

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

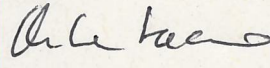
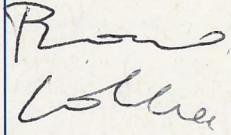
OGGETTO:

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

RELAZIONE I CAMPAGNA (dal 7/9/2016 al 5/10/2016)

CODICE DOCUMENTO: F06_2016_0016_F0602_001



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: ing. Milena Sacco	Data: 08/06/17	Firma: 
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	Data: 09/06/17	Firma: 



L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai tecnici del Gruppo di Lavoro di "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" nel Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest di Arpa Piemonte, d.ssa Annalisa Bruno, dott.ssa Elisa Calderaro, sig.ra Maria Leogrande, d.ssa Laura Milizia, d.ssa Marilena Maringo, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, dott.ssa Claudia Strumia, coordinati dal Dirigente con incarico professionale dott. Francesco Lollobrigida.

Si ringrazia il personale del Comune di Santena per la collaborazione prestata.

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	4
<i>L'aria e i suoi inquinanti</i>	<i>5</i>
<i>Il Laboratorio Mobile.....</i>	<i>7</i>
<i>Il quadro normativo.....</i>	<i>7</i>
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO.....	10
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio.....</i>	<i>11</i>
<i>Elaborazione dei dati meteorologici.....</i>	<i>14</i>
<i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici</i>	<i>22</i>
Biossido di zolfo	23
Monossido di Carbonio	25
Ossidi di Azoto	27
Benzene e Toluene.....	32
Particolato Sospeso (PM10 e PM2.5).....	36
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	40
Metalli	42
Ozono	44
CONCLUSIONI	48
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	49

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 2015", elaborata congiuntamente dalla Provincia di Torino e da Arpa Piemonte, e disponibile presso il sito <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/ambiente/qualita-aria/dati-qualita-aria/relazioni-annuali>.

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 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
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 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⁾	-	-

(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 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 Santena, finalizzata al controllo della qualità dell'aria, è stata effettuata a seguito della richiesta del Comune di Santena prot. Arpa n° 78027 del 28/9/2015, protocollo del Comune n° 9589 del 21/9/2015.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato presso il cortile della *Scuola Elementare Cavour, via Vittorio Veneto 25* (coordinate 44°56'58.1"N 7°46'16.0"E), nel Comune di Santena, a seguito del sopralluogo effettuato congiuntamente tra i tecnici Arpa ed i tecnici del Comune di Santena.

Questa prima campagna di monitoraggio è iniziata il 6/9/2016 e finita il 6/10/2016, verrà ripetuta nel semestre estivo in modo da tener conto della variabilità delle concentrazioni degli inquinanti aerodispersi, legate alla variazione stagionale delle condizioni meteorologiche.

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.

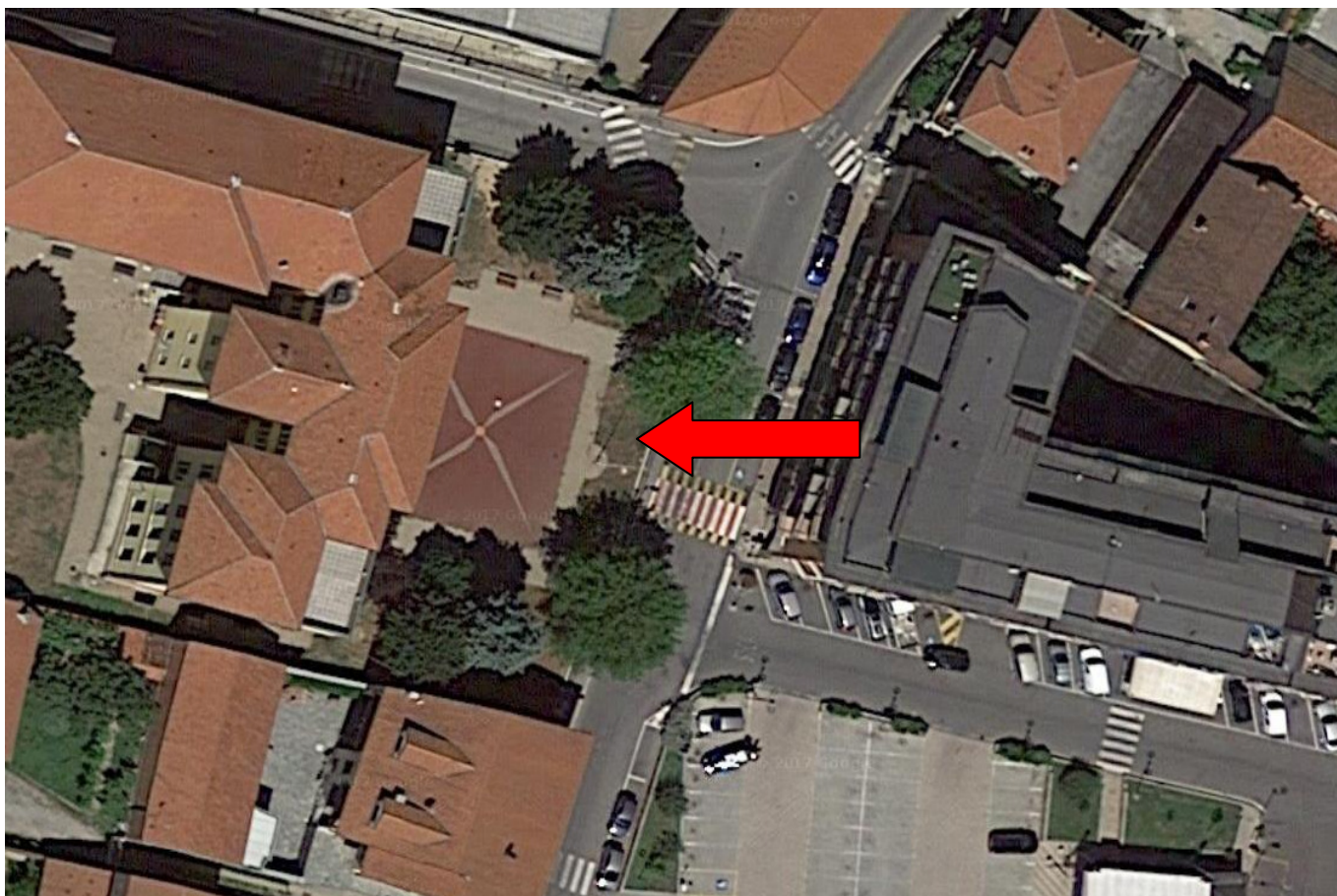
Una trattazione completa, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (allegato I del DLgs 155/2010), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno, scelto a caso, di ogni settimana 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.

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



Figura 2 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Santena.



ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteoroclimatici 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 meteoroclimatici 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 nel mese di settembre 2016 si riportano di seguito le considerazioni generali contenute nelle relazioni climatiche redatte per il mese dal Servizio Meteo di Arpa Piemonte.

Il mese di settembre 2016 è risultato caldo e secco; il contributo preponderante a tale anomalia termo-pluviometrica è stato dato dalla prima metà del mese, in cui il territorio piemontese è stato interessato in maniera sostanzialmente ininterrotta da condizioni anticicloniche, con un tempo atmosferico ancora prettamente estivo.

Sul Piemonte l'anomalia termica delle temperature massime nella prima decade di settembre, rispetto alla climatologia del periodo 1971-2000, è risultata intorno ai 5-6°C ; fino al giorno 14 la media dei valori massimi in pianura è oscillata tra i 28° ed i 30°C circa, con picco massimo di 30.6°C nel primo giorno del mese.

I record di temperatura massima per il mese di settembre sono stati registrati in 24 termometri della rete Arpa, pari all'8% del totale; la percentuale è relativamente bassa e pertanto non si è avuto il carattere di eccezionalità registrato in precedenti ondate di calore.

Nella prima decade di settembre sulla maggior parte del territorio le piogge sono risultate assenti. Nella seconda parte del mese si è avuto un rilevante cambio di configurazione meteorologica, con il passaggio da condizioni tipicamente estive a valori più conformi alla norma del periodo. Una depressione di origine atlantica è avanzata gradualmente verso est, smantellando l'anticiclone presente sull'Europa centrale.

In corrispondenza al primo afflusso di aria fredda instabile, avvenuto tra la serata del 14 e le prime ore del 15 settembre, si sono verificati forti temporali su quasi tutto il territorio piemontese. I valori di picco sono stati registrati a Pareto (AL), sull'Appennino ligure-piemontese, con 64.4 mm/1h e 76.4 mm/3h. Rilevanti i valori anche sul settore montano e pedemontano in provincia di Torino, con 62.8 mm/3h a Talucco nel Pinerolese e 57.9 mm/3h a Vaccera in Val Pellice. Il 15 settembre è anche risultato il giorno più piovoso del mese in Piemonte.

Successivamente l'area di bassa pressione è avanzata ulteriormente verso est, posizionandosi sull'Europa centrale e determinando condizioni di instabilità sul Piemonte fino al giorno 18, con

fenomeni precipitativi meno intensi, ma un calo della quota neve fino a 2000 m circa ed un accumulo nevoso di circa 40 cm al Colle dell'Agnello, a circa 2700 m, in provincia di Cuneo.

Tale evento meteorologico ha rappresentato il passaggio dall'estate all'autunno in Piemonte; dal 15 settembre fino alla fine del mese la media delle temperature massime in pianura è oscillata tra i 20 ed i 25 C e non sono più stati raggiunti i 30°C in nessun termometro di Arpa Piemonte.

Il giorno mediamente più freddo del mese è risultato il 21 settembre, quando una depressione è scesa dalla Francia verso il nordovest italiano (Figura 4), apportando nuovi forti temporali, di poco superiori ai 40 mm/1h a Vaccera (TO) e Casale Monferrato (AL).

Tuttavia il giorno con le temperature minime più basse è risultato il 25 settembre, con 10.7°C medi in pianura: si è trattata di una mattinata successiva ad una notte serena con forte irraggiamento notturno, dopo una giornata (il 24) in prevalenza nuvolosa.

Nelle tabelle dalla 5 alla 9 sono riassunti i dati statistici dei parametri meteorologici registrati durante il corso della campagna di monitoraggio.

Tabella 5: *Radiazione solare globale (W/m^2)*

Minima media giornaliera	61.3
Massima media giornaliera	225.3
Media delle medie giornaliere	144.7
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	144.6
Massima media oraria	758.0
Ore valide	696
Percentuale ore valide	100%

Tabella 6 – Temperatura (°C)

Minima media giornaliera	14.4
Massima media giornaliera	23.7
Media delle medie giornaliere	19.0
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	19.0
Massima media oraria	31.0
Ore valide	696
Percentuale ore valide	100%

Tabella 7– Umidità relativa (%)

Minima media giornaliera	46.3
Massima media giornaliera	81.1
Media delle medie giornaliere	66.8
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	66.8
Massima media oraria	98.0
Ore valide	696
Percentuale ore valide	100%

Tabella 8 – Pressione atmosferica (mbar)

Minima media giornaliera	983.5
Massima media giornaliera	1000.8
Media delle medie giornaliere	990.5
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	990.5
Massima media oraria	1002.0
Ore valide	696
Percentuale ore valide	100%

Tabella 9 – Velocità vento (m/s)

Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.7
Media delle medie giornaliere	0.3
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	83%
Media dei valori orari	0.3
Massima media oraria	2.5
Ore valide	567
Percentuale ore valide	81%

Figura 3 – Andamento della radiazione solare globale nel corso della campagna di monitoraggio

