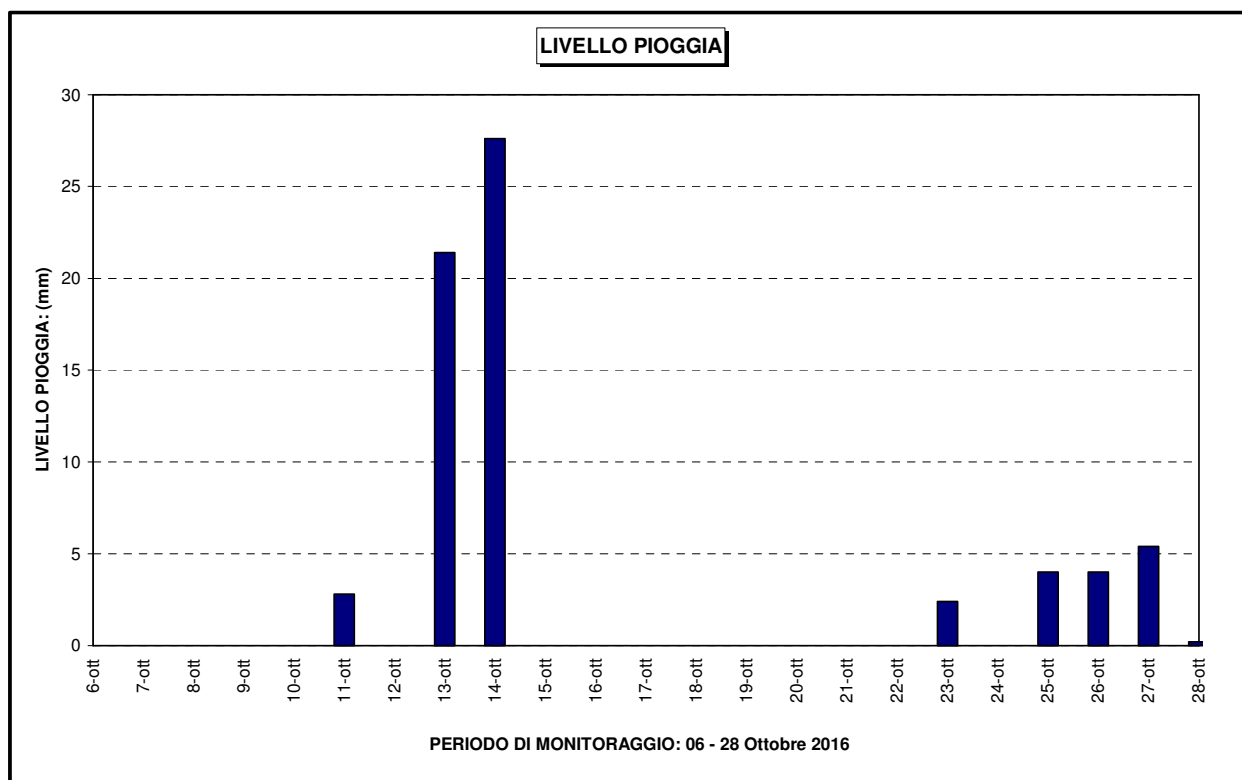


Figura 12- Precipitazioni nel corso della campagna di monitoraggio



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 ₆ H ₆	µg/m ³
Bossido di azoto	NO ₂	µg/m ³
Biossido di zolfo	SO ₂	µg/m ³
Monossido di azoto	NO	µg/m ³
Monossido di carbonio	CO	mg/m ³
Ozono	O ₃	µg/m ³
Particolato sospeso PM ₁₀	PM ₁₀	µg/m ³
Particolato sospeso PM _{2.5}	PM _{2.5}	µg/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://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/ariaday/ariaweb-new/> nel quale è possibile registrarsi, e una volta accettata la licenza, consultare o scaricare i dati della rete di monitoraggio.

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

I Durante la campagna di ottobre 2016 l'analizzatore di biossido di zolfo ha mostrato una serie di anomalie che non hanno permesso una sufficiente raccolta di dati validi.

Monossido di Carbonio

Tabella 5 – Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m³)

	ARPA
Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.4
Media delle medie giornaliere (b):	0.3
Giorni validi	14
Percentuale giorni validi	67%
Media dei valori orari	0.3
Massima media oraria	0.7
Ore valide	351
Percentuale ore valide	70%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.3
Massimo medie 8 ore	0.5
Percentuale medie 8 ore valide	69%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	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 0.3 mg/m³ (Tabella 5). Nelle Figura 13 e Figura 14 viene riportato il confronto con i dati della postazione fissa della rete regionale di monitoraggio di Oulx. Dai grafici si nota che i livelli e i valori di CO sono molto bassi, in entrambe le stazioni.

La situazione di non criticità per l'inquinante CO osservata ormai da diversi anni su tutto il territorio provinciale, caratterizza anche le rilevazioni finora condotte a Chiomonte, con concentrazioni ampiamente al di sotto dei limiti normativi.

