

Prot. 105758 / SC10

Cuneo, 18 dicembre 2014

Ill.mi Sig. Sindaci dei Comuni di  
BARGE  
BUSCA  
MORETTA  
PIASCO  
SALUZZO  
SAVIGLIANO

---

Spett.le Assessorato Ambiente  
PROVINCIA di CUNEO

---

Spett.le Dipartimento Prevenzione  
Azienda ASL CN1 Cuneo

e p.c. Spett.le Regione Piemonte  
Assessorato Ambiente  
Settore Risanamento Atmosferico

---

Ill.mi Sig. Sindaci dei Comuni di  
BRA  
MANTA

---

Direzione Generale Arpa Piemonte

Documento Inviato esclusivamente via PEC

**Oggetto: Trasmissione studio sulla qualità dell'aria relativa ai Comuni di Barge, Busca, Moretta, Saluzzo e Savigliano - luglio 2013 / maggio 2014 .**

Come parte integrante della presente si mette a disposizione delle Spett.li Amministrazioni in indirizzo uno studio consistente in un'analisi complessiva di quanto rilevato nel corso delle campagne di monitoraggio svolte dal luglio 2013 al maggio 2014, con installazione del Laboratorio Mobile Arpa presso i centri abitati di Barge, Busca, Moretta, Piasco, Saluzzo e Savigliano.

### **Scopo dello studio**

In accordo con le Amministrazioni competenti e nel quadro degli approfondimenti decisi in sede di Comitato Provinciale di Coordinamento delle attività di Arpa è stato scelto di approfondire le indagini in questa zona nord della provincia per poter meglio valutare la rappresentatività della rete di monitoraggio fissa della qualità dell'aria per la realtà locale. La qualità dell'aria non riconosce i confini amministrativi e i dati raccolti ovviamente sono validi per tutta l'area in questione, e quindi per i comuni limitrofi non direttamente interessati dall'installazione del laboratorio mobile.

### **Realizzazione operativa**

Il monitoraggio della qualità dell'aria a termini di legge e per consolidata modalità di approccio tecnico scientifico si basa sull'utilizzo di centraline di prelievo fisse, nelle quali l'andamento della concentrazione degli inquinanti nell'aria è osservato per periodi molto

lunghi, d'ordine pluriennale. Nel territorio dell'alta pianura cuneese le centraline fisse sono situate a Bra e a Staffarda di Revello, ma solo quella di Bra vuole essere rappresentativa di una realtà urbana condizionata dal traffico veicolare; quella di Staffarda è invece una stazione di fondo rurale individuata ai fini di rappresentatività del fondo regionale.

La rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria (parte integrante della rete regionale gestita da Arpa Piemonte) è costituita da altre 5 centraline e le indagini condotte nel tempo sul resto del territorio hanno dimostrato che questa rete descrive idoneamente la qualità dell'aria per tutto il territorio stesso.

Per gli approfondimenti locali è consueto l'uso di un laboratorio mobile attrezzato con differenti sistemi analitici (automatici e semi automatici); i monitoraggi sono stati condotti dal luglio 2013 al maggio 2014, per un totale di 307 giorni di cui 48 nel comune di Piasco, 43 a Savigliano nel periodo estivo e 40 nel periodo invernale, 56 a Saluzzo, 43 a Barge, 35 a Moretta e 42 a Busca.

Complessivamente sono stati validati ed elaborati più di 7800 dati orari per ciascun inquinante analizzato, sono stati prelevati 169 campioni giornalieri di PM<sub>2,5</sub> e 381 campioni di PM<sub>10</sub>, su 80 di questi è stata caratterizzata la frazione metallica e la componente di idrocarburi policiclici aromatici.

Di fondamentale importanza nello studio della diffusione delle sostanze inquinanti è la conoscenza delle condizioni meteo locali e il lavoro che segue ha previsto l'uso di queste informazioni.

### **Analisi dei dati rilevati e conclusioni**

Per l'analisi dei dati rilevati si rimanda alla lettura della relazione tecnica, evidenziando che il lavoro prodotto costituisce la sintesi di oltre 10 mesi di osservazioni.

Come conclusione si estraggono alcune considerazioni riportate in relazione tecnica.

Complessivamente nei siti monitorati è stata evidenziata l'influenza delle emissioni del traffico veicolare, che in taluni casi comporta un'esposizione a livelli elevati di ossidi di azoto, anche a causa della posizione di misura, molto vicina all'asse di strade caratterizzate da importanti flussi di traffico e, in alcuni casi, della conformazione del tessuto urbano che, bloccando la circolazione dei venti, favorisce il ristagno degli inquinanti ivi emessi. Ovviamente a livello locale strettamente locale possono assumere importanza anche le emissioni specifiche delle attività produttive esercitate in loco.

Per quanto riguarda l'inquinamento da polveri sottili i risultati dei monitoraggi svolti nel quadrante Nord Ovest della provincia confermano una situazione che sul territorio della nostra provincia "peggiora" procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura, con situazioni "aggravate" nei punti maggiormente esposti a emissioni locali intense, nella fattispecie dovute al traffico veicolare.

Oltre al contributo delle emissioni strettamente locali, tutti i siti analizzati in queste campagne risentono di un inquinamento diffuso maggiore di quello delle città poste nella zona sud della provincia di Cuneo.

Infatti i centri abitati oggetto dei monitoraggi presentati in questo studio fanno parte, o sono comunque prossimi, alla zona di pianura della nostra provincia, adiacente alla zona metropolitana torinese, che costituisce l'estremo ovest della pianura Padana; essa pertanto risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano, soprattutto per quanto riguarda inquinanti cosiddetti "ubiquitari" come le polveri sottili.

Tale zona della nostra provincia è inoltre caratterizzata da un'attività zootecnica intensiva che determina un'emissione molto cospicua di ammoniaca, inoltre, in particolare dal 2011,

ha visto sorgere il più alto numero di centrali a biomassa della regione. Queste, sebbene alimentate con sorgenti “rinnovabili”, producono quantitativi di ossidi di azoto pari a circa 5 volte quelli che a parità di potenza produrrebbe un impianto alimentato a metano.

Occorre a questo punto ricordare che sia gli ossidi di azoto che l'ammoniaca in atmosfera agiscono da precursori per le polveri, ovvero subiscono delle trasformazioni chimiche che portano alla formazione del cosiddetto particolato “secondario”, generalmente compreso nella frazione più fine delle polveri e pertanto più problematico per la salute umana perché in grado di penetrare più in profondità nell'apparato respiratorio.

Partendo dai dati dell'inventario regionale delle emissioni, aggiornato alle emissioni dell'anno 2008 e pertanto senza il contributo degli impianti più recenti, si stima che la provincia di Cuneo contribuisca alla produzione di circa un quarto del particolato secondario della regione Piemonte.

La stazione urbana di Bra Madonna dei Fiori si conferma, dall'analisi dei dati ottenuti in particolare per il PM<sub>10</sub>, come stazione fissa di riferimento rappresentativa dell'inquinamento medio delle postazioni urbane per tutto il territorio di pianura della zona Nord della provincia di Cuneo. Viste le criticità riscontrate nelle postazioni da traffico delle città della zona posta nel quadrante Nord-Ovest della provincia di Cuneo e l'assenza di altre centraline rappresentative della qualità dell'aria in queste zone si ritiene opportuno mantenere un sito di misura fisso e a tal fine si potrebbe continuare a tenere in servizio la centralina di Bra Madonna dei Fiori anche dopo il 2015.

La massa di dati raccolti al fine di completare il presente studio è inconsuetamente elevata non solo per il panorama locale, ma anche a livello regionale e per questo sforzo ringrazio tutti i collaboratori che hanno portato avanti il progetto non trascurando gli altri impegni istituzionali; tutto questo in un periodo nel quale le risorse a disposizione sono complessivamente diminuite. Ci si consenta infine una puntualizzazione in riferimento a note apparse su mezzi di comunicazione locali che si chiedevano su quali basi scientifiche si basavano nostre pubbliche affermazioni che anticipando le conclusioni di questo studio riferivano sull'ubiquitarità del fenomeno in ambito locale; con la pubblicazione di questo lavoro pensiamo di aver oggettivamente risposto ai dubbi sollevati.

Al fine di ottemperare alle disposizioni normative vigenti e contribuire al risparmio energetico ed ambientale la presente nota sarà inviata esclusivamente via PEC; congiuntamente la relazione tecnica verrà contemporaneamente messa a disposizione di tutta l'utenza alla pagina internet:

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

Distinti saluti

Allegati:  
Relazione tecnica (pagine 91)  
Allegato– Gli inquinanti e i limiti normativi (pagine 10)

Dipartimento Provinciale Arpa di Cuneo  
Il Dirigente Responsabile  
Dr. Silvio CAGLIERO





**STRUTTURA COMPLESSA DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI CUNEO**

**OGGETTO: Studio sulla qualità dell'aria nel territorio del quadrante Nord Ovest della provincia di Cuneo - Luglio 2013 ÷ maggio 2014**

<b>Realizzazione del monitoraggio</b>	<b>Bardi Luisella Corino Flavio Pascucci Luca Tosco Marco</b>	<b>Bianchi Cinzia Martini Sara Pellutiè Aurelio</b>
<b>Redazione</b>	<b>Funzione: Collab.Tecnico Professionale Nome: Bardi Luisella Funzione: Collab.Tecnico Professionale Nome: Martini Sara</b>	<b>Firmato in originale</b>
<b>Verifica</b>	<b>Nome: Battezzatore Maurizio</b>	<b>Firmato in originale</b>
<b>Approvazione Data: 18/12/2014</b>	<b>Funzione: Responsabile Dipartimento Nome: Cagliero Silvio</b>	<b>Firmato in originale</b>

# INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>DESCRIZIONE DEI SITI DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>5</b>
<b>ANALISI DEI DATI DELLA QUALITA' DELL'ARIA .....</b>	<b>20</b>
BIOSSIDO DI AZOTO – NO <sub>2</sub> .....	20
MATERIALE PARTICOLATO – PM <sub>10</sub> .....	24
OZONO – O <sub>3</sub> .....	31
BENZENE E MONOSSIDO DI CARBONIO - CO.....	34
<b>PECULIARITA' DEI SITI MONITORATI.....</b>	<b>36</b>
PIASCO.....	36
SAVIGLIANO .....	41
SALUZZO.....	50
BARGE.....	56
MORETTA.....	66
BUSCA.....	70
<b>DATI METEOROLOGICI .....</b>	<b>75</b>
PIASCO.....	75
SAVIGLIANO .....	77
SALUZZO.....	80
BARGE.....	82
MORETTA.....	84
BUSCA.....	86
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>88</b>
<b>ALLEGATO: Gli inquinanti monitorati e limiti normativi .....</b>	<b>1</b>

## INTRODUZIONE

La relazione illustra le risultanze analitiche relative al monitoraggio della qualità dell'aria effettuato, dal luglio 2013 al maggio 2014, in alcuni centri abitati posti nel quadrante Nord Ovest della provincia di Cuneo ovvero a Savigliano, Saluzzo, Barge, Moretta, Piasco e Busca.

L'attenzione è stata rivolta a questi comuni, anche a seguito di espresse richieste da parte di alcune Amministrazioni comunali, e comunque con lo scopo di verificare la qualità dell'aria in siti in cui non sono presenti stazioni del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria.

I centri abitati oggetto dei monitoraggi fanno parte, o sono prossimi, alla zona di pianura della nostra provincia, adiacente alla zona metropolitana torinese, che costituisce l'estremo ovest della pianura Padana; proprio per questo essa risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano soprattutto per quanto riguarda inquinanti cosiddetti "ubiquitari" come le polveri sottili; essa inoltre è caratterizzata da un'attività zootecnica intensiva e, in particolare a partire dal 2011, ha visto sorgere il più alto numero di centrali alimentate a biomassa, legate soprattutto agli impianti di digestione anaerobica, della regione.

Il monitoraggio eseguito con il laboratorio mobile del Dipartimento Arpa di Cuneo ha permesso di analizzare i principali inquinanti per i quali sono fissati limiti normativi: ozono ( $O_3$ ), ossidi di azoto ( $NO-NO_2-NO_x$ ), monossido di carbonio (CO), benzene e materiale particolato  $PM_{10}$ . La frazione *sottile* ( $PM_{10}$ ) delle polveri è stata campionata con la tecnica gravimetrica, prevista dalla normativa vigente per la qualità dell'aria e con la tecnica nefelometrica, che permette di ottenere le concentrazioni su base oraria. In alcuni siti inoltre è stata campionata con tecnica gravimetrica anche la frazione *fine* o *respirabile* ( $PM_{2.5}$ ) delle polveri. Sono state determinate anche le concentrazioni del biossido di zolfo di cui attualmente le concentrazioni in gioco sono prossime ai limiti di rilevabilità strumentali e, oltre il benzene, di altri composti organici (toluene, meta-xilene e para-xilene); le concentrazioni di questi inquinanti sono state utilizzate nelle elaborazioni solamente quando significative o utili nell'interpretazione dei risultati.

Per installare il laboratorio mobile di misura della qualità dell'aria è necessario disporre di un'alimentazione elettrica adeguata e di uno spazio dedicato, per un periodo che non è mai inferiore ad un mese. Pertanto i siti di misura sono stati individuati tra quelli messi a disposizione dalle Amministrazioni Comunali perché rispondenti alle necessità logistiche, e, ove possibile, perché rappresentative dell'esposizione di recettori sensibili (es. prossimità a scuole) o perché caratterizzate da una particolare problematica.

Come già specificato in precedenti occasioni la descrizione corretta della qualità dell'aria di una specifica località, quali i centri oggetto del presente studio, non può far riferimento ai soli monitoraggi eseguiti in loco con campagne effettuate con mezzi mobili; queste indagini hanno il vantaggio di descrivere in modo puntuale le situazioni contingenti, nel contempo tali dati sono riferiti a periodi di tempo limitati. Siccome le condizioni meteo climatiche sono determinanti nel condizionare i fenomeni di dispersione degli inquinanti emessi, non si può pensare che i dati campionati in un periodo di tempo limitato siano rappresentativi dell'intero anno e che si possano pertanto fare confronti diretti con i limiti stabiliti dalla normativa per la qualità dell'aria, per lo più riferiti all'arco temporale dell'intero anno civile.

Inoltre i dati analitici raccolti in una postazione, risentendo delle peculiarità specifiche del

sito di misura (vicinanza a emissioni particolari come assi o nodi stradali, emissioni puntuali...; conformazione: a canyon urbano, campo aperto ecc...) non potranno essere considerati come i soli dati rappresentativi della qualità dell'aria di tutto l'agglomerato urbano.

Pertanto per rappresentare la qualità dell'aria del territorio indagato, i dati analitici raccolti nei singoli siti dovranno essere utilizzati, come consueto, unitamente a quanto rilevato dalla rete di monitoraggio. Il ventaglio delle differenti tipologie di qualità dell'aria che si possono incontrare nelle varie zone degli agglomerati urbani del nostro territorio sono infatti rappresentate dai dati raccolti da una rete complessa di stazioni fisse, quale il "sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria", istituito sulla base dei criteri indicati dalle norme nazionali, in recepimento di direttive comunitarie.

Dopo un primo capitolo in cui sono descritti i siti di monitoraggio, nel capitolo successivo di questa relazione sono presentati i principali risultati ottenuti per i singoli inquinanti monitorati in tutti i siti di misura. In particolare i dati forniti dal laboratorio mobile sono stati confrontati con quelli registrati, nei medesimi periodi, dalle stazioni della rete fissa della qualità dell'aria. Solamente da tale confronto è possibile trarre considerazioni sul rispetto di limiti normativi che hanno spesso l'intero anno civile come riferimento temporale.

Un terzo capitolo è stato dedicato, per ciascun sito di monitoraggio, ad approfondire l'analisi dei dati, in particolare per quegli inquinanti che hanno evidenziato caratteristiche particolari nel confronto con i dati della rete fissa di monitoraggio.

Nel capitolo successivo è stata riportata un'analisi dei principali parametri meteorologici relativi ai periodi delle diverse campagne, utilizzando, dove significativi, i dati misurati nel sito dal laboratorio mobile, oppure quelli misurati dalle stazioni della rete meteoidrografica regionale più prossime.

In allegato sono riportate, con schede descrittive, le caratteristiche di ciascuno degli inquinanti monitorati, insieme ai riferimenti normativi in vigore.



## DESCRIZIONE DEI SITI DI MONITORAGGIO

Nella mappa rappresentata in figura 1 sono indicati i siti dove sono state eseguite le campagne di monitoraggio con il laboratorio mobile ed il campionatore trasportabile, mentre nelle pagine seguenti sono riportate le indicazioni dei siti e dei periodi dei monitoraggi.

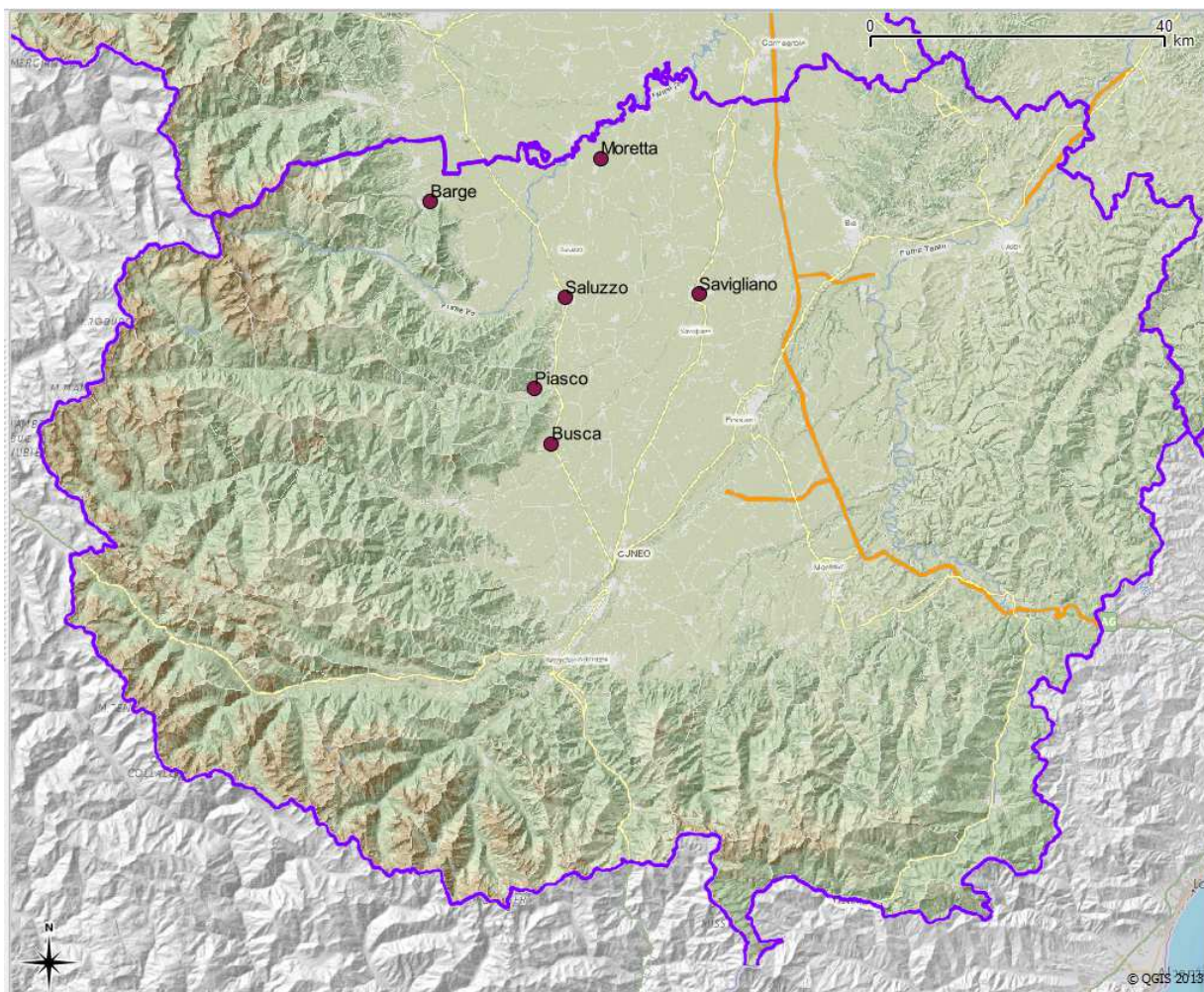


Figura 1) Mappa della provincia di Cuneo con l'indicazione dei siti interessati dal monitoraggio con il laboratorio mobile.

Dove è stato possibile, il laboratorio mobile è stato collocato nei siti dei precedenti monitoraggi, in alcuni casi ciò non è stato possibile per motivi logistici, per lo più legati alla indisponibilità di fornitura elettrica, in tal caso è stato cercato un sito prossimo e con caratteristiche simili. Per la scelta del sito di misura, generalmente costituisce un'attrattiva la prossimità di scuole, in particolare dell'infanzia e primarie, per la caratteristica di "sensibilità" di tali recettori.



Comune

**PIASCO**

Ortofoto - indicazione (in blu) dei siti di monitoraggio



<b>PIASCO</b>	<i>Sito n°1</i>
<i>Localizzazione</i>	<i>Strada Provinciale n. 8, presso il Polo Scolastico</i>
<i>Caratteristiche sito</i>	<i>Sito suburbano da traffico (a circa 35m dal bordo stradale)</i>
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	<i>X= 377474 m; Y= 4935900 m</i>

### **LABORATORIO MOBILE**



<i>Periodo del monitoraggio</i>	<b><i>dal 2 luglio al 19 agosto 2013</i></b>
---------------------------------	--

<b>PIASCO</b>	<i>Sito n°2</i>
<i>Localizzazione</i>	<i>Via Isola Superiore 10, presso Circolo ricreativo ACLI</i>
<i>Caratteristiche sito</i>	<i>Sito suburbano di fondo</i>
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	<i>X= 376795 m; Y= 4935295 m</i>

### **CAMPIONATORE PM<sub>10</sub>**



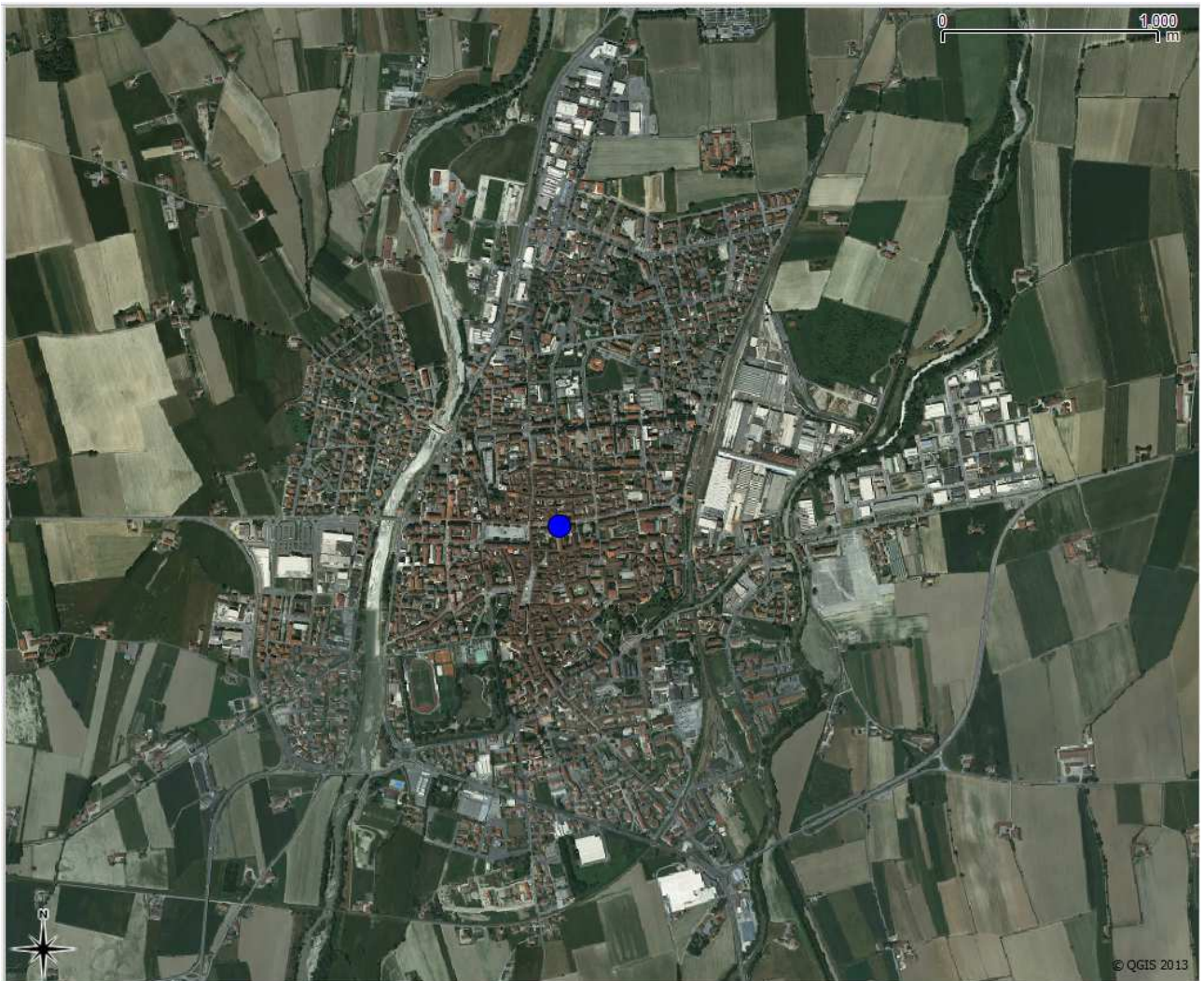
<i>Periodo del monitoraggio</i>	<b><i>dal 2 luglio al 19 agosto 2013</i></b>
---------------------------------	--



Comune

**SAVIGLIANO**

Ortofoto - indicazione (in blu) del sito di monitoraggio



<b>SAVIGLIANO</b>	
<i>Localizzazione</i>	<i>Corso Roma 36, presso il Municipio</i>
<i>Caratteristiche sito</i>	<i>Sito urbano da traffico (a ridosso del bordo stradale, in canyon urbano)</i>
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	<i>X= 393518 m; Y= 4944725 m</i>