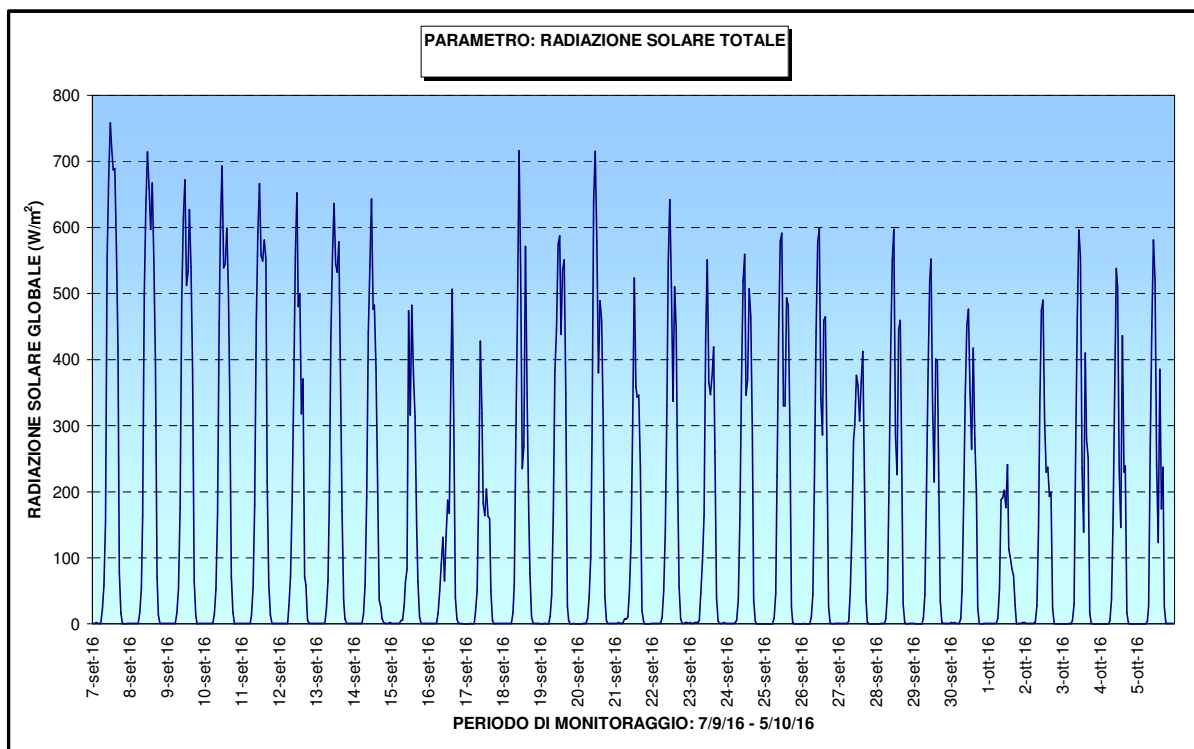


Figura 4 – Andamento della temperatura nel corso della campagna di monitoraggio

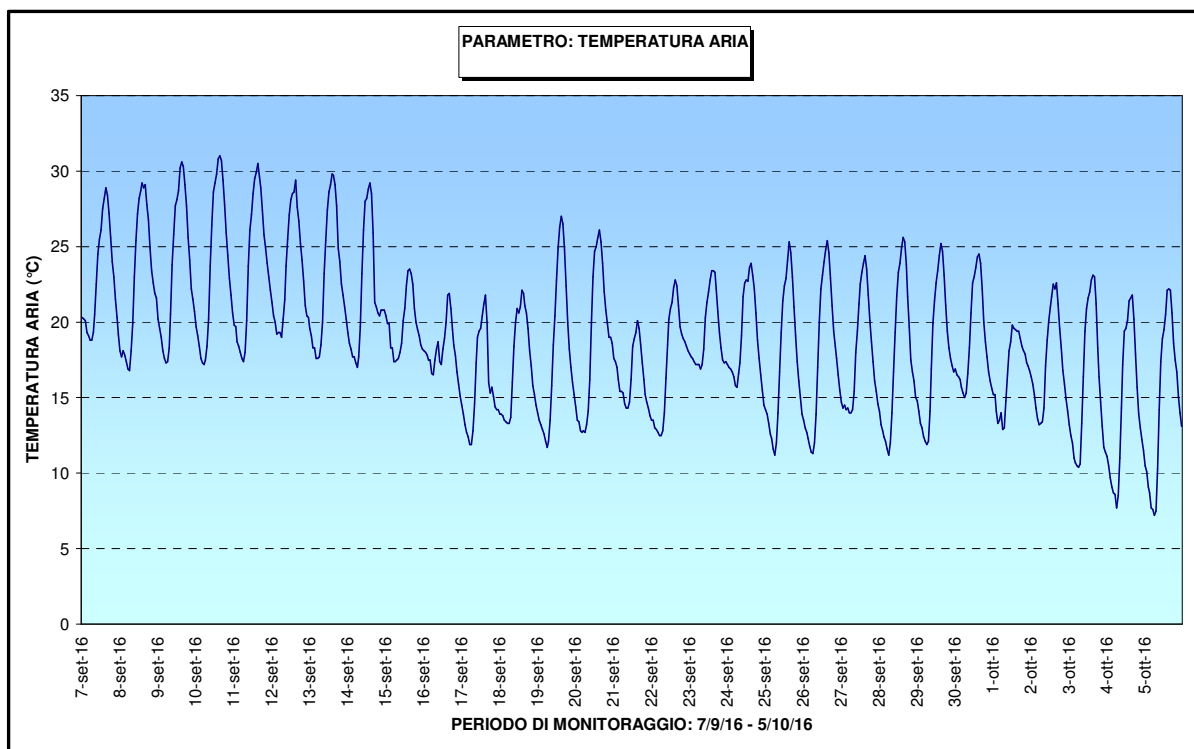


Figura 5– Andamento dell’umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio

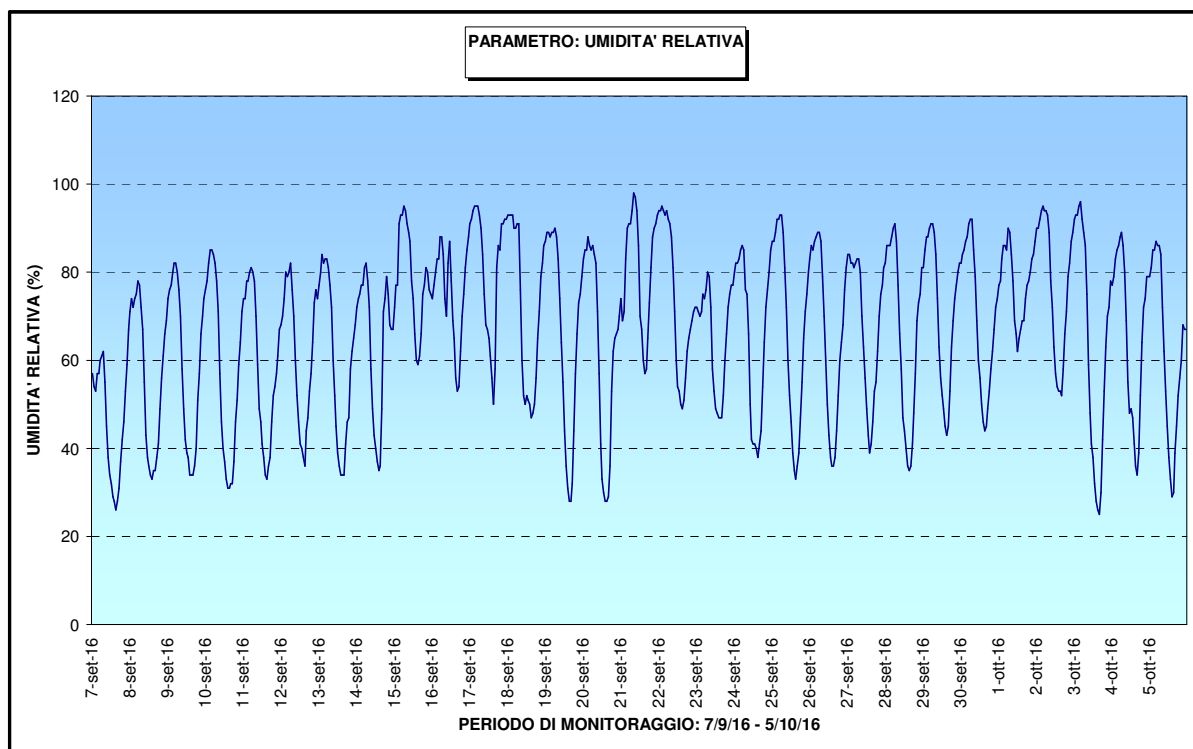


Figura 6– Andamento delle precipitazioni nel corso della campagna di monitoraggio

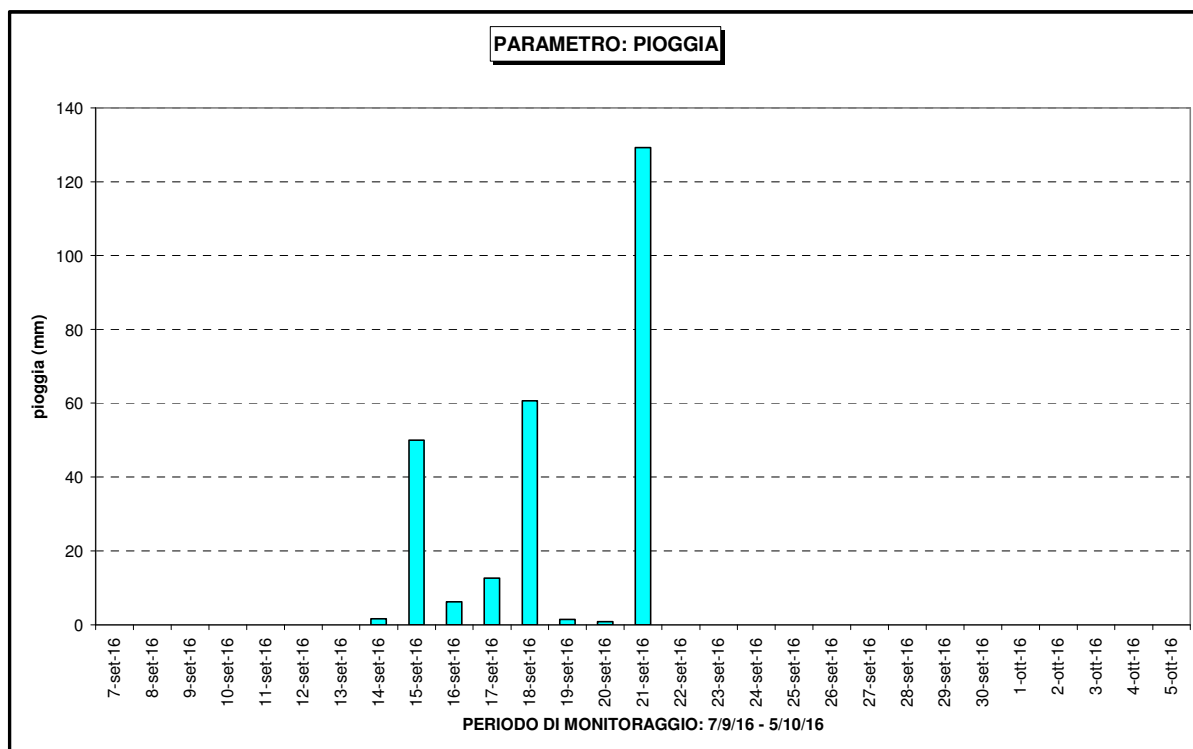


Figura 7– Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

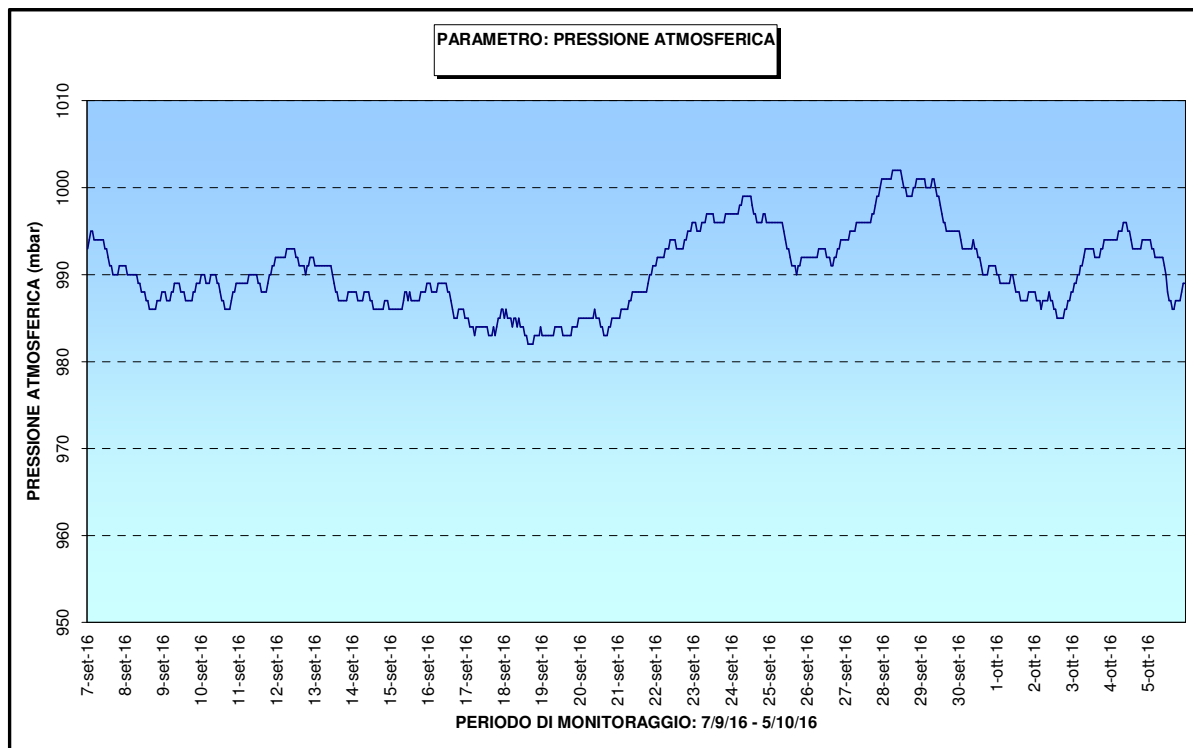


Figura 8– Andamento della velocità del vento nel corso della campagna di monitoraggio

