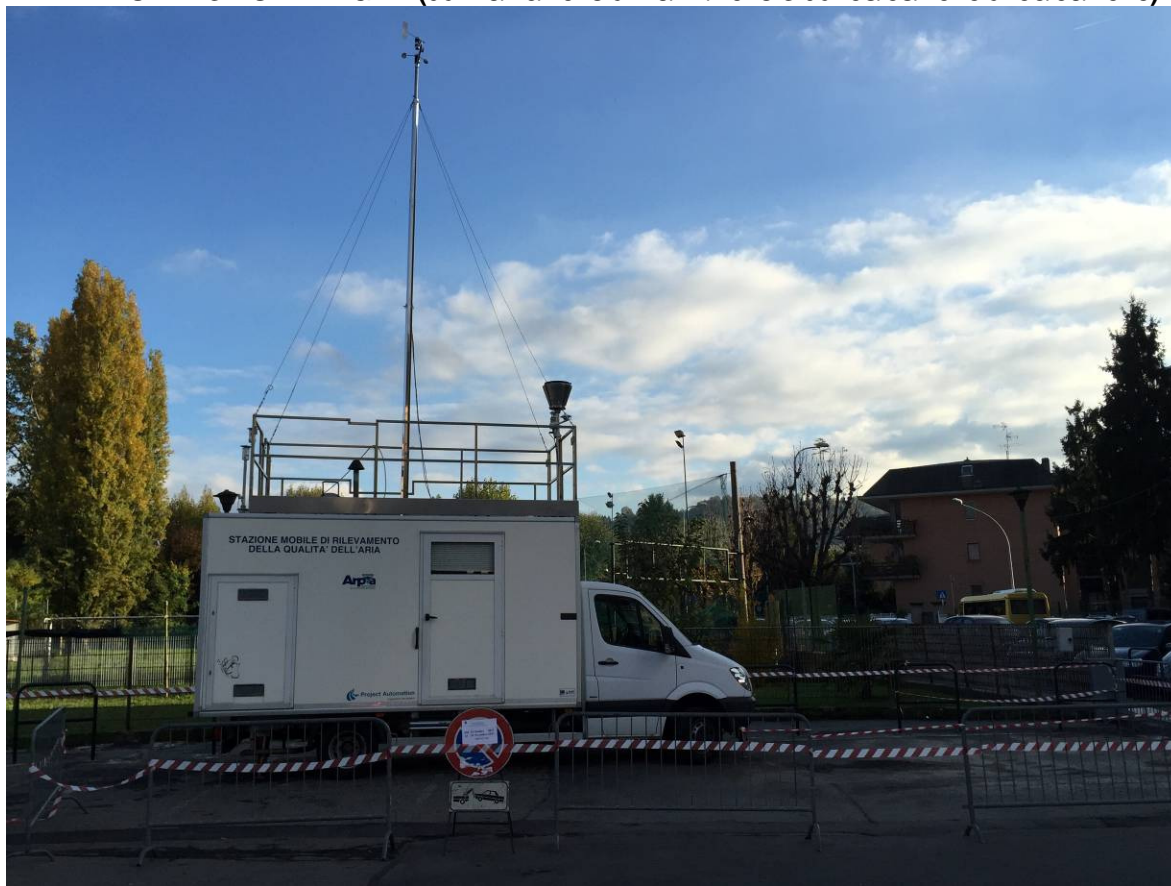


DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST
Struttura Semplice “Attività di Produzione”

OGGETTO:

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

RELAZIONE I e II CAMPAGNA (dal 29/10/2015 al 19/11/2015 e dal 08/08/2016 al 06/09/2016)



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Prof.le Nome: Dr.ssa Laura Milizia	Data:	Firma:
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	Data:	Firma:

L'organizzazione della campagna di monitoraggio e la validazione dei dati sono state curate dai tecnici del Nucleo Operativo "Supporto tematismo Qualità dell'Aria" del Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest di Arpa Piemonte: dr.ssa Annalisa Bruno, sig.ra Maria Leogrande, dr.ssa Marilena Maringo, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, dr.ssa Claudia Strumia, dr.ssa Elisa Calderaro, coordinati dal Dirigente con incarico professionale Dott. Francesco Lollobrigida.

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

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO.....	8
<i>L'aria e i suoi inquinanti</i>	<i>9</i>
<i>Il Laboratorio Mobile.....</i>	<i>11</i>
<i>Il quadro normativo.....</i>	<i>11</i>
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	13
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio.....</i>	<i>14</i>
<i>Traffico veicolare</i>	<i>17</i>
<i>Elaborazione dei dati meteorologici.....</i>	<i>23</i>
<i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici</i>	<i>29</i>
Biossido di zolfo	30
Monossido di Carbonio	32
Ossidi di Azoto	34
Benzene e Toluene.....	40
Particolato Sospeso (PM10 e PM2.5).....	44
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	51
Metalli	55
Ozono	60
CONCLUSIONI	65
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	66

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/m³) al microgrammo per metro cubo (µg/m³).

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 appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (inquinanti primari), al secondo gruppo 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 siti 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 2014", elaborata congiuntamente dalla Provincia di Torino e da Arpa Piemonte, e disponibile presso il sito: <http://www.provincia.torino.gov.it/ambiente/inquinamento/eventi/sguardo>.

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

Altre informazioni ed approfondimenti possono essere reperiti su:

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/aria/aria>.

Tabella 1 – Fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.

INQUINANTE	Traffico autoveicolare veicoli a benzina	Traffico autoveicolare veicoli diesel	Emissioni industriali	Combustioni fisse alimentate con combustibili liquidi o solidi	Combustioni fisse alimentate 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 viene realizzato attraverso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate, laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di stazioni mobili gestite dalle sedi provinciali di 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 un campionatore 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 impone dei limiti per quegli inquinanti che risultano essere quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 155/2010 che ha abrogato e sostituito le normative precedenti senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento degli inquinanti già normati, i limiti di legge possono essere classificati in tre tipologie:

- **valore 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 ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Per quanto riguarda il parametro ozono il D.Lgs 155/2010 ha abrogato il D.Lgs. n. 183 del 21 maggio 2004.

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

Il **D.Lgs 155/2010** ha inserito nuovi indicatori relativi al PM_{2.5} e in particolare :

- un **valore limite, espresso come media annuale**, pari 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
- un **valore obiettivo, espresso come media annuale**, pari 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2010.

La nuova normativa prevede inoltre per il PM_{2.5} un obiettivo nazionale di riduzione e un obbligo di concentrazione dell'esposizione il cui rispetto è calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo in siti fissi di campionamento urbani, che sono state definite con Decreto del

Ministero dell'Ambiente (all' art. 2 del D.M. 13.3.2013). Questi due ultimi indicatori esulano quindi dall'ambito della presente relazione.

Nella Tabella 2, nella Tabella 3 e nella Tabella 4 sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa attualmente vigente.

Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda ancora alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2015".

Tabella 2 – Valori limite per ozono e benzo(a)pirene

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
OZONO (O ₃) (D.Lgs. 155/2010)	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. 155/2010)	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 3 – Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO 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	20 µg/m ³	--	19-lug-2001
		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-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--	1-gen-2010
	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
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	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
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-2005
PARTICELLE (PM ₁₀)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---	1-gen-2010

Tabella 4 – Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 155/2010)

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.

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

La campagna di monitoraggio condotta nel comune di Chivasso, finalizzata al controllo della qualità dell'aria, è stata effettuata a seguito della richiesta del Comune di Chivasso prot. Arpa n° 592258 del 05/11/14, protocollo del Comune prot. n° 37426 del 05/11/2014.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato presso la rotonda di Viale Vittorio Veneto a seguito del sopralluogo effettuato congiuntamente tra i tecnici Arpa ed i tecnici del Comune di Chivasso. La scelta del sito è legata al cambio di viabilità lungo Viale Vittorio Veneto e quindi alla verifica dei livelli d'inquinamento conseguenti, allo scopo di valutare il traffico lungo tale via è stato installato un contatraffico.

Contestualmente alla verifica dei parametri di legge tramite laboratorio mobile è stato installato, anche durante la seconda campagna di misure, un campionario gravimetrico di polveri presso l'ex asilo di via Moro al fine di valutare i livelli di PM₁₀ in quel contesto.

La prima campagna di monitoraggio è stata effettuata dal 29/10/2015 al 19/11/2015, mentre la seconda campagna si è svolta dal 08/08/2016 al 06/09/2016.

Si noti che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile.