**LABORATORIO MOBILE**



**CAMPIONATORE PM<sub>2.5</sub>**



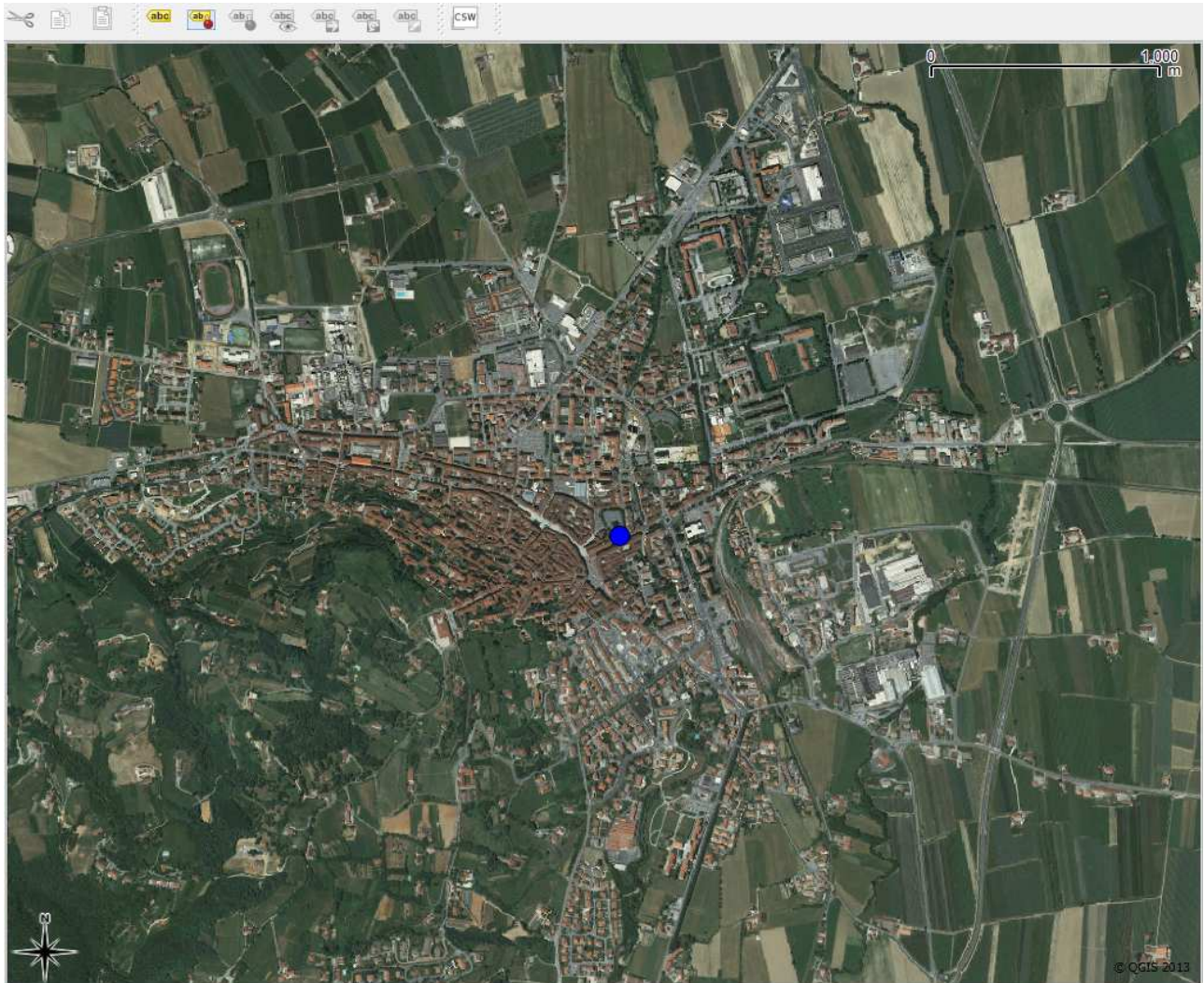
<i>Periodo del monitoraggio</i>	<b>1) dal 19 agosto al 1 ottobre 2013</b> <b>2) dal 14 febbraio al 26 marzo 2014</b>
---------------------------------	---



Comune

**SALUZZO**

Ortofoto - indicazione (in blu) del sito di monitoraggio



<b>SALUZZO</b>	
Localizzazione	Piazza Garibaldi
Caratteristiche sito	Sito urbano da traffico (a ridosso del bordo stradale)
Coordinate UTM WGS84	X= 380582 m; Y= 4944624 m

**LABORATORIO MOBILE**



**CAMPIONATORE PM<sub>2.5</sub>**



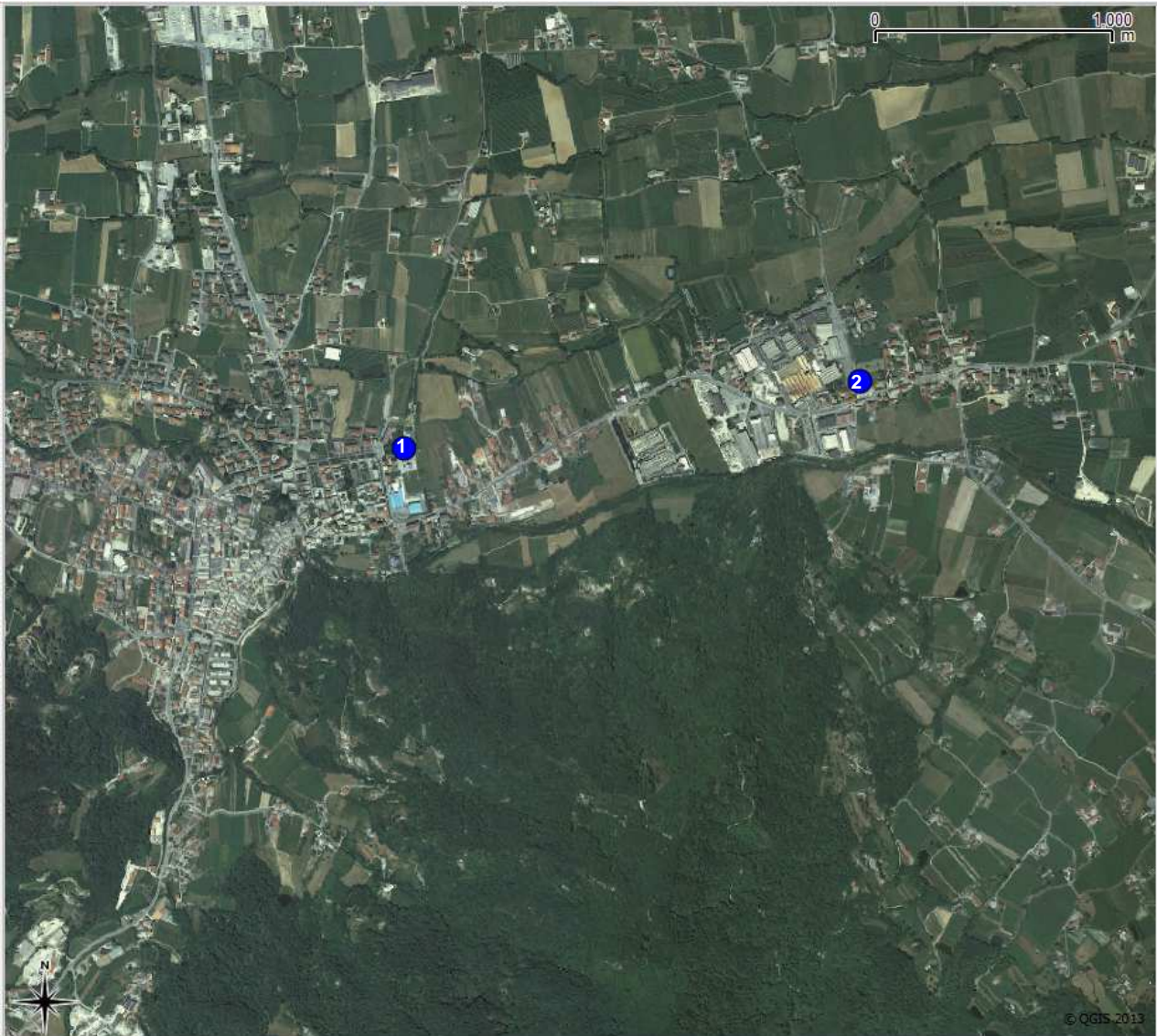
Periodo del monitoraggio	<b>dal 1 ottobre al 26 novembre 2013</b>
--------------------------	--



Comune

**BARGE**

Ortofoto - indicazione (in blu) dei siti di monitoraggio





<b>BARGE</b>	Sito n°1
Localizzazione	Piazza della Stazione
Caratteristiche sito	Sito suburbano di fondo, affacciato verso est alla zona industriale di San Martino
Coordinate UTM WGS84	X= 367774 m; Y= 4954137 m

### LABORATORIO MOBILE



Periodo del monitoraggio	<b>dal 26 novembre 2013 al 8 gennaio 2014</b>
--------------------------	---

<b>BARGE</b>	Sito n°2
Localizzazione	Via Crocetta 2, Frazione S. Martino, presso scuola primaria
Caratteristiche sito	Sito urbano da traffico ed industriale (a circa 35 dal bordo stradale)
Coordinate UTM WGS84	X= 369144 m; Y= 4954309 m

### CAMPIONATORE PM<sub>10</sub>

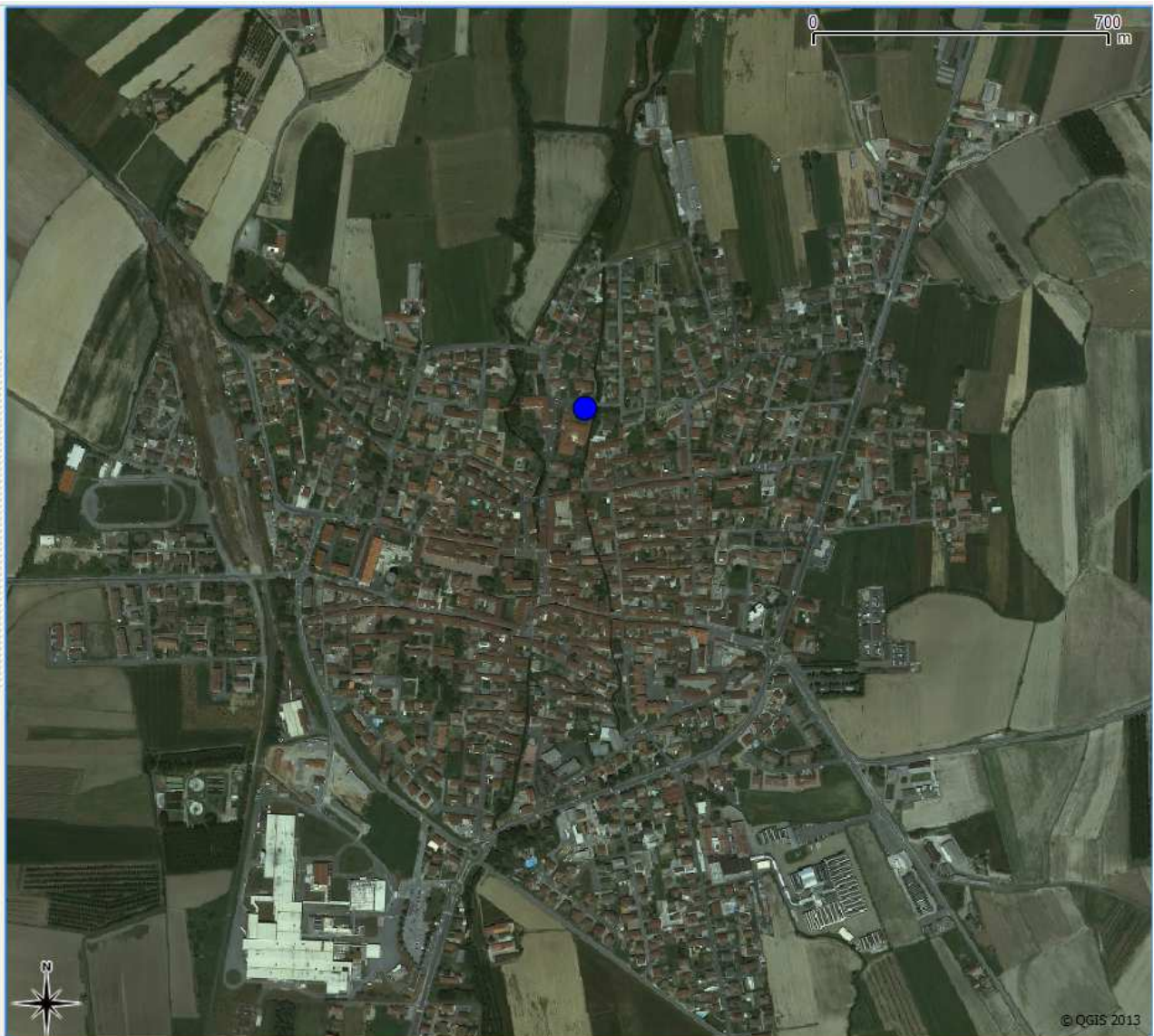


Periodo del monitoraggio	<b>dal 26 novembre 2013 al 8 gennaio 2014</b>
--------------------------	---

Comune

**MORETTA**

Ortofoto - indicazione (in blu) del sito di monitoraggio



<b>MORETTA</b>	
<i>Localizzazione</i>	<i>Via Macario, presso scuola dell'infanzia</i>
<i>Caratteristiche sito</i>	<i>Sito urbano di fondo</i>
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	<i>X= 384290 m; Y= 4957987 m</i>
<b>LABORATORIO MOBILE</b>	
	
<i>Periodo del monitoraggio</i>	<b><i>dal 8 gennaio al 12 febbraio 2014</i></b>



Comune

**BUSCA**

Ortofoto - indicazione (in blu) del sito di monitoraggio



<b>BUSCA</b>	
<i>Localizzazione</i>	<i>Corso Romita 58 (Strada Regionale 589), nei pressi della sede della Croce Rossa</i>
<i>Caratteristiche sito</i>	<i>Sito urbano da traffico (a poco più di 10 m dal bordo stradale)</i>
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	<i>X= 380582 m; Y= 4944624 m</i>

**LABORATORIO MOBILE**



**CAMPIONATORE PM<sub>2.5</sub>**



<i>Periodo del monitoraggio</i>	<b>dal 4 aprile al 16 maggio 2014</b>
---------------------------------	---------------------------------------

## LABORATORIO MOBILE

<b>PARAMETRO MISURATO</b>	<b>STRUMENTO</b>	<b>MODELLO</b>	<b>METODO DI MISURA</b>
NO – NO <sub>2</sub>	Analizzatore API	200E	Chemiluminescenza
CO	Analizzatore API	300E	Spettrometria a infrarossi
Benzene, Toluene, Xilene	Analizzatore SYNTECH SPECTRAS	GC955 BTX ANALYSER	Gascromatografia con rilevatore a fotoionizzazione
SO <sub>2</sub>	Analizzatore API	100E	Fluorescenza
O <sub>3</sub>	Analizzatore API	400E	Assorbimento UV
PM <sub>10</sub>	Analizzatore UNITECH	LSPM10	Nefelometria
PM <sub>10</sub>	Campionatore TCR TECORA	Charlie HV-Sentinel PM	Gravimetria
Velocità e direzione vento, radiazione solare globale, temperatura, umidità, pressione	Stazione meteorologica LSI-Lastem		

## CAMPIONATORE PM

<b>PARAMETRO MISURATO</b>	<b>STRUMENTO</b>	<b>MODELLO</b>	<b>METODO DI MISURA</b>
PM <sub>10</sub> oppure PM <sub>2.5</sub>	Campionatore TCR TECORA	SKYPOST PM HV	Gravimetria





# ANALISI DEI DATI DELLA QUALITA' DELL'ARIA

## BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

La normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, dei limiti di concentrazione che, per gli ossidi di azoto, riguardano il biossido. In questo paragrafo verranno pertanto illustrate elaborazioni sui dati di concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevati nelle campagne di monitoraggio eseguite con il laboratorio mobile, confrontate con quelle ottenute in contemporanea dalle centraline della rete fissa della provincia di Cuneo e da alcune di altre province piemontesi. Il biossido di azoto infatti viene monitorato in tutte le stazioni della rete regionale della qualità dell'aria le quali, ognuna rappresentativa di una realtà specifica, forniscono nell'insieme un intervallo di concentrazioni che ben descrive la qualità dell'aria media incidente sul territorio della nostra Regione.

L'attuale normativa per la qualità dell'aria, il Decreto Legislativo 155/2010, riprende i due valori limite per l'NO<sub>2</sub> già specificati dalla legislazione precedente: uno relativo alla media annuale e l'altro alla media su un'ora, rispettivamente pari a 40 µg/m<sup>3</sup> come media annua ed a 200 µg/m<sup>3</sup> come media oraria, da non superare più di 18 volte per anno civile. Nel grafico di figura 2 sono rappresentate le concentrazioni medie e le massime orarie di ogni campagna di monitoraggio eseguita con il laboratorio mobile.

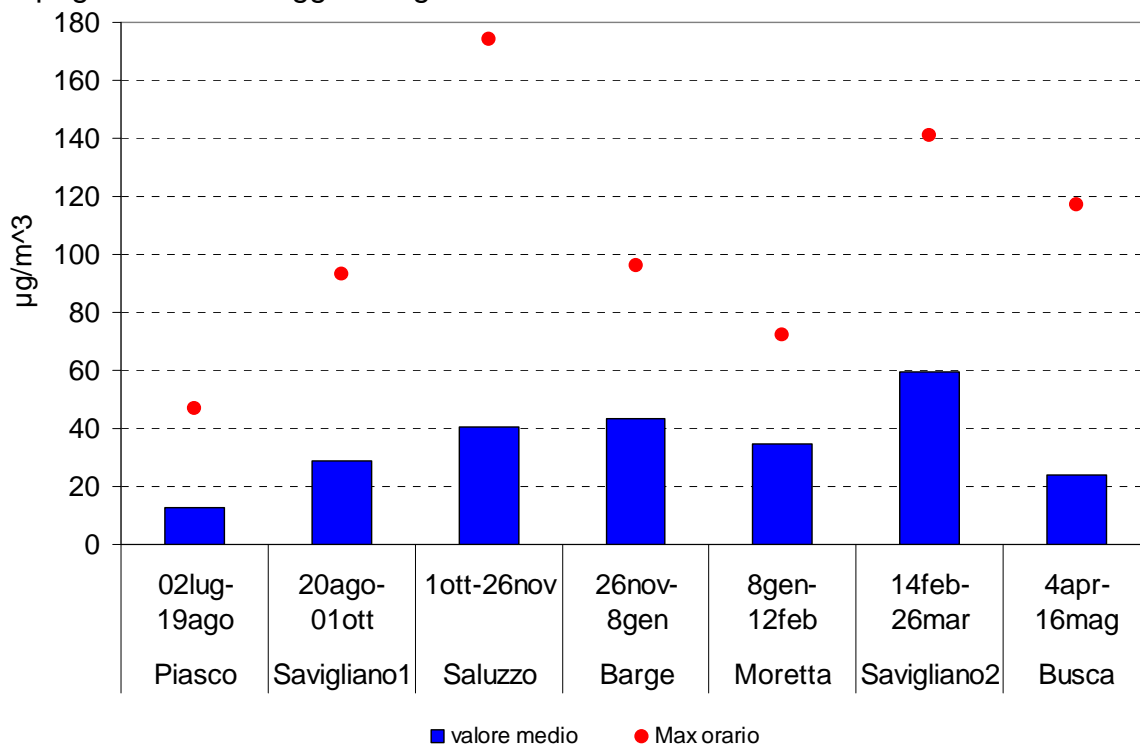


Figura 2) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie (in blu) e massime concentrazioni orarie (in rosso) di ogni campagna di monitoraggio eseguita con il laboratorio mobile.

Per le concentrazioni massime orarie è possibile eseguire un confronto con il limite normativo e si può quindi affermare, limitatamente ai periodi di monitoraggio, che non è mai stata superata la soglia oraria. Confrontare i valori medi dei singoli periodi con il limite di 40 µg/m<sup>3</sup> non è invece corretto poiché le campagne di monitoraggio si riferiscono ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno civile a cui il limite va riferito e neppure si possono confrontare direttamente i dati dei diversi siti fra loro, perché per lo più ottenuti in periodi differenti. Per poter valutare l'entità di tali valori medi è possibile però eseguire un confronto con i valori registrati nello stesso periodo dalle centraline, ricordando che, come per le stazioni della rete, anche le concentrazioni rilevate con il mezzo mobile



caratterizzano il sito specifico in cui viene posizionato (zona di traffico, di attività industriali ecc...).

Nel grafico di figura 3 sono riportati, suddivisi in colonne per ogni campagna di monitoraggio, i valori medi di NO<sub>2</sub> ottenuti con il laboratorio mobile insieme ai corrispondenti valori rilevati dalle centraline della rete della provincia di Cuneo negli stessi periodi di tempo, con i quali devono essere rapportati per assumere significato (non è stata considerata la centralina di Mondovì poiché ha cambiato posizione e tipologia di postazione nel dicembre 2013).

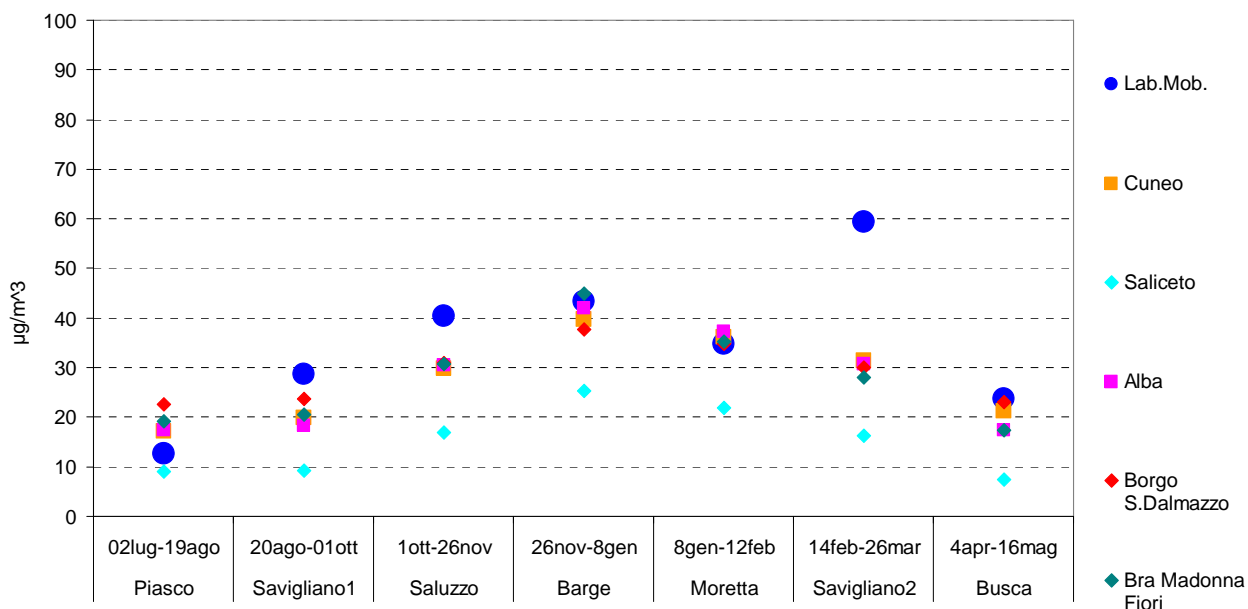


Figura 3) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie registrate con il laboratorio mobile in ciascun sito di monitoraggio (indicate in blu) confrontate con le concentrazioni medie rilevate presso le centraline fisse della provincia di Cuneo negli stessi periodi.

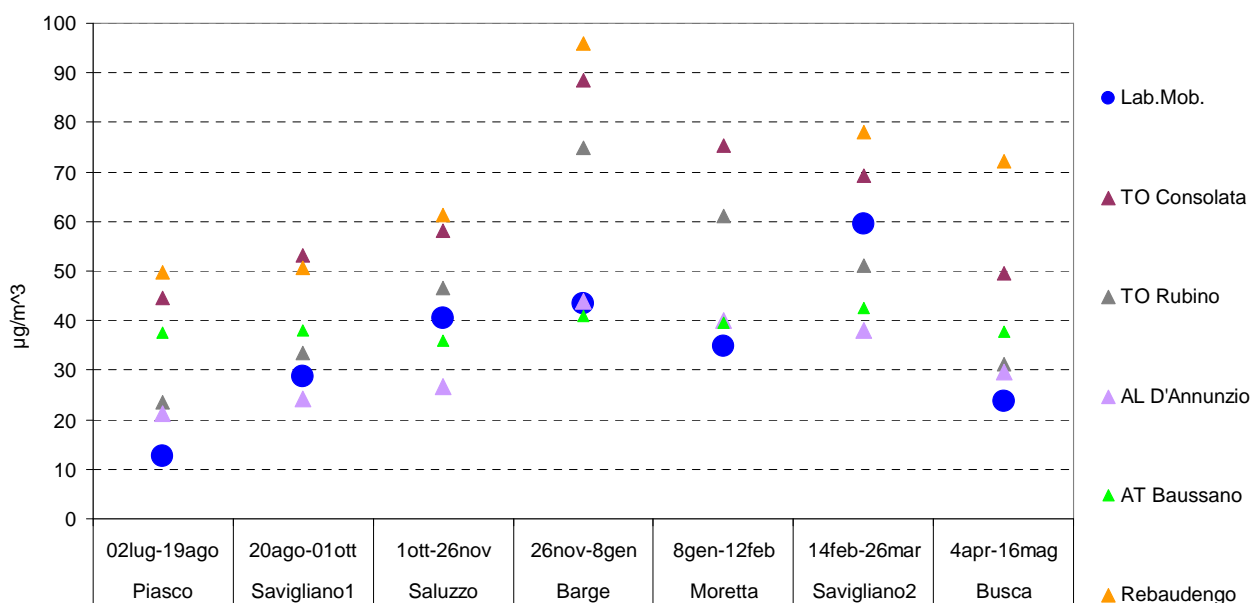


Figura 4) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie registrate con il laboratorio mobile in ciascun sito di monitoraggio (indicate in blu) confrontate con le concentrazioni medie rilevate presso alcune centraline fisse della rete regionale negli stessi periodi.

Si può osservare innanzitutto l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni, in particolare l'aumento che i valori medi hanno generalmente registrato su tutto il territorio provinciale nel periodo dell'autunno e dell'inverno. Ciò è tipico dei mesi più freddi dell'anno, in cui le concentrazioni raggiungono i livelli più elevati, sia a causa delle maggiori emissioni, ma soprattutto della minore diluizione che gli inquinanti subiscono a causa delle condizioni meteo dispersive dell'atmosfera che in tali periodi favoriscono l'accumulo.

Passando ad analizzare i valori dei singoli siti si osserva come i valori medi ottenuti con il laboratorio mobile nei siti di Savigliano e Saluzzo siano superiori ai dati della rete provinciale. Il valore della campagna invernale di Savigliano emerge come particolarmente "anomalo", risultando addirittura pari al doppio del valore massimo delle centraline. Occorre pertanto estendere il confronto ai dati di stazioni della rete regionale posizionate nelle altre province per poter valutare l'entità di tale scostamento.

Nella figura 4, come anche in altre valutazioni presentate nel seguito, sono state utilizzate come riferimento le concentrazioni misurate presso le stazioni definite, secondo quanto stabilito dalla Direttiva Europea, da "traffico urbano"<sup>1</sup> di Torino Consolata, Torino Rebaudengo, Alessandria D'Annunzio ed Asti Baussano e presso la stazione di "fondo urbano"<sup>2</sup> di Torino Rubino.

Nel confronto con i dati rilevati da queste stazioni della rete regionale della qualità dell'aria i valori di Saluzzo e della campagna estiva di Savigliano si collocano al di sotto del valore medio registrato dalla stazione di fondo urbano di Torino Rubino, mentre la media della campagna invernale di Savigliano ha un valore intermedio tra quelli di Torino Rubino e Torino Consolata.

Per avere dei riferimenti per il confronto con il limite normativo si può considerare che, a partire dal 2008, in tutte le stazioni della provincia di Cuneo è sempre stato rispettato il limite annuo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre, tra le altre stazioni regionali considerate, nell'anno 2013 solamente nella stazione di Alessandria D'Annunzio il limite è stato rispettato. La figura seguente, estratta dalla Relazione "*Monitoraggio della Qualità dell'Aria sul Territorio della provincia di Cuneo Anno 2013*"<sup>3</sup>, riassume la situazione delle medie annue del  $\text{NO}_2$  delle stazioni della regione.