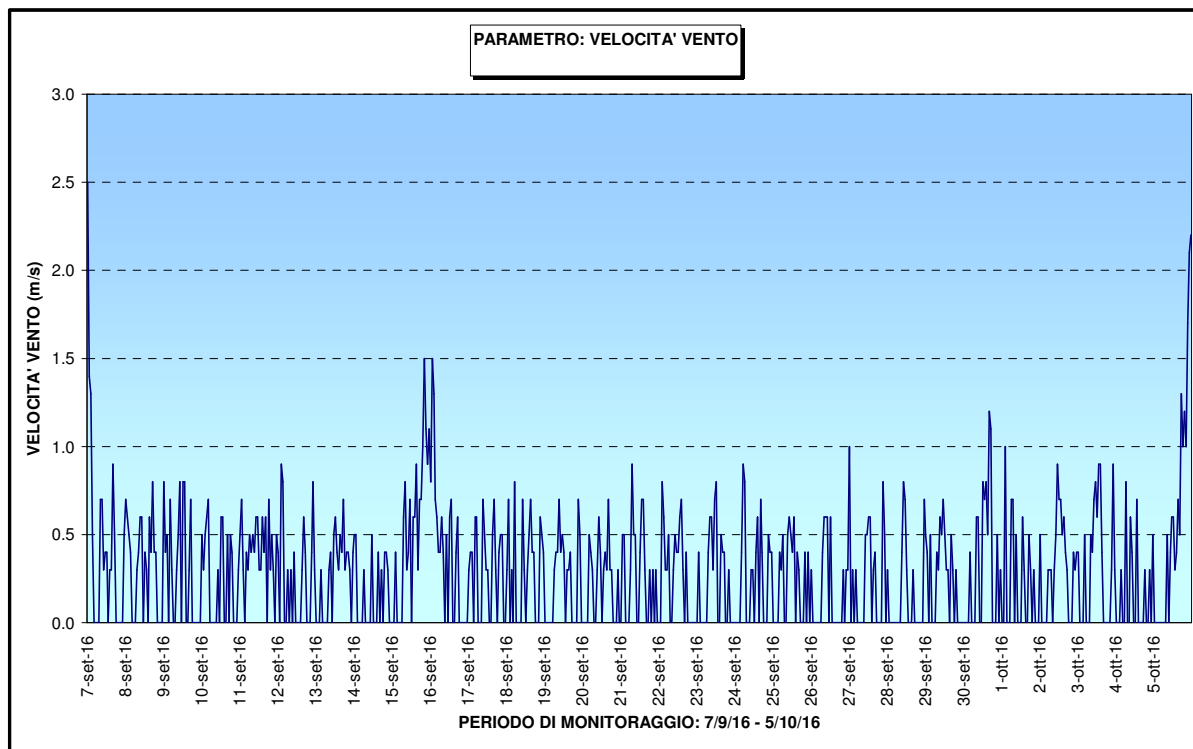


Figura 9– Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale

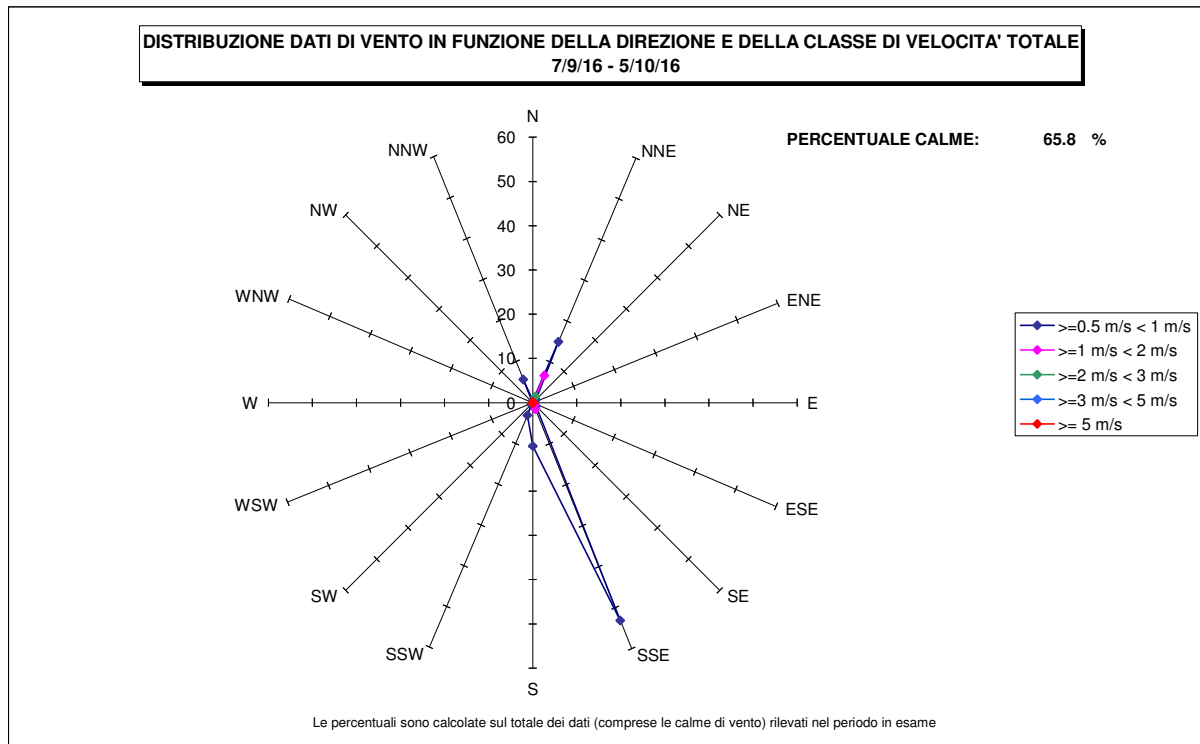


Figura 10– Rosa dei venti diurna

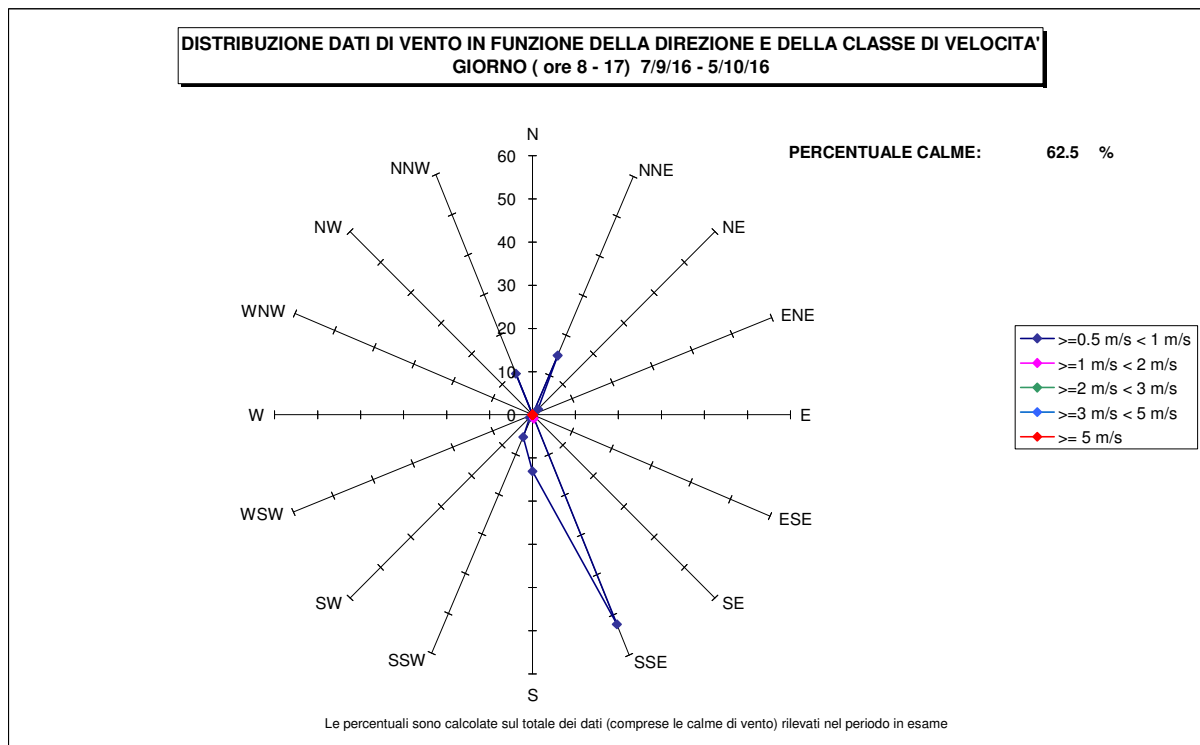
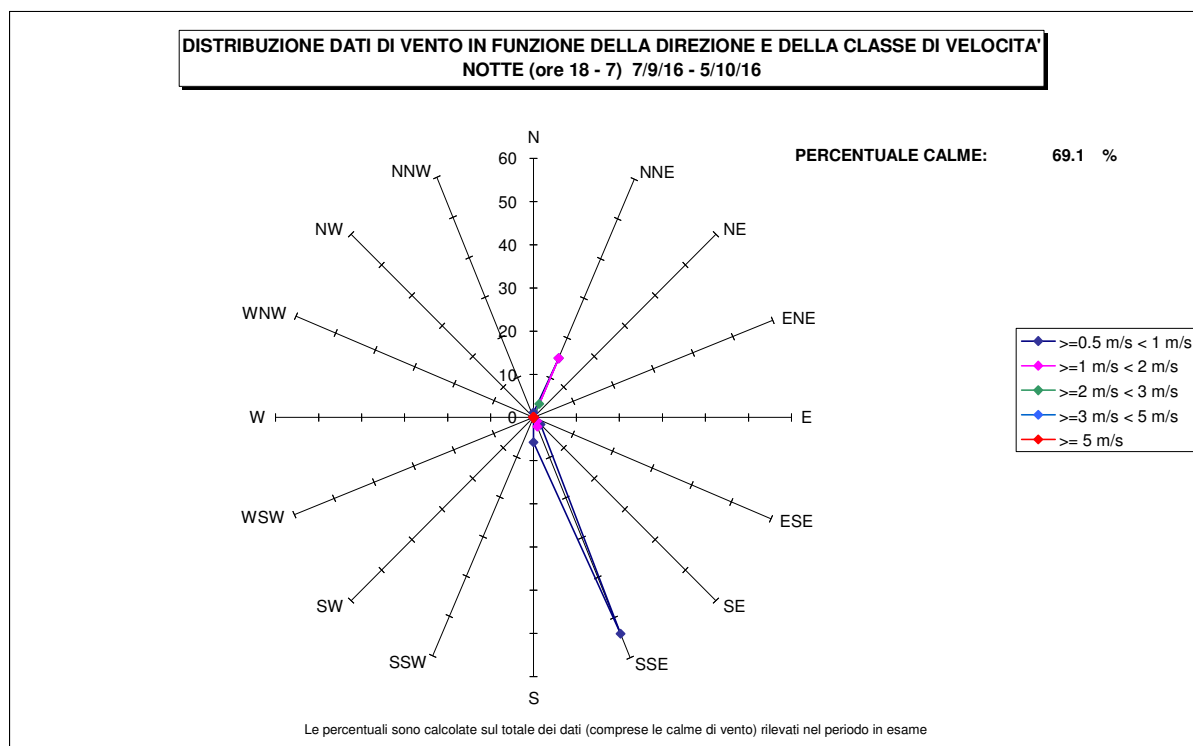


Figura 11– Rosa dei venti notturna



Le rose dei venti evidenziano la presenza di venti prevalentemente provenienti dalla direzione SSE ed in maniera minoritaria da NNE. Si deve considerare comunque che il laboratorio mobile è stato posto in una zona circondata da abitazioni e costruzioni superiori all'altezza del palo meteorologico, soprattutto ai lati est ed ovest, pertanto i venti provenienti da queste direzioni sono stati schermati. Durante il periodo di monitoraggio sono state frequenti le calme di vento (circa il 66%) e la massima velocità oraria del vento è stata 2.5 m/s; pertanto si può concludere che il periodo è stato caratterizzato da una bassa ventosità.

Le precipitazioni si sono verificate dal 15 febbraio al 21 febbraio, come si osserva nella Figura 6, la giornata più piovosa è stata proprio il 21 febbraio con 120 mm di pioggia.

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.).

Biossido di zolfo

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

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

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi durante la stagione invernale a causa del riscaldamento domestico.

Fino a pochi anni fa, il biossido di zolfo era considerato uno degli inquinanti più problematici, per le elevate concentrazioni rilevate nell'aria e per i suoi effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. Negli ultimi anni, con la limitazione del contenuto di zolfo nei combustibili imposta dalla normativa e la sostituzione dei combustibili solidi con il gas naturale, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante con concentrazioni che si posizionano ben al di sotto dei limiti previsti dalla normativa.

La non problematicità di questo inquinante è confermata dai dati ottenuti durante la campagna di monitoraggio di Santena; infatti i valori sia giornalieri sia orari sono ampiamente al di sotto dei limiti. Il massimo valore giornaliero è pari a 8.1 µg/m³ (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. Il valore massimo orario è pari a 13.9 µg/m³, quindi ben al di sotto del livello orario per la protezione della salute di 350 µg/m³. I dati riportati in Tabella 10 e Figura 13 evidenziano che i limiti previsti dalla normativa non vengono mai superati.

Il grafico di Figura 12 mostra come l'andamento dell'SO₂ nel corso della campagna.