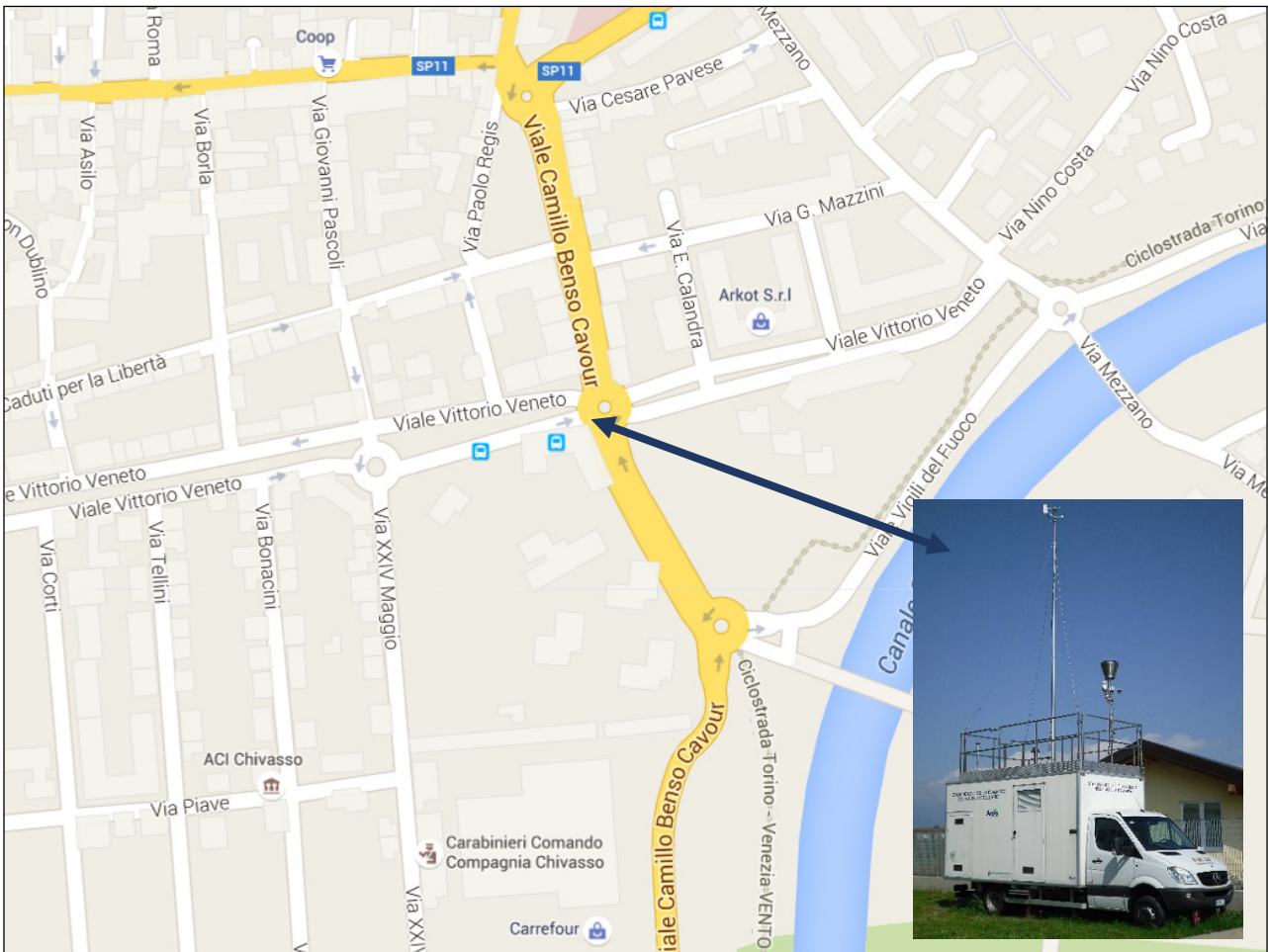
Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso della campagna condotta con il Laboratorio Mobile non permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale, della situazione di inquinamento atmosferico relativa ai siti in esame.

Una trattazione completa, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (allegato I del DLgs 155/2010), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno, scelto a caso, di ogni settimana in modo che le misure siano uniformemente distribuite durante l'anno, oppure otto settimane di misurazione distribuite in modo regolare nell'arco dell'anno).

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

Si ricorda inoltre che la stazione mobile non fornisce la misura delle concentrazioni di sostanze odorigene in quanto le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria sia mobili che fisse sono attrezzate per rilevare, tra le molte sostanze presenti in atmosfera, gli inquinanti previsti dalla normativa (PM₁₀, PM_{2.5}, ozono, ossidi di azoto e di zolfo ecc.), i quali sono caratterizzati da una significativa e accertata tossicità e da un'ampia diffusione territoriale nelle zone antropizzate, ma non da soglie olfattive particolarmente basse. Le campagne effettuate con la stazione mobile permettono quindi di verificare se le molestie olfattive sono accompagnate da condizioni di specifica criticità per gli inquinanti normati, ma non di quantificare le concentrazioni delle sostanze odorigene presenti.

Figura 1 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Chivasso.



TRAFFICO VEICOLARE

Per meglio comprendere la persistenza degli inquinanti da traffico veicolare nel sito di posizionamento del laboratorio mobile si è provveduto a conteggiare i passaggi di veicoli leggeri e pesanti lungo viale v. Veneto, a circa 150 mt dal laboratorio mobile. Il periodo di monitoraggio durante la seconda campagna si è svolto dal 09 agosto al 5 settembre 2016.

Il contatraffico utilizzato nei rilevamenti è della ditta Gmbh modello Viacount II ed è sostanzialmente un apparecchio per il monitoraggio del traffico composto da un sensore radar "Doppler" da 24.165 GHz con memoria dati integrata e orologio in tempo reale; il sensore radar misura i movimenti dei veicoli di una corsia o direzione di marcia oppure di entrambe le direzioni di marcia. In particolare lo strumento determina la lunghezza, la velocità, il senso di marcia, l'ora e data dei veicoli che attraversano il fascio radar.

Le classi dei veicoli in funzione della lunghezza sono le seguenti:

Classi	lunghezza
motocicli;	< 2,26 m
automobili;	da 2,27 m a 4,82 m
transporter;	da 4,83 m a 5,84 m
autocarri;	da 5,85 m a 9,01 m
autotreni;	> 9,02 m

Prendendo come riferimento le "Le linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia" dell'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici) si è potuto classificare il sito di Chivasso in funzione dei flussi di traffico e delle caratteristiche stradali.

I rilievi di traffico hanno evidenziato che il numero medio giornaliero di passaggi veicolari lungo il viale è stato di **2313** veicoli/giorno nel periodo estivo e **8988** nel periodo invernale.

In base alle Linee guida APAT sopracitate (capitolo 4 - tipologia e numero delle stazioni per la valutazione dell'esposizione della popolazione negli agglomerati - nota 1), il valore riscontrato di **5650** veicoli/giorno individua per la strada indagata una condizione di volume di traffico medio, essendo i passaggi giornalieri compresi tra 2000 e 10000 veicoli giornalieri veicoli/giorno.

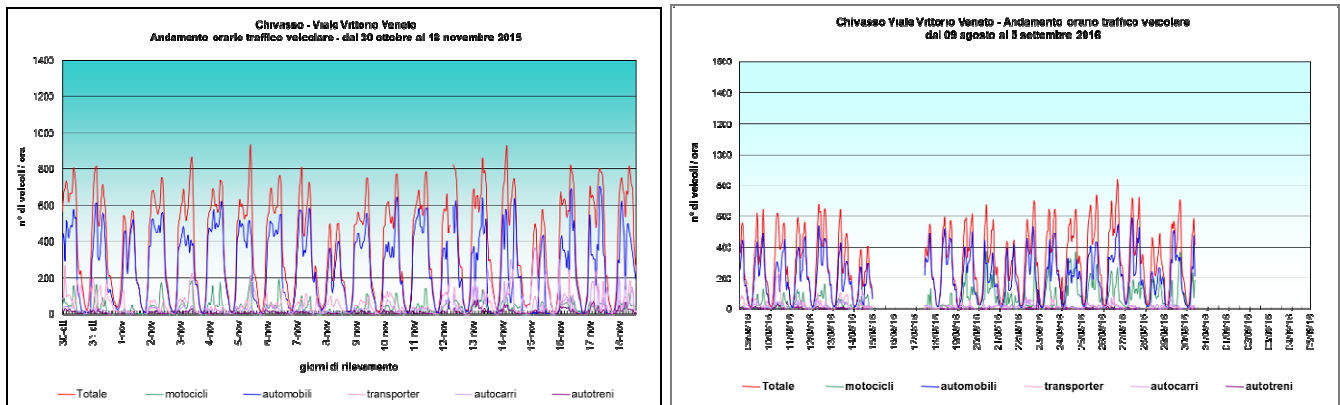
Dall'analisi dei dati di traffico nel corso delle campagne di monitoraggio si possono trarre le seguenti considerazioni:

- si sono rilevati sull'asse viario preso in considerazione flussi veicolari quantitativamente significativi nel periodo invernale, con una netta diminuzione nel periodo estivo, probabilmente legato al periodo di ferie estive. Nell'analisi dei flussi elaborati in base al giorno della settimana nel periodo invernale non si evidenziano particolari differenze nei giorni della settimana; nel periodo estivo emergono diminuzioni significative nei giorni centrali della settimana probabilmente imputabile alla chiusura dei servizi nel mese di agosto (vedi *Figura 5*);
- le percentuali di veicoli pesanti e di veicoli di trasporto commerciale (transporter, che di norma hanno motori diesel) in transito lungo l'asse viario considerato sono risultate significative (vedi *Figura 6*);
- la combustione dei motori dei veicoli di norma genera percentualmente più monossido di azoto (NO) che biossido di azoto (NO₂) ma va comunque considerato che, una volta immesso in atmosfera, il monossido di azoto si trasforma in parte per ossidazione in biossido di azoto, per cui la quantità di quest'ultimo in aria ambiente è molto maggiore di

quella che sarebbe prevedibile sulla base della sola emissione diretta, specialmente nei mesi caldi in cui il maggiore irraggiamento solare favorisce la conversione del monossido di azoto in biossido. L'emissione di ossidi di azoto e particolato è inoltre significativamente più alta per i veicoli diesel, per cui la presenza di una percentuale relativamente elevata di veicoli pesanti e da trasporto commerciale, come nel caso in questione, ha un effetto rilevante sull'inquinamento atmosferico. A titolo di esempio¹ si consideri che gli autoveicoli per il trasporto passeggeri con alimentazione diesel (quella più critica in termini di emissioni sia di particolato che di ossidi di azoto) di categoria da Euro 2 a Euro 4 hanno fattori di emissione che vanno da 0.6 a 0.9 g/km per gli ossidi di azoto e da 0.03 a 0.06 g/km per il particolato, mentre per i mezzi pesanti di analoga categoria (da Euro II a Euro IV) i fattori di emissione vanno rispettivamente da 2 a 7 g/km e da 0.01 (solo per gli Euro IV minori di 7.5 t) a 7.5 g/km. Va inoltre considerato che il biossido di azoto, oltre a costituire di per sé un inquinante atmosferico, è uno dei principali precursori del particolato di origine secondaria;

- per il benzene si riscontra una correlazione tra i picchi di concentrazione e l'andamento temporale giornaliero dei flussi veicolari, soprattutto nella campagna autunnale (*Figura 10*); in questo caso le escursioni della concentrazione sono meno evidenti rispetto a quelle degli ossidi d'azoto, considerando che le concentrazioni di benzene variano da 1.0 a 1.8 µg/m³ circa nel periodo estivo e da 2.2 a 3.5 µg/m³ nel periodo autunnale. Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici.

Figura 3: andamento orario traffico veicolare



¹ EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2009 1.A.3.b Road transport GB2009 update May 2012 Tabelle 3.16-3-17-3.20 e 3.21

Figura 4: andamento giornaliero (solo giorni completi)

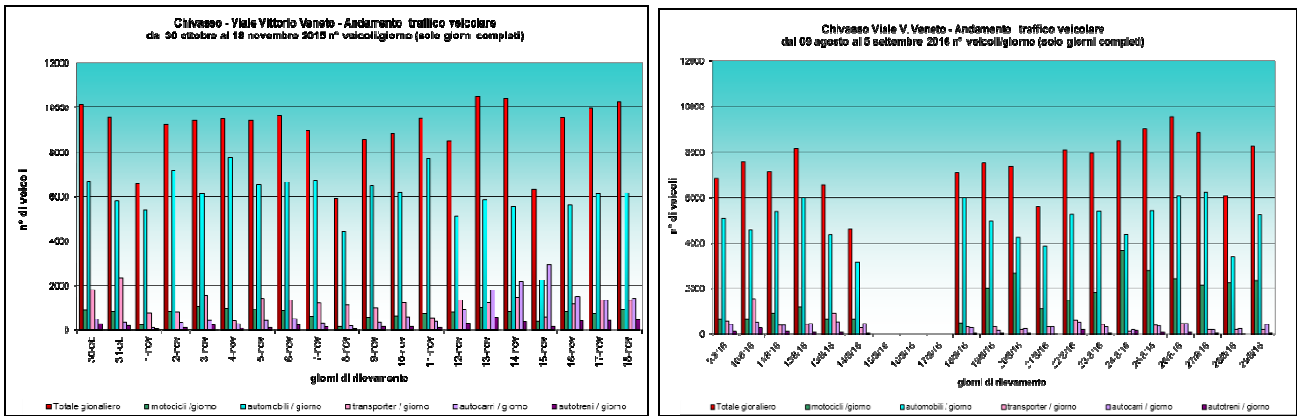


Figura 5: traffico veicolare grafico settimanale – Chivasso_Viale V. Veneto (solo giorni completi) – campagna estiva ed invernale

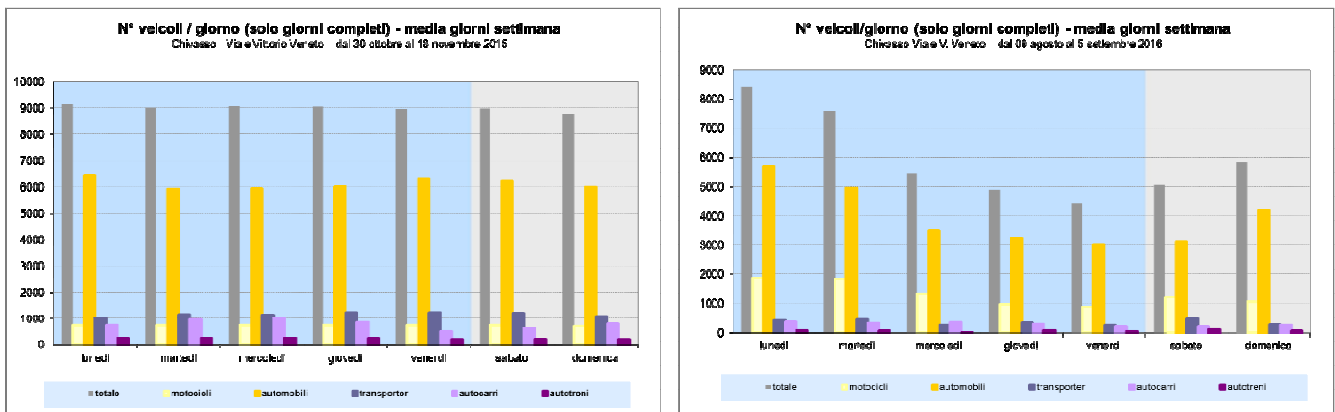


Figura 6: traffico veicolare – Chivasso_Viale V. Veneto - valutazione di frequenza