---

<sup>1</sup> Stazioni di misurazione di traffico: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta. Dall'Allegato III del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155

<sup>2</sup> Stazioni di misurazioni di fondo: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito. Dall'Allegato III del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155

<sup>3</sup> <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria/RELAZIONEQAANNO2013.pdf>

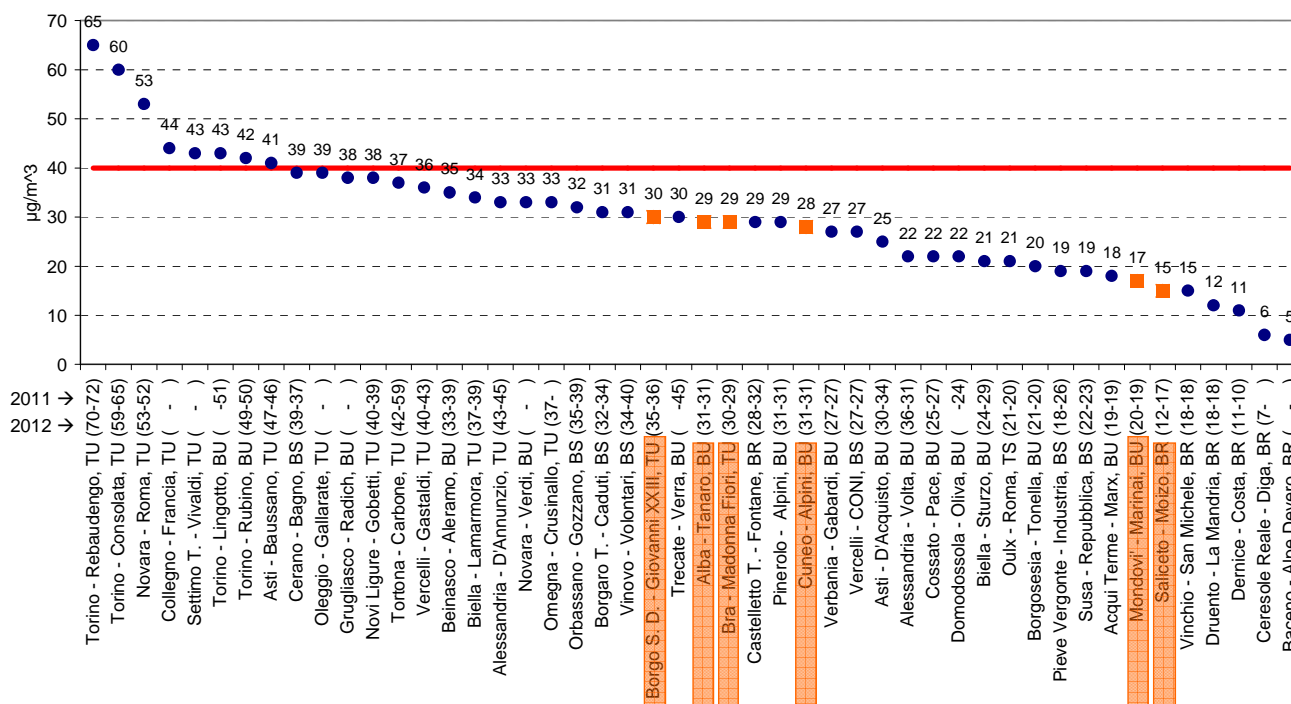


Figura 5) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie nelle centraline della regione nel 2013 (in ordine decrescente - evidenziate in arancione le centraline della provincia di Cuneo - sulle ascisse la tipologia della stazione e le caratteristiche della zona: TU=Traffico Urbana, BU=Background Urbana, TS=Traffico Suburbana, BS=Background Suburbana, BR= Background Rurale), tra parentesi, quando disponibili, le medie dei due anni precedenti.

Alla luce di queste considerazioni si può dedurre che, nei periodi di monitoraggio, i punti analizzati di Piasco, Barge, Moretta e Busca non hanno evidenziato particolari criticità per il biossido di azoto nel confronto con le centraline della provincia di Cuneo. Le concentrazioni rilevate nei siti di Savigliano e Saluzzo sono invece superiori ai valori delle centraline della provincia; tali risultati sono verosimilmente dovuti alle postazioni di misura che, per la forte vicinanza al bordo stradale e per la mancanza di ventilazione dovuta al tessuto urbano, risentono fortemente delle emissioni del traffico veicolare circolante. Infatti i valori risultano “confrontabili” con quanto registrato da centraline del capoluogo regionale, e di Asti ed Alessandria, città caratterizzate da volumi di traffico superiori a quelle della provincia di Cuneo.

Nel secondo capitolo maggiori approfondimenti saranno dedicati ai dati registrati in ogni singolo sito per rilevarne le peculiarità.

## MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub>

La normativa vigente per la qualità dell'aria prevede che la determinazione della concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub> venga eseguita con metodo gravimetrico (condizionamento e pesatura dei filtri con bilancia di precisione prima e dopo il campionamento). Sul laboratorio mobile oltre ad un campionatore gravimetrico, è presente uno strumento che utilizza la metodica nefelometrica, che si basa sulla determinazione dell'intensità della luce diffusa dagli aerosol e consente di ottenere misure con cadenza oraria.

Le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate nel corso delle diverse campagne eseguite con il laboratorio mobile sono rappresentate nel grafico di figura 6 confrontate con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle centraline della rete fissa provinciale dove tale inquinante viene campionato. Per i monitoraggi di Piasco e Barge sono indicati anche i valori di PM<sub>10</sub> ottenuti, con un campionatore trasportabile, negli ulteriori siti del territorio comunale indagati.

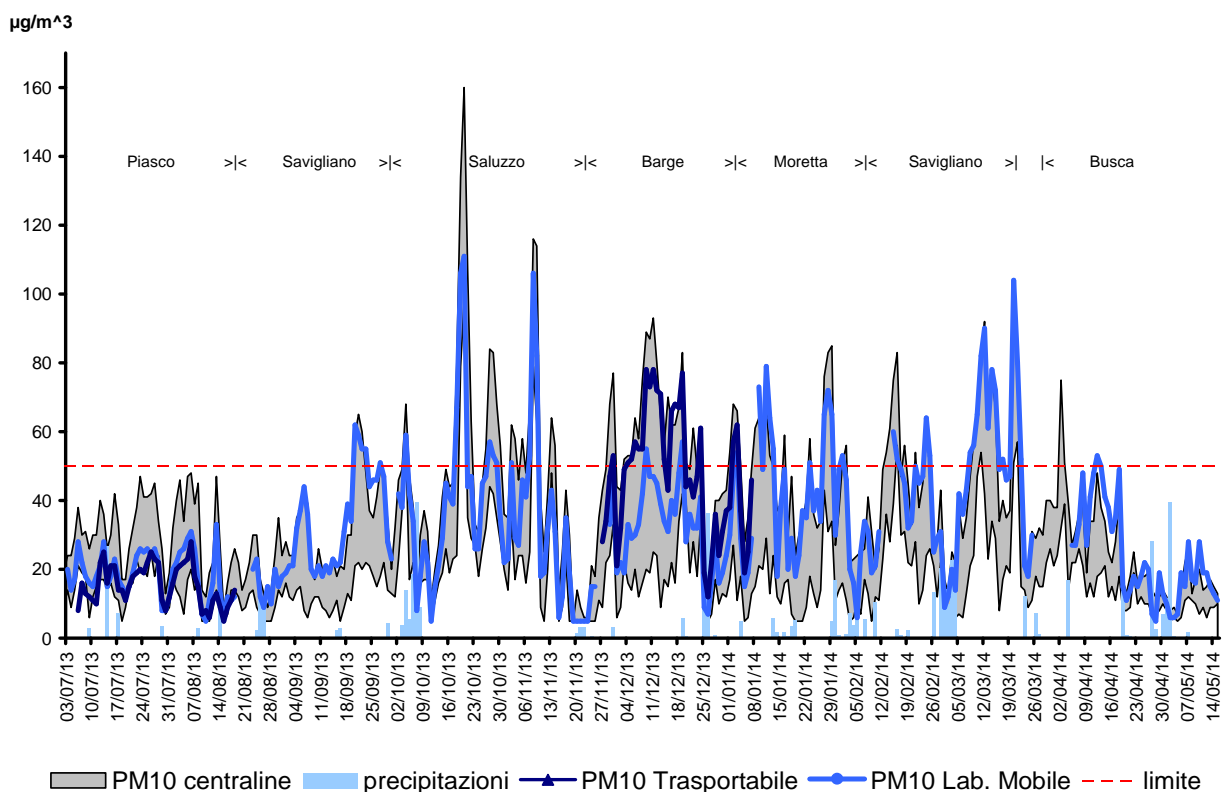


Figura 6) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate nelle campagne del laboratorio mobile e intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline fisse della provincia di Cuneo. Precipitazioni giornaliere registrate nella stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo.

Nel grafico emerge come le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> abbiano subito variazioni notevoli anche nell'ambito della medesima campagna e quindi nello stesso sito, e come tali variazioni siano analoghe a quanto avvenuto in tutto il territorio circostante, a causa del lungo tempo di permanenza nell'aria di questo inquinante, che fa sì che le oscillazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici.

Le concentrazioni delle polveri sottili generalmente costituiscono una criticità nei mesi più freddi dell'anno proprio a causa delle condizioni meteo climatiche favorevoli all'accumulo e alla formazione di inquinanti secondari che si verificano. Nel periodo dei monitoraggi in

analisi, ad eccezione di due episodi acuti e molto brevi di inquinamento da polveri sottili che si sono verificati su tutto il territorio regionale nei giorni tra il 19 e il 20 ottobre e tra l'8 e il 9 novembre, descritti in modo approfondito in apposite relazioni<sup>4</sup>, si è verificata l'assenza di lunghi periodi con concentrazioni elevate.

Dal punto di vista meteorologico è stato verificato<sup>5</sup> come, nell'inverno 2013-2014, la circolazione prevalente di tipo atlantico ed i frequenti episodi precipitativi abbiano determinato l'assenza di prolungati periodo di accumulo. L'unico periodo anticiclonico duraturo si è avuto nelle prime due decadi di Dicembre, questo è stato anche il periodo più lungo dell'inverno con concentrazioni al di sopra del limite.

Nella figura 6, oltre alle contrazioni di PM<sub>10</sub>, sono riportate anche le precipitazioni cumulate giornaliere registrate nella stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo, scelta poiché in posizione centrale rispetto ai siti di monitoraggio della qualità dell'aria. Si può osservare l'elevata frequenza di eventi con precipitazioni atmosferiche nel periodo considerato e come le diminuzioni delle concentrazioni si siano verificate per lo più in corrispondenza di tali eventi.

Nel grafico successivo sono riportati per ogni campagna sia la concentrazione media complessiva che il numero di giorni con superamento del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>. Tali numeri vanno letti in relazione al numero di giorni di dati validi di ciascuna campagna (indicati tra parentesi sull'asse delle ascisse), che sono anche molto differenti fra loro.

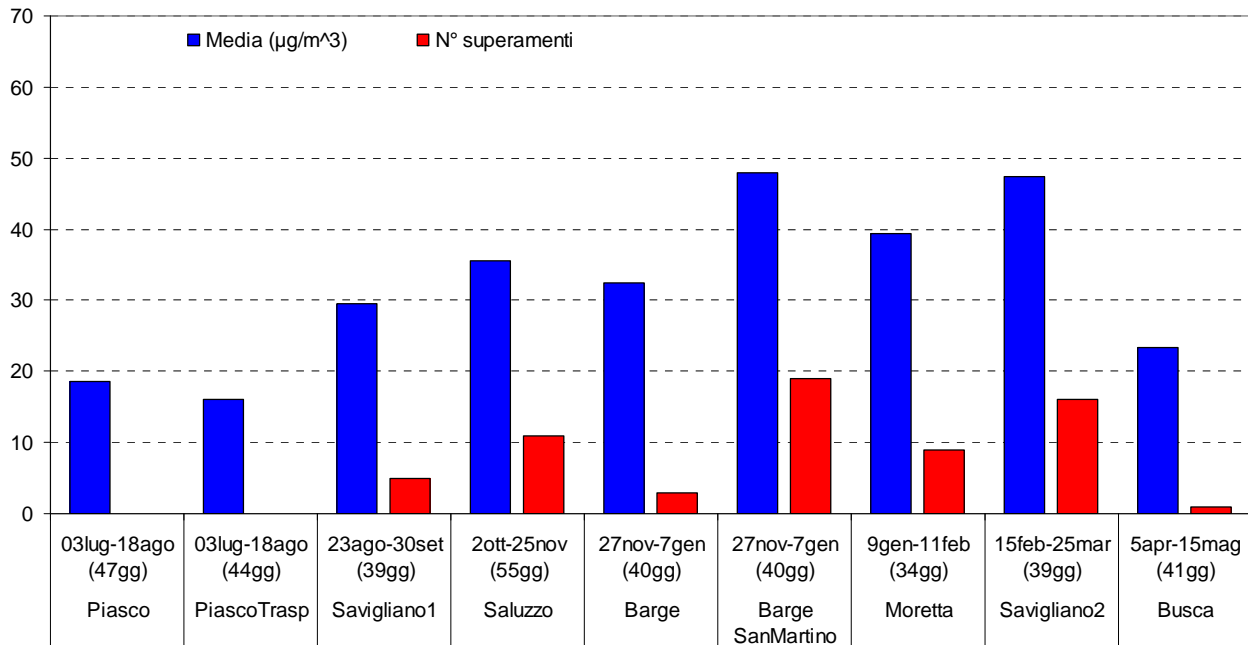


Figura 7) PM<sub>10</sub>: per ogni campagna di monitoraggio concentrazioni medie e numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> (sull'asse delle ascisse oltre al periodo di monitoraggio e al sito, è indicato tra parentesi il numero di giorni con dati validi).

Come già visto per l'NO<sub>2</sub>, anche per questo inquinante fare un confronto diretto con i limiti normativi non è corretto, poiché le campagne di monitoraggio si riferiscono ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno civile e neppure si possono confrontare i dati dei diversi siti fra loro, perché per lo più ottenuti in periodi di tempo differenti. Per poter valutare l'entità di tali valori medi è necessario quindi eseguire un confronto con i valori registrati nello stesso periodo dalle centraline fisse della rete regionale.

<sup>4</sup> "Analisi degli episodi acuti di inquinamento da polveri sottili : 19 - 20 ottobre 2013 e 8 - 9 novembre 2013" – Dipartimento Arpa di Cuneo – Novembre 2013

<sup>5</sup> "Il Clima in Piemonte – Inverno 2013/2014". Arpa Piemonte – Sistemi Previsionali, marzo 2014

I valori medi delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> sono riportati nella figura 8, suddivisi in colonne per ogni campagna di monitoraggio, insieme ai corrispondenti valori rilevati dalle centraline della rete provinciale.

In premessa si deve osservare come i valori delle concentrazioni medie delle stazioni della provincia di Cuneo si distribuiscano generalmente in un intervallo più ampio nei mesi invernali, con valori più elevati nelle stazioni di Alba e Bra a causa della loro maggior prossimità al bacino padano e dell'inquinamento diffuso che lo caratterizza. Nella stazione di Bra Madonna dei Fiori (stazione di traffico urbano), ai livelli di fondo rilevati presso la stazione di Alba Tanaro (stazione di fondo urbano) si somma il contributo legato al traffico veicolare, la centralina di Bra, pertanto, rappresenta i valori più elevati della nostra provincia.

Ciò premesso, mentre i valori di Piasco risultano analoghi ai più bassi rilevati dalle centraline della rete provinciale, ed il dato del sito di Saluzzo è intermedio tra i valori della zona Alba-Bra e di quella del Cuneese (Cuneo e Borgo San Dalmazzo), i dati medi degli altri siti sono per lo più simili ai più elevati della provincia, rappresentati dalla stazione di traffico urbano di Bra Madonna dei Fiori. Anche a Barge, sebbene il valore ottenuto nella postazione del laboratorio mobile rientri nella media della provincia, nella postazione di San Martino il valore medio è nettamente più elevato e superiore anche a quello di Alba.

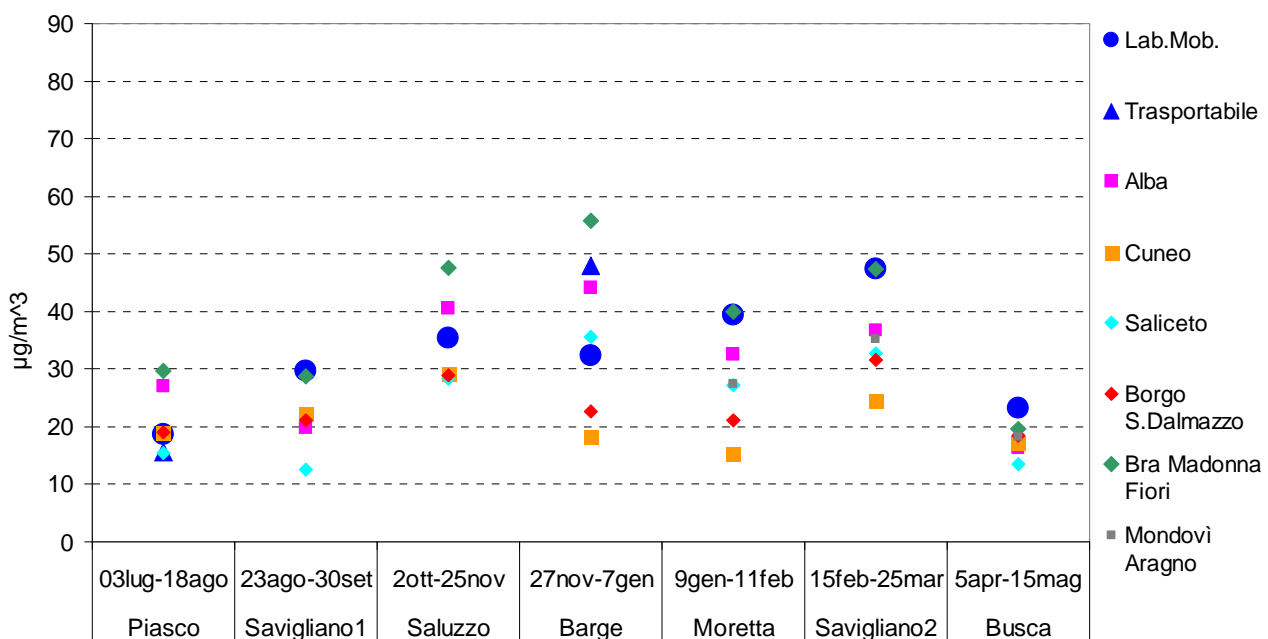


Figura 8) PM<sub>10</sub>: confronto tra le concentrazioni medie registrate con il laboratorio mobile in ciascun sito di monitoraggio (indicate in blu) e quelle rilevate presso le centraline fisse della provincia negli stessi periodi.

Nella figura 9 lo stesso confronto è stato realizzato con i dati della stazione di fondo urbano di Torino Rubino e di alcune stazioni di traffico urbano della rete regionale, tra cui la stazione di Carmagnola<sup>6</sup> che è la più vicina al territorio cuneese in analisi (per riferimento è stato mantenuto l'indicatore della stazione di Bra Madonna dei Fiori).

Per le campagne svolte nei periodi estivi, autunnali e primaverili, i dati delle centraline della regione considerate si inseriscono negli intervalli di concentrazione definiti dai dati delle stazioni della provincia di Cuneo, per le campagne del periodo invernale invece le concentrazioni rilevate presso le altre stazioni della regione sono superiori a quelle della

<sup>6</sup> La stazione di Carmagnola non è stata usata nel confronto del biossido di azoto poiché per problemi strumentali i dati di tale inquinante non sono disponibili per il periodo di interesse

nostra provincia o tutt'al più analoghi a quelli rilevati presso la stazione di Bra Madonna dei Fiori.

I valori campionati nel periodo invernale presso la stazione da traffico di Bra e nei siti di Savigliano, Barge San Martino e Moretta rappresentano livelli di inquinamento comuni più ai siti delle città del torinese, di Asti ed Alessandria piuttosto che a quelle delle altre città della nostra provincia.

Per il sito di Busca, dato il periodo caratterizzato da concentrazioni contenute di polveri, non è possibile trarre conclusioni, tuttavia il fatto che si collochi all'estremo superiore dell'intervallo dei valori definito dalla centraline fisse, fa ipotizzare un'esposizione del sito a livelli elevati di inquinamento.

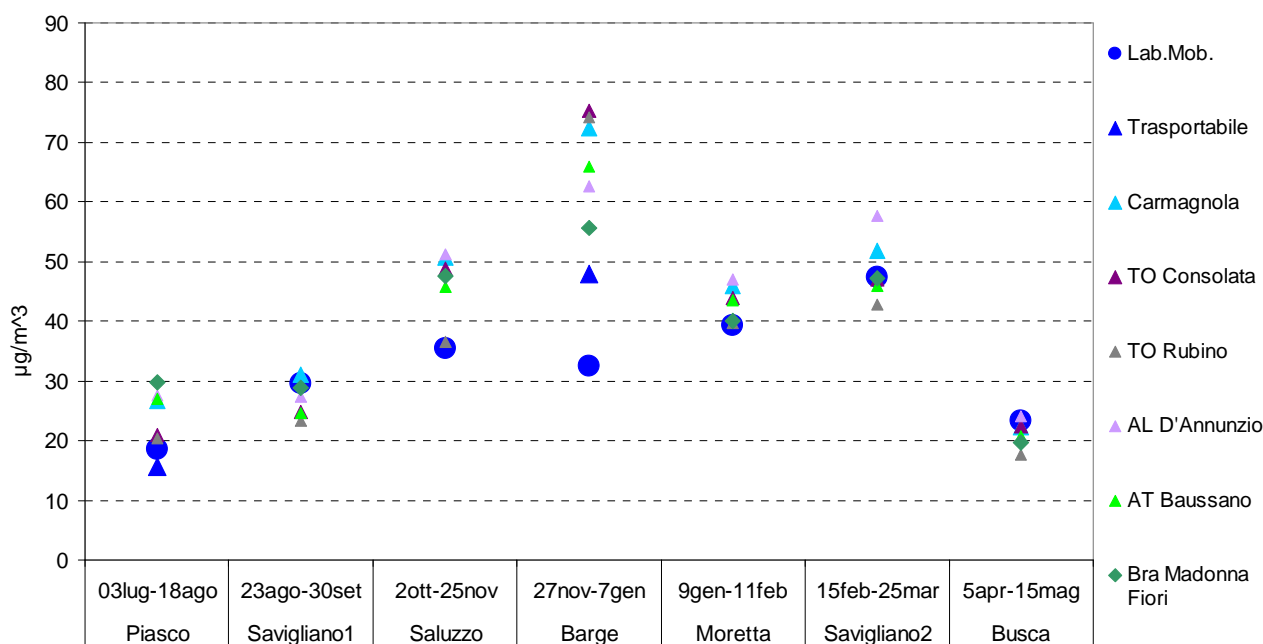


Figura 9)  $PM_{10}$ : confronto tra le concentrazioni medie registrate con il laboratorio mobile in ciascun sito di monitoraggio (indicate in blu) e quelle rilevate presso alcune centraline fisse della regione negli stessi periodi.

Analogamente a quanto fatto per le concentrazioni medie, nelle due figure seguenti sono riportati il numero di giorni di superamento del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ottenuti durante le differenti campagne di monitoraggio confrontati con i risultati delle stazioni provinciali, nella prima, e con quelli delle stazioni regionali nella seconda figura.

Anche per questo indicatore dell'inquinamento da polveri sottili, per poter rappresentare in modo più accurato la situazione di alcuni dei siti che sono stati monitorati è infatti necessario ampliare lo sguardo oltre i confini provinciali. Il numero di superamenti delle stazioni dell'abitato di Torino, di Alessandria ed Asti risultano infatti più simili a quelli rilevati nei siti in analisi e a quelli della stazione di Bra Madonna dei Fiori.



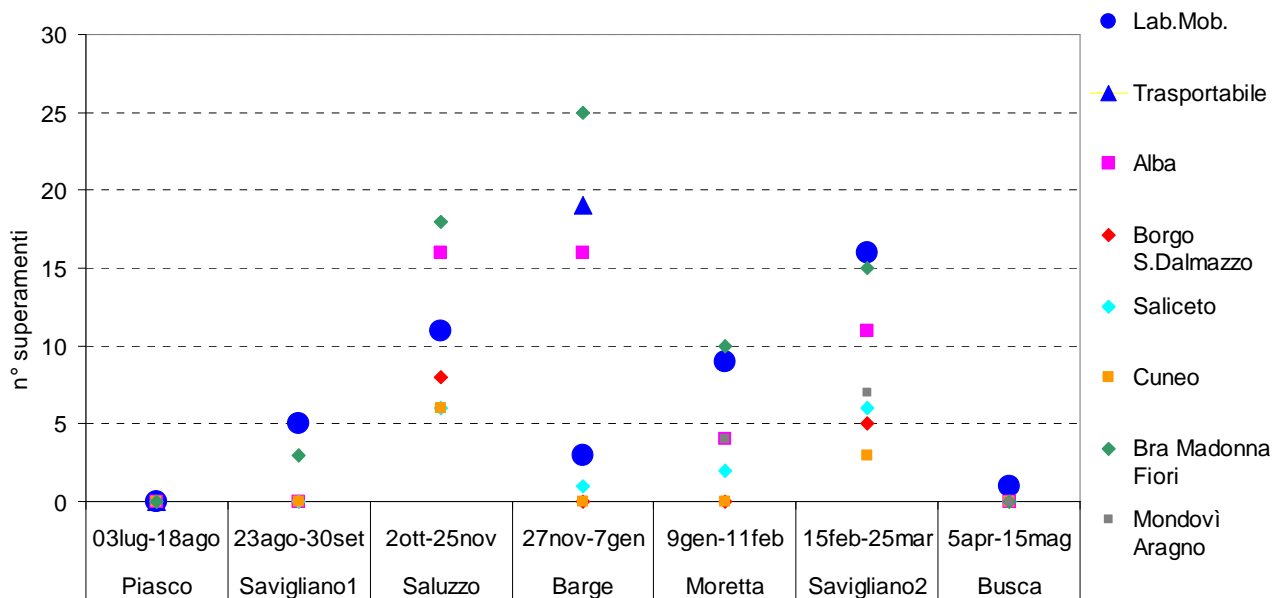


Figura 10) PM<sub>10</sub>: confronto tra il numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> registrati con il laboratorio mobile in ciascun sito di monitoraggio (indicati in blu) e quelli registrati presso le centraline fisse della provincia negli stessi periodi.

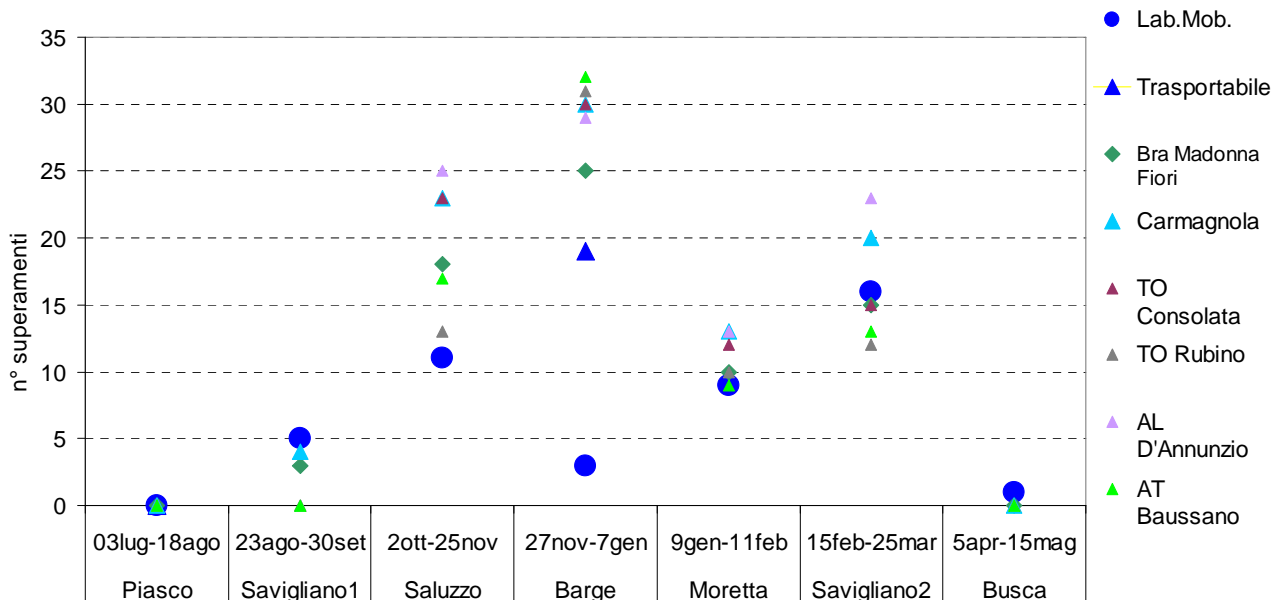


Figura 11) PM<sub>10</sub>: confronto tra il numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> registrati con il laboratorio mobile in ciascun sito di monitoraggio (indicati in blu) e quelli registrati presso alcune centraline fisse della regione negli stessi periodi.