Figura 13– CO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio

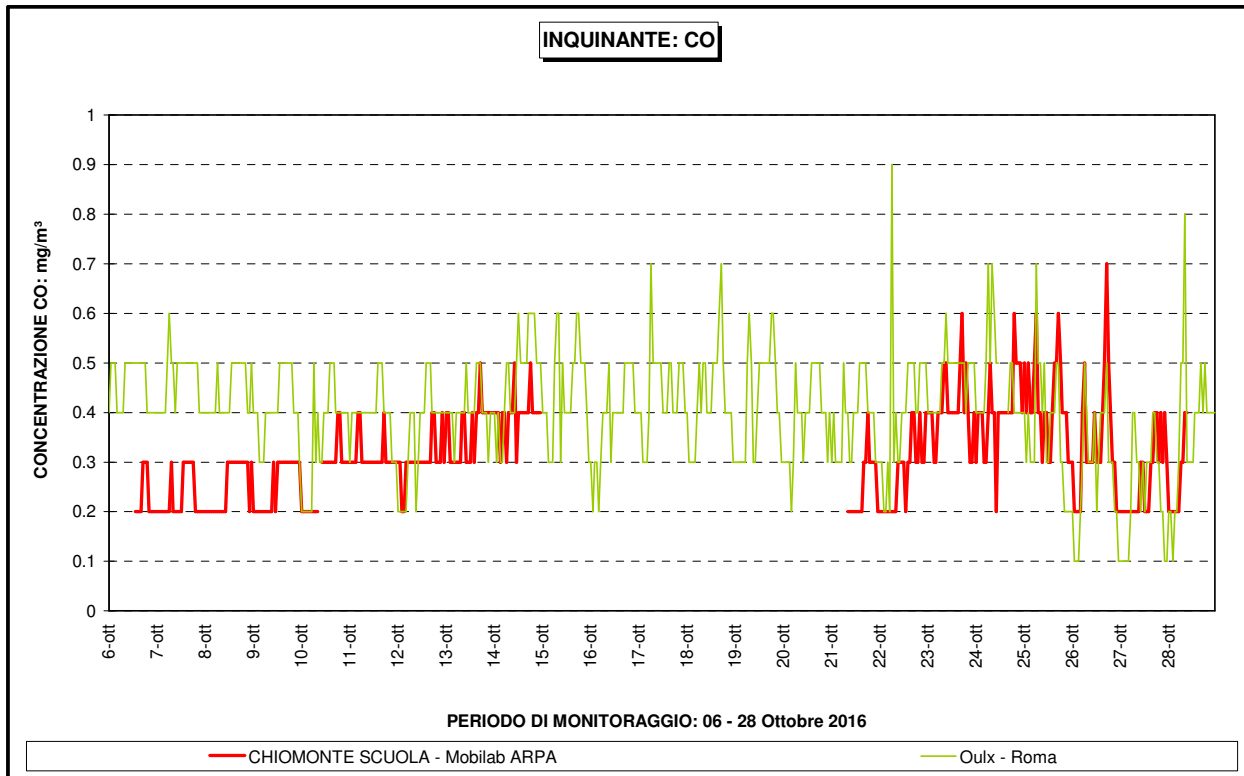
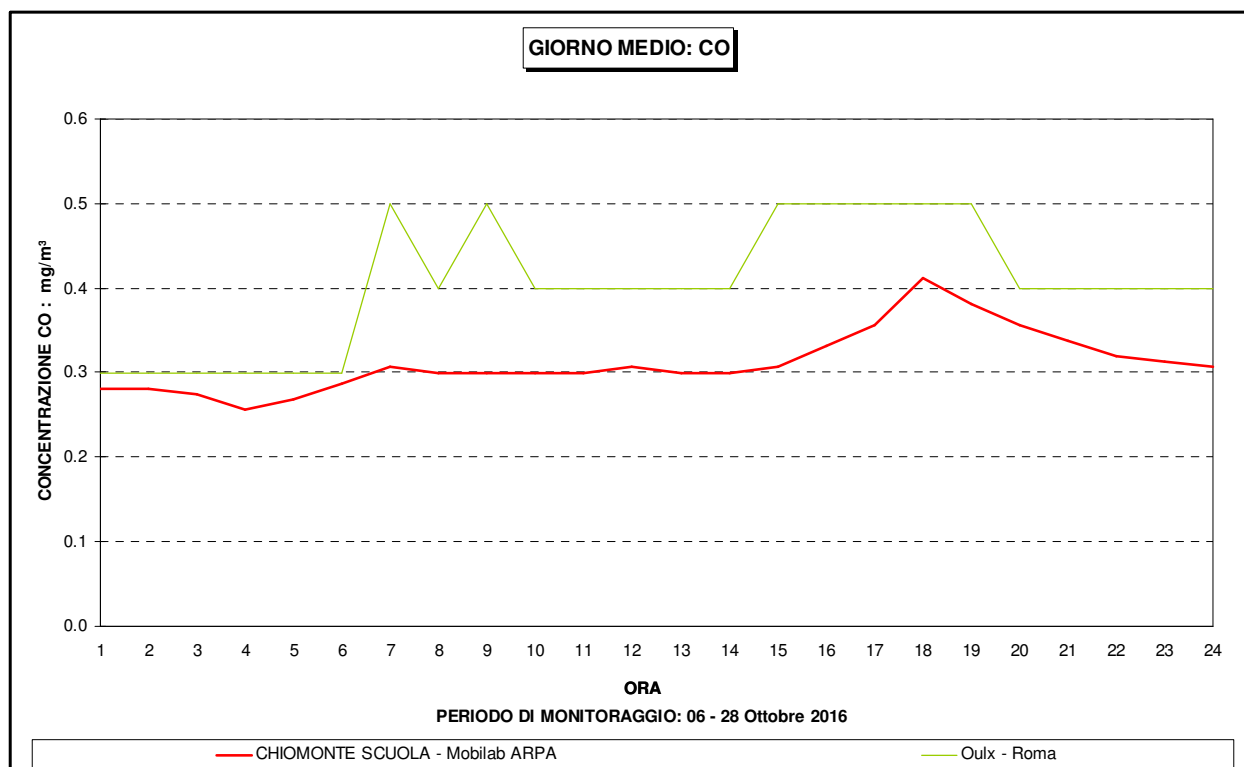


Figura 14– CO: giorno medio confronto con stazione di Oulx della rete fissa.



Ossidi di Azoto

Monossido di Azoto

Tabella 6 – Dati relativi al monossido di azoto (NO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	TELT	ARPA
Minima media giornaliera	1	3
Massima media giornaliera	7	8
Media delle medie giornaliere (b):	3	4
Giorni validi	20	16
Percentuale giorni validi	95%	76%
Media dei valori orari	2	4
Massima media oraria	32	22
Ore valide	480	397
Percentuale ore valide	95%	79%

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 15 e Figura 16) registrato con i laboratori mobili da TELT ed Arpa risulta particolarmente basso e inferiore alle stazioni di Susa e Oulx, poste a confronto. Presso il sito di Chiomonte il valore medio dell'intera campagna registrato con il laboratorio di Arpa è pari a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 6). Nelle stazioni fisse di Susa e Oulx si osservano dei picchi più evidenti nelle ore di maggiore traffico che determinano il picco mattutino relativo a questi due siti nel grafico del giorno medio. Gli andamenti e i livelli confermano quanto osservato nelle campagne precedenti.

Figura 15– NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni di misura

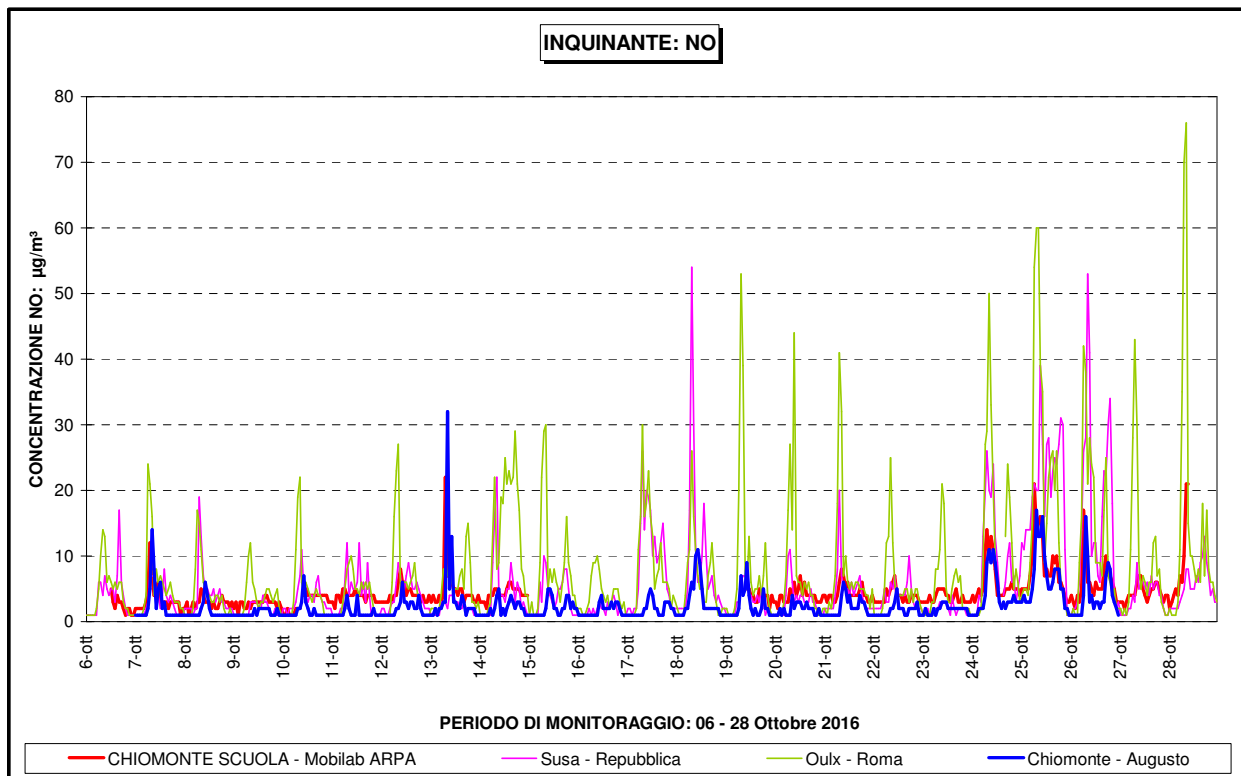
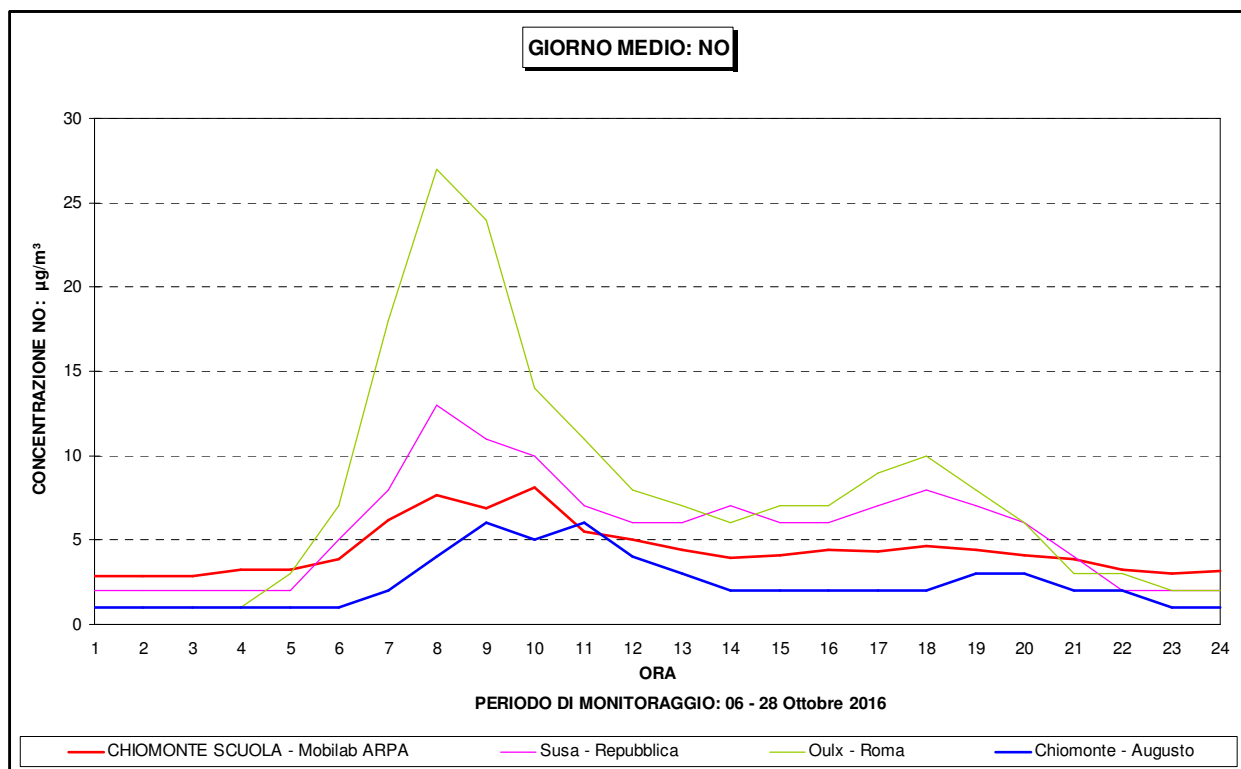