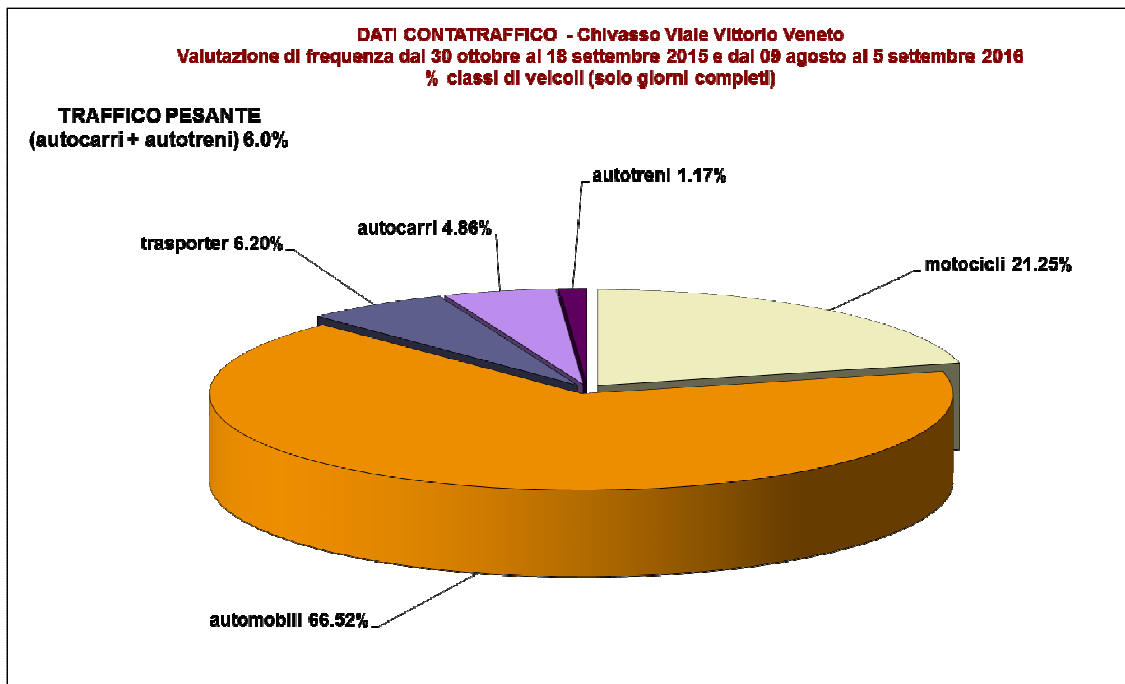


Figura 7: giorno medio flussi di traffico veicolare suddiviso in classi di veicoli in Chivasso_Viale V. Veneto

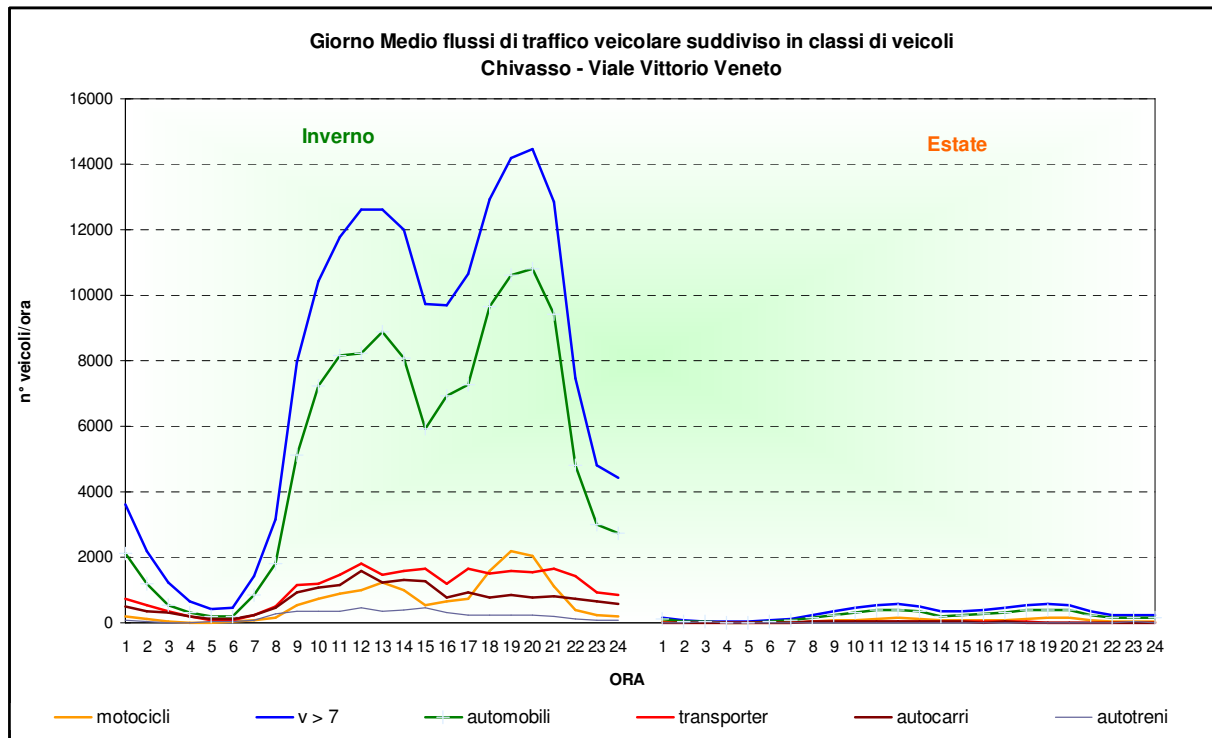


Figura 8: confronto giorno medio veicoli totale con giorno medio degli ossidi di azoto durante le due campagne di misura

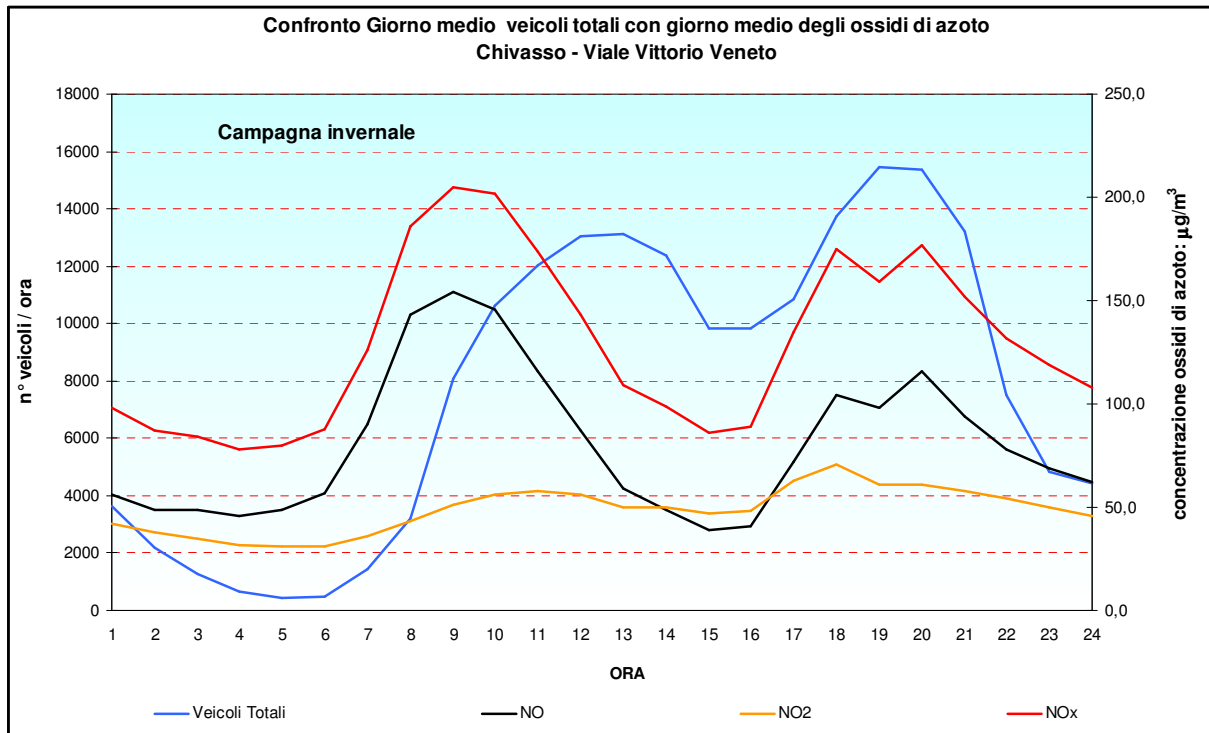


Figura 9: confronto giorno medio veicoli totale con giorno medio degli ossidi di azoto durante le due campagne di misura