Anche per l'inquinamento da polveri sottili per avere dei riferimenti per il confronto con i limiti normativi sono state estratte dalla relazione dei dati del 2013 le figure seguenti che riassumono la situazione delle medie annue del PM<sub>10</sub> e dei superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> delle stazioni della regione. Come si può osservare l'anno 2013 è stato un anno particolarmente "buono" dal punto di vista della qualità dell'aria, infatti l'assenza di periodi prolungati di accumulo durante i mesi freddi dell'anno, e il buon dinamismo che ha portato frequenti episodi di precipitazioni oltre ad episodi di Föhn, hanno contribuito a contenere i livelli delle concentrazioni del PM<sub>10</sub>. Per la prima volta il limite sulla media annuale è stato rispettato in tutte le stazioni della provincia ed il numero di superamenti è stato abbondantemente inferiore a 35, numero massimo consentito per anno civile, presso le stazioni di Cuneo, Borgo San Dalmazzo e, per la prima volta, a Saliceto. Per le stazioni di Alba e Bra invece, nonostante la riduzione dei superamenti, il



limite è stato ancora ampiamente superato, come anche per le altre stazioni regionali considerate.

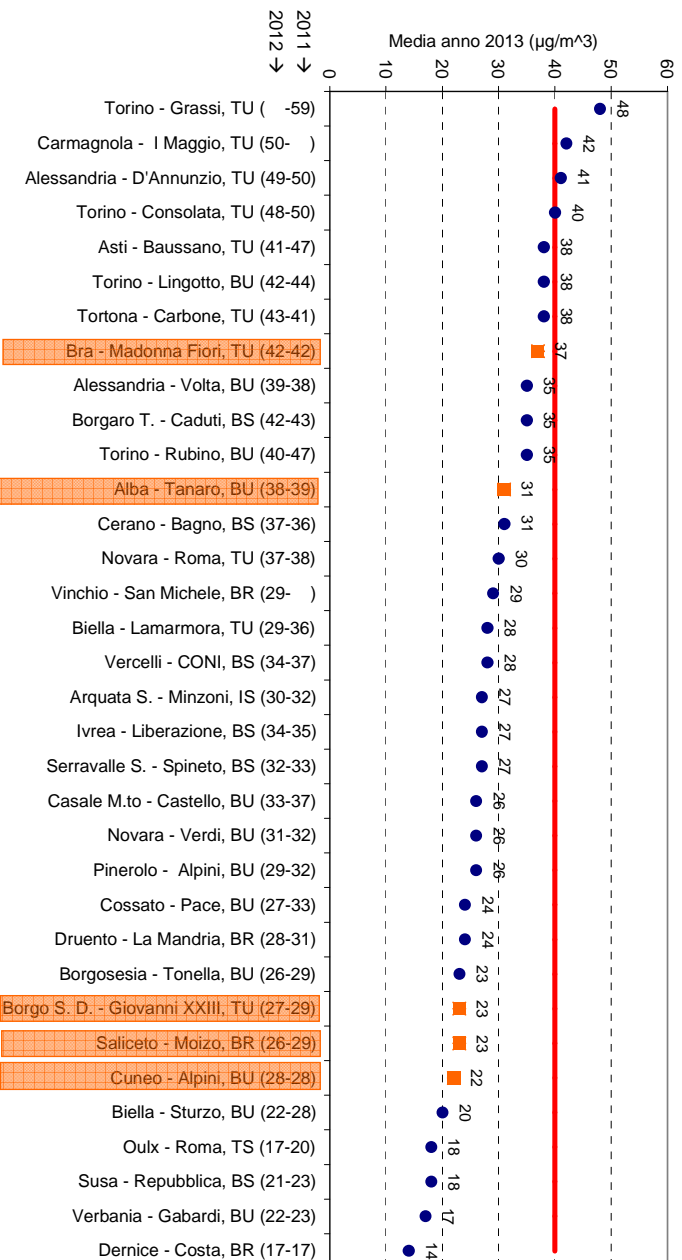


Figura 12)  $PM_{10}$ : concentrazioni medie nelle centraline della regione nel 2013 in ordine decrescente (sulle ascisse, dopo il nome è indicata la tipologia della stazione e le caratteristiche della zona: TU=Traffico Urbana, BU=Background Urbana, TS=Traffico Suburbana, BS=Background Suburbana, BR= Background Rurale, IS= Industriale Suburbana; tra parentesi, le concentrazioni medie del 2012 e del 2011; evidenziate in arancione le centraline della provincia di Cuneo).

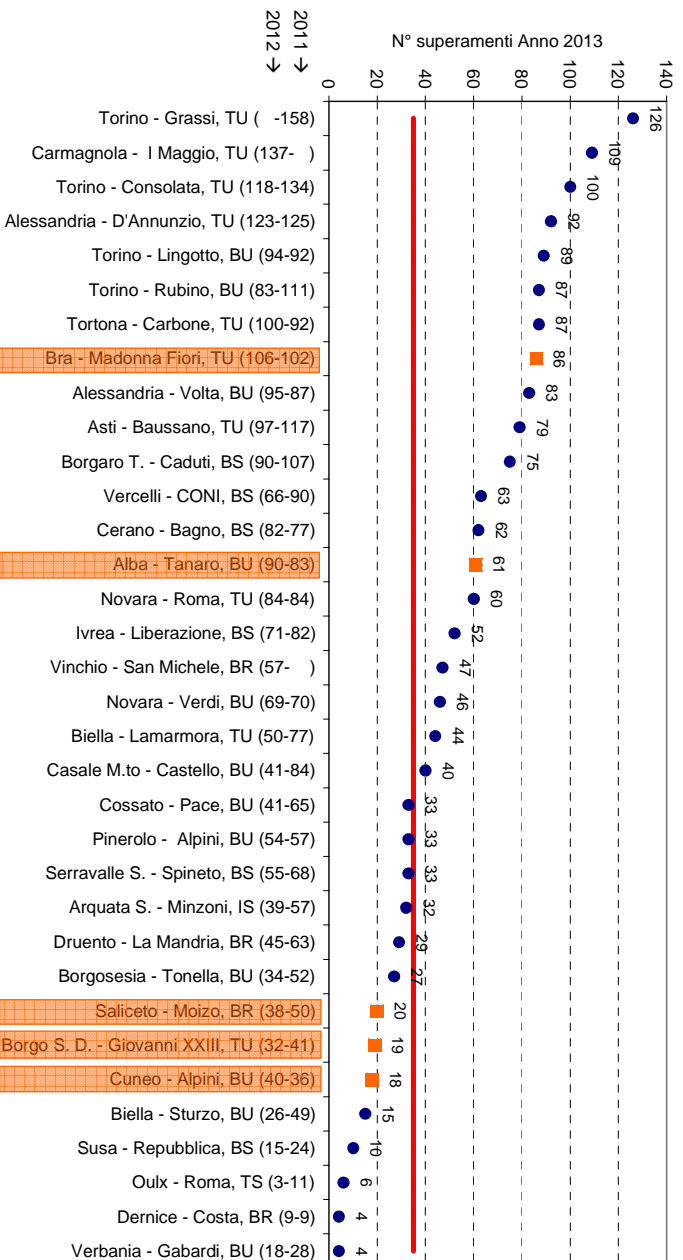


Figura 13)  $PM_{10}$ : numero di superamenti del limite giornaliero nelle centraline della regione nel 2013 in ordine decrescente (sulle ascisse dopo il nome è indicata la tipologia della stazione e le caratteristiche della zona: TU=Traffico Urbana, BU=Background Urbana, TS=Traffico Suburbana, BS=Background Suburbana, BR= Background Rurale, IS= Industriale Suburbana; tra parentesi, il numero di superamenti del 2012 e del 2011; evidenziate in arancione le centraline della provincia di Cuneo).

---

I risultati dei monitoraggi svolti nel quadrante Nord Ovest della provincia confermano una situazione d'inquinamento da polveri sottili che sul territorio della nostra provincia "peggiora" procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura, con situazioni "aggravate" nei punti maggiormente esposti a emissioni locali intense, nella fattispecie dovute al traffico veicolare.

## OZONO – O<sub>3</sub>

L'ozono presente nella parte bassa dell'atmosfera è un inquinante secondario, ovvero la sua formazione è legata alla presenza di altri inquinanti (precursori), quali ossidi di azoto e composti organici volatili, che reagiscono catalizzati da fattori meteorologici in particolare dalla radiazione solare e dalla temperatura dell'aria. Conseguentemente questa molecola ha un andamento caratteristico nell'arco della giornata: concentrazioni più basse nelle ore notturne e nelle prime ore del mattino, che aumentano con l'innalzarsi della temperatura e della radiazione solare dalla tarda mattinata al pomeriggio. Analogamente l'ozono presenta un andamento stagionale in cui la concentrazione inizia a crescere in primavera per raggiungere valori massimi nei mesi estivi. Questi due comportamenti si riscontrano nel grafico seguente dove è rappresentato, per ogni campagna di monitoraggio, il giorno medio, ottenuto mediando i dati rilevati alla stessa ora di ogni giorno; i valori minori sono quelli relativi alle campagne svoltesi nei mesi più freddi.

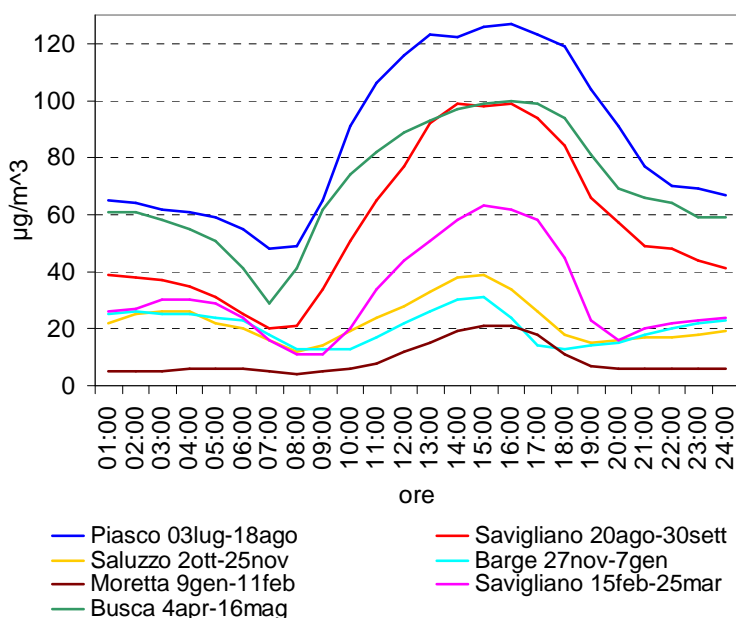


Figura 14) O<sub>3</sub>: giorno medio di tutte le campagne di monitoraggio.

Nel grafico di figura 15 le concentrazioni massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile in ogni sito di monitoraggio sono state confrontate con quelle della centralina di Alba. Il buon accordo tra gli andamenti conferma il carattere ubiquitario tipico di questo inquinante, che è infatti considerato un inquinante “transfrontaliero”, e consente di affermare che i valori della centralina della rete sono rappresentativi anche dei comuni oggetto dell'indagine ambientale.

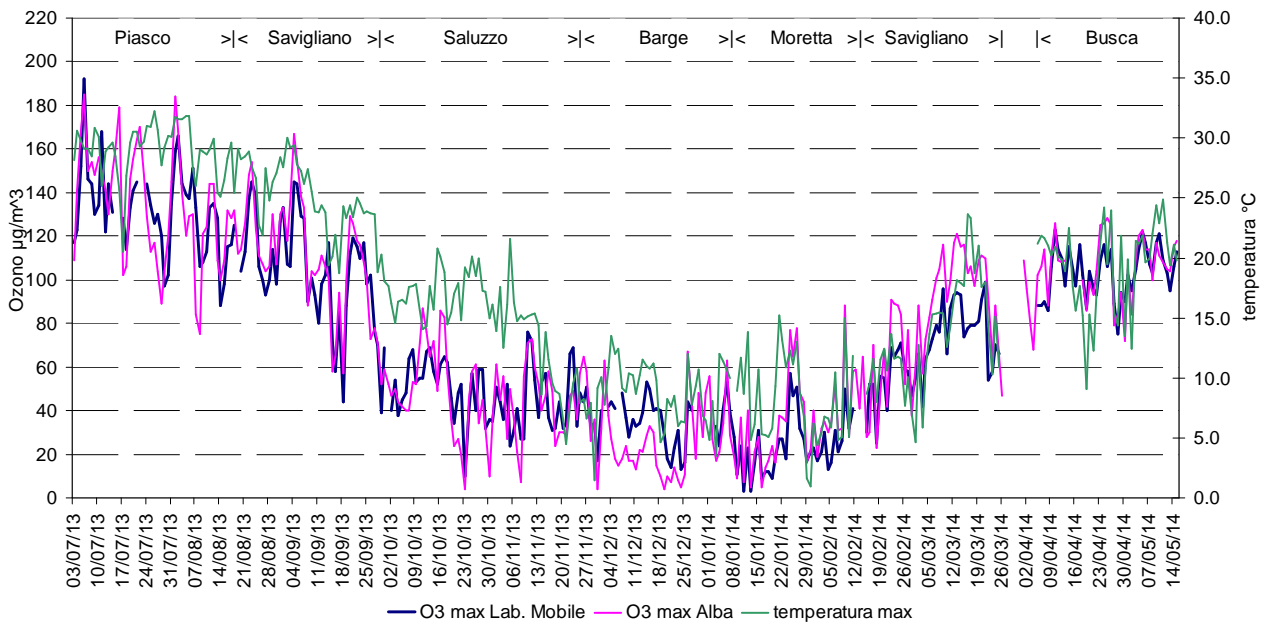


Figura 15) Concentrazioni massime giornaliere di ozono registrate in ciascun sito di monitoraggio con il laboratorio mobile e dalla centralina fissa di Alba e temperatura massima giornaliera misurata dal laboratorio mobile.

Nella stessa figura 15 si osserva l'andamento stagionale delle concentrazioni dell'ozono: riduzioni progressive con il calo delle temperature e della riduzione della durata dell'insolazione, per tornare a crescere a partire all'incirca da febbraio.

La concomitanza tra i picchi di temperatura e di concentrazione dimostra come la temperatura sia uno degli elementi fondamentali per innescare i processi di formazione dell'ozono.

Nella figura si possono individuare i superamenti della soglia di informazione stabilita dalla norma di  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  che si sono verificati solamente nel corso della campagna nel sito di Piasco. In tale sito i superamenti sono stati registrati il 6 luglio, proprio in corrispondenza dell'evento di inquinamento da ozono più importante del 2013 per la nostra provincia, durante il quale le centraline di Alba e Cuneo hanno misurato le massime concentrazioni orarie di tutto l'anno, superiori alla soglia di informazione.

Per quanto riguarda la situazione relativa al valore obiettivo per la protezione della salute umana si può fare riferimento alla figura seguente dove sono indicati i numeri di giorni con la media massima, calcolata su 8 ore, superiore a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , per le uniche due campagne durante le quali si sono verificati, ovvero quelle estive di Piasco e la prima di Savigliano. L'indicatore ottenuto con i dati del laboratorio mobile è confrontato con quelli delle centraline della provincia dove l'ozono viene misurato, ovvero quelle di Alba, Cuneo e Saliceto, relativi ai medesimi periodi.

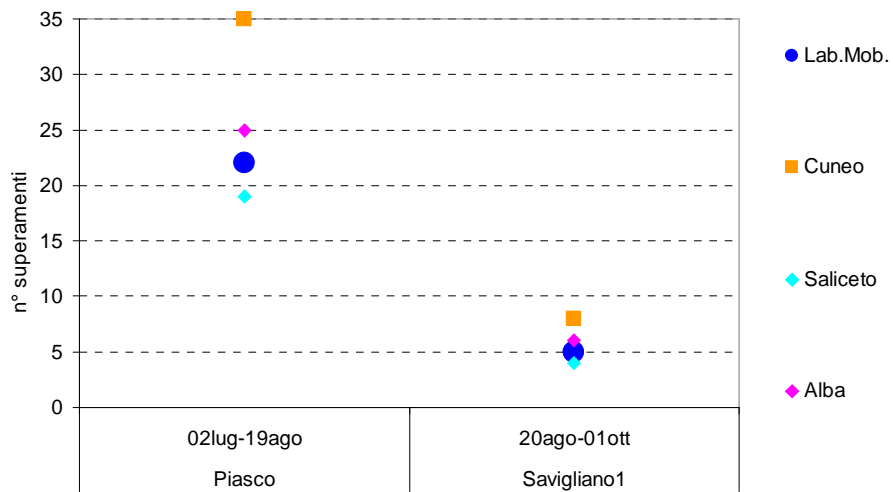


Figura 16) O<sub>3</sub>: numero di giorni con superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m<sup>3</sup> come media massima giornaliera su 8 ore) registrati con il laboratorio mobile (indicati in blu) e presso le centraline fisse della provincia negli stessi periodi.

## BENZENE E MONOSSIDO DI CARBONIO - CO

Il benzene ed il monossido di carbonio sono due inquinanti la cui emissione è legata principalmente al traffico veicolare, ma i cui quantitativi si sono notevolmente ridotti negli anni grazie ai miglioramenti tecnologici nei sistemi di combustione e le modifiche qualitative delle benzine.

Relativamente al **benzene** il Decreto Legislativo 155/2010 riprende il valore limite per la protezione della salute umana, su base annuale, di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  già specificato dalla legislazione precedente; tale limite negli ultimi anni è stato rispettato da tutte le stazioni della rete regionale.

Nel grafico sottostante si riportano le concentrazioni medie ed i valori massimi ottenuti in ogni campagna di monitoraggio eseguita con il laboratorio mobile.

Siccome il monitoraggio eseguito con il laboratorio mobile riguarda un intervallo di tempo limitato dell'anno non è possibile trarre conclusioni dirette sul rispetto del limite annuale, tuttavia i valori sono contenuti e coerenti con quanto registrato dalle centraline della rete regionale.

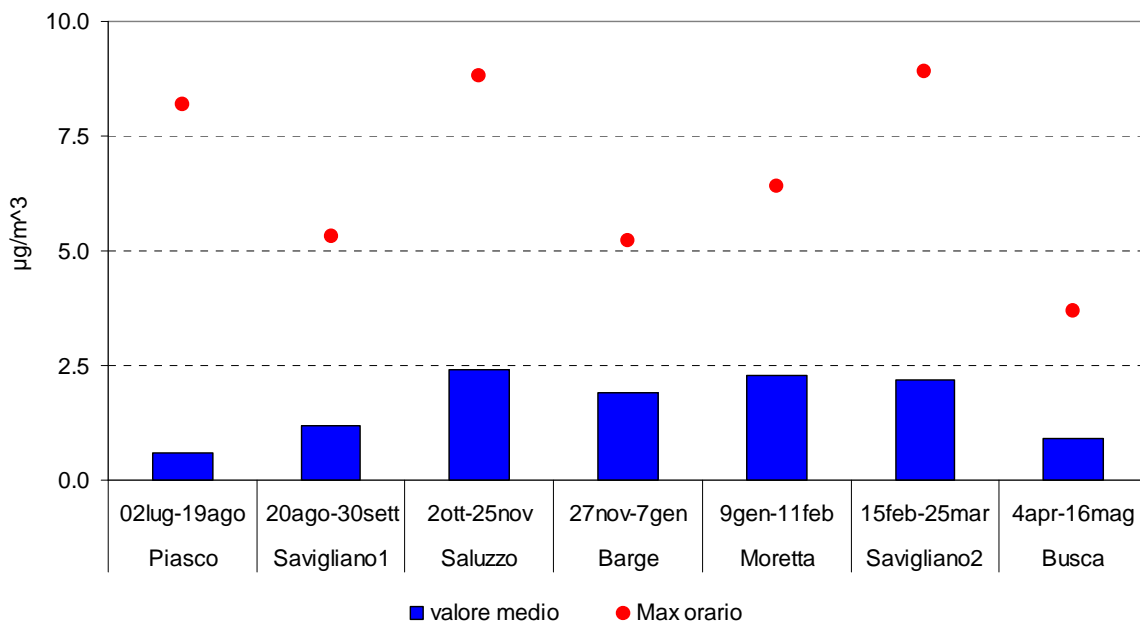


Figura 17) Benzene: concentrazioni medie (in blu) e massime concentrazioni orarie (in rosso) di ogni campagna di monitoraggio con il laboratorio mobile.

Per il **monossido di carbonio** la normativa stabilisce un valore limite per la protezione della salute umana di  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  come media massima giornaliera calcolata su 8 ore.

In provincia di Cuneo i valori di CO registrati dalla rete delle centraline fisse, molto al di sotto del limite sin dall'inizio delle misure, sono andati diminuendo e, negli ultimi cinque anni, la media di questo indicatore è scesa al di sotto di  $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Nel grafico di figura 18 è rappresentato il valore massimo della concentrazione media calcolata su 8 ore per tutti i siti di monitoraggio. I valori riscontrati dal laboratorio mobile, decisamente inferiori al limite normativo indicato con una linea rossa nel grafico, sono in linea con quanto registrato dalla centralina della rete.

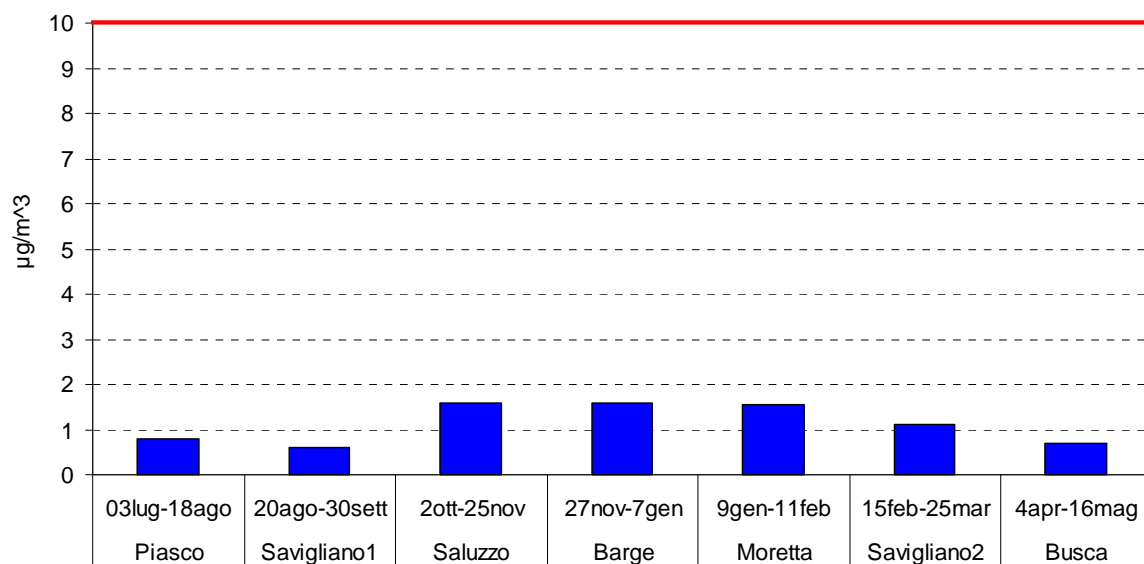


Figura 18) CO: valori della massima concentrazione media giornaliera su otto ore registrati con il laboratorio mobile in ciascun sito di monitoraggio.

## PECULIARITA' DEI SITI MONITORATI

In questo capitolo sono approfondite delle analisi diverse per ciascuna campagna eseguita con il laboratorio mobile al fine di individuare le eventuali peculiarità dei diversi siti di monitoraggio.

### PIASCO

Nel comune di Piasco il monitoraggio della qualità dell'aria è stato eseguito con il laboratorio mobile presso il polo scolastico, in prossimità della strada provinciale n. 8, e con un campionatore trasportabile di poveri PM<sub>10</sub> installato in via Isola superiore n.10 nei pressi della zona artigianale della frazione S. Antonio.

Il monitoraggio è stato svolto all'interno del periodo estivo, che, a causa delle temperature elevate e della maggiore durata dell'insolazione, è caratterizzato dai valori più elevati di tutto l'anno dell'altezza dello strato rimescolato, che è la porzione di atmosfera nella quale si diluiscono gli inquinanti, e pertanto dai valori più contenuti delle concentrazioni di inquinanti tipicamente critici nei mesi invernali come polveri sottili e ossidi di azoto.

L'inquinante critico per il periodo estivo è invece l'ozono per il quale, come è stato indicato nelle pagine precedenti dedicate a questo inquinante, sono stati registrati dei superamenti dei limiti normativi nel sito di Piasco, ma in modo del tutto analogo a quanto rilevato presso le altre centraline della provincia.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, le concentrazioni medie orarie registrate con il laboratorio mobile sono rappresentate, in funzione del tempo, nella figura seguente.

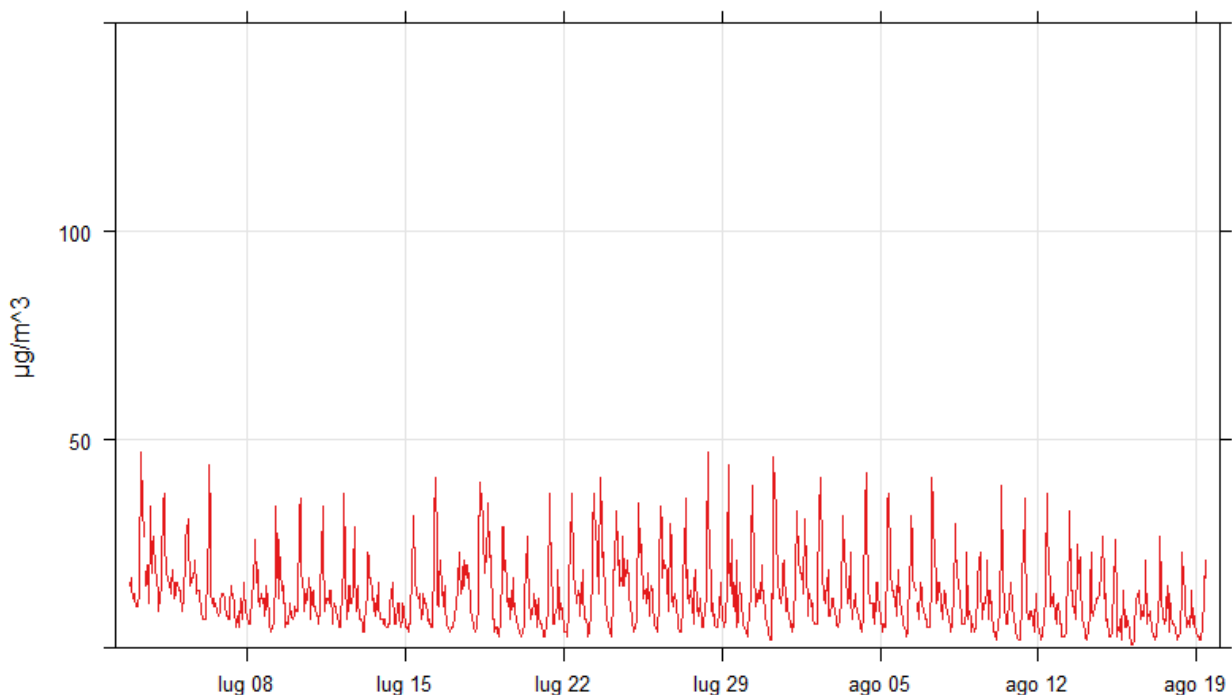


Figura 19) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Piasco nel periodo dal 2 luglio al 19 agosto 2013.