Figura 16– NO: andamento del giorno medio e confronto con altre stazioni di misura



Biossido di azoto

Tabella 7 – Dati relativi al biossido di azoto (NO₂) (µg/m³)

	TELT	ARPA
Minima media giornaliera	7	5
Massima media giornaliera	13	12
Media delle medie giornaliere	11	9
Giorni validi	20	16
Percentuale giorni validi	95%	76%
Media dei valori orari	11	9
Massima media oraria	37	33
Ore valide	480	397
Percentuale ore valide	95%	79%
<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.

La campagna oggetto della presente relazione è stata condotta nel periodo autunnale in cui normalmente i valori tendono ad aumentare rispetto al periodo primaverile-estivo. I profili orari registrati dai due laboratori mobile presso il sito di Chiomonte risultano pressoché sovrapposti e leggermente inferiori rispetto alle stazioni di Oulx e Susa (Figura 17). Non risultano anomalie né rispetto ai valori limite, né rispetto all’andamento dell’inquinante nelle altre stazioni. Per l’intero periodo di monitoraggio con la strumentazione di Arpa è stata registrata una concentrazione media pari a 9 µg/m³.

Dal grafico riportante il giorno medio (Figura 18) 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, la stazione di Ollx che è caratterizzata da maggiore traffico, mostra un picco più accentuato nelle ore mattutine.

Figura 17– NO₂ : confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio

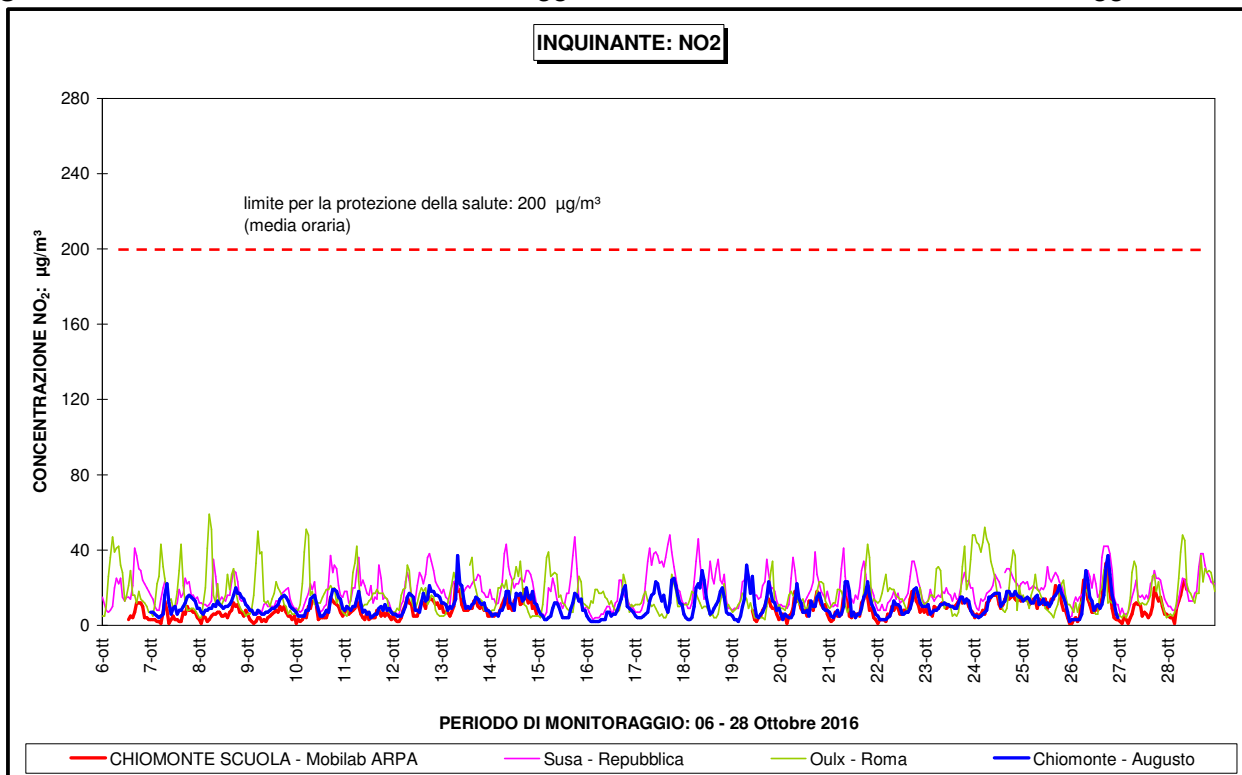
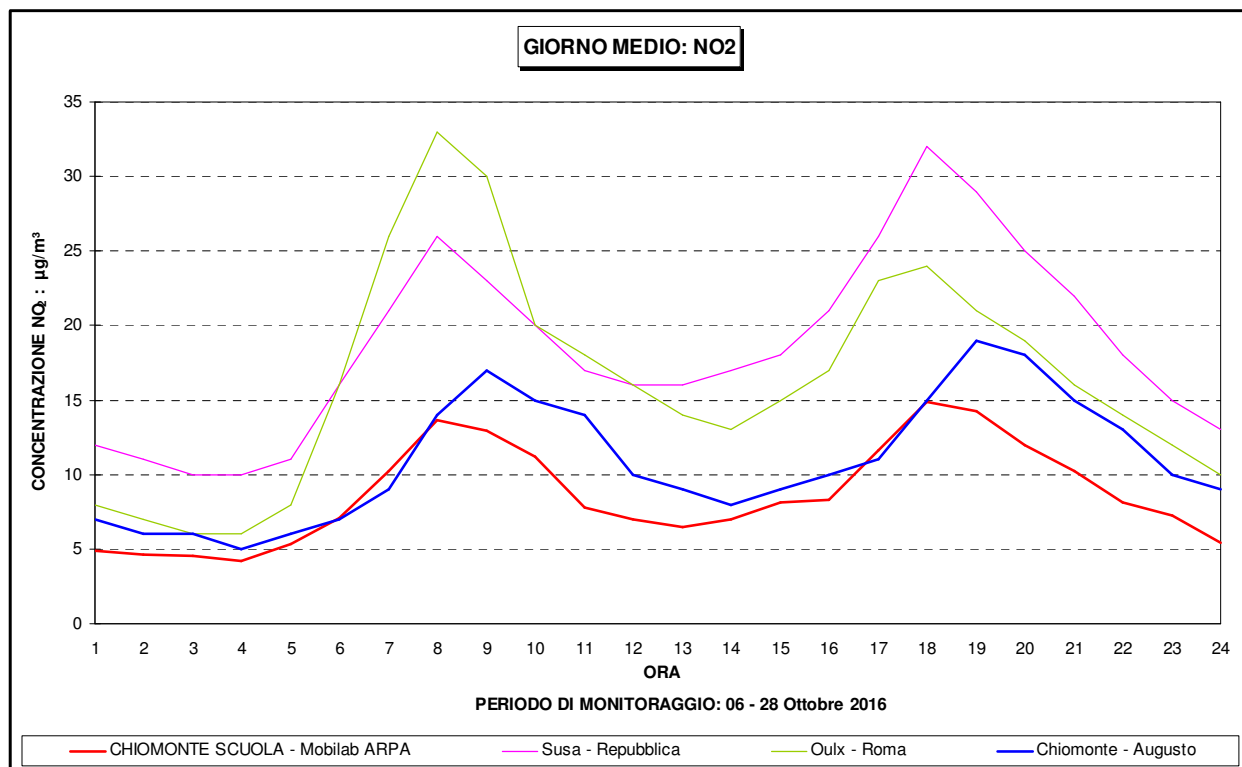