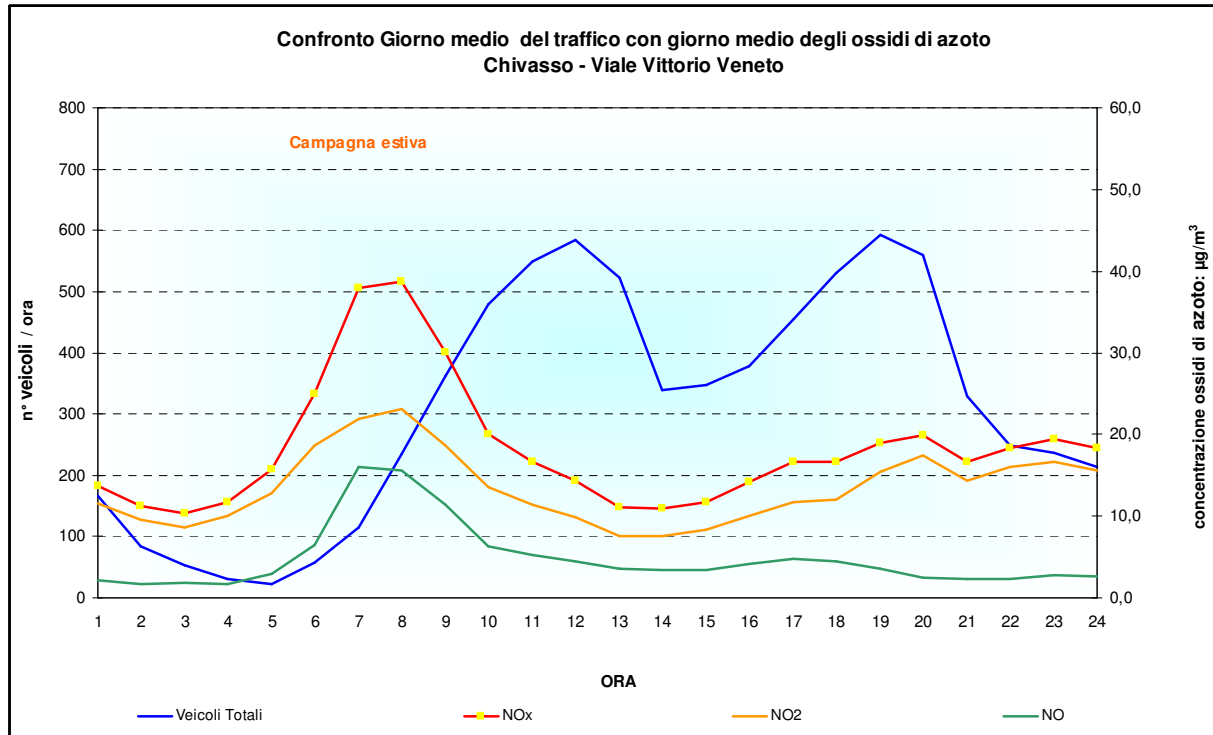
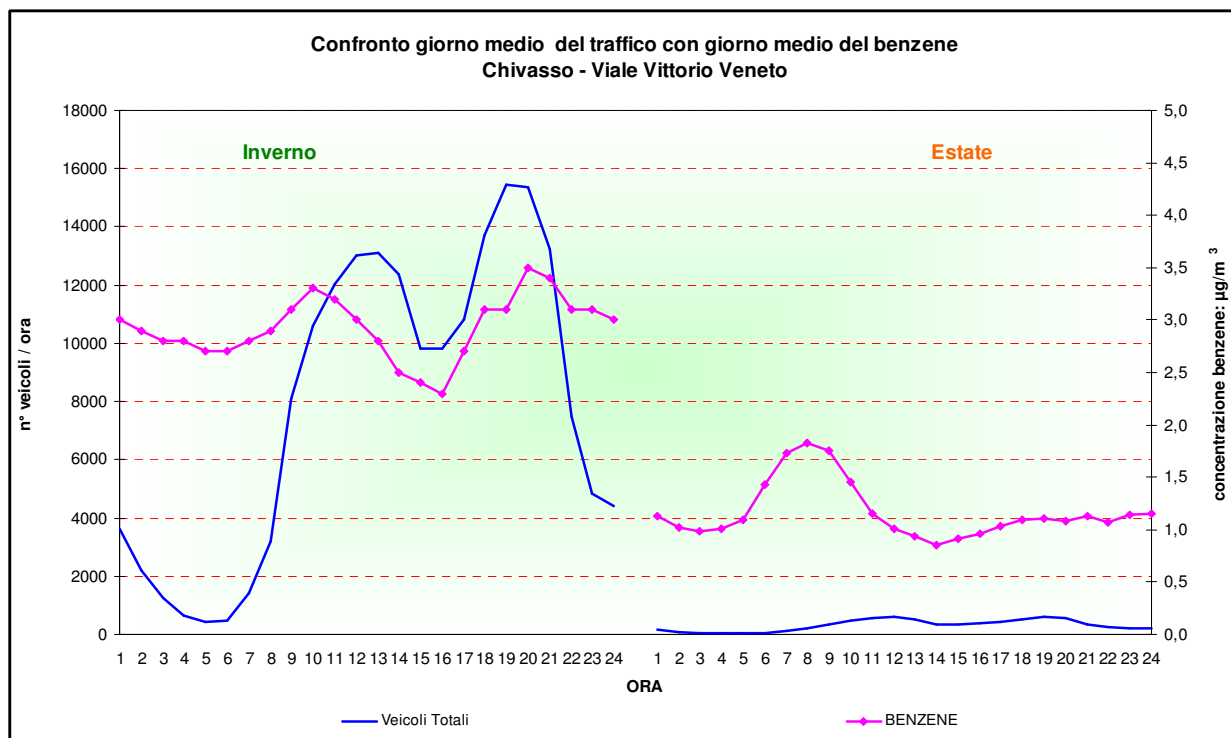
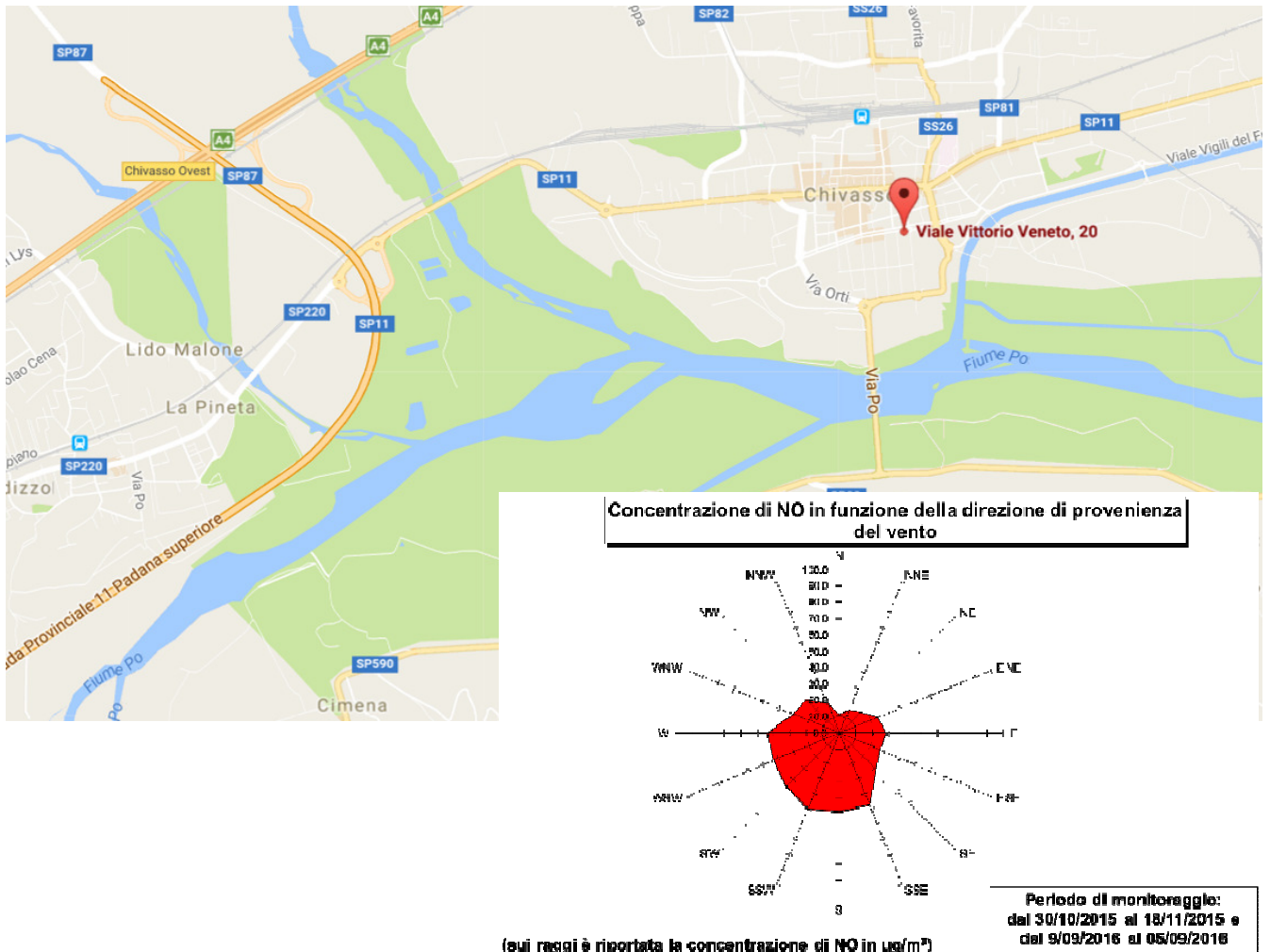


Figura 10: confronto giorno medio veicoli totale con giorno medio benzene



Dalla Figura 8 e Figura 9 si nota un'anticipazione del picco mattutino degli ossidi di azoto rispetto al picco dei veicoli totali in transito su corso V. Veneto. Ciò può essere spiegato verosimilmente dal fatto che gli ossidi di azoto rilevati di laboratorio mobile sono legati oltre che al traffico in zona dal traffico lungo la SP 11 e la provinciale Padana superiore, vedi Figura 11, trafficate nelle prime ore del mattino.