Per confrontare le concentrazioni medie orarie rilevate nel sito di Piasco con quelle rilevate contemporaneamente dalle stazioni della rete fissa provinciale attive nel periodo di analisi, è stata utilizzata la rappresentazione con grafici a box plot.

Essi sintetizzano la posizione dei più di 1100 dati orari ottenuti nella campagna di misura: la scatola, che è il rettangolo centrale, contiene il 50% dei dati (compresi tra il 25° e il 75°



percentile<sup>7</sup>), la linea orizzontale al suo interno è la mediana e la sua posizione all'interno della scatola evidenzia l'eventuale asimmetria (solo in caso di distribuzione simmetrica media e mediana coincidono); i segmenti che escono dalla scatola, i "baffi", delimitano la zona al di fuori della quale i valori sono definiti outliers (anomali) ed esprimono l'asimmetria della distribuzione dei dati degli inquinanti.

Il confronto dei grafici evidenzia come la distribuzione dei dati misurati dal laboratorio mobile nel sito di Piasco interessi concentrazioni molto contenute e superiori solamente a quelle rilevate dalle stazioni di fondo urbano di Mondovì Marinai (dismessa nel dicembre 2013) e da quella di fondo rurale di Saliceto.

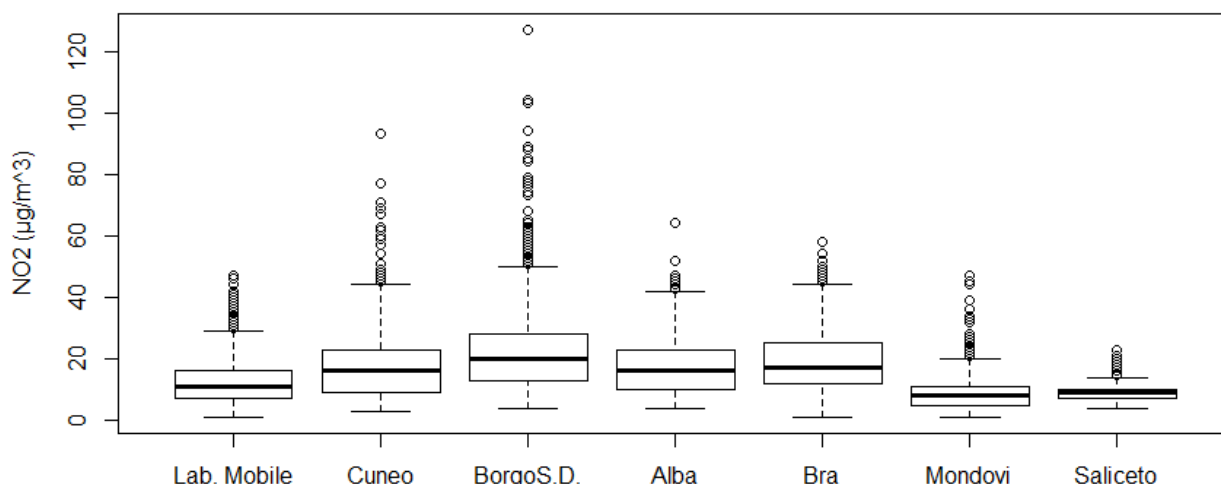


Figura 20) NO<sub>2</sub>: box plots delle concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Piasco e da alcune stazioni della rete fissa provinciale tra il 2 luglio ed il 19 agosto 2013.

Per valutare la presenza di eventuali variazioni ricorrenti delle concentrazioni in particolari ore del giorno, e/o in giorni della settimana, sono state elaborate le settimane medie su base oraria dell'NO<sub>2</sub>, ottenute mediando i dati rilevati alla stessa ora dei diversi giorni della settimana. Esse sono rappresentate nei grafici della figura 21 per il sito di Piasco, e per le centraline di Bra e Mondovì. La fascia colorata rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

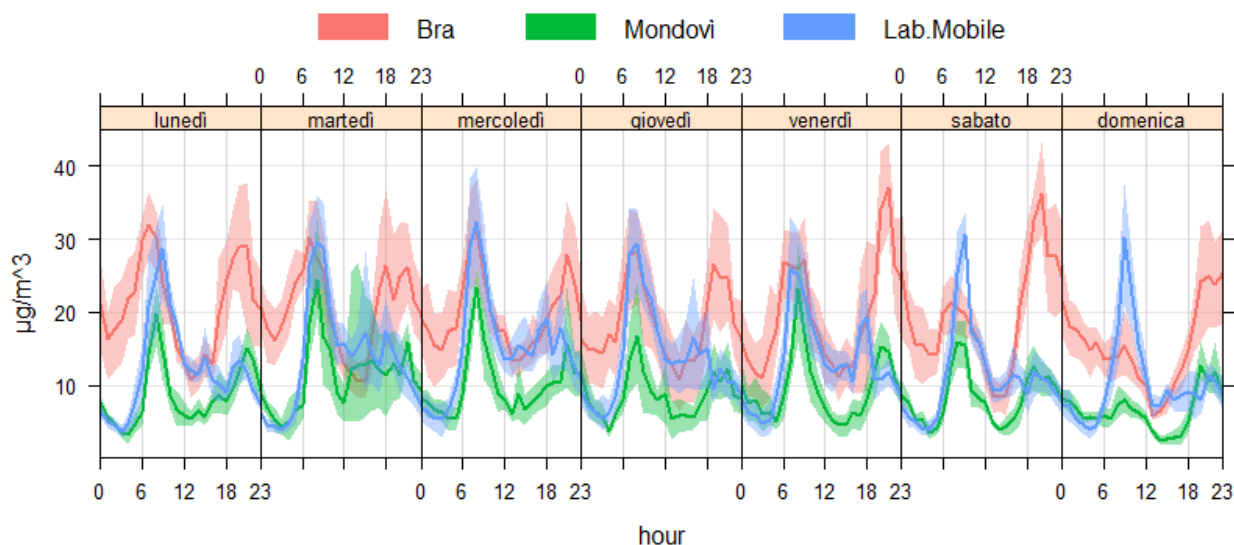


Figura 21) NO<sub>2</sub>: settimana media su base oraria dei dati del laboratorio mobile nel sito di Piasco e delle centraline fisse di Bra Madonna dei Fiori e Mondovì Marinai per il periodo dal 2 luglio al 19 agosto 2013.

<sup>7</sup> Percentile di ordine k (P<sub>k</sub>) è il numero che suddivide la successione dei valori ordinati in senso crescente in due parti, tali che i valori minori o uguali a P<sub>k</sub> siano una percentuale uguale a k%. La mediana corrisponde al 50° percentile.

Nel sito di Piasco l'andamento è caratterizzato da concentrazioni che, partendo da valori simili nelle prime ore del mattino a quelle registrate nel sito di fondo urbano di Mondovì, crescono fino a raggiungere un massimo intorno alle ore 8-9 del mattino (l'ora di riferimento è quella solare) con livelli che, nei giorni dal lunedì al venerdì sono analoghi a quelli del sito da traffico di Bra ma che, a differenza degli altri siti, si presentano anche nei giorni di sabato e domenica.

Nella figura 22 l'andamento della settimana media dell'NO<sub>2</sub> è stato confrontato con quello del benzene misurato nello stesso sito del polo scolastico di Piasco. Non è stato riportato nel confronto l'SO<sub>2</sub>, poiché l'entità delle sue concentrazioni nel periodo di misura sono trascurabili. Sebbene il benzene sia un tracciante solo del traffico dei veicoli alimentati a benzina, il buon accordo con l'andamento del biossido di azoto indica come nel sito di misura la principale sorgente delle emissioni del biossido di azoto sia il traffico veicolare e anche i massimi registrati al mattino siano attribuibili al flusso di automezzi che si mantiene elevato anche nei giorni del fine settimana.

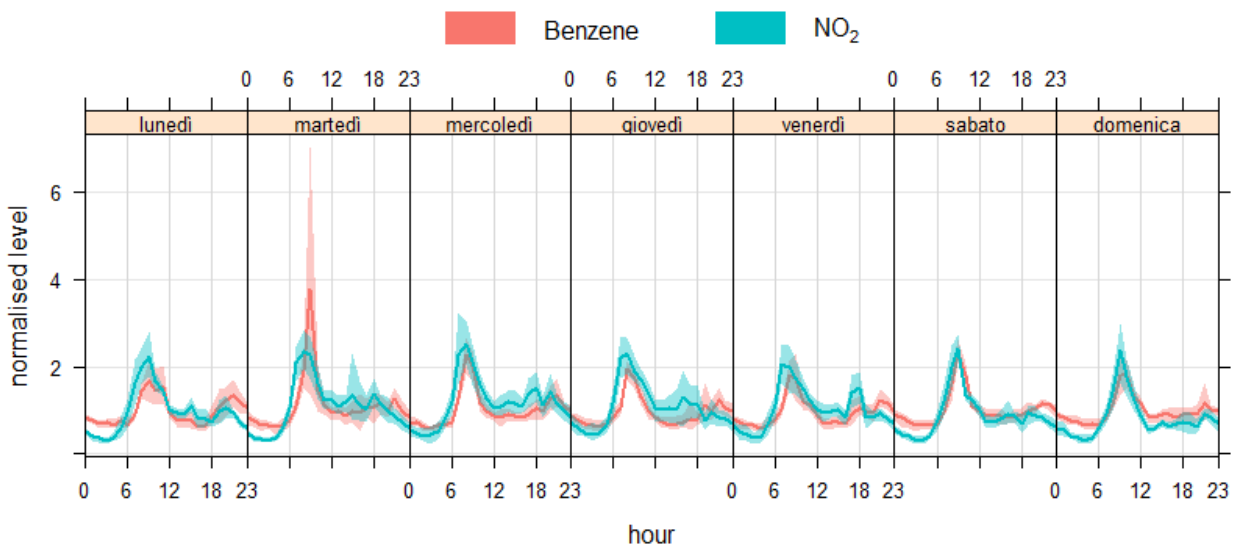


Figura 22) Benzene e biossido di azoto: giorni medi del sito di Piasco per il periodo dal 2 luglio al 19 agosto 2013 (valori normalizzati).

Il picco di benzene del martedì è alterato da un evento di breve durata verificatosi nella mattina di martedì 23 luglio durante il quale sono stati registrati valori particolarmente elevati di benzene (valore massimo orario di 8.2 µg/m<sup>3</sup>). La presenza in contemporanea di un massimo, sebbene con valori molto contenuti, di monossido di carbonio fa ipotizzare un'emissione transitoria da parte di un automezzo nelle immediate vicinanze del laboratorio mobile.

Nella figura 23 è rappresentato il giorno medio delle polveri PM<sub>10</sub> ottenuto a partire dai dati orari di misurati con tecnica nefelometrica, confrontato con quello dell'NO<sub>2</sub>.

Per le polveri sottili emerge una variabilità nelle ore molto contenuta e "ritardata" rispetto a quella dell'NO<sub>2</sub>, ovvero un'evidenza meno "diretta" delle emissioni del traffico. Il PM<sub>10</sub> è infatti costituito, per la maggior parte, dalla componente secondaria che si origina in atmosfera dalla trasformazione di precursori quali NO<sub>x</sub>, VOC, NH<sub>3</sub>... e che richiede un certo tempo di formazione; è inoltre caratterizzato da un lungo tempo di permanenza in atmosfera, e pertanto da una distribuzione su scala spaziale molto ampia.

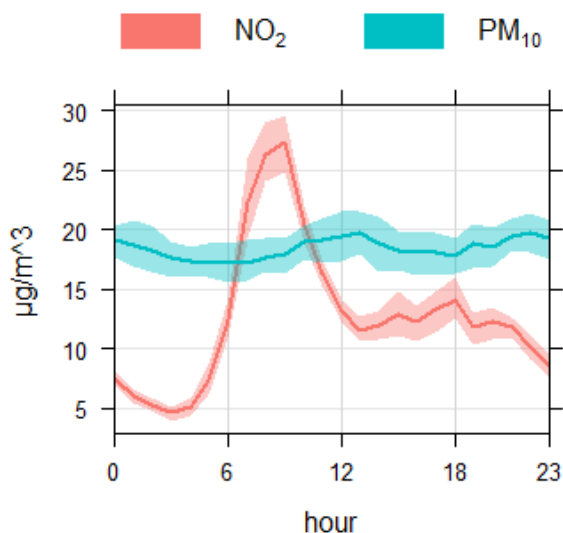


Figura 23)  $NO_2$  e  $PM_{10}$ : giorno medio dei dati del laboratorio mobile nel sito di Piasco per il periodo dal 2 luglio al 19 agosto 2013.

La frazione sottile delle polveri ( $PM_{10}$ ), misurata dal laboratorio mobile sia con tecnica gravimetrica che nefelometrica, è stata campionata in un secondo sito di Piasco, in via Isola superiore, in prossimità della zona artigianale della frazione S. Antonio, con uno strumento portatile gravimetrico.

L'evoluzione nel tempo delle concentrazioni giornaliere di  $PM_{10}$  misurate con la tecnica gravimetrica sono rappresentate nel grafico di figura 24. I valori del  $PM_{10}$  si possono confrontare con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle centraline della rete fissa provinciale dove tale inquinante viene campionato (in grigio) e con quello definito dai valori rilevati presso le centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu).

Si può osservare come, nel periodo in analisi, le concentrazioni giornaliere siano sempre state inferiori al limite normativo di  $50 \mu g/m^3$  su tutta la regione e come le concentrazioni rilevate a Piasco seguano le variazioni comuni al resto del territorio, con valori contenuti all'interno dell'intervallo definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo.

I valori relativi al sito di via Isola superiore sono per lo più inferiori a quelli misurati presso il polo scolastico; i dati dei due siti diventano prossimi in corrispondenza delle giornate con precipitazioni atmosferiche che determinano l'abbattimento delle polveri.

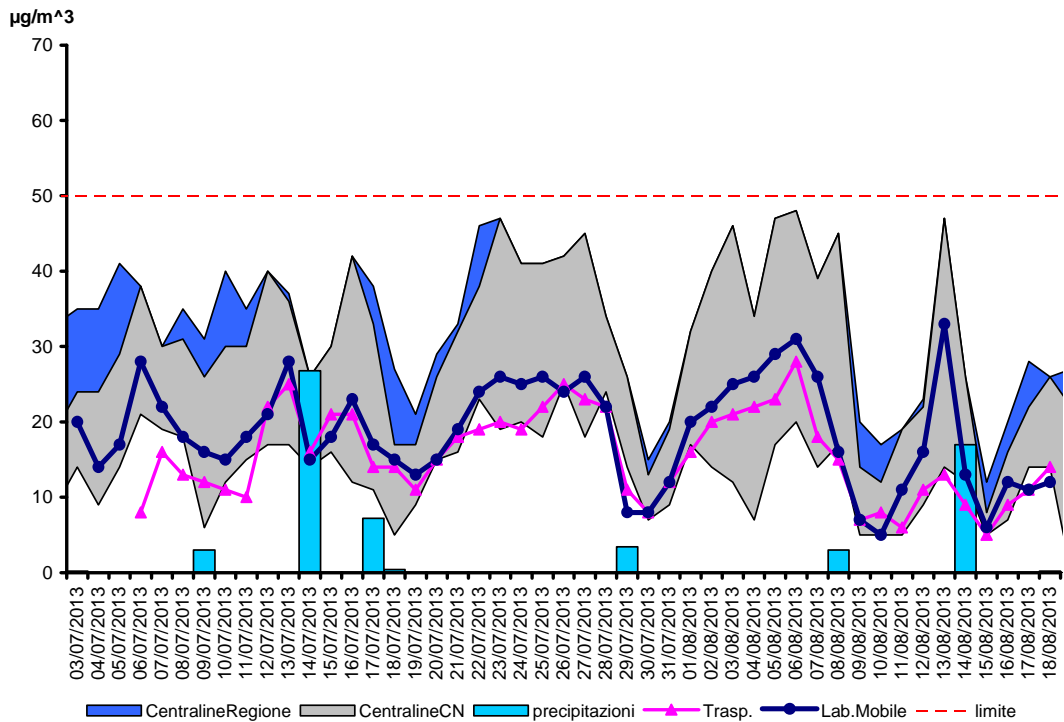


Figura 24) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate nei siti di Piasco- polo scolastico e in via Isola superiore. Confronto con l'intervallo di concentrazioni di PM<sub>10</sub> definito dai dati delle centraline fisse della provincia di Cuneo (in grigio) e delle centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu). Precipitazioni giornaliere registrate nella stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo.

## SAVIGLIANO

Il sito di Savigliano dove si è svolto il monitoraggio della qualità dell'aria è stato selezionato per la criticità della sua esposizione al traffico, in corso Roma, davanti alla sede comunale, nel pieno centro cittadino. Data la potenziale criticità del traffico indotto dalle scuole, nel sito sono state eseguite due campagne in due differenti periodi dell'anno: una prima nel periodo estivo, a cavallo della riapertura delle scuole, per poter valutare la presenza di una variazione nella situazione della qualità dell'aria dovuta al traffico indotto dall'attività scolastica, ed una seconda all'interno del periodo generalmente più critico per l'inquinamento atmosferico: i mesi freddi dell'anno, in cui l'aumento delle emissioni anche legate al riscaldamento, ma in particolar modo le condizioni meteorologiche, favoriscono il ristagno degli inquinanti e pertanto l'aumento delle loro concentrazioni.

Le concentrazioni medie di biossido di azoto e polveri sottili misurate nel sito di Savigliano e analizzate nel capitolo precedente, hanno evidenziato valori superiori a quelle registrate nei medesimi periodi dalle centraline della provincia. Pertanto verranno ora analizzate con maggior dettaglio le concentrazioni di questi inquinanti misurati nel sito di corso Roma.

Nel sito di Savigliano, oltre alla frazione *sottile* (PM<sub>10</sub>), è stata campionata anche la frazione *fine* o *respirabile* (PM<sub>2.5</sub>) delle polveri.

L'evoluzione nel tempo delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> misurate con tecnica gravimetrica nel corso delle due campagne sono rappresentate nel grafico di figura 25. I valori del PM<sub>10</sub> si possono confrontare con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle centraline della rete fissa provinciale dove tale inquinante viene campionato (in grigio) e con quello definito dai valori rilevati presso le centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu).

Si può osservare come, sebbene gli andamenti siano generalmente coerenti con quanto si verifica sul territorio provinciale, soprattutto nei periodi caratterizzati dall'accumulo degli inquinanti le concentrazioni del sito di corso Roma superino i valori della rete per raggiungere i valori misurati dalle altre centraline regionali considerate.

La somiglianza tra gli andamenti delle concentrazioni del PM<sub>10</sub> e del PM<sub>2.5</sub> indicano come la variazione del tempo della frazione PM<sub>10</sub> sia dominata dalla variazione della frazione PM<sub>2.5</sub> e come quest'ultima abbia un ruolo predominante durante gli episodi di inquinamento rilevanti del periodo invernale. Il rapporto PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>, calcolato per i giorni nei quali la frazione PM<sub>10</sub> è superiore a 50 µg/m<sup>3</sup>, assume il valore di 0.59 durante la prima campagna e 0.74 nella seconda.

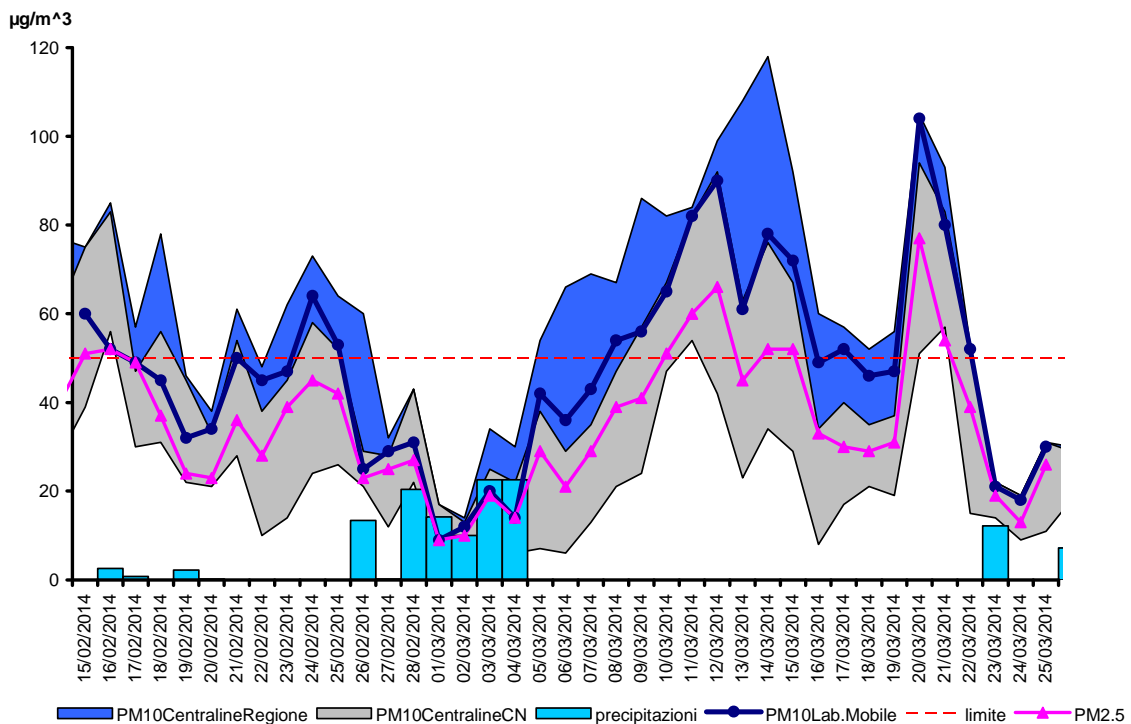
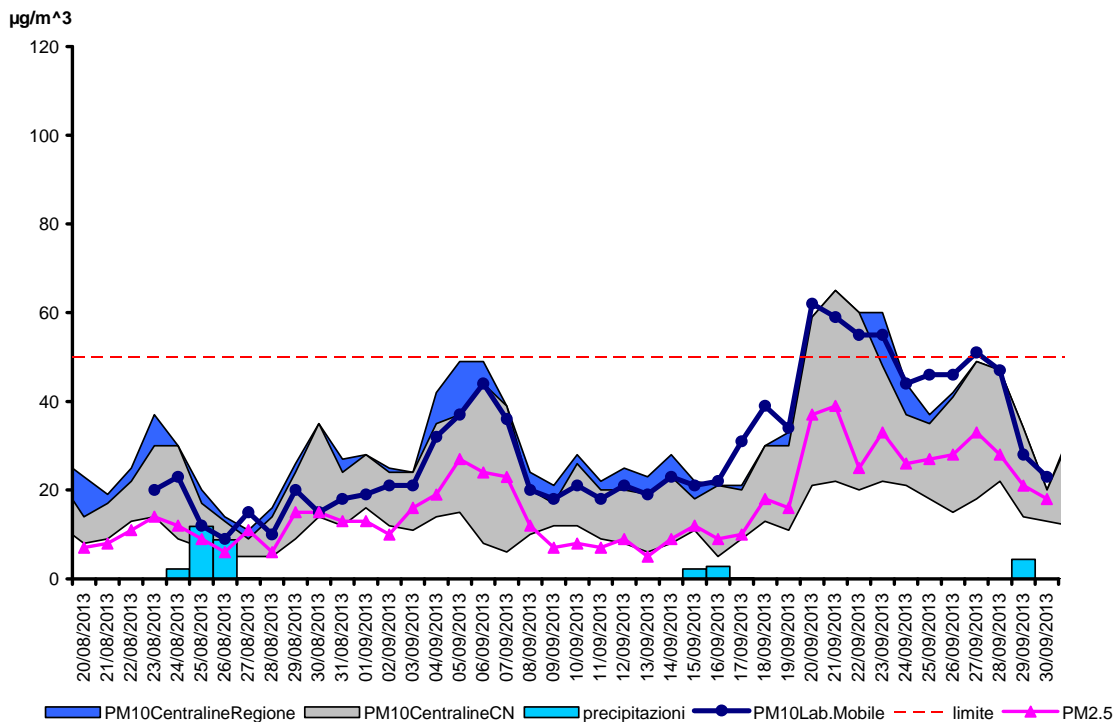


Figura 25)  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ : concentrazioni medie giornaliere rilevate nel sito di Savigliano. Confronto con l'intervallo di concentrazioni di  $PM_{10}$  definito dai dati delle centraline fisse della provincia di Cuneo (in grigio) e delle centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu). Precipitazioni giornaliere registrate nella stazione meteorologica di Marene.

Per quanto riguarda l' $NO_2$ , le concentrazioni medie orarie registrate durante le due campagne di Savigliano sono rappresentate, in funzione del tempo, nei due grafici della figura seguente. E' evidente una netta differenza tra i livelli dell'inquinante nelle due campagne: nel periodo invernale non solo i massimi aumentano ma anche le

concentrazioni notturne, sebbene scendano a dei minimi relativi, si mantengono a livelli elevati. Nella prima campagna è ben visibile una riduzione periodica delle concentrazioni durante i giorni del fine settimana che, nel secondo periodo, diventa meno evidente.

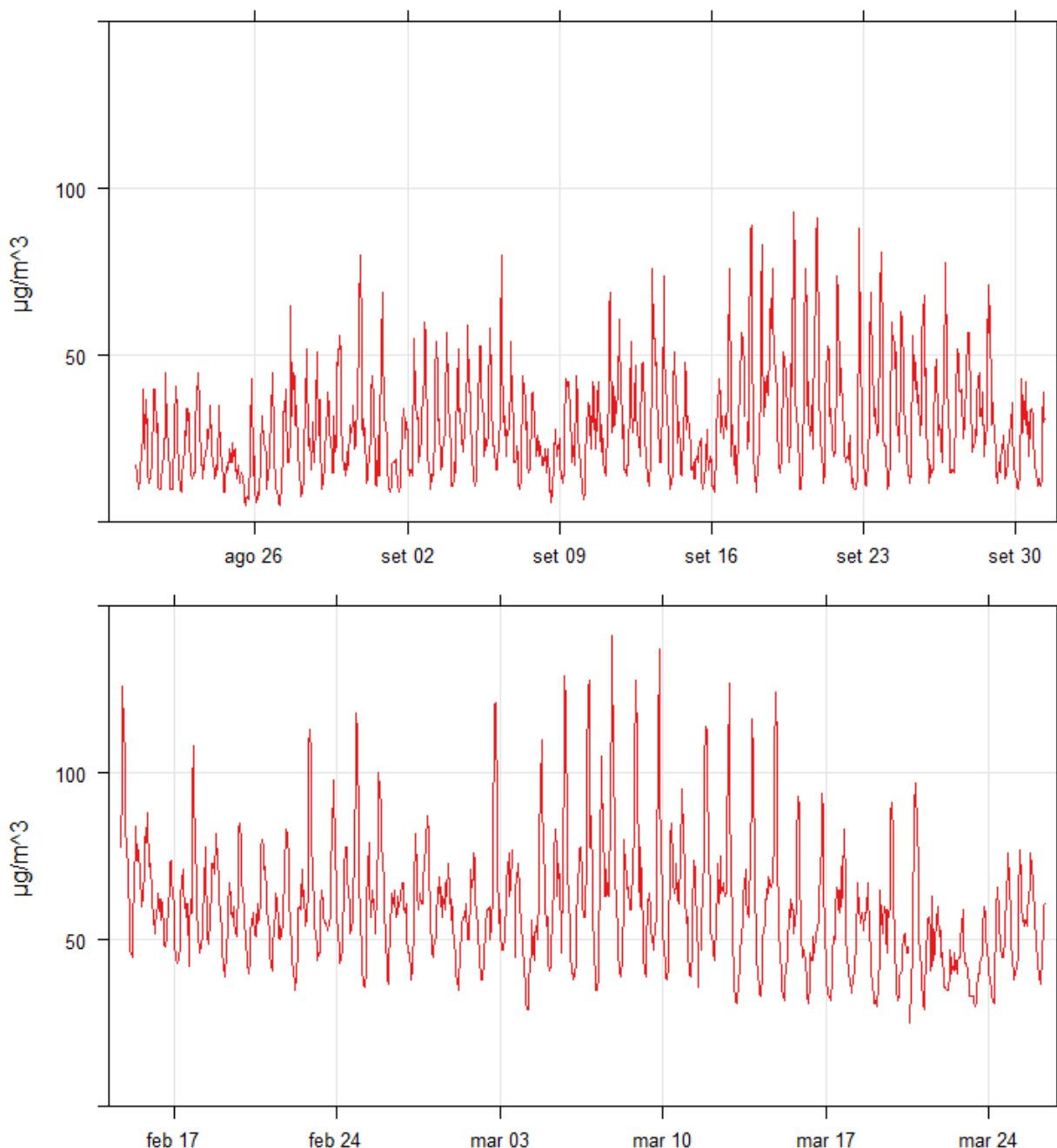


Figura 26) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Savigliano nei periodi dal 19 agosto al 1 ottobre 2013 e dal 14 febbraio al 26 marzo 2014.