Figura 18– NO₂ : andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



Benzene

Tabella 8 – Dati relativi al benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	TELT	ARPA
Minima media giornaliera	0.49	1.5
Massima media giornaliera	0.55	2.7
Media delle medie giornaliere	0.51	2.0
Giorni validi	20	16
Percentuale giorni validi	95%	76%
Media dei valori orari		2.0
Massima media oraria		4.5
Ore valide		395
Percentuale ore valide		78%

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

Giorno	TELT	ARPA
07/10/16	0.52	1.5
08/10/16	0.51	1.7
09/10/16	0.51	1.8
10/10/16	0.51	1.6
11/10/16	0.51	2.0
12/10/16	0.51	1.7
13/10/16	0.55	2.2
14/10/16	0.50	2.4
15/10/16	0.50	—
16/10/16	0.51	—
17/10/16	0.51	—
18/10/16	0.51	—
19/10/16	0.51	n.c.
20/10/16	0.50	2.0
21/10/16	0.49	1.9
22/10/16	0.49	2.0
23/10/16	0.49	2.7
24/10/16	0.49	2.7
25/10/16	0.49	2.5
26/10/16	0.49	2.1
27/10/16	—	1.7

La normativa vigente (D.Lgs 155 del 13/8/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da rispettare a partire dal 2010. Il confronto diretto con il limite di legge non è possibile visto il numero limitato di dati, tuttavia considerando i livelli molto bassi registrati nel corso delle campagne finora effettuate, anche nel periodo invernale, normalmente caratterizzato da livelli di benzene

maggiori, si può dedurre che tale limite a Chiomonte sia rispettato; si consideri anche 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.

Nel laboratorio mobile di Arpa è presente strumentazione automatica che fornisce valori su 15 minuti che poi vengono aggregati come media oraria, mentre TELT effettua analisi su fiale a carboni attivi che forniscono un dato giornaliero. Probabilmente per questa ragione vi è una discrepanza dei dati ottenuti con i due metodi durante questa campagna; nel periodo primaverile in cui i valori di questo inquinante sono particolarmente bassi i due laboratori avevano fornito valori maggiormente confrontabili. Tuttavia, anche i valori registrati da Arpa risultano bassi e confrontabili con le stazioni di fondo della rete provinciale (Figura 19) con una media del periodo pari a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 19– Benzene: andamento della concentrazione oraria