Figura 11: concentrazione di NO in funzione della provenienza del vento e mappa della zona



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 che evidenzia i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi.

I parametri meteorologici determinati sono elencati di seguito, unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura:

pressione atmosferica	P	hPa
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
pioggia	Pioggia	mm/h

Rispetto alle condizioni meteorologiche registrate in Piemonte nei mesi di ottobre - novembre 2015 e agosto - settembre 2016 si riportano di seguito le considerazioni generali contenute nelle relazioni climatiche redatte per questi mesi dal Servizio Meteo di Arpa Piemonte.

In Piemonte il mese di novembre 2015 è stato caratterizzato da un'ampia anomalia barica positiva sull'Europa occidentale, causata dall'espansione di un'area di alta pressione di matrice atlantica, con diretto interessamento del territorio piemontese, che ha goduto di condizioni di stabilità e temperature superiori alla norma per le prime due decadi del mese

Il picco termico è stato raggiunto il 10 novembre, risultato il giorno più caldo del mese con 22.2°C di media delle temperature massime in pianura e valore più elevato a Basaluzzo (AL) con 26.5°C. In tale giornata 146 termometri (pari al 54% della rete Arpa Piemonte) hanno stabilito il primato di temperatura massima per il mese di novembre. Si è trattata di una vera e propria "Estate di San Martino" (il giorno 11 novembre viene ricordato tale santo), in quanto si sono registrati valori record per il mese per circa una settimana, tra il 6 ed il 12 novembre.

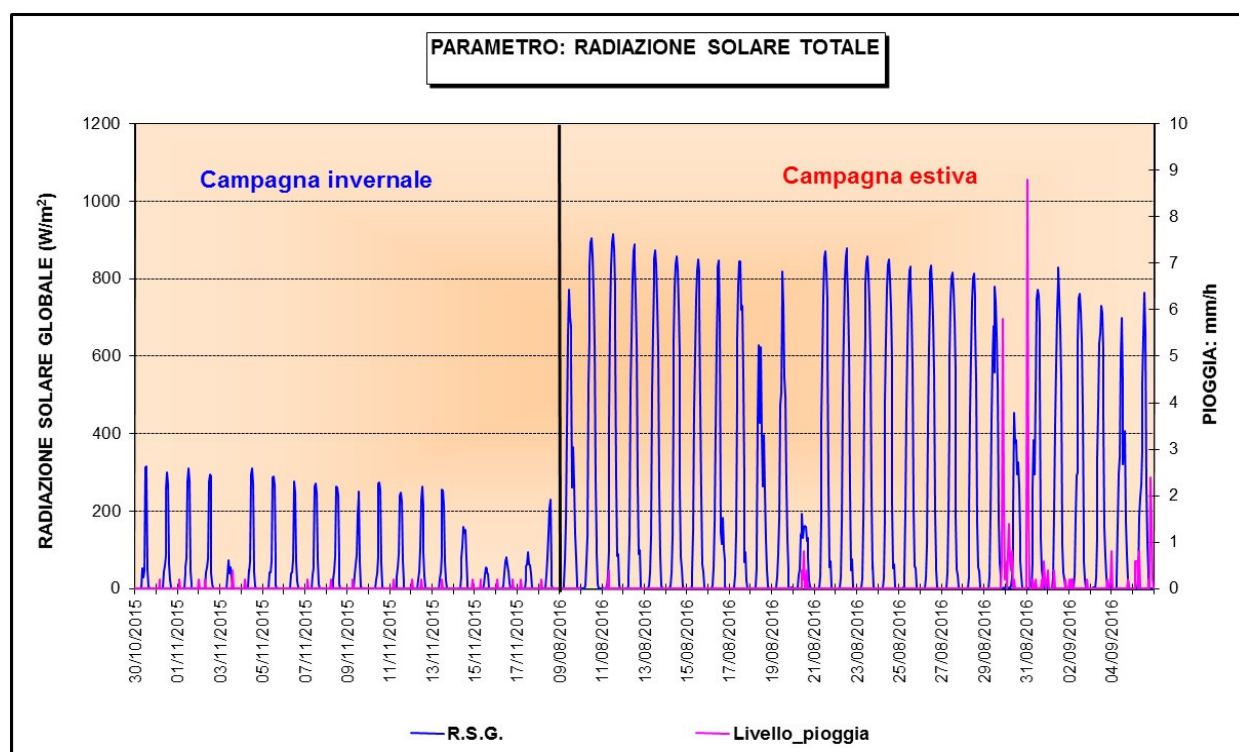
L'evento più rilevante della prima decade del mese di agosto 2016 è stato rappresentato dall'avvicinamento all'arco alpino occidentale di una saccatura atlantica nel giorno 4, evoluta poi in circolazione depressionaria chiusa sul nord Italia nel giorno successivo. All'inizio della seconda decade del mese di agosto 2016 si è verificato un afflusso di aria fredda dall'Europa settentrionale verso la penisola italiana. Sebbene nei giorni 9 e 10 agosto si siano verificati dei temporali sul Piemonte con picchi localmente forti sul Verbano, sul territorio piemontese l'effetto prevalente della discesa di aria fredda si è avuto sulle temperature; l'11 agosto è risultato il giorno mediamente più freddo del mese e 4 termometri situati sui rilievi alpini hanno registrato il valore più basso di temperatura minima nel mese di agosto a partire dalla data di installazione.

Temperature ampiamente inferiori alla norma anche il giorno successivo, risultato quello con le temperature minime più basse del mese sulle zone pianeggianti, con 12.2°C il valore medio delle minime in pianura.

Tabella 5: Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso delle campagne di monitoraggio

	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE		TEMPERATURA		UMIDITA' RELATIVA		PRESSIONE ATMOSFERICA		VELOCITA' VENTO	
	W/m ²		°C		%		hPa		m/s	
	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate
Minima media giornaliera	9.6	65	5.8	19.5	78	56	999	989	0.26	0.26
Massima media giornaliera	46	282	13.2	24.9	100	86	1012	1003	0.62	0.58
Media delle medie giornaliere	36	227	10.2	23.1	86	67	1004	996	0.39	0.40
Giorni validi	20	27	20	27	20	27	20	27	20	22
Percentuale giorni validi	100	96	100	96	100	96	100	96	100	79
Media dei valori orari	36	227	10.2	23.1	86	67	1004	996	0.39	0.41
Massima media oraria	316	914	20.5	32.0	100	96	1013	1004	1.50	1.40
Ore valide	480	648	480	648	480	648	480	648	430	543
Percentuale ore valide	100	96	100	96	100	96	100	96	90	81

Figura 12 – Andamento della radiazione solare globale e del livello di pioggia nel corso delle campagne di monitoraggio



L'ultima decade del mese è stata caratterizzata dall'espansione di un promontorio anticiclonico di matrice africana verso l'Europa centro-occidentale. Dal punto di vista termico i maggiori effetti sul territorio piemontese si sono avuti il giorno 28, risultato quello con le temperature massime più elevate del mese, con un valore medio di 32.2°C sulle zone pianeggianti. Tra la serata del 29 e la mattinata del 30, i temporali hanno interessato sostanzialmente tutta la regione piemontese e localmente sono stati associati a forti grandinate. Il picco orario più rilevante si è registrato nel pluviometro di Torino Via della Consolata con 69 mm. In Tabella 5 sono riassunti i dati statistici dei parametri meteorologici registrati durante il corso delle due campagne di monitoraggio.