Per confrontare tali concentrazioni medie orarie rilevate nel sito di corso Roma di Savigliano con quelle rilevate contemporaneamente nei siti delle stazioni della rete fissa provinciale e delle altre stazioni della regione già considerate per le elaborazioni del capitolo precedente, è stata usata la rappresentazione con grafici a box plot. Essi sintetizzano la posizione dei più di 900 dati orari di ciascuna campagna (più di 1000 nella prima): la scatola, che è il rettangolo centrale, contiene il 50% dei dati (compresi tra il 25° e il 75° percentile<sup>8</sup>), la linea orizzontale al suo interno è la mediana e la sua posizione all'interno della scatola evidenzia l'eventuale asimmetria (solo in caso di distribuzione

<sup>8</sup> Percentile di ordine k (P<sub>k</sub>) è il numero che suddivide la successione dei valori ordinati in senso crescente in due parti, tali che i valori minori o uguali a P<sub>k</sub> siano una percentuale uguale a k%. La mediana corrisponde al 50° percentile.

simmetrica media e mediana coincidono); i segmenti che escono dalla scatola, i “baffi”, delimitano la zona al di fuori della quale i valori sono definiti outliers (anomali) ed esprimono l’asimmetria della distribuzione dei dati degli inquinanti.

I grafici della campagna estiva evidenziano valori superiori a quelli rilevati presso le stazioni fisse della nostra provincia, sebbene le distribuzioni siano in parte sovrapponibili; statisticamente i dati di Savigliano risultano assimilabili in media a quelli della stazione di fondo di Torino Rubino.

Le concentrazioni della campagna invernale, nettamente superiori a quelle della rete provinciale, risultano invece intermedie tra quelle rilevate nella postazione di traffico di Torino Consolata e quelle della stazione di fondo urbano di Torino Rubino (test statistico di Wilcoxon-Mann-Whitney).

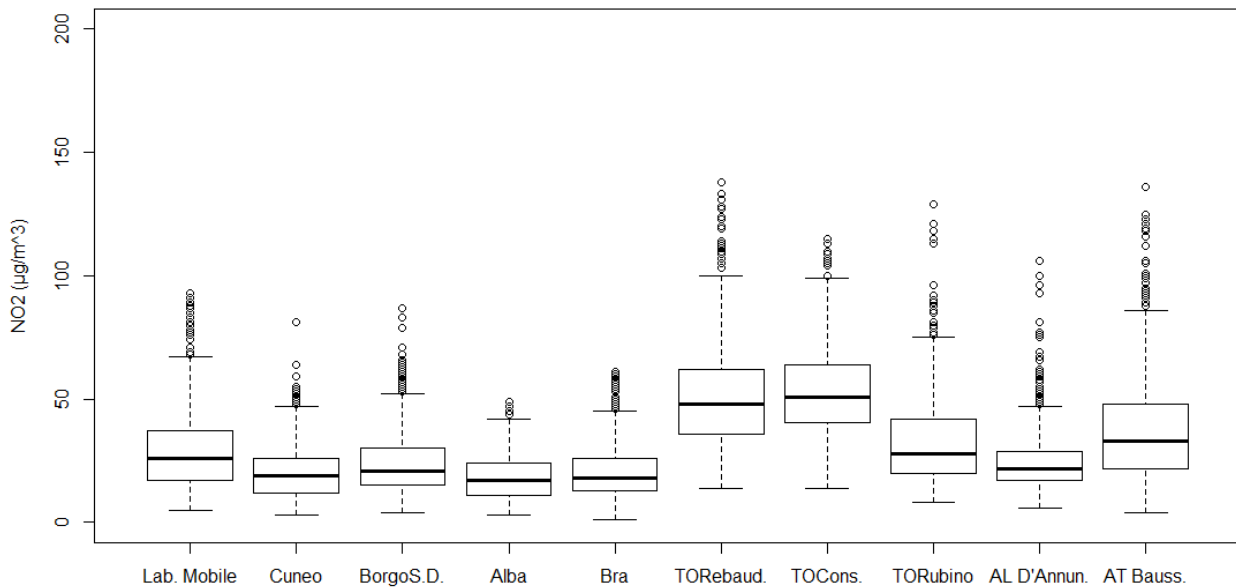


Figura 27) NO<sub>2</sub>: box plots delle concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Savigliano e da alcune stazioni della rete fissa tra il 19 agosto ed il 1° ottobre 2013.

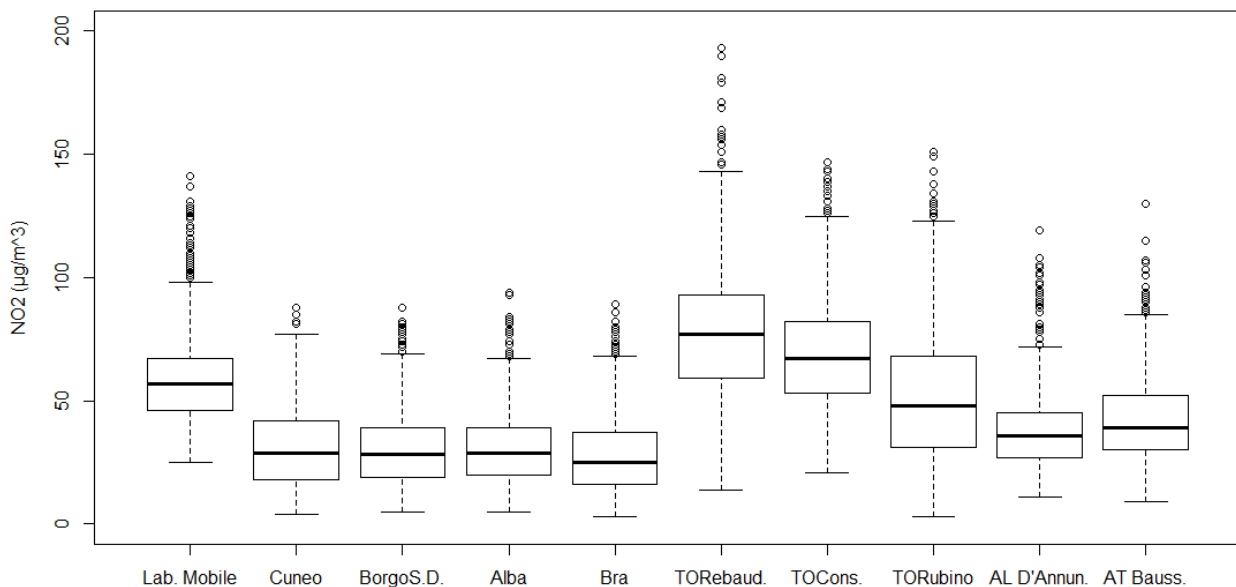


Figura 28) NO<sub>2</sub>: box plots delle concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Savigliano e da alcune stazioni della rete fissa tra il 14 febbraio ed il 26 marzo 2014.

Per valutare la presenza di eventuali variazioni ricorrenti delle concentrazioni in particolari ore del giorno, e/o in giorni della settimana, sono stati elaborati il giorno medio e la settimana media dell’NO<sub>2</sub>, ottenuti, il primo, mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno, ed il secondo mediando i dati rilevati nello stesso giorno di ciascuna settimana. Essi sono rappresentati nei grafici della figura 29 per il sito di Savigliano, e per



le centraline di Torino Rebaudengo, Consolata e Rubino. La fascia colorata rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

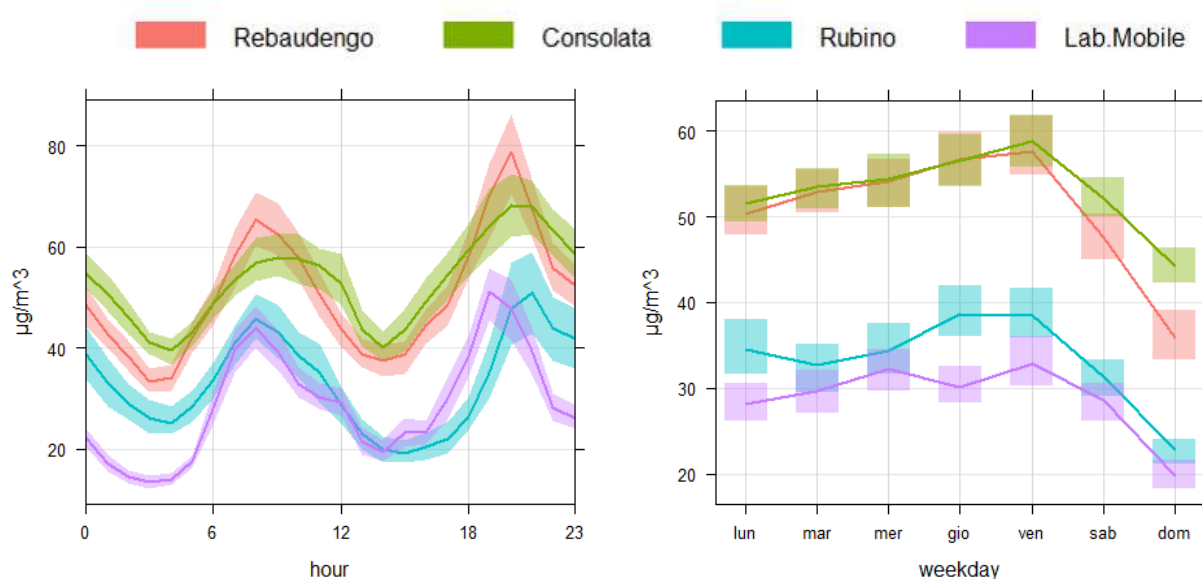


Figura 29) NO<sub>2</sub>: giorno medio e settimana media dei dati del laboratorio mobile nel sito di Savigliano e delle centraline fisse di Torino Rebaudengo, Consolata e Rubino per il periodo dal 19 agosto al 1° ottobre 2013.

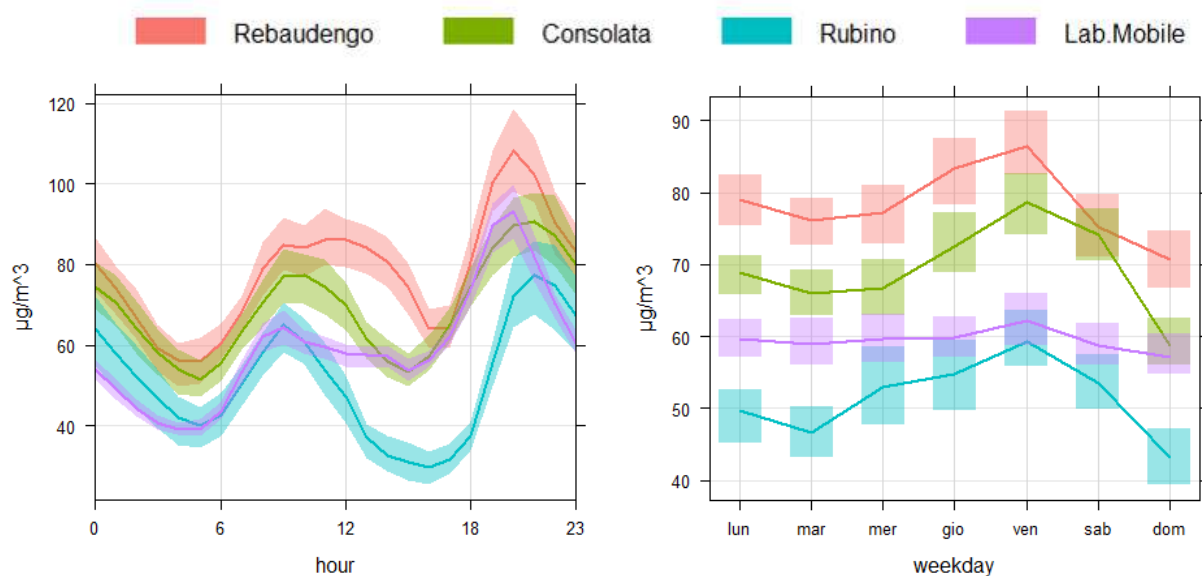


Figura 30) NO<sub>2</sub>: giorno medio e settimana media dei dati del laboratorio mobile nel sito di Savigliano e delle centraline fisse di Torino Rebaudengo, Consolata e Rubino per il periodo dal 14 febbraio al 26 marzo 2014.

Il giorno medio della campagna estiva di Savigliano è simile, per andamento ed entità, a quello di Torino Rubino, dal quale si differenzia per i valori notturni, che a Savigliano scendono a minimi giornalieri assoluti ed inferiori a quelli della stazione di fondo di Torino. L'andamento è caratterizzato dai due picchi di concentrazione legati alle ore di punta del traffico: uno centrato intorno alle ore 8 e l'altro alle ore 19 (l'ora di riferimento è quella solare).

Nella settimana media del periodo estivo sono evidenti per tutti i siti, Savigliano compreso, riduzioni nette delle concentrazioni nei giorni del fine settimana ed in particolare nella domenica.

Nel periodo invernale, i livelli risultano più elevati, rispetto al periodo estivo, in tutti i siti, e nella postazione di Savigliano cambia anche l'andamento del giorno medio: dopo aver raggiunto il massimo del mattino verso le ore 8-9 (simile a quello della stazione di fondo di

Rubino), le concentrazioni si mantengono a livelli elevati e ricominciano nuovamente a crescere dalle 17 determinando il massimo nelle ore serali (analogo a quello della stazione da traffico di Consolata). Dal grafico della settimana media si può osservare come le concentrazioni medie giornaliere diventino pertanto maggiori di quelle della postazione di fondo di Torino Rubino. A differenza di quanto avviene nelle altre stazioni considerate, in questo periodo la riduzione delle concentrazioni medie giornaliere durante il fine settimana è molto contenuta nel sito di Savigliano.

Sebbene il contenuto di zolfo nei carburanti sia ormai molto basso e pertanto le concentrazioni in aria ambiente di SO<sub>2</sub> siano prossime ai limiti di rilevabilità strumentali, nei due grafici di figura 31, i giorni medi dell'NO<sub>2</sub> delle due campagne sono confrontati su scala normalizzata con quelli del benzene, tracciante del traffico dei veicoli alimentati a benzina, e dell'SO<sub>2</sub>, assunto come tracciante del traffico dei veicoli alimentati a gasolio. Il confronto degli andamenti indica come, anche in questo sito di misura, la principale sorgente delle emissioni del biossido di azoto possa essere attribuita al traffico veicolare.

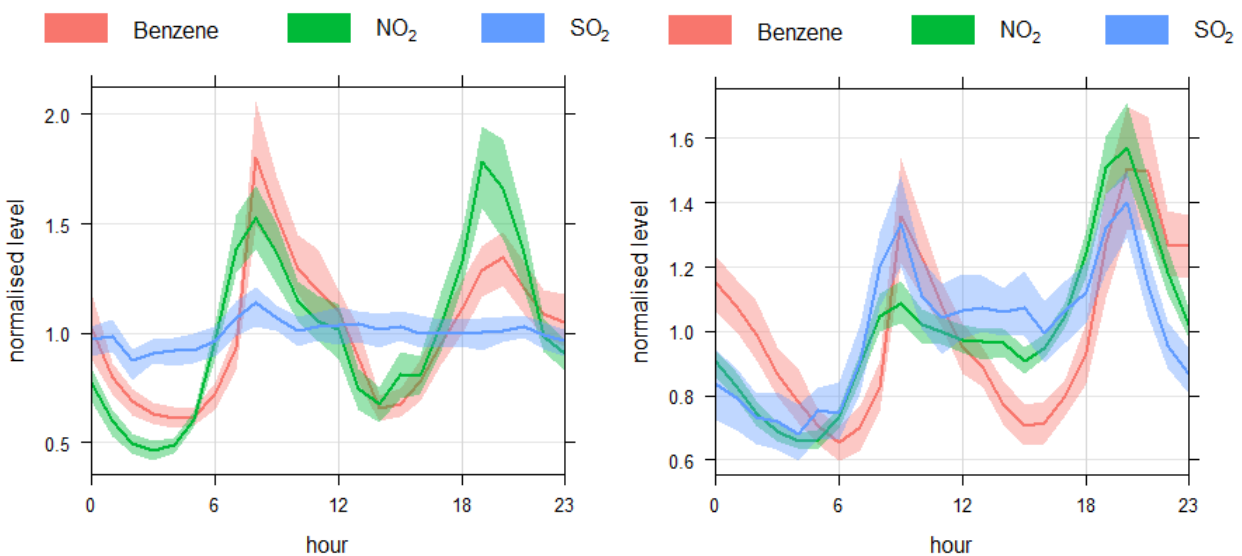


Figura 31) Benzene biossido di zolfo e biossido di azoto: giorni medi del sito di Savigliano per il periodo dal 19 agosto al 1° ottobre 2013 (a sinistra) e dal 14 febbraio al 26 marzo 2014 (a destra), valori normalizzati.

Il confronto tra gli andamenti, sia del giorno medio sia della settimana media, del biossido di azoto e del PM<sub>10</sub> (ottenuti dai dati orari misurati con tecnica nefelometrica) sembra indicare un ritardo nelle variazioni delle concentrazioni delle polveri sottili rispetto a quelle dell'NO<sub>2</sub>. Infatti, soprattutto nel periodo estivo, la crescita delle concentrazioni delle polveri è più lenta e graduale come anche la diminuzione. Tale ritardo si può spiegare con i maggiori tempi di permanenza in atmosfera del particolato e con i tempi necessari alla formazione della sua frazione "secondaria".

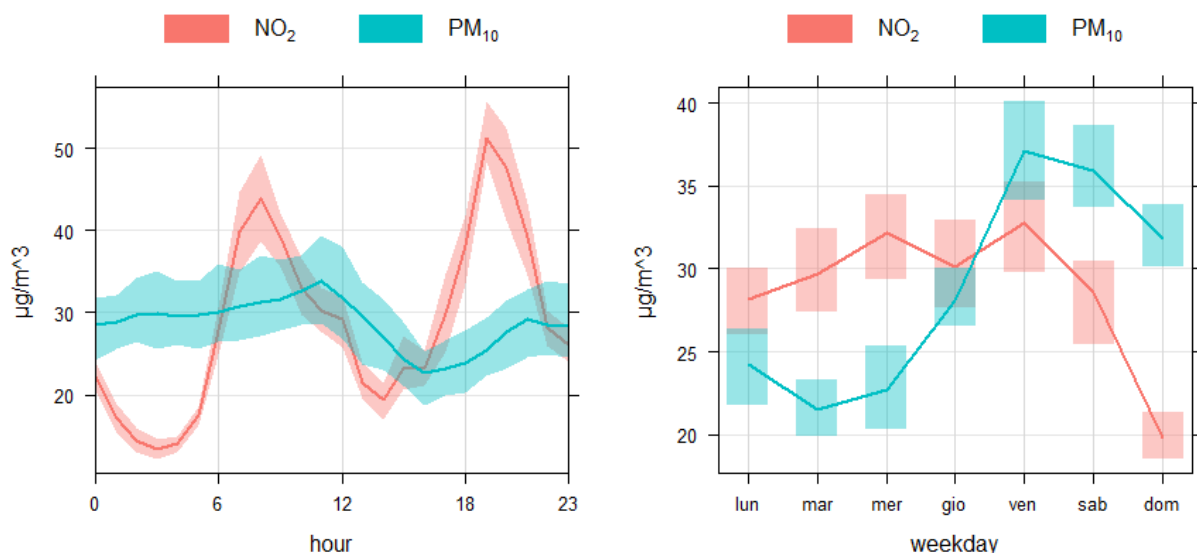


Figura 32)  $NO_2$  e  $PM_{10}$ : giorni medi e settimane medie dei dati del laboratorio mobile nel sito di Savigliano per il periodo dal 19 agosto al 1° ottobre 2013.

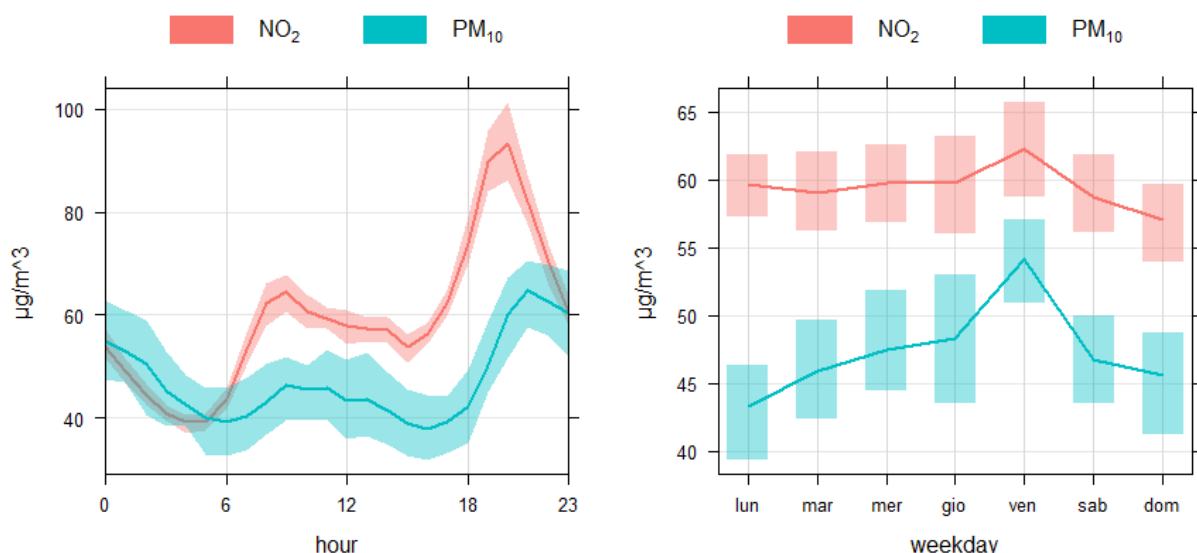


Figura 33)  $NO_2$  e  $PM_{10}$ : giorni medi e settimane medie dei dati del laboratorio mobile nel sito di Savigliano per il periodo dal 14 febbraio al 26 marzo 2014.

I dati della velocità del vento misurati dall’anemometro collocato sul laboratorio mobile indicano per la seconda campagna svolta nel sito di corso Roma una particolare situazione di “stagnazione” della massa d’aria presente al suo interno. Infatti, se già nella campagna estiva la percentuale di calme di vento, ovvero di ore con velocità media inferiore a 0.5 m/s, era molto elevata e pari al 63%, nel periodo invernale è stata pari al 93%.

Le concentrazioni orarie di  $NO_2$  sono state quindi analizzate in relazione ai corrispondenti dati di velocità del vento e sono state calcolate le concentrazioni dei giorni medi suddividendo i dati orari di ciascun periodo a seconda della presenza o meno della calma di vento<sup>9</sup>. Sebbene il numero di ore senza calma di vento sia, soprattutto nel periodo invernale, limitato e pertanto la significatività statistica si riduca (si veda come si allarga l’intervallo di confidenza), è comunque evidente nella figura 34 la notevole diminuzione delle concentrazioni nelle ore con presenza di vento.

<sup>9</sup> Per tali elaborazioni sono state considerate come “calma di vento” le velocità inferiori od uguali a 0.3 m/s.

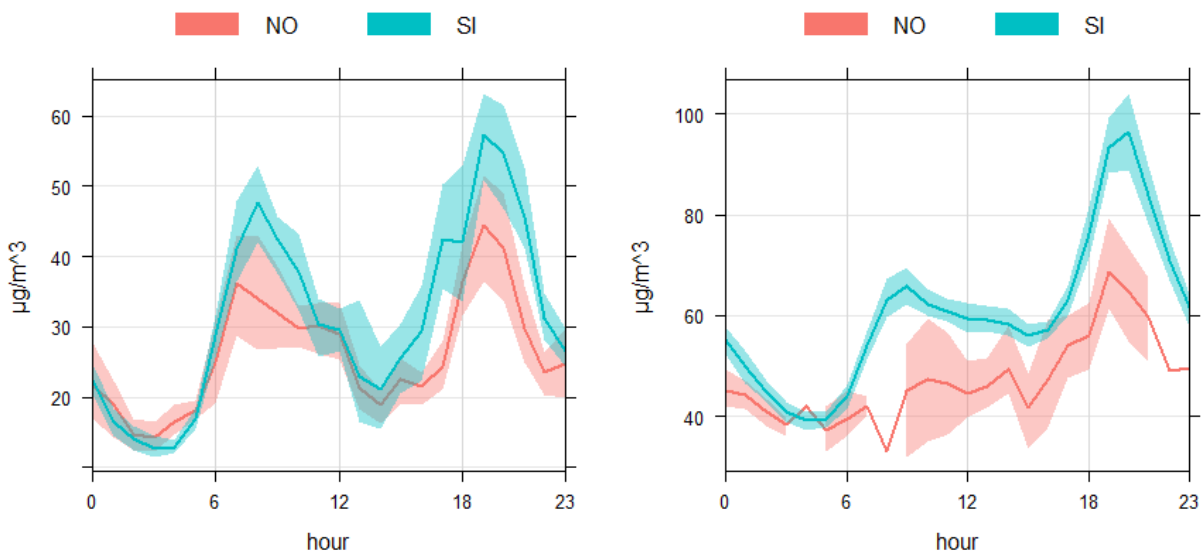


Figura 34) NO<sub>2</sub>: confronto tra i giorni medi nei casi di presenza di calma di vento (in blu) e in assenza di calma di vento (in rosso) per il periodo dal 19 agosto al 1° ottobre 2013 (a sinistra) e dal 14 febbraio al 26 marzo 2014 (a destra).

Per ricercare la presenza di un eventuale aumento dell'inquinamento determinato dalla riapertura delle attività scolastiche, avvenuta il 10 settembre 2013, i dati della campagna estiva sono stati suddivisi nel periodo precedente a tale data e nel periodo seguente. Va considerato però che le scuole non sono l'unica variabile, e che un fattore importante nell'aumento delle concentrazioni che sempre si riscontra avanzando dal periodo estivo a quello autunnale, e quindi tra i due set di dati considerati, è determinato dalla riduzione del rimescolamento dell'atmosfera a causa della progressiva riduzione dell'insolazione e della temperatura.