Tabella 10 – Dati relativi al biossido di zolfo (SO₂ in µg/m³)

Minima media giornaliera	2.7
Massima media giornaliera	8
Media delle medie giornaliere	5
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	97%
Media dei valori orari	5
Massima media oraria	14
Ore valide	683
Percentuale ore valide	98%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0

Figura 12 - SO₂ andamento orario

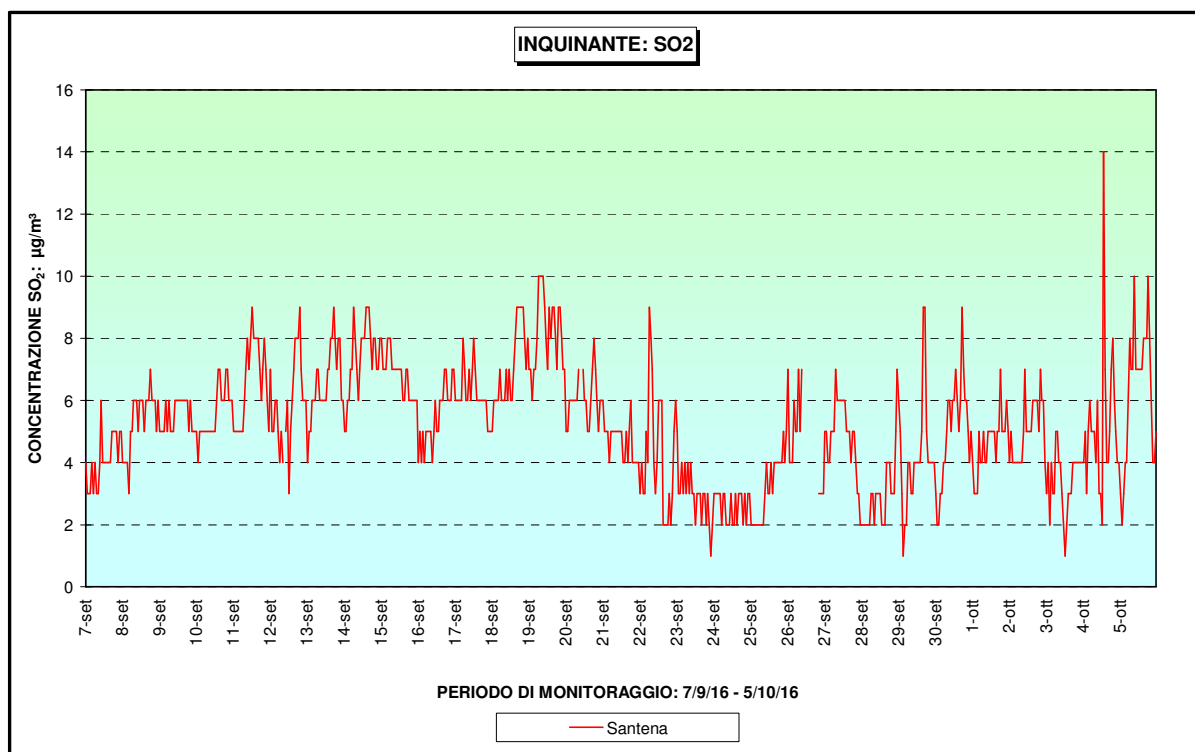
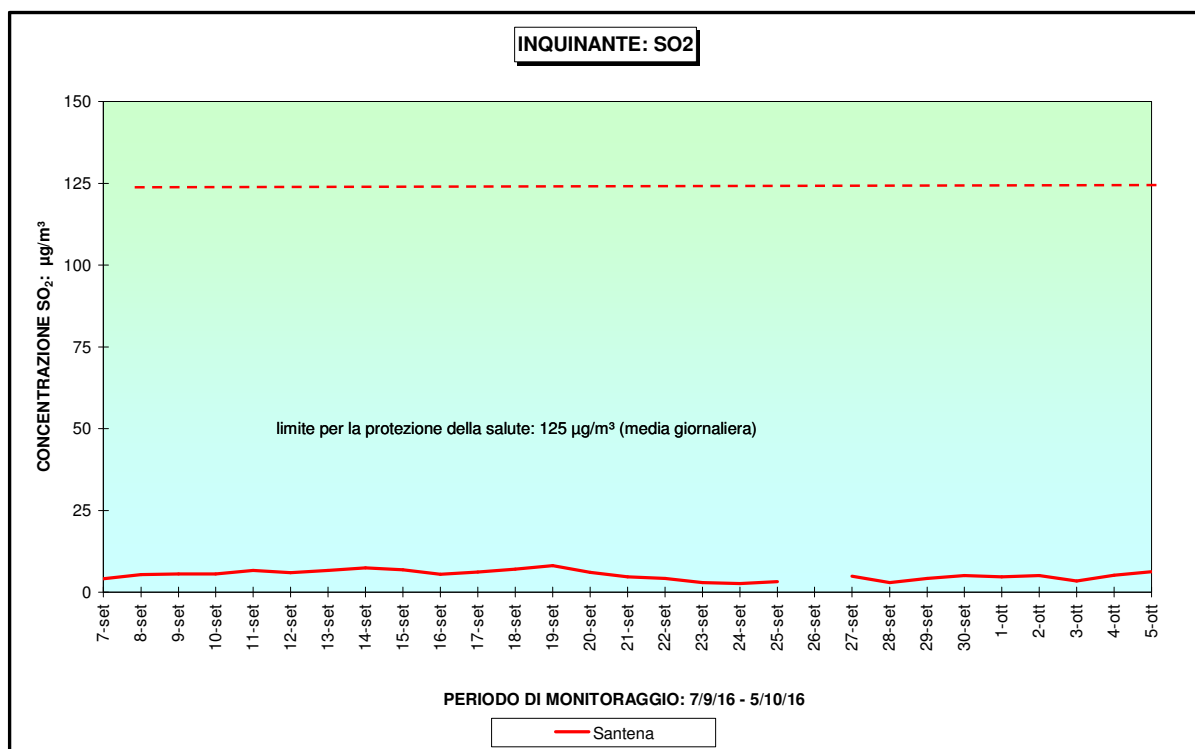


Figura 13 - SO₂ confronto con il limite di legge (media giornaliera)



Monossido di Carbonio

È un gas inodore ed incolore che viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3), infatti si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare i gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione, per cui i valori più elevati si raggiungono in zone caratterizzate da intenso traffico rallentato.

Il monossido di carbonio è caratterizzato da un'elevata affinità con l'emoglobina presente nel sangue (circa 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno), pertanto la presenza di questo gas comporta un peggioramento del normale trasporto di ossigeno nei diversi distretti corporei. Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale e il sistema cardiovascolare. Nei casi peggiori con concentrazioni elevatissime di CO si può arrivare anche alla morte per asfissia. La carbossiemoglobina, che si può formare in seguito ad inalazione del CO alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera delle nostre città, non ha effetti sulla salute di carattere irreversibile e acuto, pur essendo per sua natura, un composto estremamente stabile.

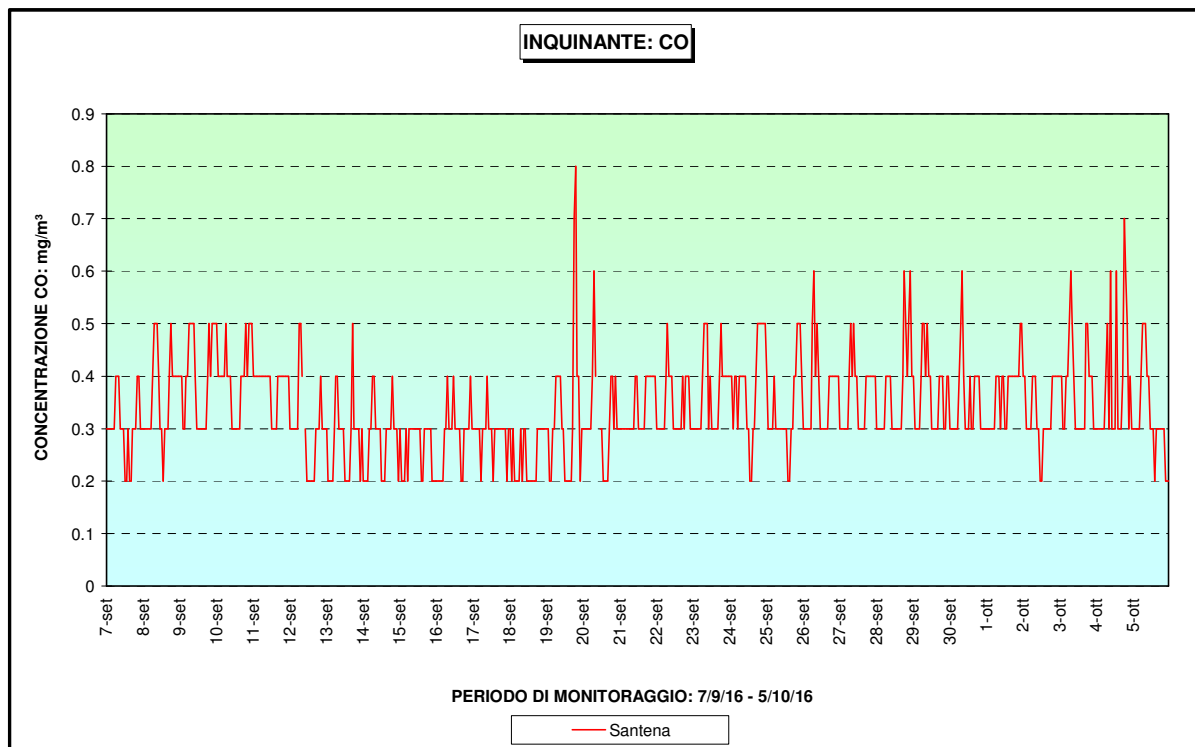
Nell'ultimo ventennio, con l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel, si è osservata una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli autoveicoli ed i valori registrati attualmente rispettano ampiamente i limiti normativi.

Durante la campagna di monitoraggio nel comune di Santena non si sono osservate criticità per questo parametro. La Tabella 11 e la Figura 14 evidenziano infatti che non si sono registrati superamenti del valore di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ che, in base alla normativa vigente, è il limite da non superare come media di otto ore consecutive.

Tabella 11 – Dati relativi al monossido di Carbonio (CO (mg/m^3))

Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.4
Media delle medie giornaliere	0.3
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.3
Massima media oraria	0.8
Ore valide	693
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.3
Massimo medie 8 ore	0.5
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<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

Figura 14 - CO andamento orario.



Ossidi di Azoto

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

Per il monossido di azoto la normativa non prevede valori limite ma questo inquinante viene comunque misurato in quanto partecipa ai fenomeni di inquinamento fotochimico e si trasforma in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono; per tale inquinante la normativa non prevede dei limiti di concentrazione nell'aria per la protezione della salute umana.

Durante il periodo di monitoraggio i livelli di NO registrano un valore massimo pari a 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 12).

Confrontando i dati con quelli osservati in altre stazioni della provincia torinese, si può notare che i valori siano molto simili a quelli registrati nelle stazioni di Vinovo e Chieri, stazioni di fondo suburbano non distanti dal sito in esame, mentre il laboratorio mobile è stato posto a pochi metri da una strada su cui scorre traffico veicolare.

Tabella 12 - Dati relativi al monossido di azoto (NO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	18
Media delle medie giornaliere	9
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	97%
Media dei valori orari	10
Massima media oraria	70
Ore valide	670
Percentuale ore valide	96%

Figura 15 – NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio

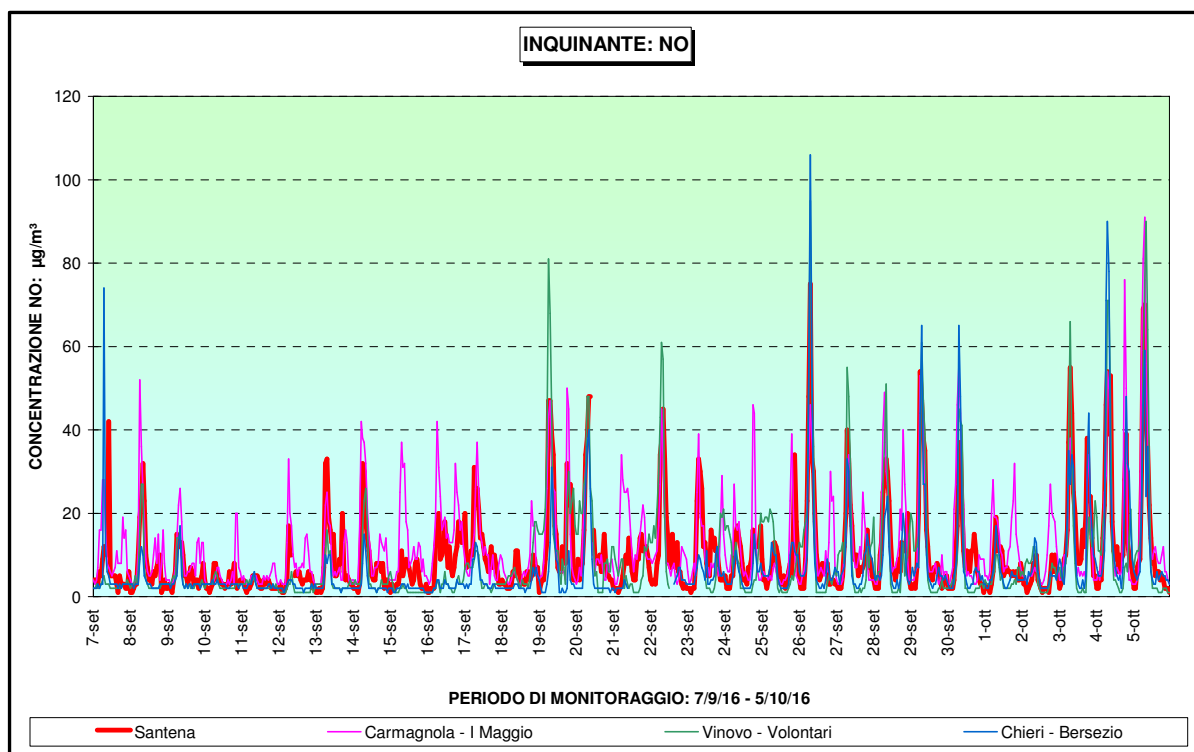
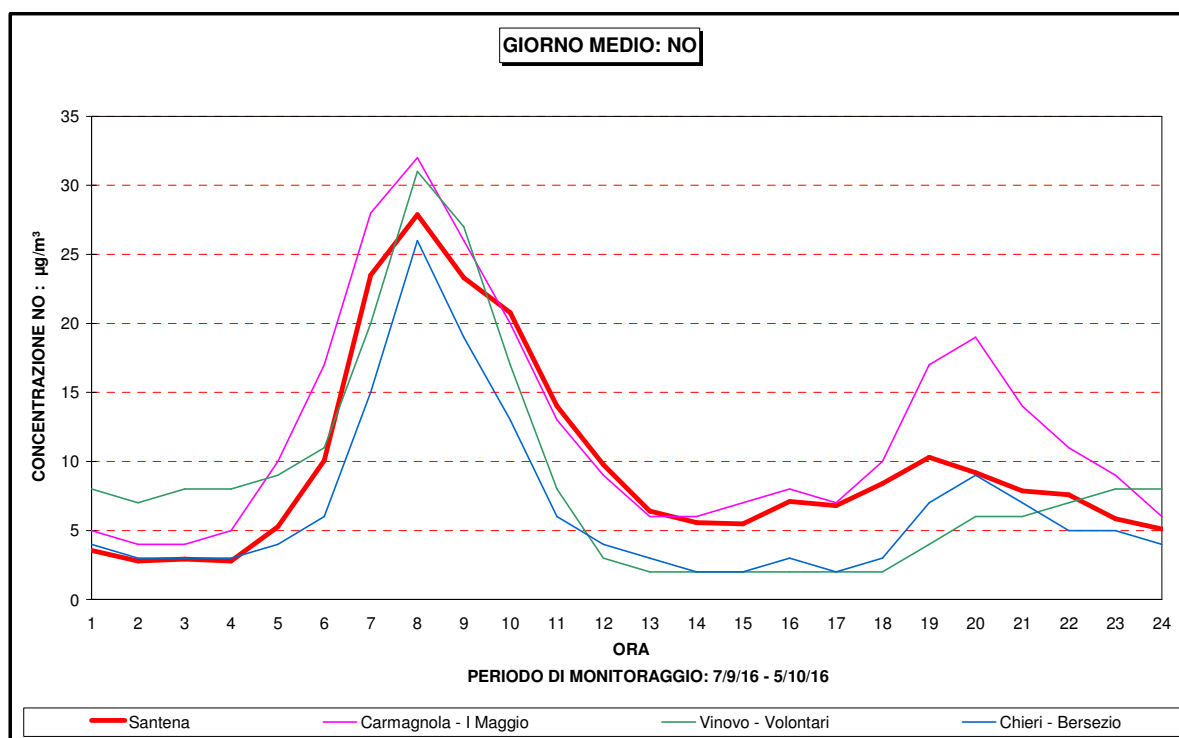


Figura 16 - NO: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



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

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

Nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Santena, l'andamento dell'NO₂ registra un valore medio di 22 µg/m³, con un picco di 80 µg/m³; non si verifica nessun superamento dei limiti; vedi Tabella 13.