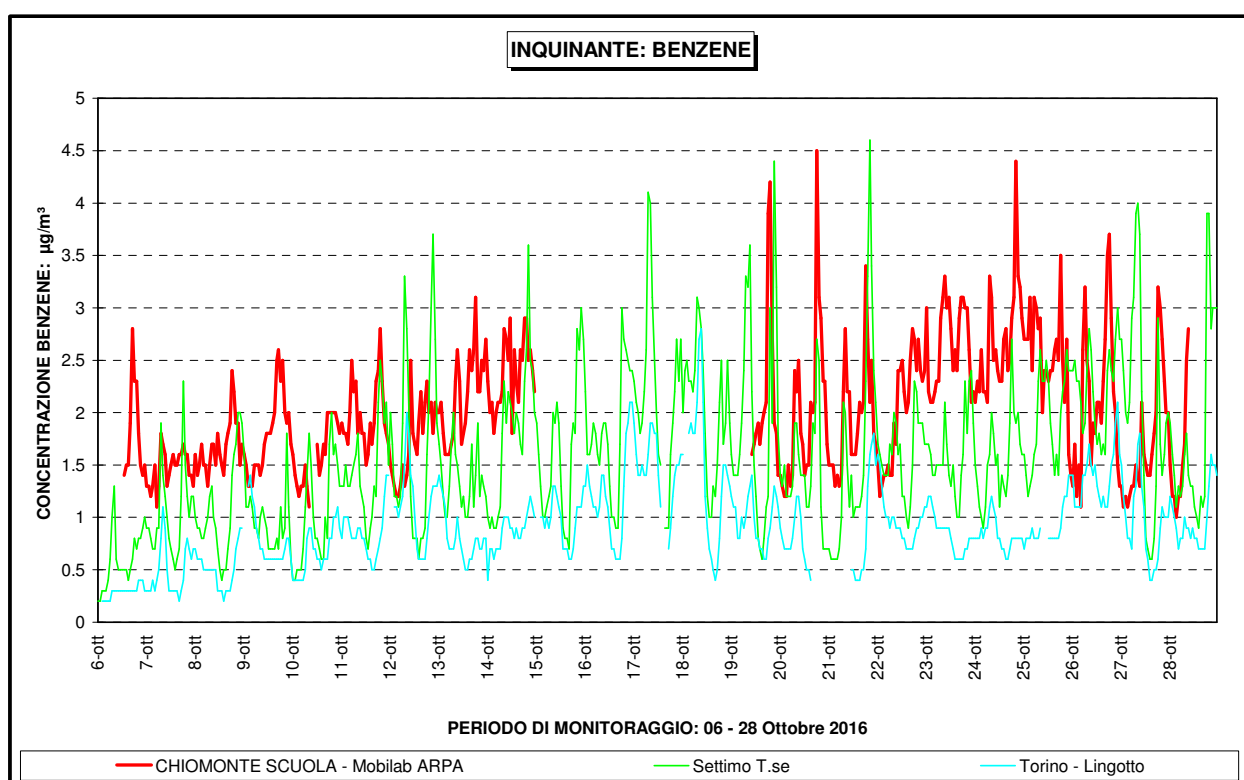
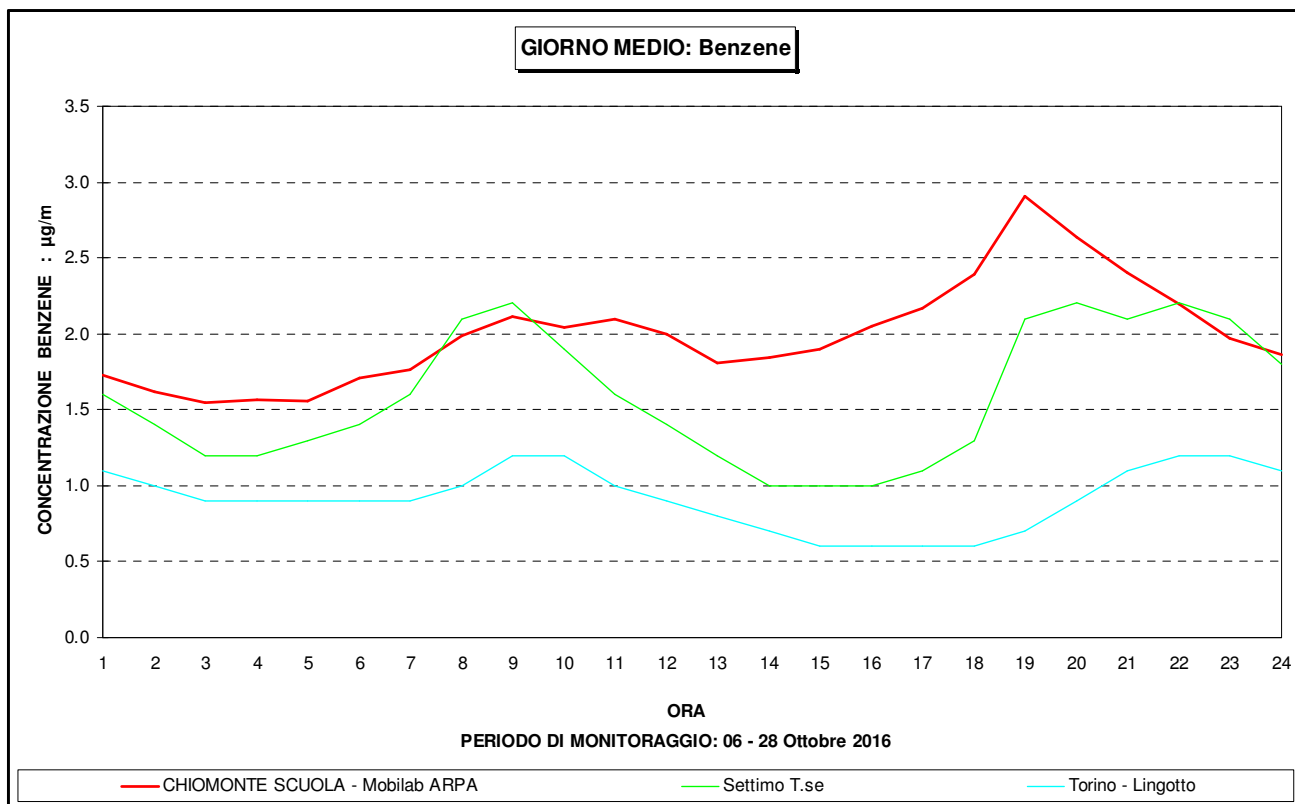


Figura 20 – Benzene: andamento del giorno medio



Particolato Sospeso (PM10)

Tabella 10 – Dati relativi al particolato sospeso PM₁₀ (µg/m³) presso il sito di monitoraggio

	TELT	ARPA
Minima media giornaliera	11	5
Massima media giornaliera	34	32
Media delle medie giornaliere	19	15
Giorni validi	20	17
Percentuale giorni validi	95%	81%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	0	0

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, che hanno coperto 17 giorni di campionamento effettivo, in quanto vi è stata un'interruzione di rete che ha comportato la perdita di alcuni dati. In Tabella 10 e Figura 21 sono riportati i confronti tra i dati Arpa e TELT. Generalmente il periodo autunnale mostra qualche criticità per la dispersione degli inquinanti, tuttavia durante il monitoraggio tutti i dati sono risultati ampiamente al di sotto del limite giornaliero del PM10 di 50 µg/m³. La media dei valori di particolato PM10 registrato da Arpa è di 15 µg/m³ con valore massimo pari a 32 µg/m³.

Per quanto riguarda le rilevazioni condotte in parallelo da TELT (Figura 21), si osserva che tutte le concentrazioni hanno un andamento equivalente a quelle registrate da Arpa. Come nei campionamenti in parallelo fatti precedentemente si osserva che generalmente i valori di TELT sono superiori rispetto a quelli di Arpa, ma lo scostamento medio durante questo monitoraggio è stato di circa 6 microgrammi quindi simile alla discrepanza osservata nella campagna di maggio 2016 e ottobre 2015 e minore rispetto alle campagne precedenti.

A partire dal 20 ottobre 2016 Arpa ha installato un ulteriore campionario sequenziale di PM10 in parallelo a quello utilizzato da TELT, per raccogliere informazioni aggiuntive per l'individuazione dell'eventuale causa di tali differenze tra le concentrazioni di TELT e quelle di Arpa. L'analisi dei dati, che saranno oggetto di una relazione tecnica, sembrano confermare l'ipotesi più probabile che le discrepanze siano dovute alla differente altezza a cui si trovano le teste di prelievo di Arpa (sul tetto del laboratorio mobile) e TELT: entrambe comunque collocate nell'intervallo previsto dalla normativa vigente. Infatti i due campionatori in parallelo, con testa di prelievo alla stessa altezza, hanno fornito valori pressoché sovrapponibili. Le verifiche e prove effettuate precedentemente avevano escluso anomalie di tipo strumentale o analitico. Si sottolinea che si tratta esclusivamente di un approfondimento tecnico i cui esiti però non hanno rilevanza in termini di rispetto dei limiti di qualità dell'aria del PM10 (che sono ampiamente rispettati in tutti e quattro i siti monitorati da TELT presso i centri abitati).

Il grafico riportato in Figura 22 mostra che i fenomeni piovosi caratteristici del periodo autunnale hanno contribuito a mantenere il PM10 a livelli bassi.

Figura 21– Particolato sospeso PM₁₀: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