Nei due grafici di figura 35 sono rappresentati giorni medi e settimane medie per i periodi precedenti (in rosso) e seguenti (in verde) l'apertura delle scuole, e la differenza (in blu) dei risultati ottenuti per i due periodi. Come si può osservare, per il periodo dopo il 10 settembre, è presente un aumento delle concentrazioni, ma il fatto che tale aumento non sia "concentrato" nelle ore di inizio e fine lezioni, bensì distribuito tra le 6 e le 20 fa desumere che sia prevalentemente legato ad altri fattori, quali, oltre ad un possibile aumento generalizzato delle emissioni concomitante con la ripresa delle attività, una minore diluizione degli inquinanti da parte dell'atmosfera.

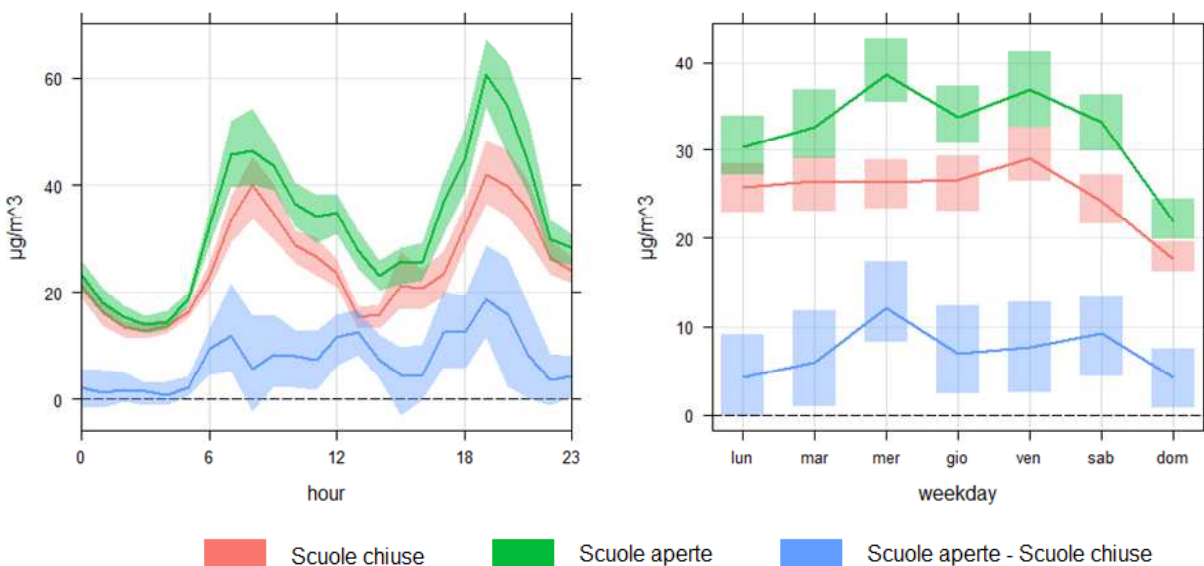


Figura 35) NO<sub>2</sub>: giorni medi e settimane medie dei dati del laboratorio mobile nel sito di Savigliano per il periodo dal 19 agosto al 1° ottobre 2013, ottenuti separando i dati nel periodo antecedente e in quello seguente la riapertura delle attività scolastiche (10 settembre).

Un'ultima elaborazione è dedicata ai dati della seconda campagna di Savigliano di benzene e monossido di carbonio. Esclusivamente tra i dati di questi due inquinanti emerge una particolarità: nel grafico della sequenza temporale delle concentrazioni orarie (figura 36) a partire da valori generalmente contenuti dei due inquinanti si evidenziano picchi nella giornata di domenica 16 marzo. In tale giornata si è svolta, nell'ambito della Fiera della meccanizzazione agricola, la Fiera di Primavera per le vie e le piazze principali del centro cittadino.

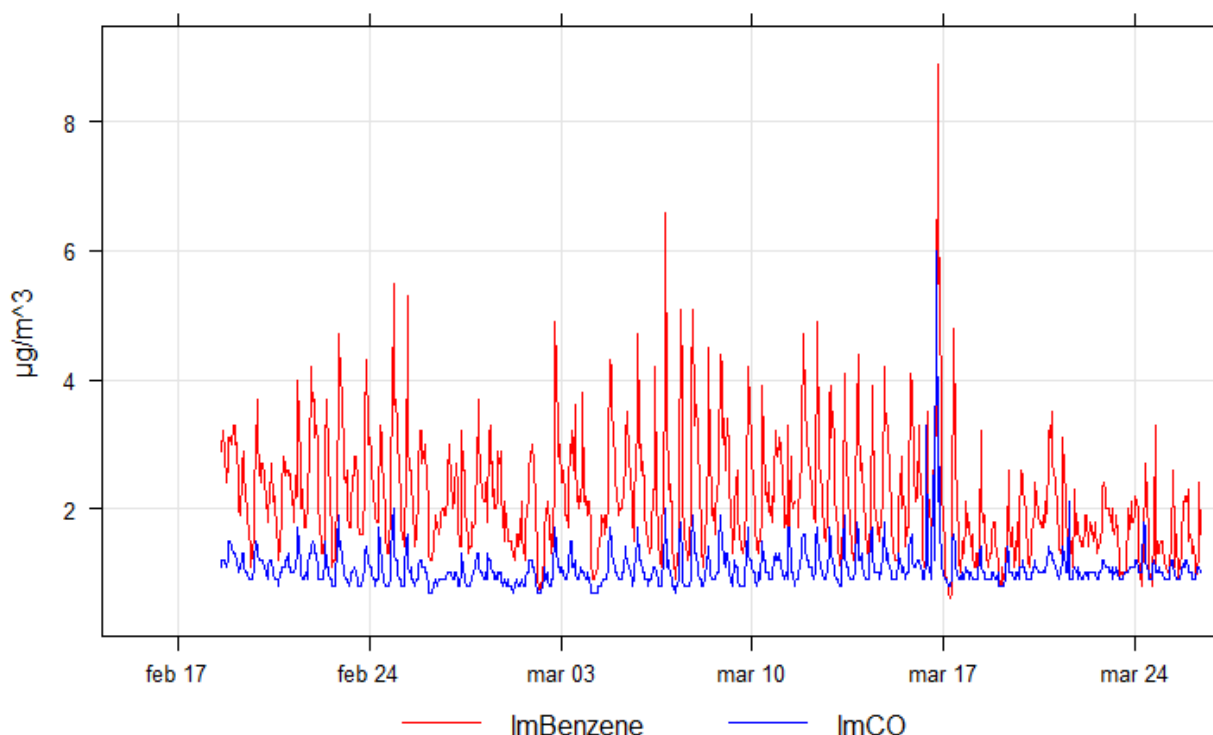


Figura 36) Benzene e monossido di carbonio: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Savigliano nel periodi dal 14 febbraio al 26 marzo 2014.

In conclusione alle analisi ed ai confronti eseguiti con i dati della rete fissa della qualità dell'aria, il sito di corso Roma di Savigliano risulta pesantemente condizionato dalla conformazione a canyon urbano, che determina la stagnazione degli inquinanti emessi a livello locale in particolare dal traffico veicolare ivi circolante. Tale importante contributo locale va a sommarsi ad un fondo che, per il sito di Savigliano, risulta già fortemente influenzato dall'inquinamento diffuso del bacino Padano.

Dal confronto dei dati ottenuti con il laboratorio mobile ed i dati delle stazioni della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria si desume che i livelli di inquinamento del sito di corso Roma siano critici, per il rispetto dei limiti normativi, sia per quanto riguarda le polveri sottili che gli ossidi di azoto.

## SALUZZO

I precedenti monitoraggi della qualità dell'aria erano stati svolti nella piazza Risorgimento del centro storico di Saluzzo, divenuta recentemente non disponibile a causa dell'attività mercatale, è stato scelto di installare il laboratorio mobile a poca distanza da tale sito, in piazza Garibaldi a ridosso di via Martiri della Liberazione.

Il monitoraggio, iniziato nelle prime settimane d'autunno, è stato prolungato per quasi due mesi al fine di comprendere nell'analisi parte del periodo generalmente più critico per l'inquinamento atmosferico: i mesi freddi dell'anno, in cui l'aumento delle emissioni anche legate al riscaldamento, ma in particolar modo le condizioni meteorologiche, favoriscono il ristagno degli inquinanti e pertanto l'aumento delle loro concentrazioni.

Dalle prime analisi illustrate nel primo capitolo nel sito di Saluzzo le concentrazioni medie di biossido di azoto hanno evidenziato valori superiori a quelli misurati nel medesimo periodo dalle centraline della provincia, mentre la situazione delle polveri sottili non ha registrato anomalie nei confronti con i dati provinciali.

Anche nel sito di Saluzzo, oltre alla frazione *sottile* (PM<sub>10</sub>), è stata campionata la frazione *fine* o *respirabile* (PM<sub>2.5</sub>) delle polveri.

L'evoluzione nel tempo delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> misurate con tecnica gravimetrica sono rappresentate nel grafico di figura 37. I valori del PM<sub>10</sub> si possono confrontare con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle centraline della rete fissa provinciale dove tale inquinante viene campionato (in grigio) e con quello definito dai valori rilevati presso le centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu).

Si può osservare come gli andamenti dei PM<sub>10</sub> rilevati nel sito di Saluzzo siano sempre stati coerenti con quanto si è verificato su tutto il territorio regionale, e le concentrazioni siano sempre state comprese all'interno dell'intervallo di valori individuati dalla rete provinciale.

La somiglianza tra gli andamenti delle concentrazioni del PM<sub>10</sub> e del PM<sub>2.5</sub> indicano come la variazione del tempo della frazione PM<sub>10</sub> sia dominata dalla variazione della frazione PM<sub>2.5</sub> e come quest'ultima abbia un ruolo predominante durante gli episodi di inquinamento rilevanti del periodo invernale. Il rapporto PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>, calcolato dai dati di Saluzzo per i giorni nei quali la frazione PM<sub>10</sub> è stata superiore a 50 µg/m<sup>3</sup>, assume il valore di 0.80.

Nel periodo della campagna di monitoraggio di Saluzzo si sono verificati due episodi acuti di inquinamento da polveri sottili, che peraltro hanno visto coinvolta tutta la pianura padana. Entrambi gli eventi, del 19-20 ottobre e 8-9 novembre, sono da attribuirsi alle condizioni di forte stabilità atmosferica, che si sono instaurate a causa di sistemi anticiclonici persistenti, e che hanno determinato un accumulo di inquinanti precursori in uno strato molto basso di atmosfera, seguite da giorni con elevata umidità al suolo, che hanno favorito la formazione di particolato secondario, appartenente alla frazione fine PM<sub>2.5</sub>. Nel sito di Saluzzo le concentrazioni massime, raggiunte il 20 ottobre, sono state di 111 µg/m<sup>3</sup> per il PM<sub>10</sub> e 97 µg/m<sup>3</sup> per il PM<sub>2.5</sub>.

Tali eventi sono stati descritti in modo approfondito in apposite relazioni, pubblicate sul sito dell'agenzia e di cui una relativa ai dati della provincia di Cuneo<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> "Analisi degli episodi acuti di inquinamento da polveri sottili : 19 - 20 ottobre 2013 e 8 - 9 novembre 2013" – Dipartimento Arpa di Cuneo – Novembre 2013

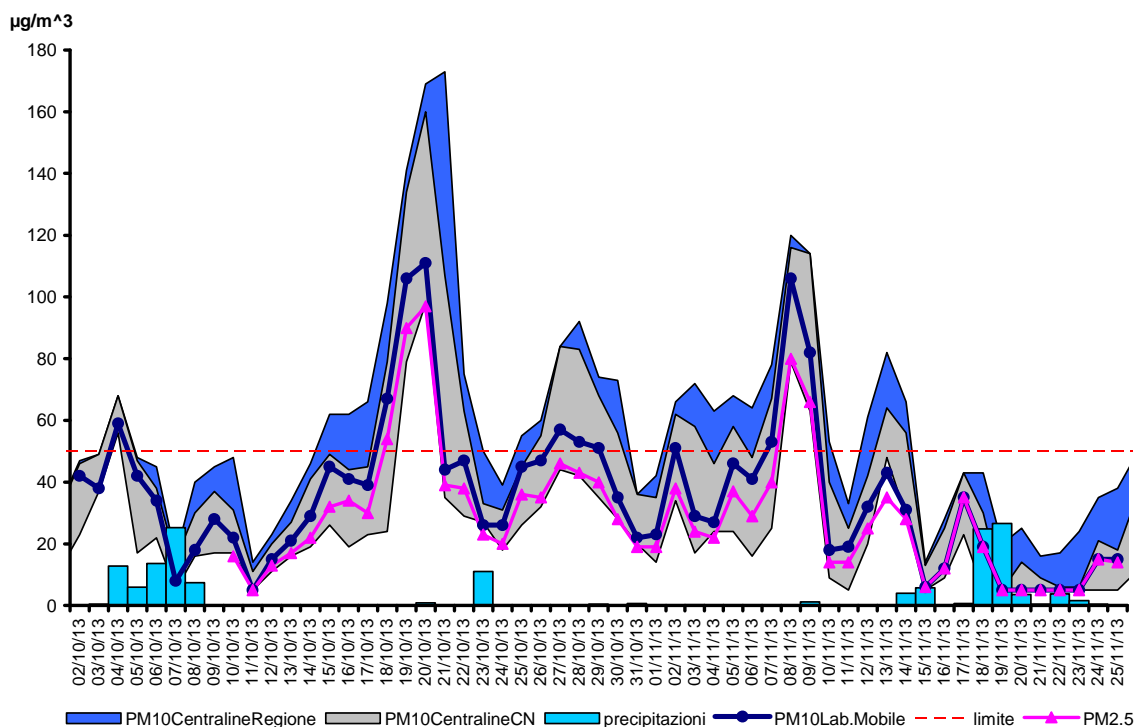


Figura 37)  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ : concentrazioni medie giornaliere rilevate nel sito di Saluzzo. Confronto con l'intervallo di concentrazioni di  $PM_{10}$  definito dai dati delle centraline fisse della provincia di Cuneo (in grigio) e delle centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu). Precipitazioni giornaliere registrate nella stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo.

Per quanto riguarda l' $NO_2$ , le concentrazioni medie orarie registrate durante la campagna di Saluzzo sono rappresentate, in funzione del tempo, nella figura seguente.

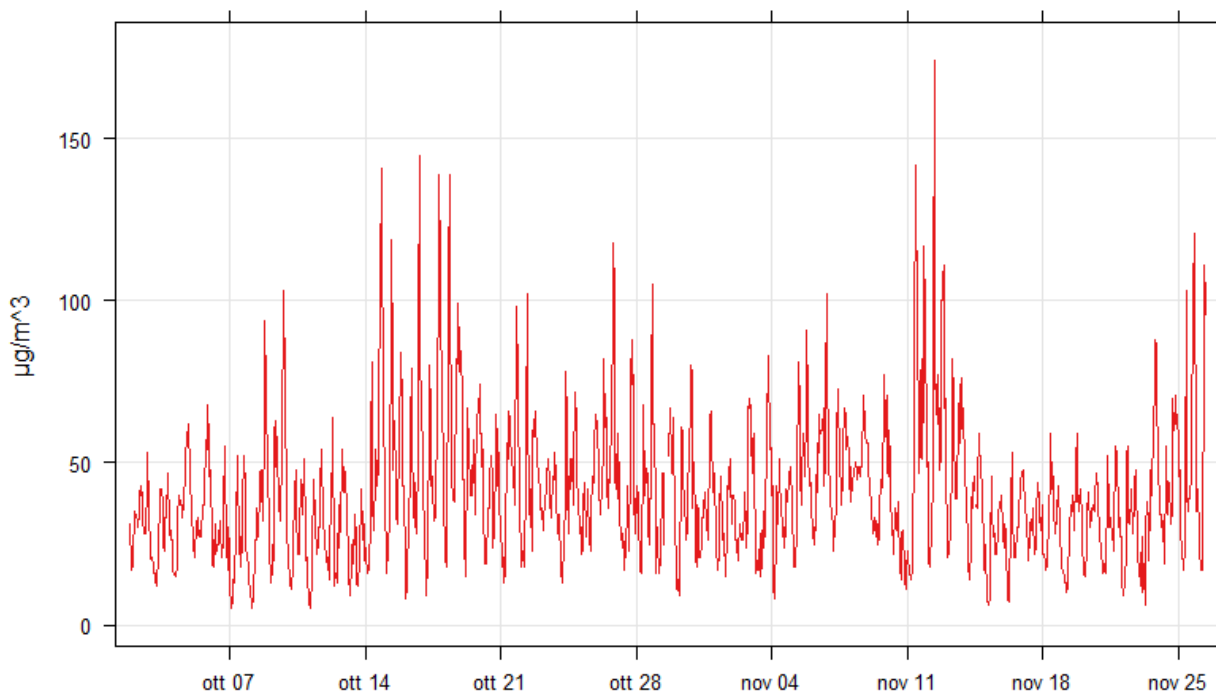


Figura 38)  $NO_2$ : concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Saluzzo nel periodo dal 1 ottobre al 26 novembre 2013.

Per confrontare tali concentrazioni medie orarie rilevate nel sito di piazza Garibaldi di Saluzzo con quelle rilevate contemporaneamente nei siti delle stazioni della rete fissa



provinciale e delle altre stazioni della regione già considerate per le elaborazioni del capitolo precedente, è stata usata la rappresentazione con grafici a box plot. Essi sintetizzano la posizione dei più di 1300 dati orari della campagna: la scatola, che è il rettangolo centrale, contiene il 50% dei dati (compresi tra il 25° e il 75° percentile<sup>11</sup>), la linea orizzontale al suo interno è la mediana e la sua posizione all'interno della scatola evidenzia l'eventuale asimmetria (solo in caso di distribuzione simmetrica media e mediana coincidono); i segmenti che escono dalla scatola, i "baffi", delimitano la zona al di fuori della quale i valori sono definiti outliers (anomali) ed esprimono l'asimmetria della distribuzione dei dati degli inquinanti.

Le concentrazioni di Saluzzo risultano intermedie tra quelle rilevate della stazione di fondo urbano di Torino Rubino e quelle della stazione di fondo urbano di Cuneo (test statistico di Wilcoxon-Mann-Whitney).

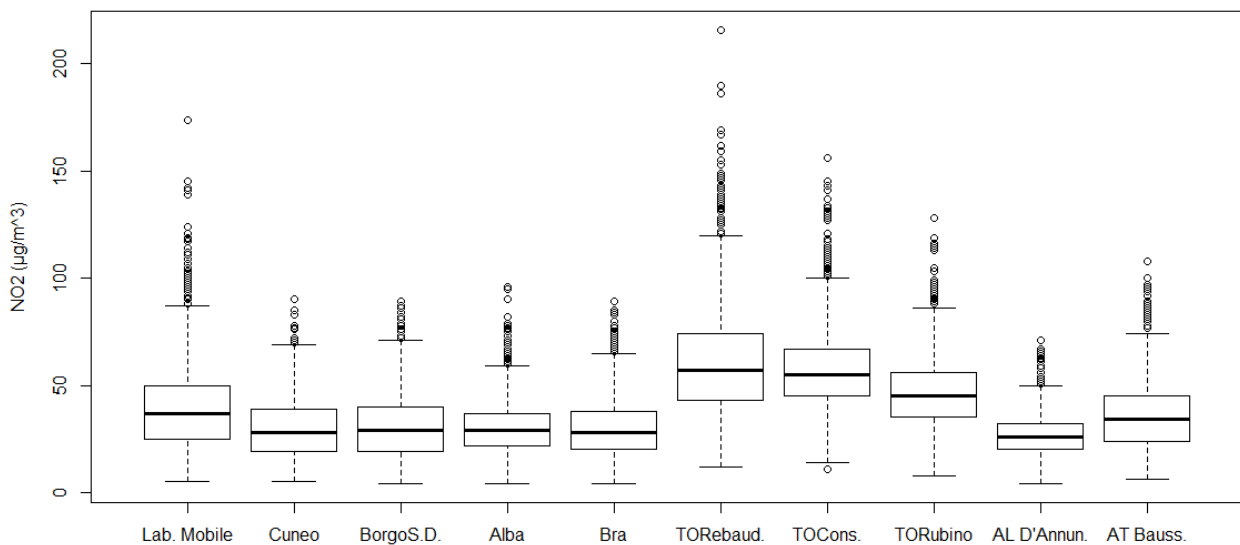


Figura 39) NO<sub>2</sub>: box plots delle concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Saluzzo e da alcune stazioni della rete fissa tra il 1° ottobre e il 26 novembre 2013.

Per valutare la presenza di eventuali variazioni ricorrenti delle concentrazioni in particolari ore del giorno, e/o in giorni della settimana, sono stati elaborati il giorno medio e la settimana media dell'NO<sub>2</sub>, ottenuti, il primo, mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno, ed il secondo mediando i dati rilevati nello stesso giorno di ciascuna settimana. Essi sono rappresentati nei grafici della figura 40 per il sito di Saluzzo, e per le centraline di Cuneo, Torino Consolata e Rubino. La fascia colorata rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

<sup>11</sup> Percentile di ordine k ( $P_k$ ) è il numero che suddivide la successione dei valori ordinati in senso crescente in due parti, tali che i valori minori o uguali a  $P_k$  siano una percentuale uguale a k%. La mediana corrisponde al 50° percentile.



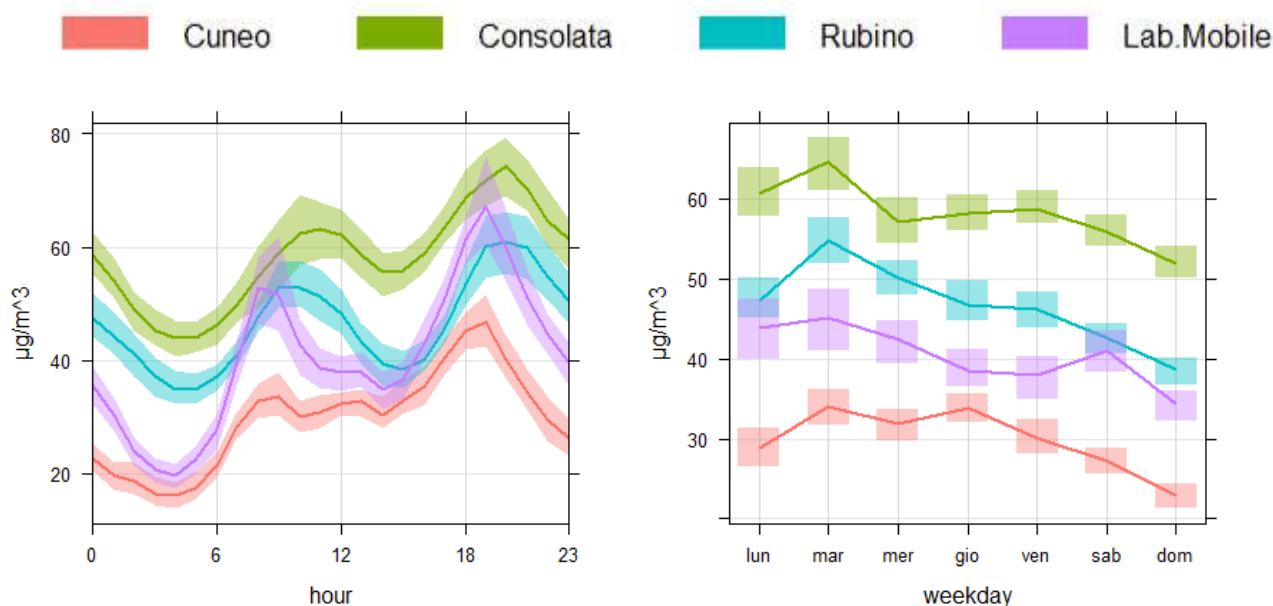


Figura 40) NO<sub>2</sub>: giorno medio e settimana media dei dati del laboratorio mobile nel sito di Saluzzo e delle centraline fisse di Cuneo, Torino Consolata e Rubino per il periodo dal 1° ottobre al 26 novembre 2013.

L'andamento del giorno medio di Saluzzo è caratterizzato dai due picchi di concentrazione legati alle ore di punta del traffico: uno centrato intorno alle ore 8 e l'altro alle ore 19 (l'ora di riferimento è quella solare), con valori simili a quelli di Torino Rubino. Nelle ore notturne le concentrazioni del giorno medio scendono a minimi prossimi a quelli della stazione di Cuneo.

Nella settimana media del periodo in analisi emerge un minimo delle concentrazioni nella domenica.

Sebbene il contenuto di zolfo nei carburanti sia ormai molto basso e pertanto le concentrazioni in aria ambiente di SO<sub>2</sub> siano prossime ai limiti di rilevabilità strumentali, nei due grafici di figura 41, giorni e settimane medie dell'NO<sub>2</sub> sono confrontati su scala normalizzata con quelli del benzene, tracciante del traffico dei veicoli alimentati a benzina, e dell'SO<sub>2</sub>, assunto come tracciante del traffico dei veicoli alimentati a gasolio. Il confronto degli andamenti indica come, anche in questo sito di misura, la principale sorgente delle emissioni del biossido di azoto possa essere attribuita al traffico veicolare.

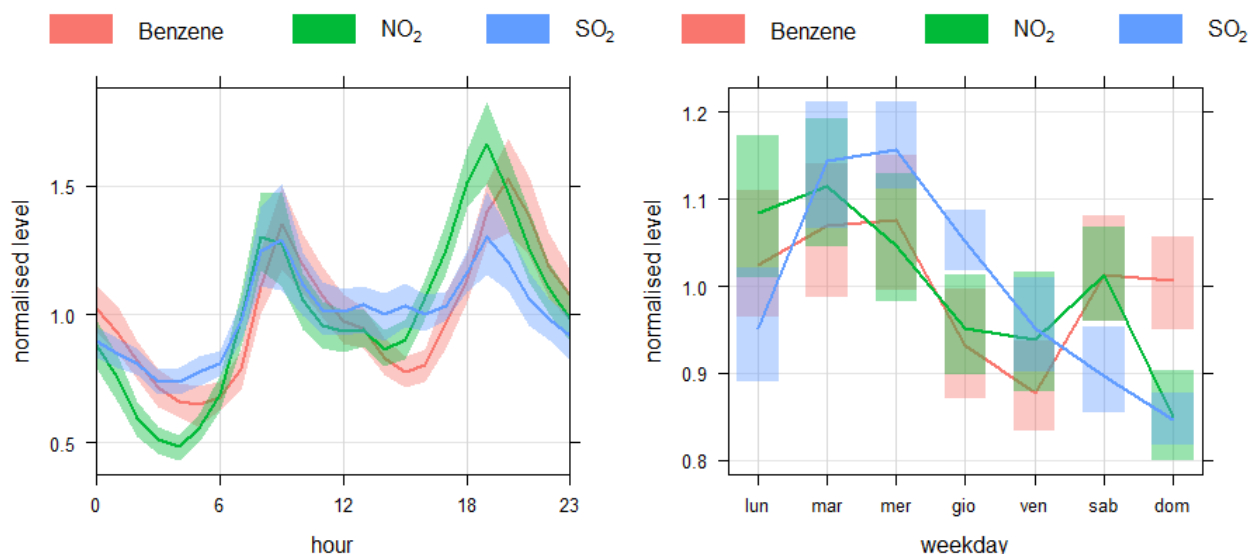


Figura 41) Benzene, biossido di azoto e biossido di zolfo: giorni medi del sito di Saluzzo per il periodo dal 1° ottobre al 26 novembre 2013, (valori normalizzati).

Dal confronto tra gli andamenti del giorno medio di biossido di azoto e PM<sub>10</sub> (figura 42) emerge una minore variabilità durante le ore delle concentrazioni delle polveri sottili, che risentono meno delle “emissioni dirette” del traffico. Per la loro natura sono caratterizzate da lunghi tempi di permanenza in atmosfera, e pertanto “distribuite” su scala spaziale ampia, e la loro maggior parte è costituita dalla componente secondaria che si origina in atmosfera dalla trasformazione di precursori quali NO<sub>x</sub>, VOC, NH<sub>3</sub>...