Tabella 13 – Dati relativi al biossido di azoto (NO₂) (µg/m³)

Minima media giornaliera	14
Massima media giornaliera	30
Media delle medie giornaliere	22
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	97%
Media dei valori orari	22
Massima media oraria	80
Ore valide	670
Percentuale ore valide	96%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0

Dal grafico di Figura 17 e Figura 18 si nota che i livelli di concentrazione dell'NO₂ si collocano tra quelli misurati nella stazione di Chieri e Vinovo e , come nella stazione di Vinovo e Carmagnola, presentano un picco serale tra le 20 e le 21 molto più pronunciato di quello mattutino, molto probabilmente legato a fenomeni di formazione secondaria dell'NO₂, piuttosto che ad una fonte locale diretta di NO₂.

Il D.Lgs. 155/2010 prevede per il biossido di azoto anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³. Visto che la durata della campagne non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate. Si può però valutare un confronto tra la media rilevata nel periodo di monitoraggio in Santena rispetto a quella rilevata in altre stazioni della rete provinciale, come si può vedere in Tabella 14.

A fine della seconda campagna di monitoraggio si effettuerà anche un stima della media annuale sulla base di un più ampio numero di dati osservati.

Sulla base dei dati rilevati in settembre-ottobre 2016 si può affermare che il sito non si collochi tra quelli più critici a livello provinciale e molto probabilmente la media annuale non supererà il limite annuale di 40 µg/m³.

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

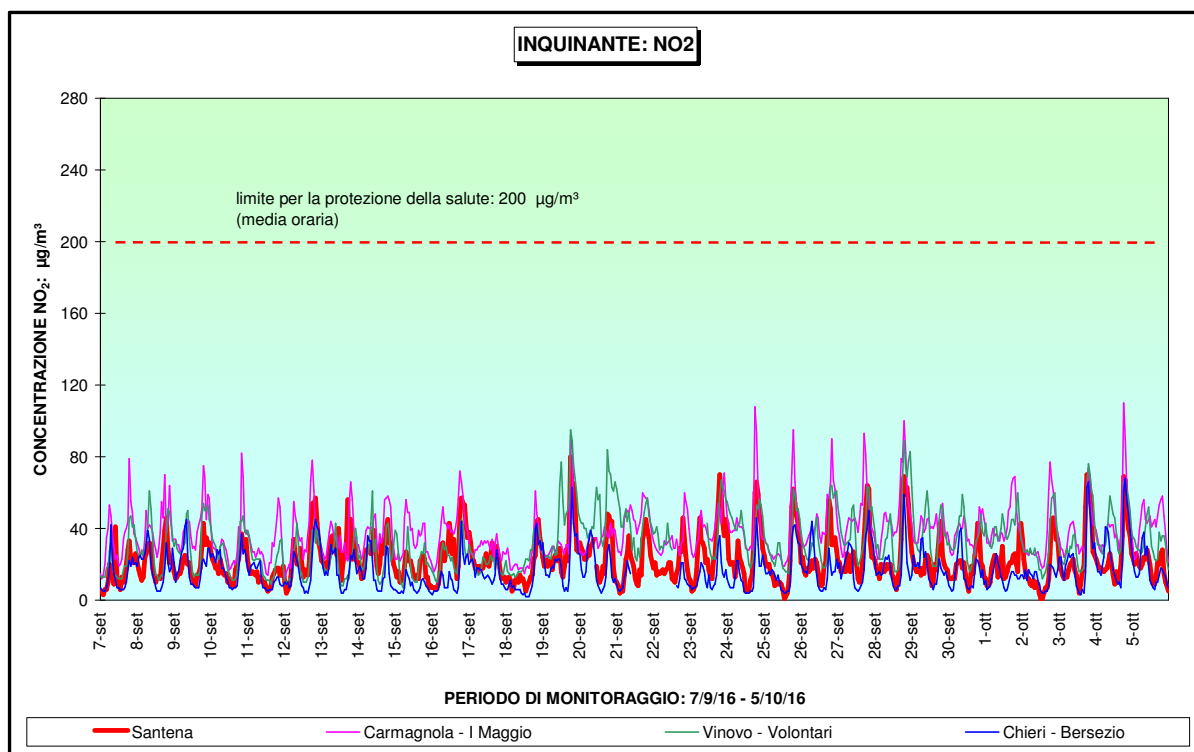


Figura 18 – NO₂ : andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio

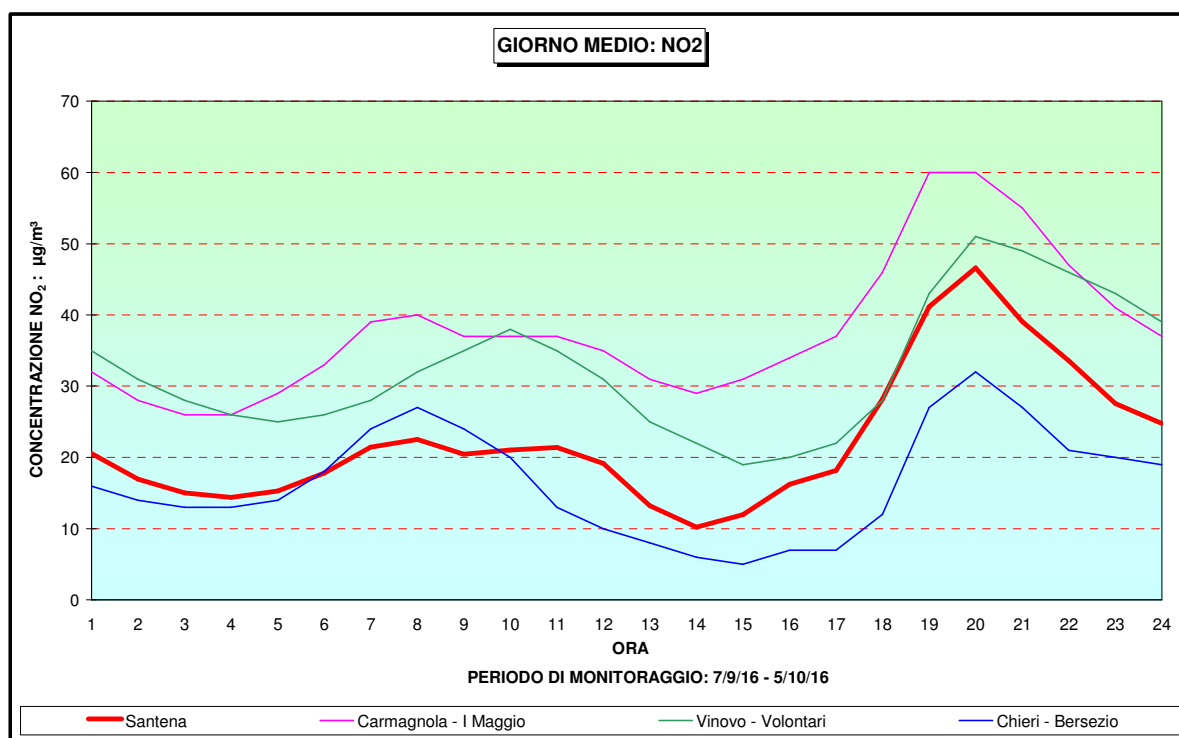


Tabella 14 - NO₂ - confronto medie del periodo di monitoraggio con medie annuali 2016 nella provincia di Torino

	media periodo campagna	Annuale 2016
Stazione	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
Ceresole Reale - Diga	3	4
Druento - La Mandria	7	11
Baldissero T.(ACEA) - parco	10	12
Oulx - Roma	13	18
Susa - Repubblica	13	20
Chieri - Bersezio	17	19
Leini'(ACEA) - Grande Torino	18	24
Ivrea - Liberazione	20	23
Borgaro T. - Caduti	21	30
Santena	22	-
Orbassano - Gozzano	26	32
Settimo T. - Vivaldi	30	36
Beinasco (TRM) - Aldo Mei	32	41
Vinovo - Volontari	32	33
Torino - Rubino	33	35
Collegno - Francia	35	46
Torino - Lingotto	36	40
Carmagnola - I Maggio	38	39
Torino - Consolata	52	50
Torino - Rebaudengo	63	70

Benzene e Toluene

Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati.

La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore fissa, a partire dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene nelle benzine all'uno per cento.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Il benzene è una sostanza classificata:

- dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) ;
- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule. Con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo. Una esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

La normativa vigente (DLgs 155 del 13/8/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da rispettare dal 2010 in avanti.

Durante la campagna di monitoraggio, vedi (Tabella 15), si registrano valori di benzene con una media del periodo pari a $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed un valore massimo di $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dalla

Figura 19, si può vedere come i dati di benzene in Santena abbiano valori superiori a quelli delle stazioni di Vinovo e Torino-Rubino, che però rappresentano un fondo urbano/suburbano, mentre il laboratorio mobile è stato posto a pochi metri da una strada percorsa da traffico veicolare.

La normativa vigente (D.Lgs. 155/2010) prevede per il benzene un valore limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; poiché la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate

Verranno effettuate ulteriori considerazioni una volta ottenuti i dati della seconda campagna di monitoraggio.

Per quanto riguarda il toluene la normativa italiana non prevede alcun limite, ma le linee guida del 2000 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) indicano un valore di $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media settimanale.

Gli effetti del toluene sono stati studiati soprattutto in relazione all'esposizione lavorativa e sono stati dimostrati casi di disfunzioni del sistema nervoso centrale, ritardi nello sviluppo e anomalie congenite, oltre a sbilanci ormonali in donne e uomini.

Per il toluene la massima media giornaliera è risultata essere di $8,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la massima media oraria è di $29,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (

Tabella 16), valori ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

Tabella 15 – Dati relativi al benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	0.9
Massima media giornaliera	2.1
Media delle medie giornaliere	1.3
Giorni validi	25
Percentuale giorni validi	86%
Media dei valori orari	1.4
Massima media oraria	4.3
Ore valide	619
Percentuale ore valide	89%

Tabella 16– Dati relativi al toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	2.4
Massima media giornaliera	8.9
Media delle medie giornaliere	4.3
Giorni validi	25
Percentuale giorni validi	86%
Media dei valori orari	4.2
Massima media oraria	29.7
Ore valide	601
Percentuale ore valide	86%