Figura 13 – Andamento della temperatura nel corso delle campagne di monitoraggio

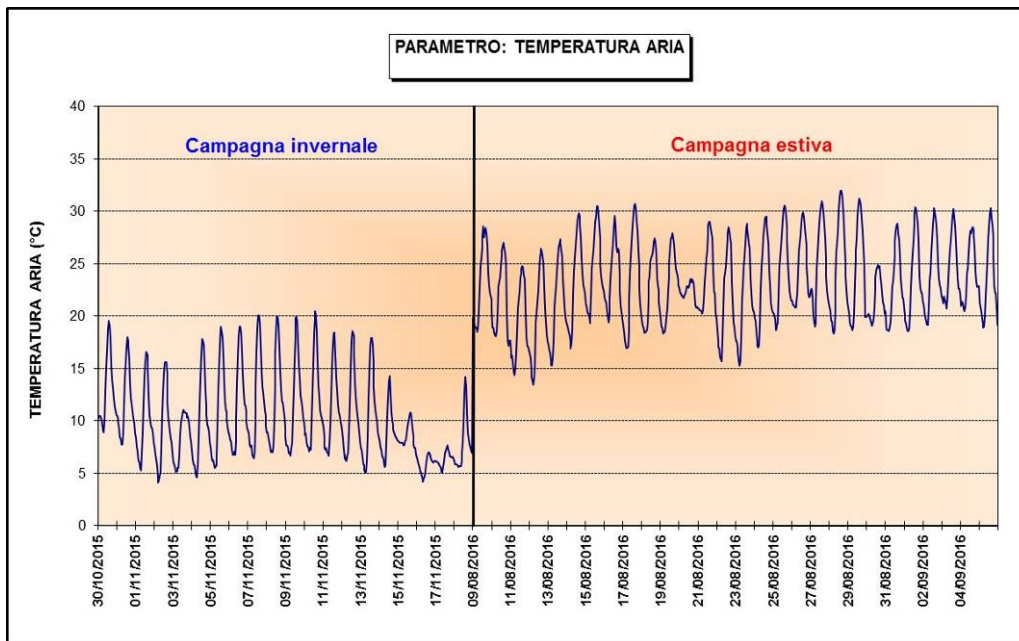


Figura 14– Andamento dell'umidità relativa nel corso delle campagne di monitoraggio

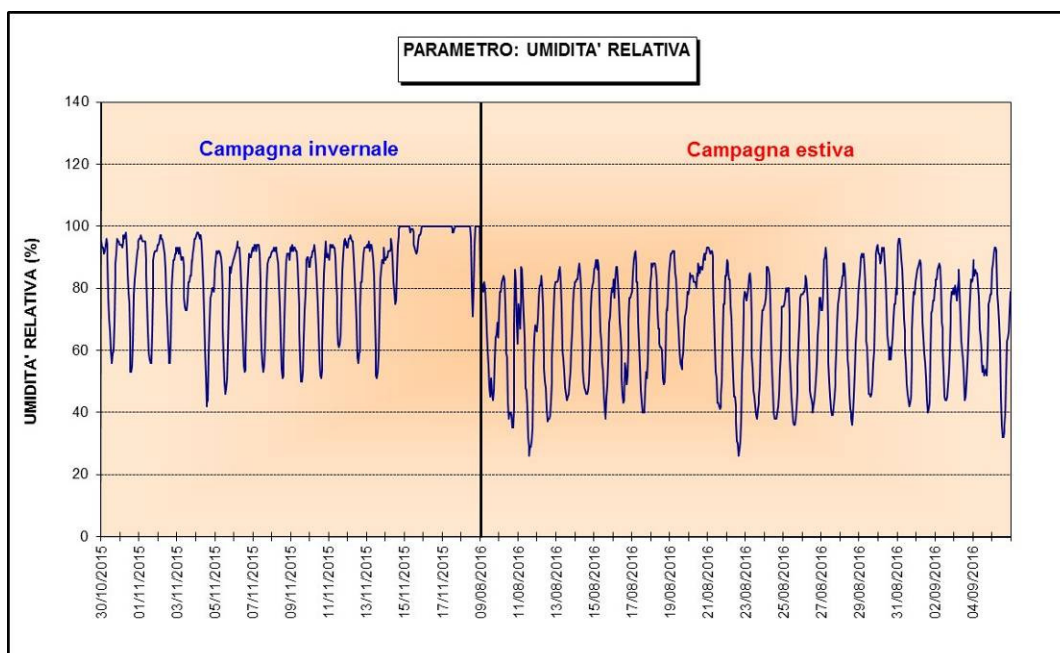


Figura 15 – Andamento della pressione atmosferica nel corso delle campagne di monitoraggio

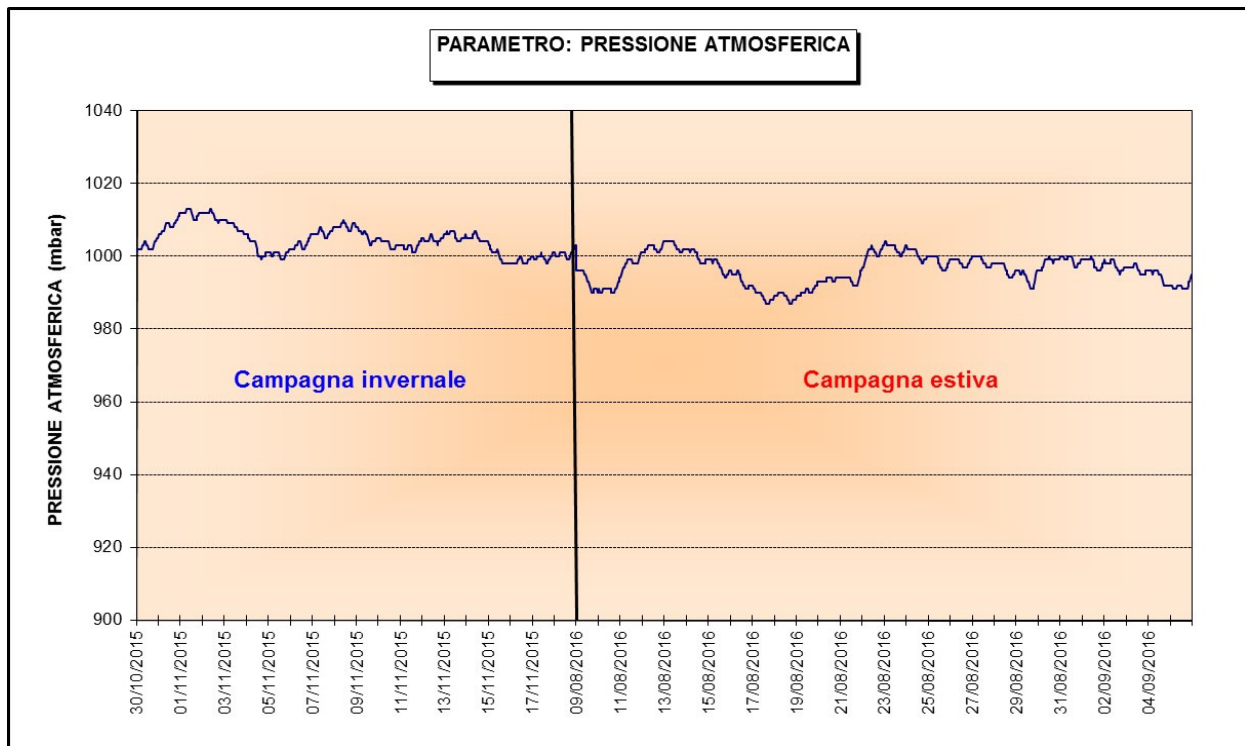


Figura 16 – Andamento della velocità dei venti nel corso delle campagne di monitoraggio