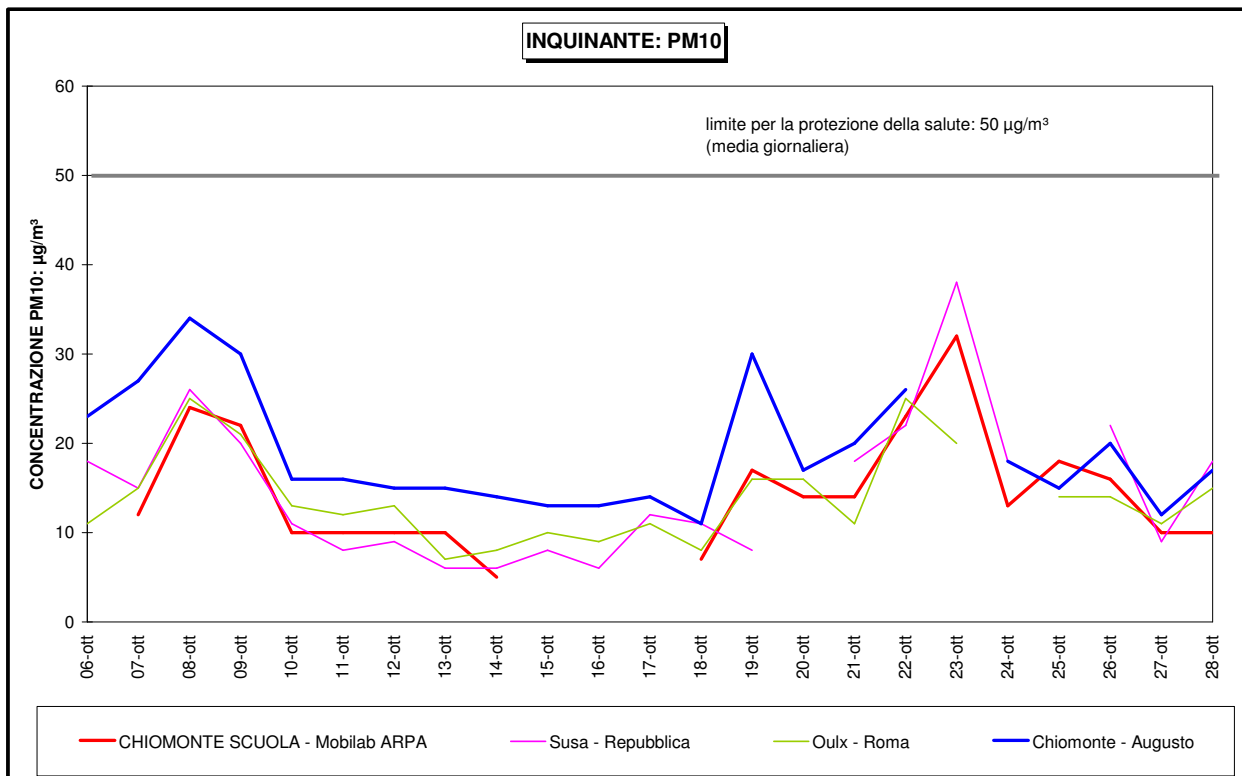
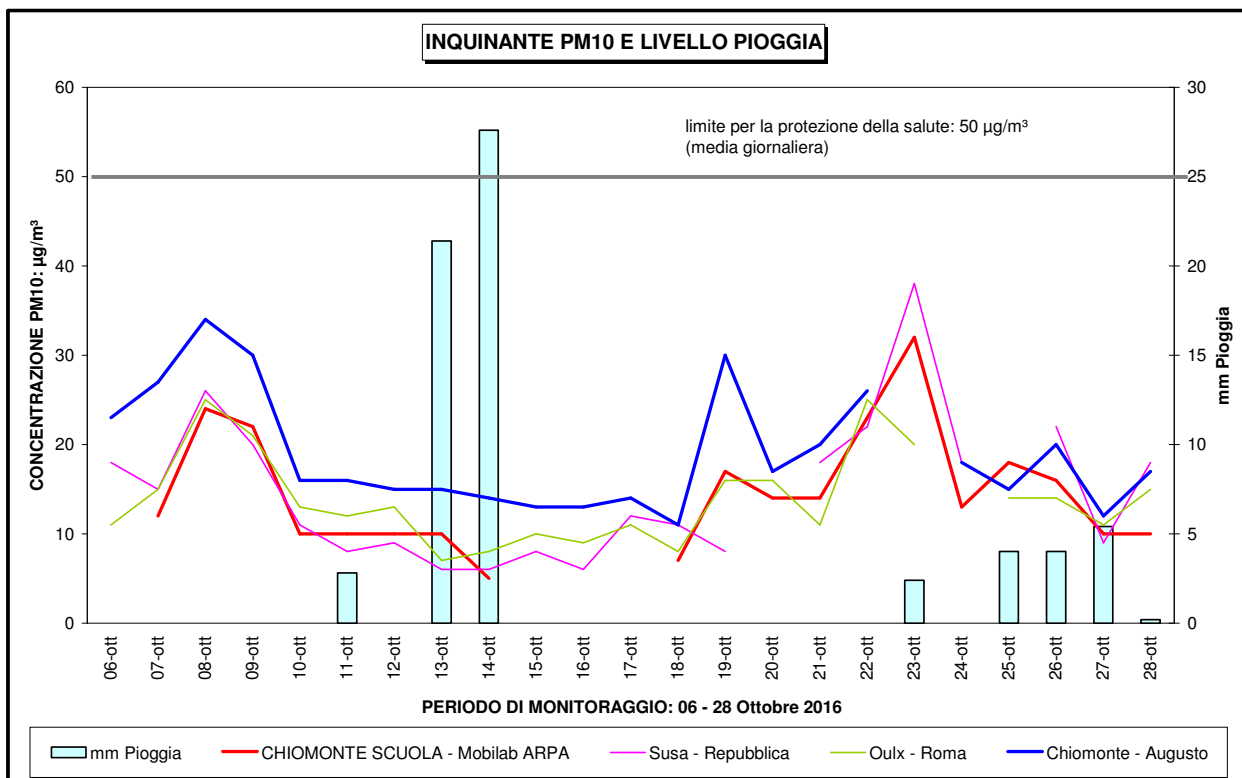


Figura 22 – Particolato sospeso PM₁₀ confronto con le precipitazioni



Particolato Sospeso (PM2,5)

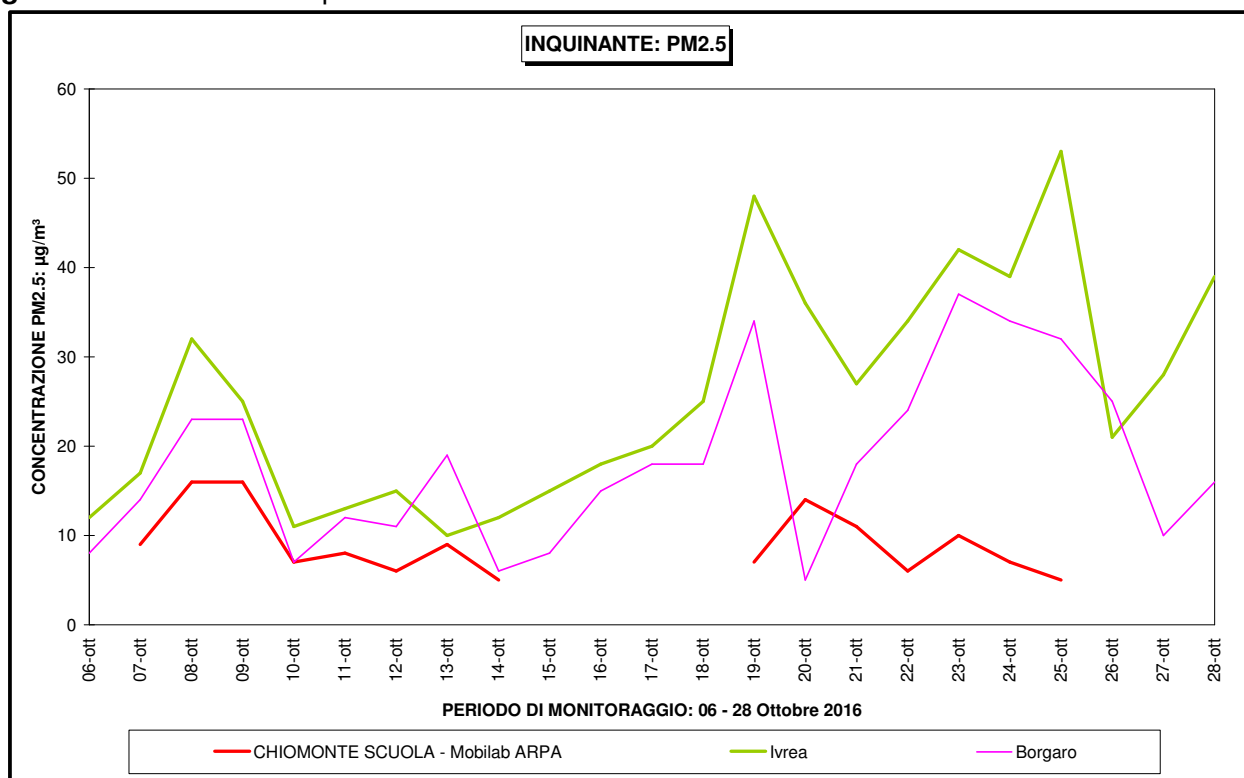
Tabella 11 – Dati relativi al particolato sospeso PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) presso il sito di monitoraggio