Figura 19 – Benzene: andamento della concentrazione oraria

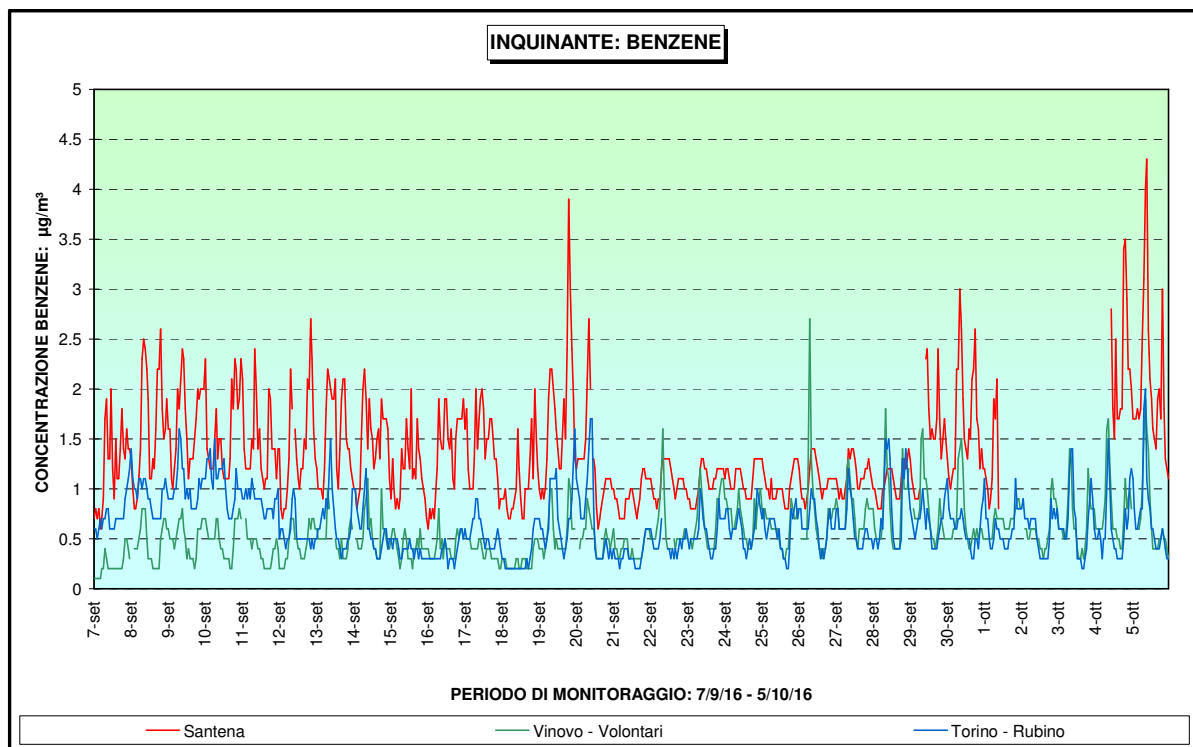


Figura 20 – Benzene: andamento del giorno medio

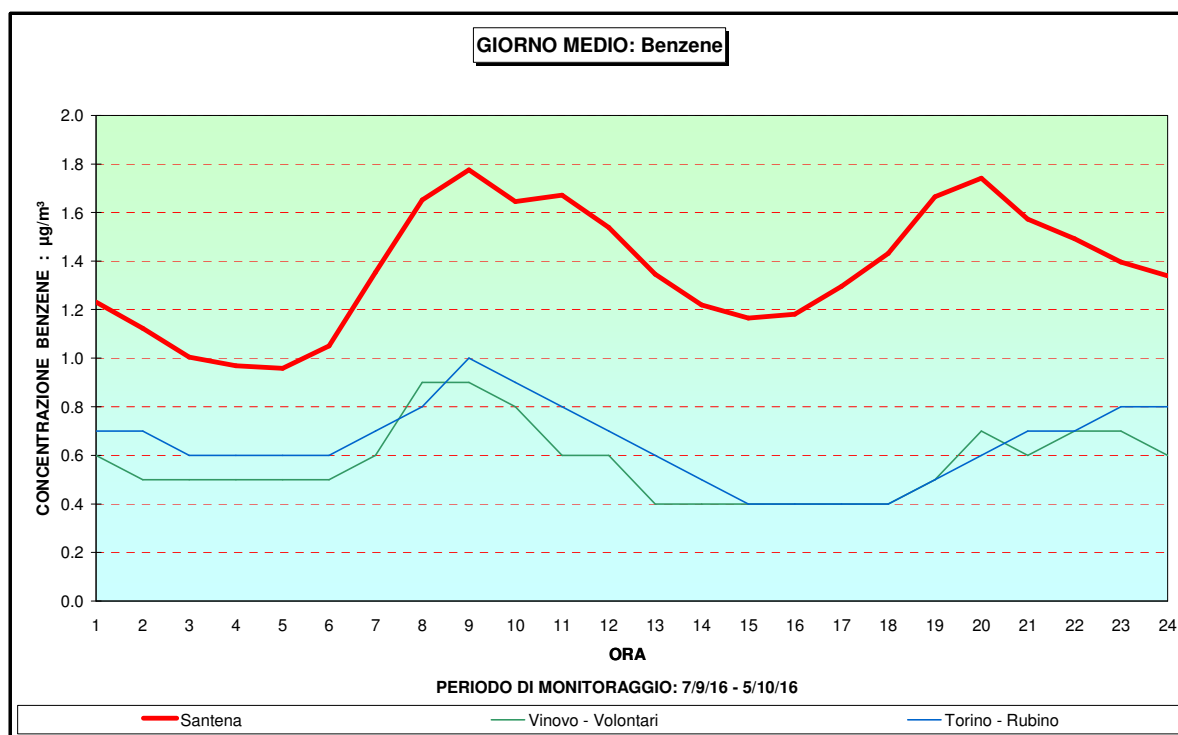
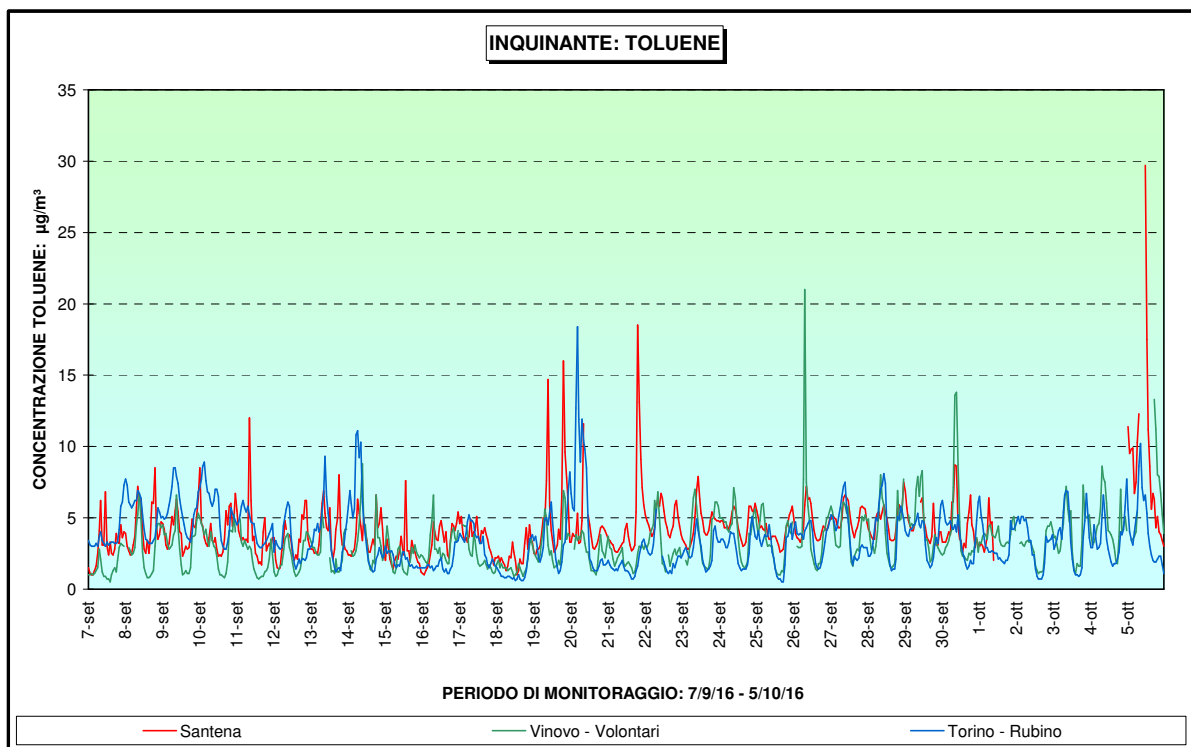


Figura 21– Toluene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio



Particolato Sospeso (PM10 e PM2.5)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc... Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Il particolato è costituito anche da una componente secondaria, che si forma in atmosfera a seguito di complessi fenomeni chimico-fisici a carico da precursori originariamente emessi in forma gassosa.

Il rischio sanitario legato a questo tipo di inquinamento dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalle dimensioni delle particelle stesse; infatti le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra la concentrazioni di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciati negli alveoli polmonari.

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 DLgs 155/2010, ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM10, cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 μm , più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi ed inoltre gli inquinanti adsorbiti sulla polvere possono venire a contatto con gli alveoli polmonari.

Inoltre il DLgs 155/2010 introduce un limite anche per il PM2.5 (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 μm) calcolati come media annuale pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Nella campagna di monitoraggio la media dei valori di concentrazione di particolato PM10 è stata pari a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, (vedi Tabella 17), con un valore massimo giornaliero di 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 1 solo superamento del valore giornaliero dei 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mediamente però il sito di Santena registra uno tra i più alti valori medi nel periodo di monitoraggio, inferiore solo alla stazione di Carmagnola e Torino-Grassi (Tabella 19).

I valori registrati durante la campagna hanno andamento simile a quelli registrati in altre stazioni provinciali, a dimostrazione che ciò che modula l'andamento del PM10 sono sostanzialmente le condizioni atmosferiche. Il minimo si è verificato il 21 settembre, in corrispondenza del massimo di pioggia, e successivamente i valori sono nuovamente aumentati con l'incremento di stabilità atmosferica (Figura 22).

La durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo annuale (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), e non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate. Nella relazione finale verrà però stimato un valore di media annuale utile a ipotizzare il rispetto o eventualmente il superamento del valore limite annuale.

In Tabella 18 sono riportati i dati relativi al PM2.5 durante la campagna: la media dei valori di concentrazione di particolato PM2.5 è stata pari a 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore massimo giornaliero di 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I valori sono molto simili alla stazione di fondo di Chieri (Figura 23) e rappresentano il 54% del PM10. Nel territorio provinciale i valori sono molto omogenei tra loro (Tabella 20); tale situazione indica che, in generale, buona parte della frazione che costituisce il particolato atmosferico PM2,5 è di origine secondaria, e, in quanto tale, può aver avuto origine anche da emissioni di precursori in zone lontane rispetto al punto di campionamento.

Tabella 17 – Dati relativi al particolato sospeso PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	11
Massima media giornaliera	51
Media delle medie giornaliere	30
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	1

Tabella 18 – Dati relativi al particolato sospeso PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	30
Media delle medie giornaliere	16
Giorni validi	27
Percentuale giorni validi	93%

Tabella 19 - PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) confronto concentrazioni medie del periodo e anno 2016

Stazione	media periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	media anno 2016 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Baldissero T.(ACEA) - parco, PM10 - Beta	15	14
Susa - Repubblica, PM10	16	17
Oulx - Roma, PM10	16	16
Druento - La Mandria, PM10	19	21
Ivrea - Liberazione, PM10	21	26
Settimo T. - Vivaldi, PM10	22	35
Leini'(ACEA) - Grande Torino, PM10 - Beta	23	30
Torino - Rubino, PM10	24	32
Borgaro T. - Caduti, PM10	25	31
Collegno - Francia, PM10	25	32
Torino - Lingotto, PM10	27	32
Torino - Consolata, PM10	27	35
Santena , PM10	30	-
Carmagnola - I Maggio, PM10	31	37
Torino - Grassi, PM10	33	42

Tabella 20: PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) confronto concentrazioni medie del periodo e anno 2016

Stazione	media periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	media anno 2016 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Ivrea - Liberazione, PM2.5	13	20
Settimo T. - Vivaldi, PM2.5	14	26
Chieri - Bersezio, PM2.5	15	22
Torino - Lingotto, PM2.5	15	23
Santena, PM2.5	16	-
Borgaro T. - Caduti, PM2.5	17	23
Leini'(ACEA) - Grande Torino, PM2.5 - Beta	19	25

Figura 22 – Particolato sospeso PM10: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