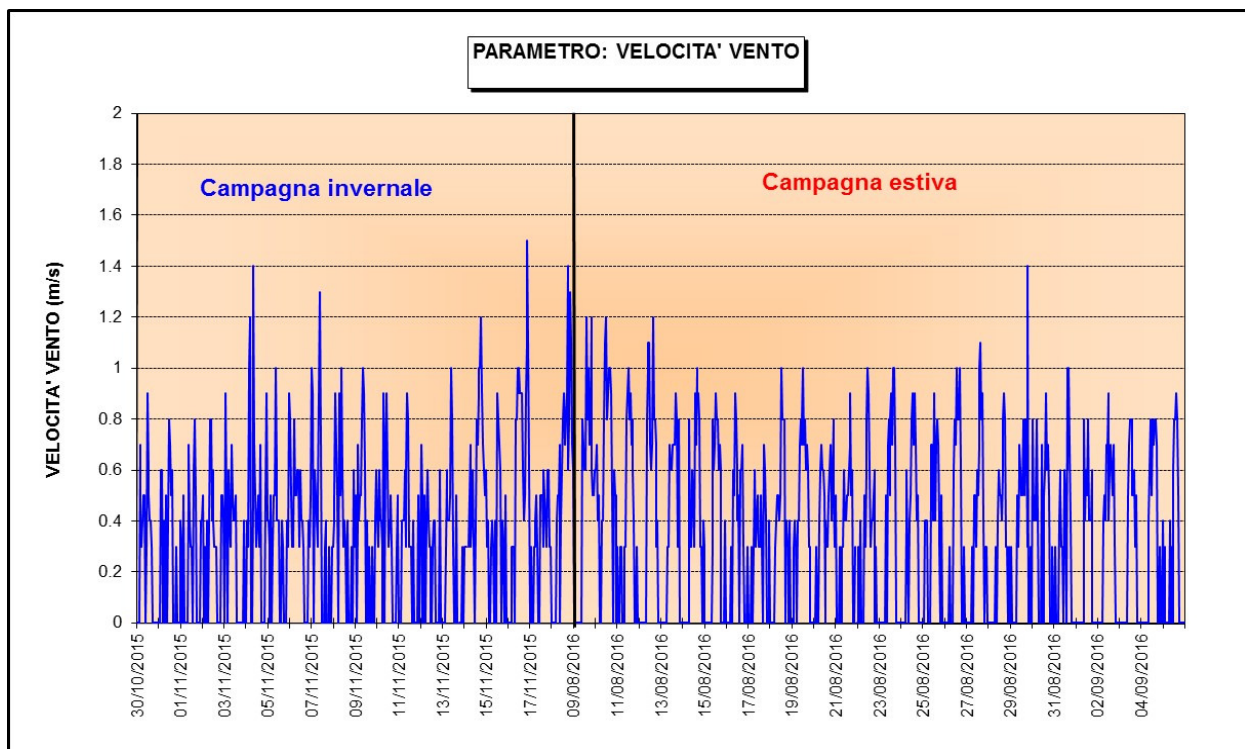


Figura 17 – Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale

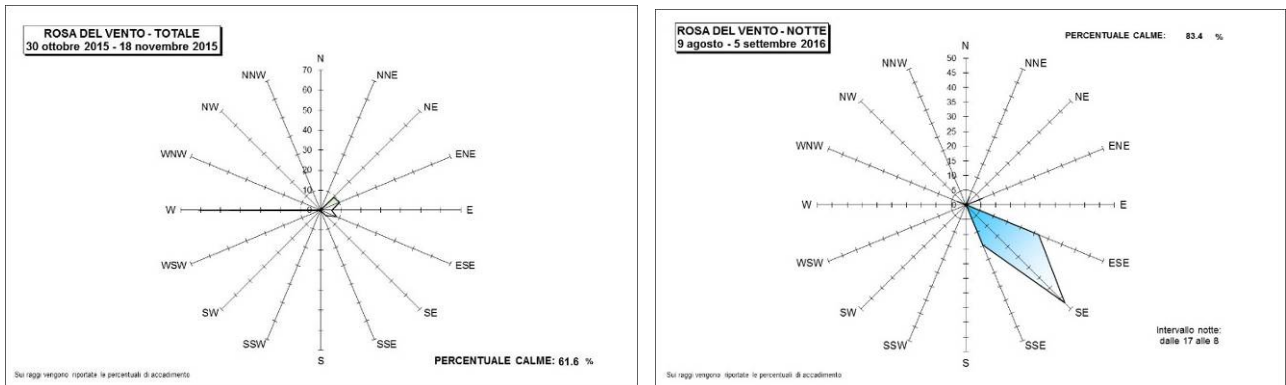


Figura 18 – Rosa dei venti diurna nel corso delle campagne di monitoraggio

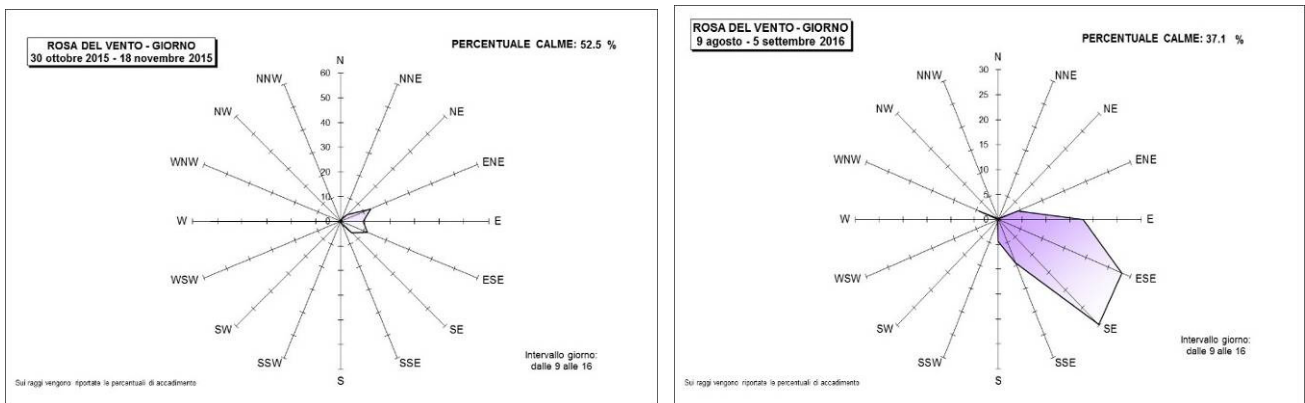
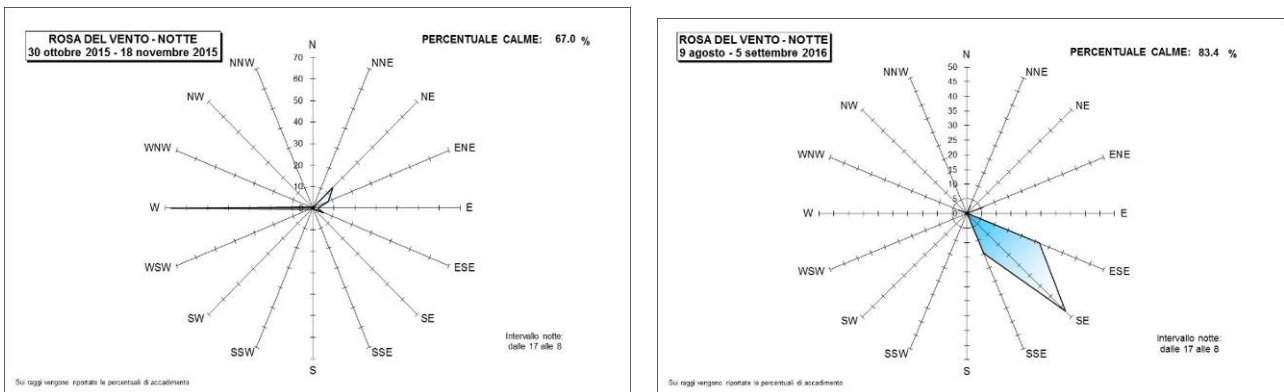


Figura 19 – Rosa dei venti notturna nel corso delle campagne di monitoraggio



Le rose dei venti evidenziano la presenza di venti provenienti da direzioni tra SE e ESE durante le ore diurne e prevalentemente da SE durante quelle notturne nel periodo estivo; nel periodo invernale in orario diurno prevalgono le direzioni ENE ed ESE, mentre di notte la direzione è quasi esclusivamente NE.

Il periodo di monitoraggio è stato caratterizzato, come si osserva nella *Figura 12*, da precipitazioni relativamente abbondanti negli ultimi giorni di agosto. Il periodo invernale invece è stato particolarmente siccitoso.

ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge relativi all'inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori nel periodo di campionamento. Si riportano di seguito le formule chimiche degli inquinanti, utilizzate come abbreviazioni:

C ₆ H ₆	BENZENE
NO ₂	BIOSSIDO DI AZOTO
SO ₂	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
O ₃	OZONO
PM10	PARTICOLATO SOSPESO PM10
PM2.5	PARTICOLATO SOSPESO PM2.5
C ₆ H ₅ CH ₃	TOLUENE

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento di Torino (Attività Istituzionali di Produzione) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all'indirizzo: <http://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.

Ai fini di una corretta interpretazione degli obiettivi della campagna si ricorda che le misure che sono state effettuate permettono di verificare se nell'area di indagine la concentrazione degli inquinanti oggetto di misura è significativamente diversa da quella di altre zone del territorio provinciale, ma non di quantificare il contributo di una determinata fonte rispetto alle altre sorgenti di inquinanti atmosferici presenti. Le strumentazioni di misura utilizzate nel monitoraggio della qualità dell'aria infatti rilevano per loro natura la concentrazione complessiva di un determinato inquinante, vale a dire la somma dei singoli contributi delle sorgenti inquinanti (traffico veicolare, impianti di riscaldamento civile, impianti industriali ecc.).