	ARPA
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	16
Media delle medie giornaliere	9
Giorni validi	15
Percentuale giorni validi	71%

Il D.Lgs 155/2010 ha introdotto un limite anche per il PM2.5 (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 μm) calcolato come media annuale di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da rispettare a partire dal 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 23 mostra che l'andamento delle concentrazioni osservato a Chiomonte con la strumentazione Arpa, nella prima parte del periodo monitorato, risulta equivalente a quello dei siti della Provincia di Torino di Ivrea e Borgaro, mentre a partire dal 18 ottobre Borgaro ed Ivrea hanno mostrato concentrazioni in aumento, mentre a Chiomonte si sono mantenute particolarmente basse. La media relativa al periodo monitorato è pari a $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre il valore massimo giornaliero è stato pari a $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Come per il PM10 si osserva che gli episodi di pioggia, hanno contribuito a mantenere particolarmente basso il livello di PM2.5.

Figura 23– Particolato sospeso PM2.5



Ozono

Tabella 12 – Dati relativi all'ozono (O₃) (µg/m³)

	ARPA
Minima media giornaliera	12
Massima media giornaliera	55
Media delle medie giornaliere (b):	39
Giorni validi	16
Percentuale giorni validi	76%
Media dei valori orari	40
Massima media oraria	87
Ore valide	397
Percentuale ore valide	79%
Minimo medie 8 ore	3
Media delle medie 8 ore	40
Massimo medie 8 ore	75
Percentuale medie 8 ore valide	78%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

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 nel comune di Chiomonte è stata condotta nel periodo autunnale che normalmente non mostra criticità per questo parametro. Durante il monitoraggio la media dei valori orari di ozono è stata di 40 µg/m³ registrata con la strumentazione Arpa. Dalla Figura 24 si osserva la buona corrispondenza tra i rilevamenti effettuati a Chiomonte e quelli della stazione fissa di Susa.

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

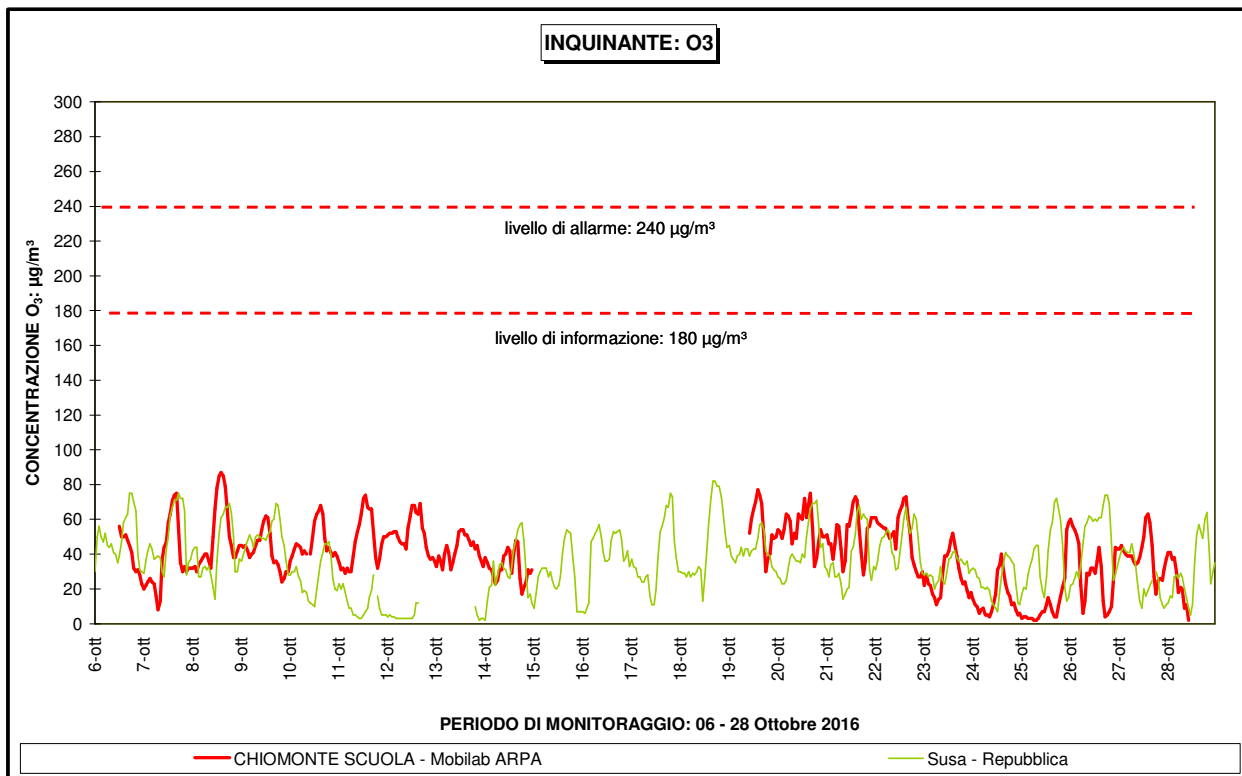
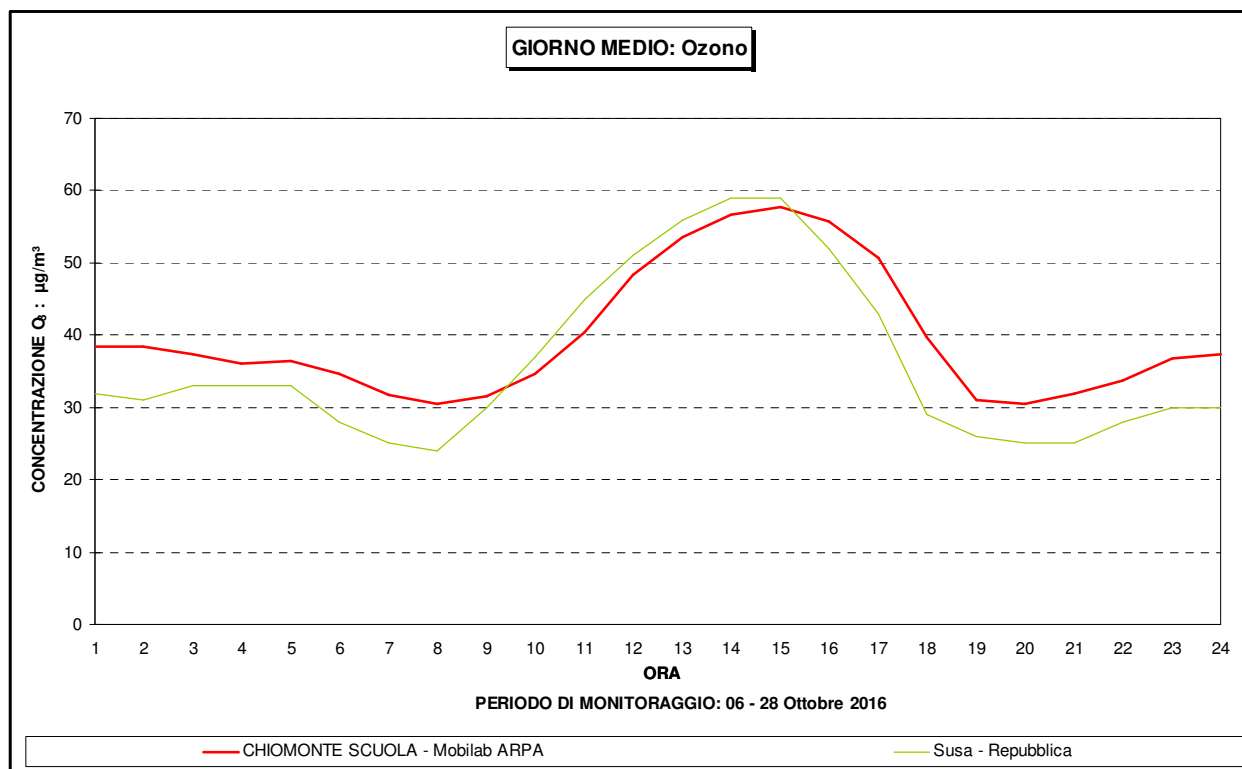


Figura 25– O₃: andamento del giorno medio



Metalli e Benzo(a)Pirene

L'analisi dei metalli e BaP è stata condotta a partire dai filtri di PM10 su un unico campione composto, costituito da porzioni dei filtri raccolti durante i 17 giorni di monitoraggio validi, quindi per ogni inquinante vi è un valore di concentrazione relativo all'intero periodo del monitoraggio, sia per il monitoraggio condotto da Arpa, sia per quello di TELT.