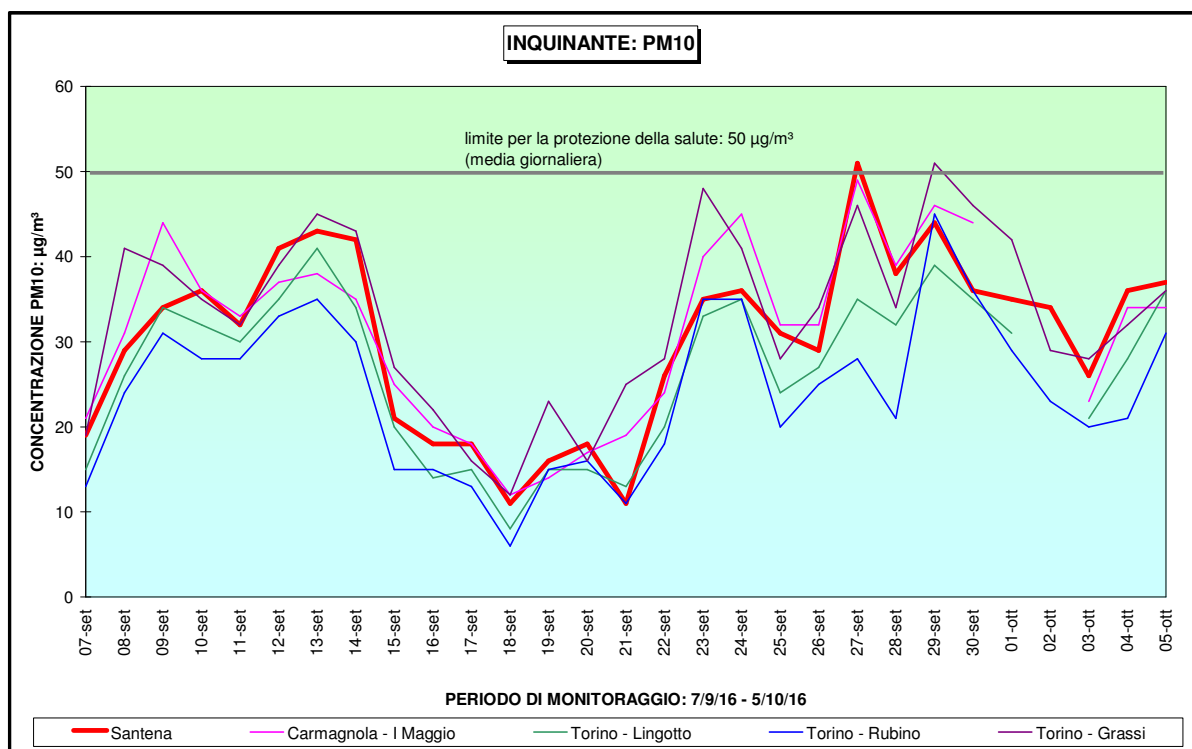
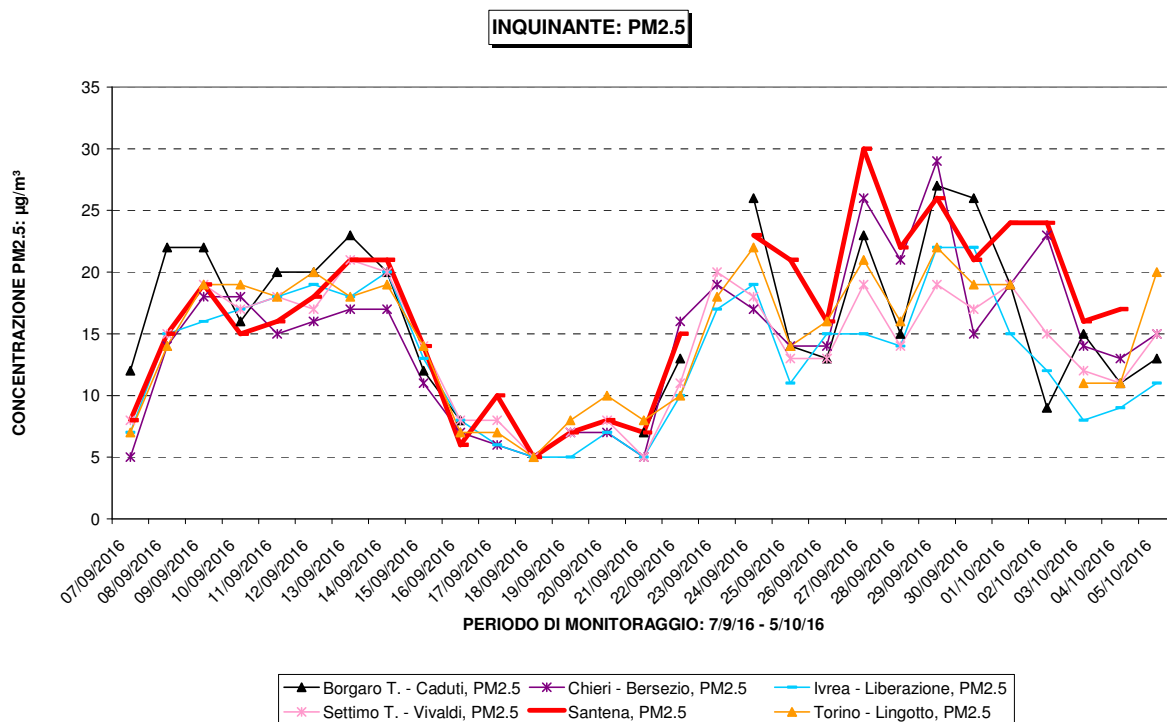


Figura 23 – Particolato sospeso PM2.5, confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come IPA, sono un importante gruppo di composti organici caratterizzati dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati. Gli IPA presenti in aria ambiente si originano da tutti i processi che comportano la combustione incompleta e/o la pirolisi di materiali organici. Le principali fonti di emissione in ambito urbano sono costituite dagli autoveicoli alimentati a benzina o gasolio e dalle combustioni domestiche e industriali che utilizzano combustibili solidi o liquidi. Tuttavia negli autoveicoli alimentati a benzina l'utilizzo di marmitte catalitiche riduce l'emissione di IPA dell'80-90%¹. A livello di ambienti confinati il fumo di sigaretta e le combustioni domestiche possono costituire un'ulteriore fonte di inquinamento da IPA.

In termini generali la parziale sostituzione del carbone e degli oli combustibili con il gas naturale ai fini della produzione di energia ha costituito un indubbio beneficio anche in termini di emissioni di IPA. La diffusione della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico, invece, se da un lato ha indubbi benefici in termini di bilancio complessivo di gas serra, dall'altro va tenuta attentamente sotto controllo in quanto la quantità di IPA emessi da un impianto domestico alimentato a legna è 5-10 volte maggiore di quella emessa da un impianto alimentato con combustibile liquido (kerosene, gasolio da riscaldamento, ecc.)².

In termini di massa gli IPA costituiscono una frazione molto piccola del particolato atmosferico rilevabile in aria ambiente (< 0,1%) ma rivestono un grande rilievo tossicologico, specialmente quelli con 5 o più anelli, e sono per la quasi totalità adsorbiti sulla frazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm.

In particolare il benzo(a)pirene (o 3,4-benzopirene), che è costituito da cinque anelli condensati, viene utilizzato quale indicatore di esposizione in aria per l'intera classe degli IPA. Il D.Lgs. 152/2007 individua anche altri sei idrocarburi policiclici aromatici di rilevanza tossicologica (art. 5.4) che vanno misurati al fine di verificare la costanza dei rapporti tra la loro concentrazione e quella del benzo(a)pirene stesso.

I dati ricavati da test su animali di laboratorio indicano che molti IPA hanno effetti sanitari rilevanti che includono l'immunotossicità, la genotossicità, e la cancerogenicità. Va comunque sottolineato che, da un punto di vista generale, la maggiore fonte di esposizione a IPA, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, non è costituita dall'inalazione diretta ma dall'ingestione di alimenti contaminati a seguito della deposizione del particolato atmosferico al suolo. In particolare il benzo(a)pirene, produce tumori a livello di diversi tessuti sugli animali da laboratorio ed è inoltre l'unico idrocarburo policiclico aromatico per il quale sono disponibili studi approfonditi di tossicità per inalazione, dai quali risulta che questo composto induce il tumore polmonare in alcune specie.

L'International Agency for Research on Cancer (IARC)³ classifica il benzo(a)pirene nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo", il dibenzo(a,h)antracene nel gruppo 2A come "probabile cancerogeno per l'uomo" mentre tutti gli altri IPA sono inseriti nel gruppo 2B come "possibili cancerogeni per l'uomo".

La normativa italiana fissa un obiettivo di qualità solo per il benzo(a)pirene qui di seguito riportato.

Tabella 21 - benzo(a)pirene, valori di riferimento e normativa in vigore.

BENZO(A)PIRENE			
Riferimento normativo	Parametro di controllo	Periodo di osservazione	Valore di riferimento
VALORE OBIETTIVO (D.Lgs 155/2010)	media annuale	Anno (1 gennaio - 31 dicembre)	1 ng/m ³

¹ European Commission Ambient air pollution by PAH –Position Paper , pag 8

² EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007 pag. B216-29 tab 8.1a e B216-.32 tab 8.2 b

³ International Agency for Research on Cancer (IARC) –Agents reviewed by the IARC monographs Volumes 1-100A last updated 2 april 2009

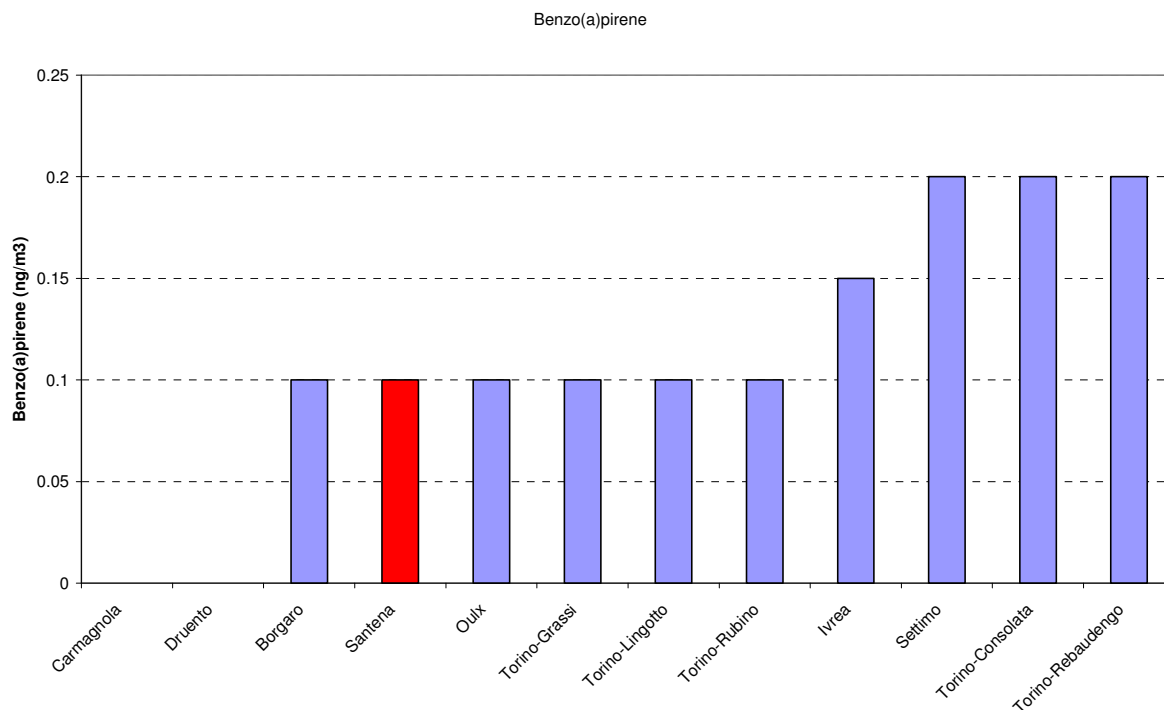
Dall'analisi dei dati notiamo che il valore di benzo(a)pirene misurato a Santena è la metà rispetto alle stazioni più critiche a livello provinciale (Tabella 22 e Figura 24).

Analogamente agli altri inquinanti in cui esiste un limite di legge annuale (NO₂, Benzene, PM10, PM2.5) verrà fatta una stima della media annuale sulla base dei dati rilevati in entrambe le campagne, che sarà illustrata nella relazione finale.

Tabella 22: concentrazione IPA rilevati nel monitoraggio

	Benzo(a)pirene	Benzo(b+j+k)fluorantene	Benzo(a)antracene	Indeno(1,2,3-cd)pirene
Media delle medie giornaliere	0.1	0.25	0.04	0.08
Giorni validi	29	29	29	29
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%

Figura 24 - Benzo(a)pirene confronto della media della campagna con altre stazioni della rete di monitoraggio provinciale



Metalli

I metalli pesanti costituiscono una classe di sostanze inquinanti estremamente diffusa nelle varie matrici ambientali. La loro presenza in aria, acqua e suolo può derivare da fenomeni naturali (erosione, eruzioni vulcaniche), ai quali si sommano gli effetti derivanti da tutte le attività antropiche.

Riguardo l'inquinamento atmosferico i metalli che maggiormente preoccupano sono generalmente As (arsenico), Cd (cadmio), Co (cobalto), Cr (cromo), Mn (manganese), Ni (nicel) e Pb (piombo), che sono veicolati dal particolato atmosferico.

La loro origine è varia, Cd, Cr e As provengono principalmente dalle industrie minerarie e metallurgiche; Cu dalla lavorazione di manufatti e da processi di combustione; Ni dall'industria dell'acciaio, della numismatica, da processi di fusione e combustione; Co e Zn da materiali cementizi ottenuti con il riciclaggio degli scarti delle industrie siderurgiche e degli inceneritori. L'incenerimento dei rifiuti può essere una fonte di metalli pesanti quali antimonio, cadmio, cromo, manganese, mercurio, stagno, piombo.

L'effetto dei metalli pesanti sull'organismo umano dipende dalle modalità di assunzione del metallo, nonché dalle quantità assorbite. Alcuni metalli sono oligoelementi necessari all'organismo per lo svolgimento di numerose funzioni quali il metabolismo proteico (Zn), quello del tessuto connettivo osseo e la sintesi dell'emoglobina (Cu), la sintesi della vitamina B12 (Co) e altre funzioni endocrino-metaboliche ancora oggetto di studio. L'assunzione eccessiva e prolungata di tali sostanze, invece, può provocare danni molteplici a tessuti ed organi.

L'avvelenamento da zinco si manifesta con disturbi al sistema nervoso centrale, anemia, febbre e pancreatite. Il rame, invece, produce alterazioni della sintesi di emoglobina e del tessuto connettivo osseo oltre a promuovere epatiti, cirrosi e danni renali. L'intossicazione da cobalto provoca un blocco della captazione dello iodio a livello tiroideo con conseguente gozzo da ipotiroidismo, alterazioni delle fibre muscolari cardiache e disturbi neurologici. Cromo e nichel, sono responsabili, in soggetti predisposti, di dermatiti da contatto e di cancro polmonare. L'enfisema polmonare (per deficit di $\alpha 1$ antitripsina) è la principale manifestazione dell'intossicazione cronica da cadmio, cui generalmente si accompagnano danni ai tubuli renali e osteomalacia. Sia il piombo, che l'arsenico, inoltre, sono responsabili di numerose alterazioni organiche. L'avvelenamento cronico da piombo (saturismo), ad esempio, è responsabile di anemia emolitica e danni neurologici.

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

Nella Tabella 23 sono riportati i valori obiettivo per As, Cd e Ni e il valore limite per la protezione della salute umana per il Pb previsti dal D.Lgs. 13/8/2010 n. 155.

Tabella 23 - valori obiettivo per As, Cd e Ni e il valore limite per la protezione della salute umana per il Pb previsti dal D.Lgs. 13/8/2010 n. 155.

PIOMBO (Pb)		
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	0,5 µg/m ³	1 gennaio 2005
ARSENICO (As)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	6 ng/m ³	31 dicembre 2012
CADMIO (Cd)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	5 ng/m ³	31 dicembre 2012
NICHEL (Ni)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	20 ng/m ³	31 dicembre 2012

I valori misurati di metalli sono indicati in Tabella 24. I valori misurati di arsenico e cadmio sono molto bassi, pari al limite di rilevabilità strumentale; quelli di Nichel e Piombo si collocano tra i valori medi della rete di monitoraggio provinciale e sono pari o molto simili alle stazioni di fondo urbano di Torino-Lingotto e Borgaro Torinese.

Analogamente agli altri inquinanti in cui esiste un limite di legge annuale (NO₂, Benzene, PM10, PM2.5) verrà fatta una stima della media annuale sulla base dei dati rilevati in entrambe le campagne, che sarà illustrata nella relazione finale.

Tabella 24 - concentrazione dei quattro metalli rilevati nel monitoraggio

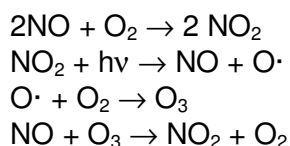
	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo
Media delle medie giornaliere	0.7	0.07	2.0	0.004
Giorni validi	29	29	29	29
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%

Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente. L'ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, che 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 (NOx) e i composti organici volatili (VOC).

I valori più alti di tale inquinante si raggiungono nella stagione calda quando la radiazione solare e la temperatura media dell'aria raggiungono i valori più alti dell'anno.

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



L'elevato potere ossidante dell'ozono è in grado di produrre infiammazioni e danni all'apparato respiratorio più o meno gravi, in funzione della concentrazione cui si è esposti, della durata dell'esposizione e della ventilazione polmonare, in particolar modo nei soggetti sensibili (asmatici, bambini, anziani, soggetti aventi patologie respiratorie).

Durante la campagna si sono registrati due superamenti del livello protezione della salute su medie di 8 ore ($120\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) e un superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana. Il valore medio del periodo è stato di $41\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, e il valore massimo di $140\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, vedi Tabella 25. I valori maggiori si sono registrati tra il 10 e il 12 settembre, giornate nelle quali si sono verificati i massimi di temperatura del periodo.

Dai grafici in Figura 36 ed in Figura 27, si può vedere che comunque i valori di picco sono inferiori alle altre stazioni usate come confronto, Vinovo e Chieri.

I valori più alti di ozono sono però tipici del periodo estivo, l'ozono infatti viene prodotto in atmosfera a partire da altri inquinanti a seguito di reazioni di tipo fotochimico, per cui è un inquinante critico nei mesi più caldi dell'anno.

Tabella 25– Dati relativi all’ozono (O₃, µg/m³)

Minima media giornaliera	22
Massima media giornaliera	71
Media delle medie giornaliere	41
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	41
Massima media oraria	140
Ore valide	694
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	2
Media delle medie 8 ore	41
Massimo medie 8 ore	122
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	2
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	1
<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

Figura 25 – O₃: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge

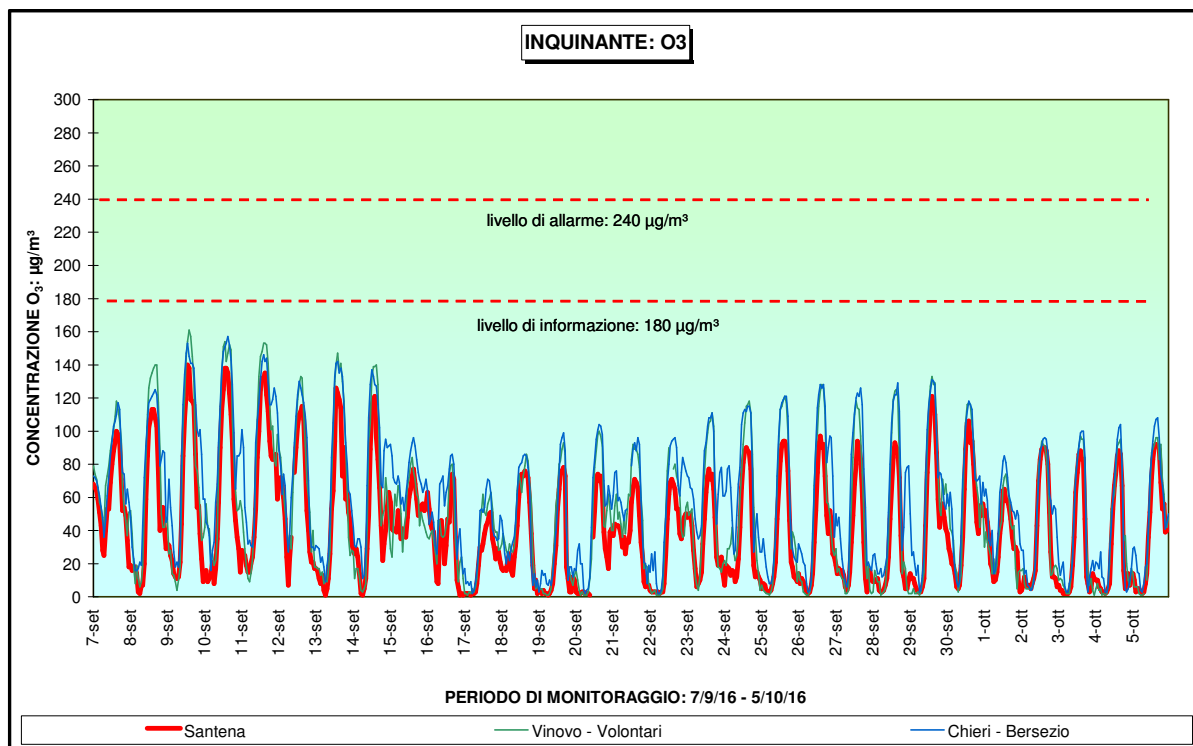


Figura 26– O₃: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)

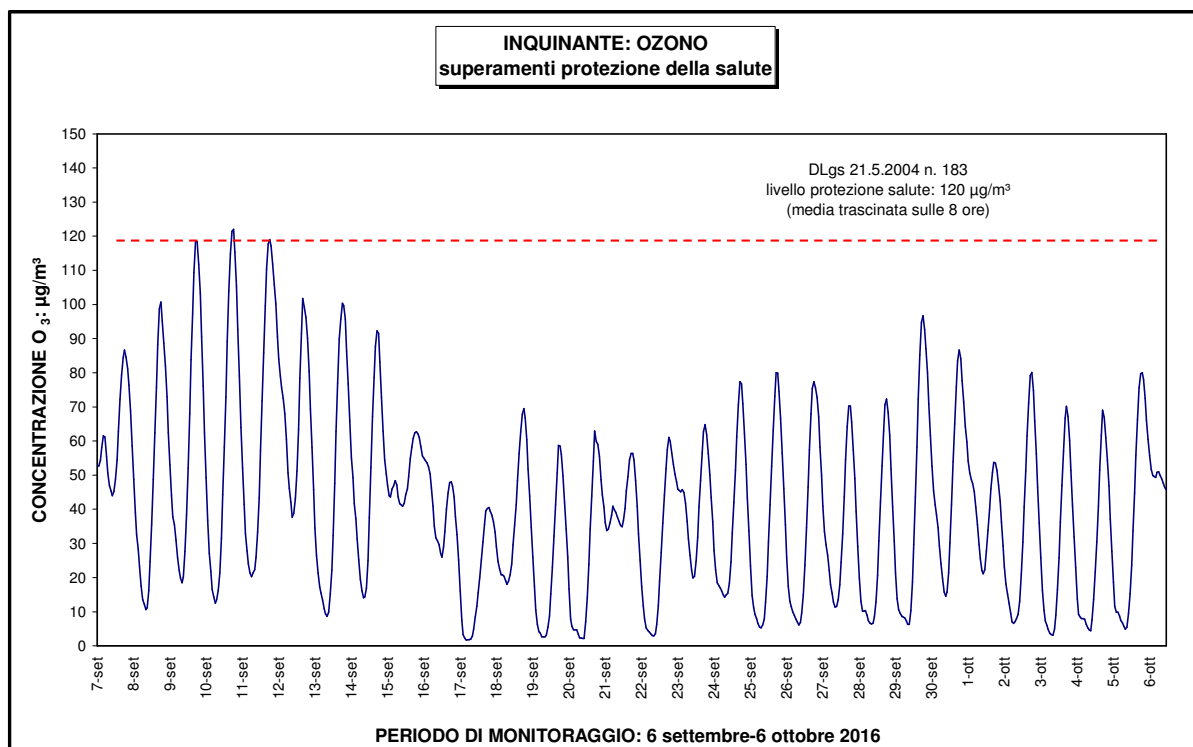
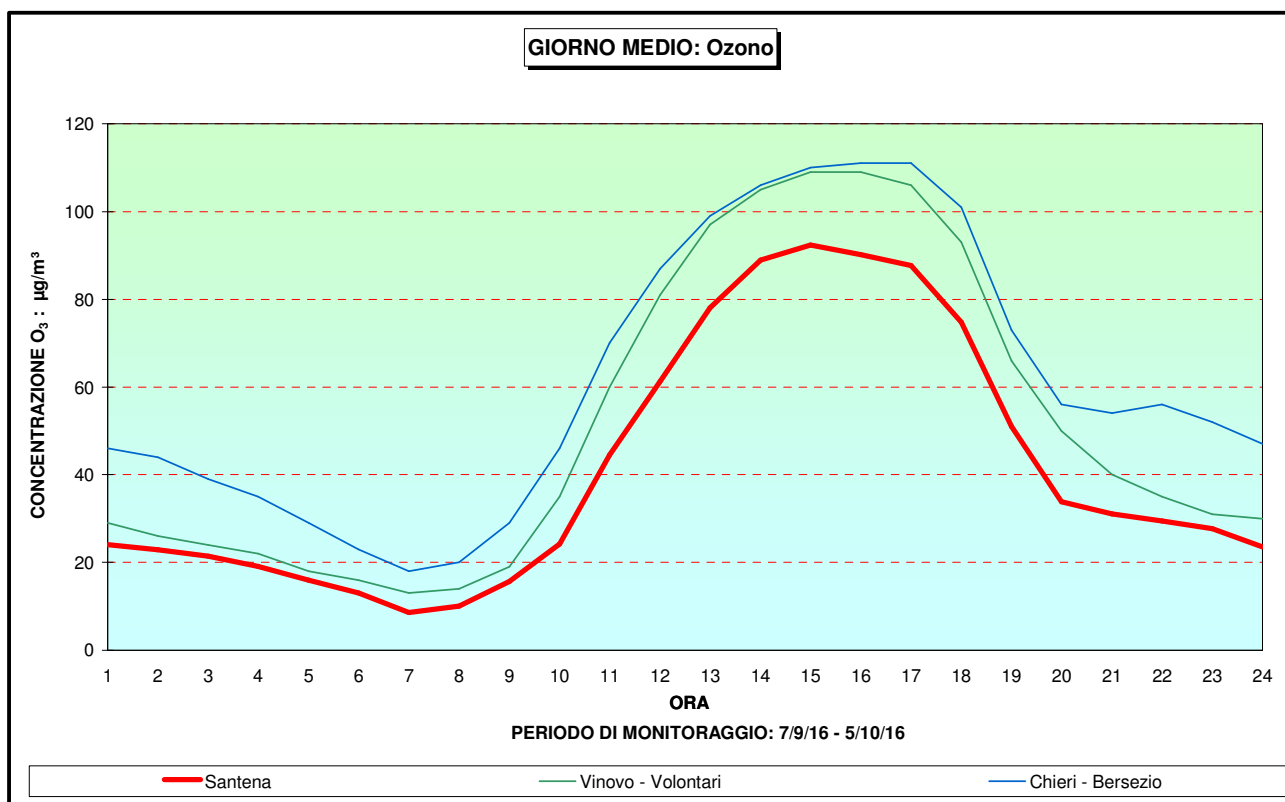


Figura 27 - O₃ - andamento del giorno medio



CONCLUSIONI

Lo stato della qualità dell'aria che emerge dalla campagna di monitoraggio nel Comune di Santena risulta molto simile a quello misurato in siti di fondo suburbano, come Vinovo e Chieri, ma indica una maggiore criticità nei valori di polveri PM10, che risultano molto simili a quelli di stazioni nelle quali il traffico risulta avere una maggiore incidenza.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per gli inquinanti (ozono, biossido di zolfo e biossido di azoto), per i quali la normativa prevede tale tipo di limite; sono inoltre stati rispettati i valori limite per la protezione della salute umana su base oraria e giornaliera per biossido di zolfo, monossido di carbonio e biossido di azoto ovvero tutti gli inquinanti per i quali sono previsti dalla normativa specifici valori di riferimento sul breve periodo, ad eccezione del particolato atmosferico PM10. Infatti, per quest'ultimo è stato registrato un superamento del valore limite giornaliero per la protezione della salute ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$); il numero massimo di giorni di superamento consentito dalla normativa è di 35 in un anno civile.

Il confronto con i valori rilevati dalle altre stazioni provinciali nello stesso periodo mostra come i valori medi siano molto simili a quelli di una stazione di traffico urbano come Carmagnola.

Per quanto riguarda il benzene, per il quale la normativa prevede un valore limite su base annuale, si rimanda per una valutazione approfondita alla relazione finale che sarà prodotta al termine della seconda campagna. Considerazioni analoghe valgono per i valori limite annuali previsti dalla normativa per PM10, PM2.5, biossido di azoto, idrocarburi policiclici aromatici e metalli.

Nel loro insieme i dati registrati mostrano, per il periodo monitorato, una situazione priva di specifiche criticità.

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** **MONITOR EUROPE ML 9841B**

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

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

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

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

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

- **Monossido di carbonio** **API 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 e PM2.5** **TECORA CHARLIE AIR GUARD PM**

Campionatore di particolato sospeso PM10 – PM2.5; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 e 2.5 µm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.

- **Stazione meteorologica** **LSI LASTEM**

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

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

Gasromatografo con doppia colonna, 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