Nella Tabella 13 sono riportati i dati trasmessi da TELT 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 nel mese equivalente.

A livello generale tra i parametri determinati arsenico, nichel, piombo e benzo(a)pirene sono quelli per quali la normativa fissa un valore di riferimento in aria ambiente (6 ng/m^3 , 20 ng/m^3 , $0,5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ e 1 ng/m^3 rispettivamente). Poiché questi valori sono riferiti a medie annuali, non è possibile un confronto diretto con i dati rilevati, che si riferiscono a periodi più brevi. Considerando che per tutti questi parametri i valori più elevati misurati sia da Arpa che da TELT nel sito di Chiomonte sono significativamente inferiori ai valori di riferimento e inferiori o confrontabili ai valori rilevati da Arpa in altre stazioni del territorio provinciale in cui i valori di riferimento annuali sono ampiamente rispettati, è del tutto presumibile che ciò accada anche nel sito di Chiomonte.

Per quanto riguarda quei metalli per i quali non vi sono valori di riferimento nella normativa europea (Berillio, Cobalto, Selenio e Zinco) i valori rilevati sia da Arpa che da TELT sono ampiamente inferiori alle linee guida indicate dall'O.M.S. e/o da organismi federali degli Stati Uniti (Tabella 14).

Più in particolare si osserva che:

- i valori di Arsenico, Selenio e Cobalto rilevati da TELT 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 Arpa presso il sito di Chiomonte da Arpa risultano paragonabili a quelli rilevati nelle centraline della rete pubblica; il dato rilevato da TELT non risulta disponibile.
- Berillio rilevato da TELT mostra valori molto bassi.
- la concentrazione di Piombo rilevata a Chiomonte sia da TELT sia da Arpa, risulta confrontabile con i livelli osservati nelle stazioni di fondo della rete pubblica di Arpa ed inferiore al valore della stazione di traffico di Arpa.
- per quanto riguarda la determinazione del Nichel nel corso delle varie campagne ha mostrato particolare variabilità: il valori rilevato da TELT nel corso di questa campagna è equivalente ad un dato dell'ante operam e superiore a quanto rilevato in parallelo sui campioni di Arpa. Risultano comunque confrontabili con i livelli osservati in altri siti della rete pubblica.
- il Benzo(a)Pirene determinato da TELT e da Arpa a Chiomonte è confrontabile con quanto rilevato nelle altre stazioni della rete pubblica nello stesso periodo.

Tabella 13: Dati relativi a Metalli e Benzo(a)Pirene

	Parametri		Data rilievo										
	Dal	Al											
			Berillio (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)		
CHIOMONTE TELT (ex LTF) Scuole Elementari ANTE OPERAM	21/04/2012	11/05/2012	0.000035	0.00016	<0.000006	0.00014	0.045	0.288	3.98	0.0029	0.09		
CHIOMONTE TELT (ex 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 TELT Scuole Elementari CORSO D'OPERA	07/10/2016	26/10/2016	0.00003	0.00019		0.0003	nc	0.30	3.2	0.004	0.4		
CHIOMONTE ARPA Scuole Elementari (Mobilab)	07/10/2016	28/10/2016		0.00037		0.0007	0.031	0.7	0.7	0.006	0.6		
Centraline Rete Pubblica	Ottobre 2016	Susa						0.7	0.7	0.003	0.3		
		To_Lingotto		0.00036		0.0007	0.026	0.7	2.0	0.007	0.4		
		To_Rebaudengo		0.00035		0.0007	0.022	0.7	2.4	0.012	0.8		

Tabella 14 Linee guida per metalli non normati

Metallo	Linea guida O.M.S. (ng/m ³)	U.S. EPA RfC (ng/m ³)	ATSDR MRL (ng/m ³)	Valori tipici in aria ambiente secondo O.M.S. (ng/m ³)	Valori tipici in aria ambiente secondo ATSDR (***) (ng/m ³)
<i>Berillio</i>	-	200 ⁽¹⁾	-	-	0.03-0.2
<i>Cobalto</i>	-	-	100 (esposizione cronica)	1-2 in area urbana (*)	-
<i>Mercurio</i>	1000	300	200	2-10	-
<i>Selenio</i>	-	-	-	-	< 10 come concentrazione di fondo
<i>Zinco</i>	-	-	-	-	20-160 in area urbana

(*) Concise International Chemical Assessment COBALT AND INORGANIC COBALT COMPOUNDS , WHO 2006

(**) Dati contenuti nei documenti ToxGuide e Public Health Statement di ATSDR

(1) Lo Stato della Pennsylvania ha stabilito uno standard di 10 ng/m³ come media su 30 giorni

CONCLUSIONI

La settima 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 TELT S.A.S. nel periodo 6 - 28 ottobre 2016, ha mostrato livelli particolarmente bassi, paragonabili alle stazioni di fondo della rete pubblica per monossido di carbonio, benzene e monossido di azoto.

Anche i parametri NO₂ e PM10, si sono mantenuti ampiamente al di sotto dei limiti previsti dalla normativa, gli episodi di pioggia hanno contribuito a mantenere basse le concentrazioni.

Nel corso della campagna in parallelo per i parametri NO e NO₂ le rilevazioni di TELT ed Arpa mostrano un buon allineamento sia per andamento, sia per livello di concentrazione.

Per il parametro polveri PM10 lo scostamento dei valori risulta paragonabile a quello osservato nelle campagne di ottobre 2015 e maggio 2016 (mediamente le concentrazioni di TELT sono maggiori di circa 6 µg/m³, rispetto alle rilevazioni di Arpa) mentre nelle campagne precedenti risultava particolarmente evidente. La situazione non evidenzia criticità in quanto i dati si mostrano sempre ampiamente al di sotto del limite previsto dalla normativa. Nel periodo 20 ottobre – 17 novembre 2016 Arpa ha installato un ulteriore campionatore sequenziale di PM10 in parallelo a quello utilizzato da TELT, per raccogliere informazioni aggiuntive per l'individuazione dell'eventuale causa di tali differenze tra le concentrazioni di TELT e quelle di Arpa. L'analisi dei dati, che saranno oggetto di una relazione tecnica, sembrano confermare l'ipotesi più probabile che le discrepanze siano dovute alla differente altezza a cui si trovano le teste di prelievo di Arpa (sul tetto del laboratorio mobile) e TELT: entrambe comunque collocate nell'intervallo previsto dalla normativa vigente. Infatti i due campionatori in parallelo, con testa di prelievo alla stessa altezza, hanno fornito valori pressoché sovrapponibili.

Per metalli e Benzo(a)Pirene determinati sul PM10 si sono rilevati generalmente valori confrontabili tra i due laboratori e i livelli osservati nelle stazioni della rete pubblica. In base ai dati disponibili si evidenzia un rispetto dei valori di riferimento previsti dalla normativa o, per i metalli non nomati, dalle linee guida indicate dall'O.M.S. e/o da organismi federali degli Stati Uniti.

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.