Gli andamenti delle settimane medie sono fortemente condizionati dai fenomeni di accumulo che si sono verificati nel periodo di monitoraggio. In particolare per le polveri sottili le maggiori concentrazioni nei giorni dal venerdì alla domenica sono condizionate dagli altissimi valori registrati negli episodi acuti del 19-20 ottobre e 8-9 novembre, casualmente entrambi fine-settimana.

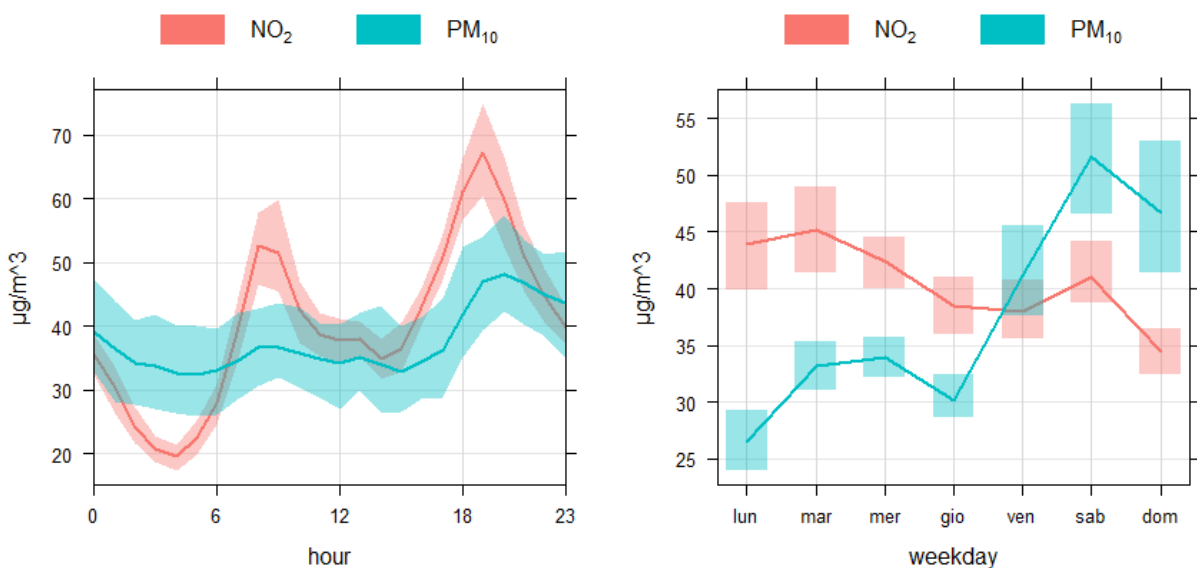


Figura 42) NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>: giorni medi e settimane medie dei dati del laboratorio mobile nel sito di Saluzzo per il periodo dal 1° ottobre al 26 novembre 2013.

I dati della velocità del vento misurati dall’anemometro collocato sul laboratorio mobile indicano per anche per il sito di piazza Garibaldi di Saluzzo una prevalenza delle condizioni di calma di vento, infatti la percentuale di ore con velocità media inferiore a 0.5 m/s è stata pari al 65%. La direzione di provenienza dei venti esclusivamente dai settori NordOvest e NordNordOvest sono indice della schermatura costituita dagli edifici disposti a sud lungo via dei Martiri della Liberazione.

Anche per questo sito le concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> sono state analizzate in relazione ai corrispondenti dati di velocità del vento e sono state calcolate le concentrazioni dei giorni medi suddividendo i dati orari di ciascun periodo a seconda della presenza o meno della calma di vento<sup>12</sup>. Come atteso è evidente la notevole riduzione delle concentrazioni nelle ore con presenza di vento.

<sup>12</sup> Per tali elaborazioni sono state considerate come “calma di vento” le velocità inferiori od uguali a 0.3 m/s.

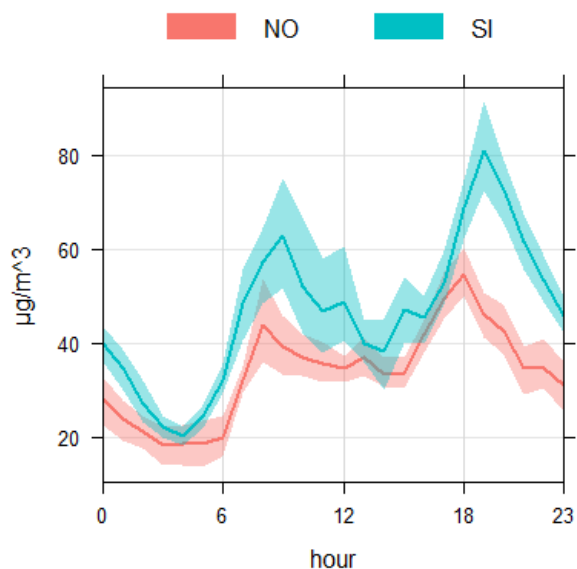


Figura 43) NO<sub>2</sub>: confronto tra i giorni medi nel sito di Saluzzo nei casi di presenza di calma di vento (in blu) e in assenza di calma di vento (in rosso). Periodo dal 1° ottobre al 26 novembre 2013.

## BARGE

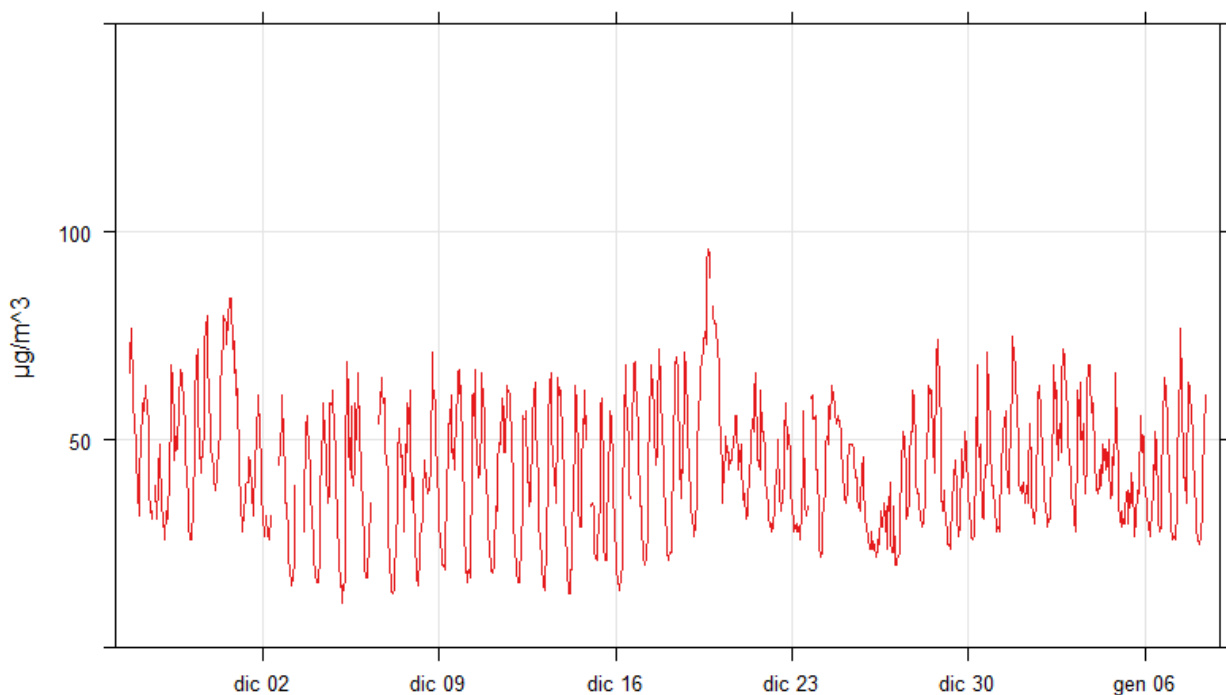
Il laboratorio mobile è stato installato nel sito del precedente monitoraggio, svolto nel 2004, nella Piazza della Stazione, in prossimità delle sede della Protezione Civile e della scuola Alberghiera. Tale postazione, che si può definire di fondo urbano per la distanza dalle vie di traffico principali, si affaccia verso est alla zona industriale di San Martino.

Un campionatore trasportabile di polveri sottili (PM<sub>10</sub>) è stato collocato presso la scuola primaria di via Crocetta nella frazione San Martino, che sorge accanto all'industria locale di produzione di pastiglie dei freni.

Il monitoraggio, iniziato a fine novembre, è stato prolungato fino alla seconda settimana di gennaio per poter comprendere nell'analisi i giorni di chiusura dell'azienda locale e poter analizzare la presenza di variazioni nella qualità dell'aria conseguenti a tale attività. Purtroppo problemi nell'impianto di fornitura elettrica durante il periodo del monitoraggio con il laboratorio mobile hanno determinato frequenti salti di tensione e lo spegnimento della strumentazione di misura con la conseguente perdita di dati.

Dalle analisi illustrate nel primo capitolo, nel sito di Barge non sono emerse criticità nel confronto con i dati delle centraline della qualità dell'aria della provincia di Cuneo, se non per le concentrazioni delle polveri sottili del sito di San Martino che, pur mantenendosi in media al di sotto del corrispondente valore registrato dalla centralina fissa di Bra Madonna dei Fiori, risultano superiori a quelle di tutte le altre stazioni provinciali.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, le concentrazioni medie orarie registrate durante la campagna di Barge sono rappresentate, in funzione del tempo, nella figura seguente.



*Figura 44) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Barge nel periodo dal 26 novembre 2013 all'8 gennaio 2014.*

Anche per il sito di Barge per confrontare tali concentrazioni medie orarie rilevate nel sito di piazza Stazione con quelle rilevate contemporaneamente nei siti delle centraline della rete fissa provinciale e di alcune altre stazioni della regione, è stata usata la rappresentazione con grafici a box plot.

Da questi grafici emerge una distribuzione dei dati simile a quelle delle stazioni della provincia di Cuneo ed i test statistici eseguiti collocano le concentrazioni di Barge in posizione intermedia tra quelle rilevate dalla stazione di traffico urbano di Bra Madonna dei Fiori e da quelle di fondo urbano di Alba e Cuneo (test statistico di Wilcoxon-Mann-Whitney).

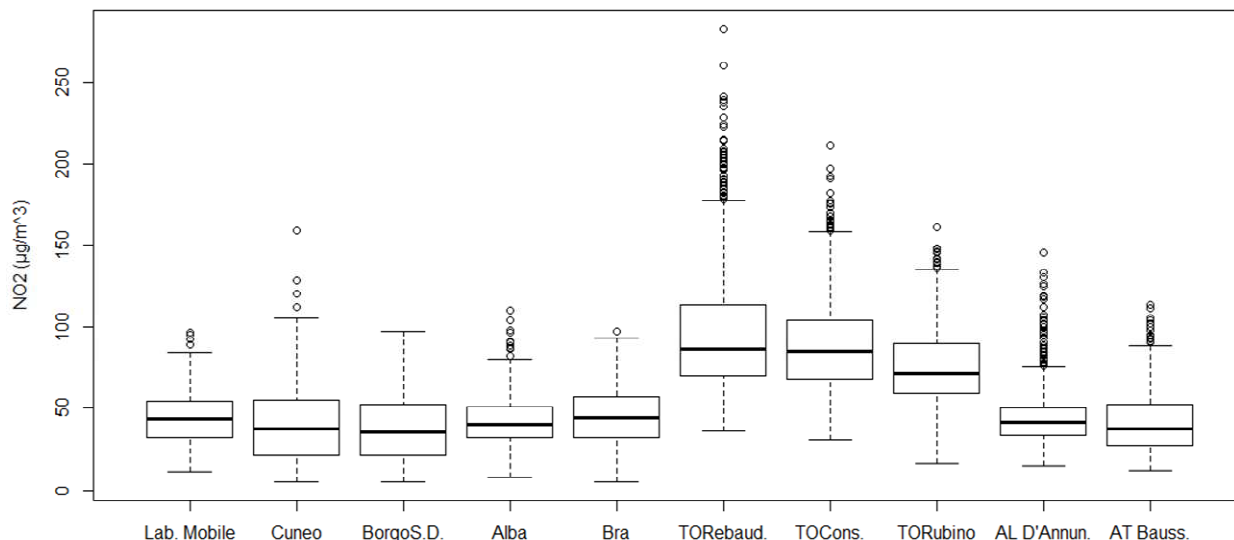


Figura 45) NO<sub>2</sub>: box plots delle concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Barge e da alcune stazioni della rete fissa tra il 26 novembre 2013 e l'8 gennaio 2014.

Per valutare la presenza di eventuali variazioni ricorrenti delle concentrazioni in particolari ore del giorno, e/o in giorni della settimana, sono stati elaborati il giorno medio e la settimana media dell'NO<sub>2</sub>, ottenuti, il primo, mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno, ed il secondo mediando i dati rilevati nello stesso giorno di ciascuna settimana. Essi sono rappresentati nei grafici della figura 46 per il sito di Barge, e per le centraline di Cuneo e Bra Madonna dei Fiori. La fascia colorata rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

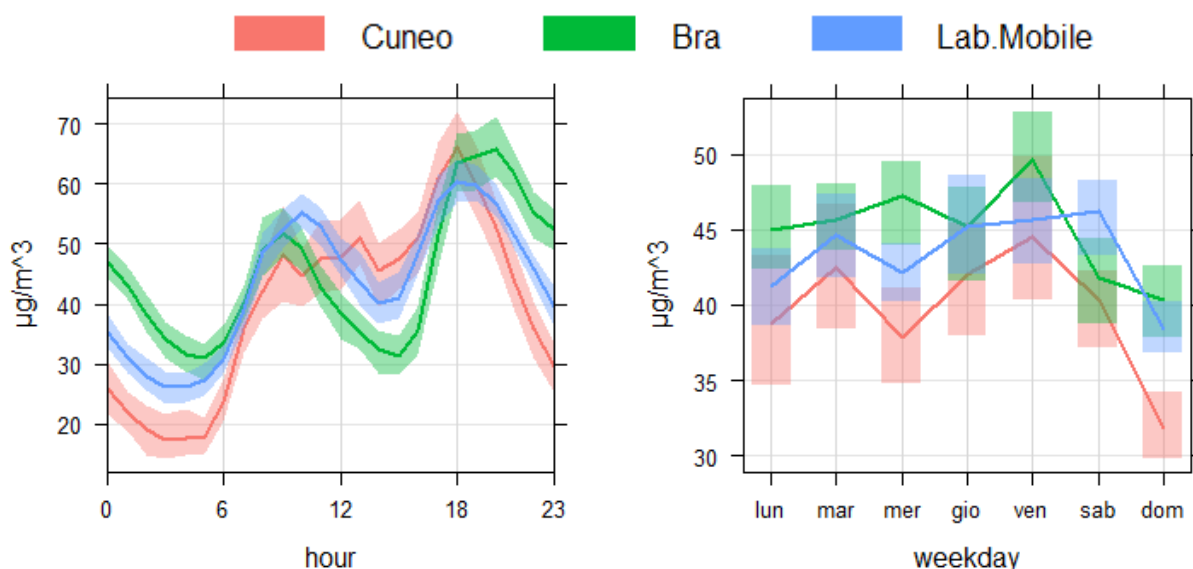


Figura 46) NO<sub>2</sub>: giorno medio e settimana media dei dati del laboratorio mobile nel sito di Barge e delle centraline fisse di Cuneo e Bra per il periodo dal 26 novembre 2013 all'8 gennaio 2014.

L'andamento del giorno medio di Barge è molto simile a quello di Bra: caratterizzato da due picchi di concentrazione legati alle ore di punta del traffico, uno centrato intorno alle

ore 10-11 e l'altro alle ore 19, con valori inferiori a quelli di Bra nelle ore serali e notturne e superiori nelle ore centrali della giornata.

Nella settimana media del periodo in analisi emerge un minimo delle concentrazioni nella domenica.

Sebbene il contenuto di zolfo nei carburanti sia ormai molto basso e pertanto le concentrazioni in aria ambiente di SO<sub>2</sub> siano prossime ai limiti di rilevabilità strumentali, nei due grafici di figura 47, giorni e settimane medie dell'NO<sub>2</sub> sono confrontati su scala normalizzata con quelli del benzene, tracciante del traffico dei veicoli alimentati a benzina, e dell'SO<sub>2</sub>, assunto come tracciante del traffico dei veicoli alimentati a gasolio. Il confronto degli andamenti indica come, anche in questo sito di misura, la principale sorgente delle emissioni del biossido di azoto possa essere attribuita al traffico veicolare.

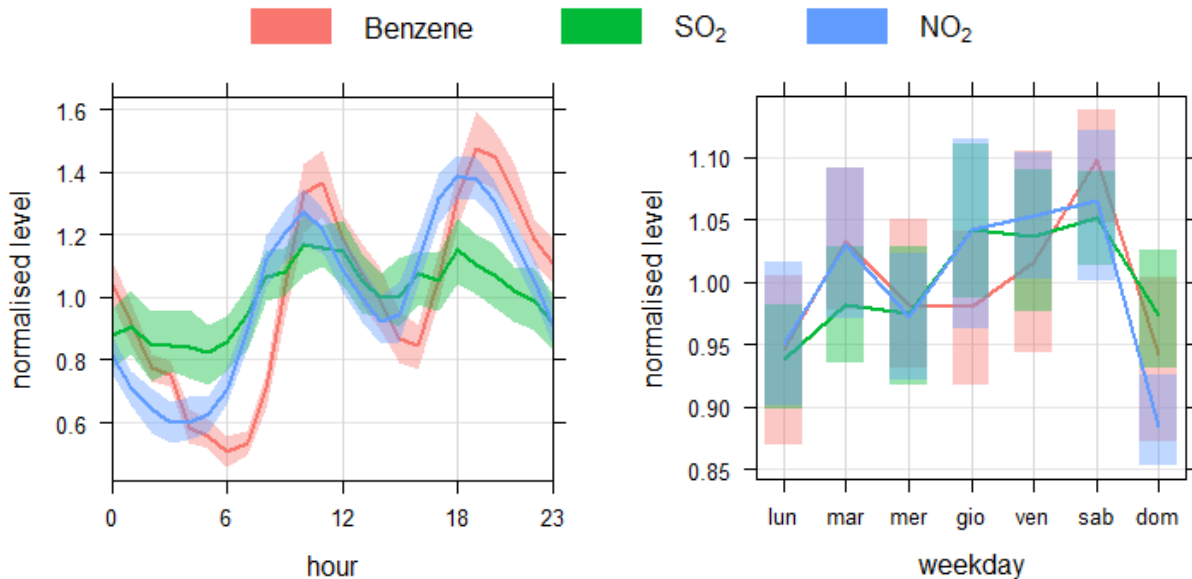


Figura 47) Benzene, biossido di zolfo e biossido di azoto: giorni medi del sito di Barge per il periodo dal 26 novembre 2013 all'8 gennaio 2014 (valori normalizzati).

Dal confronto tra gli andamenti del giorno medio del biossido di azoto e di quello del PM<sub>10</sub> (ottenuto dai dati orari misurati con tecnica nefelometrica) emerge un differente comportamento durante le ore del giorno delle polveri sottili, infatti mentre il picco serale è contemporaneo a quello dell'NO<sub>2</sub>, il primo non si presenta al mattino bensì verso le ore 13. Tale picco di concentrazione, per quanto visto finora, non è attribuibile alle emissioni del traffico veicolare.

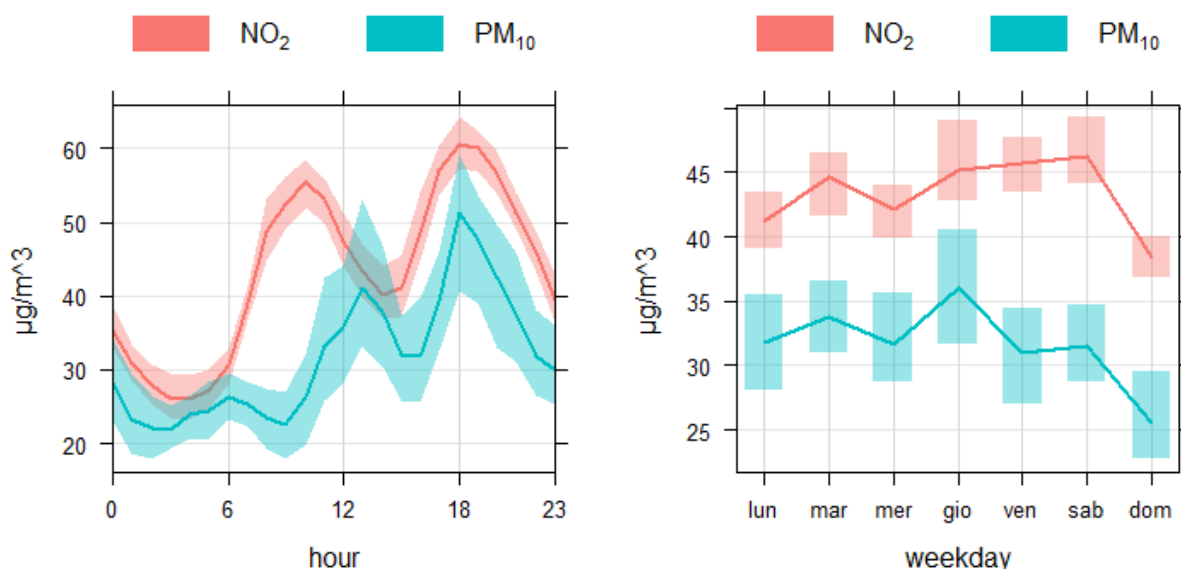


Figura 48)  $\text{NO}_2$  e  $\text{PM}_{10}$ : giorni medi e settimane medie dei dati del laboratorio mobile nel sito di Barge per il periodo dal 26 novembre 2013 all'8 gennaio 2014.

Analizzando le concentrazioni di tutte le molecole misurate con il laboratorio mobile, ancorché non previste dalla normativa della qualità dell'aria e di cui pertanto non esistono limiti, si trovano comportamenti simili solo con il toluene e con i meta-xilene e para-xilene (le cui concentrazioni sono espresse come somma e che nel seguito per brevità chiameremo meta-para-xileni o MPX), molecole aromatiche derivanti dalla raffinazione del petrolio, presenti nelle benzine ed utilizzate nelle industrie come solventi.

Per queste due sostanze l'andamento del giorno medio di Barge, evidenzia un massimo assoluto alle ore 13, che come si può osservare nella figura 49, è contemporaneo al massimo relativo del  $\text{PM}_{10}$ .

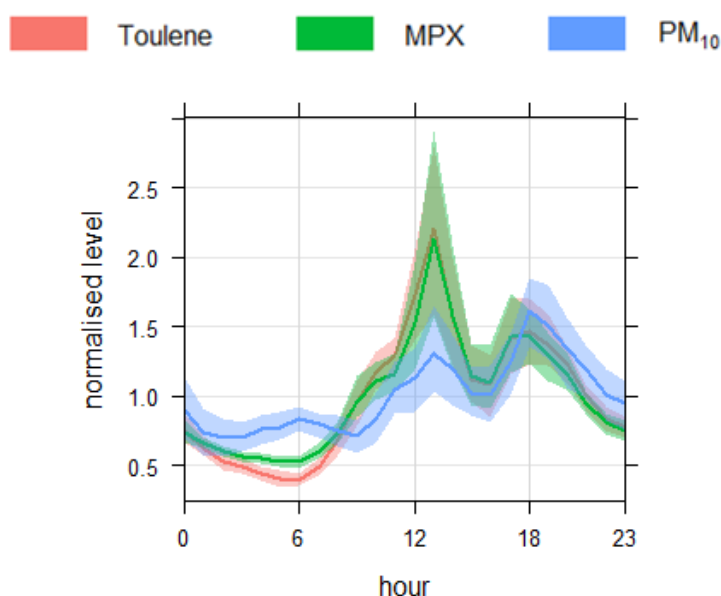


Figura 49) Toluene, meta-para-xileni e  $\text{PM}_{10}$ : giorni medi dei dati del laboratorio mobile nel sito di Barge per il periodo dal 26 novembre 2013 all'8 gennaio 2014 (valori normalizzati).

Nella figura 50 è rappresentata la settimana media su base oraria di questi due composti e si può osservare come il picco centrato intorno alle ore 13 si proponga in tutti i giorni della settimana media ad esclusione della domenica.



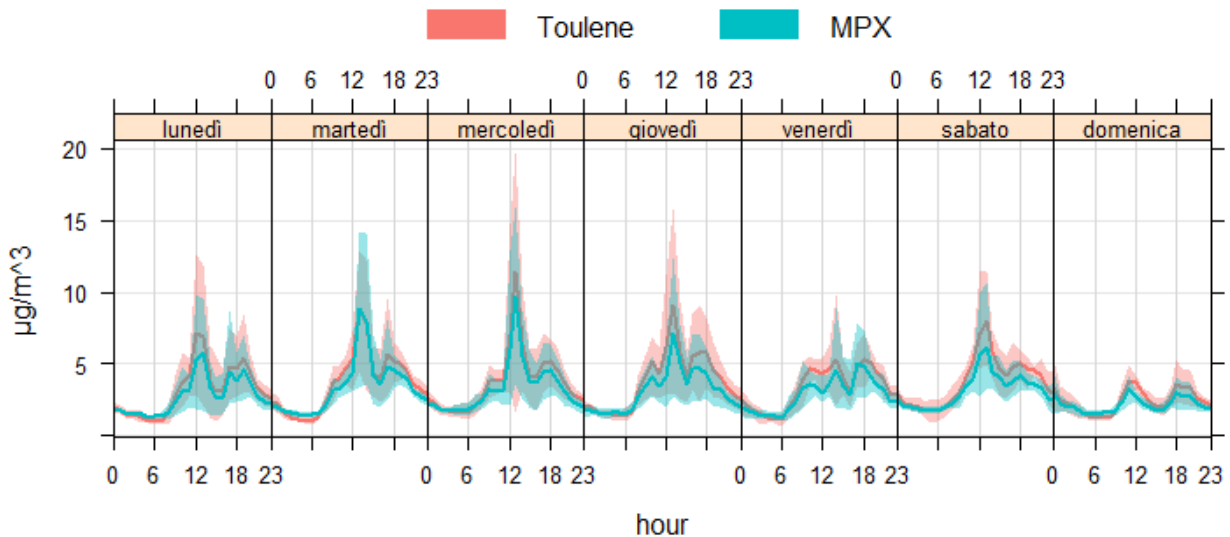


Figura 50) Toluene e meta-para-xileni: settimana media su base oraria dei dati del laboratorio mobile nel sito di Barge per il periodo dal 26 novembre 2013 all'8 gennaio 2014.

Le concentrazioni orarie di toluene e meta-para-xilene misurate a Barge sono state quindi analizzate in relazione ai corrispondenti dati di velocità e direzione del vento. Nei due grafici della figura 51 le concentrazioni sono state rappresentate in coordinate polari dove ogni punto è identificato da un angolo che rappresenta la direzione di provenienza del vento, da una distanza dal centro che indica la velocità del vento, e da un colore che è la concentrazione media dell'inquinante corrispondente a quei valori di direzione e velocità del vento.

In questi grafici si osserva come entrambe le sostanze presentino un massimo in corrispondenza di vento proveniente da est e velocità del vento compresa all'incirca tra 0.5 e 1.5 m/s. La presenza in tale direzione della zona industriale di San Martino induce ad ipotizzare che tali picchi di concentrazioni possano essere determinati da emissioni provenienti dalle attività locali, che nel periodo in analisi sono state sopravvento alla postazione del laboratorio mobile nelle ore centrali della giornata, ovvero nelle ore di maggiore insolazione (si veda la rosa dei venti di pagina 83).

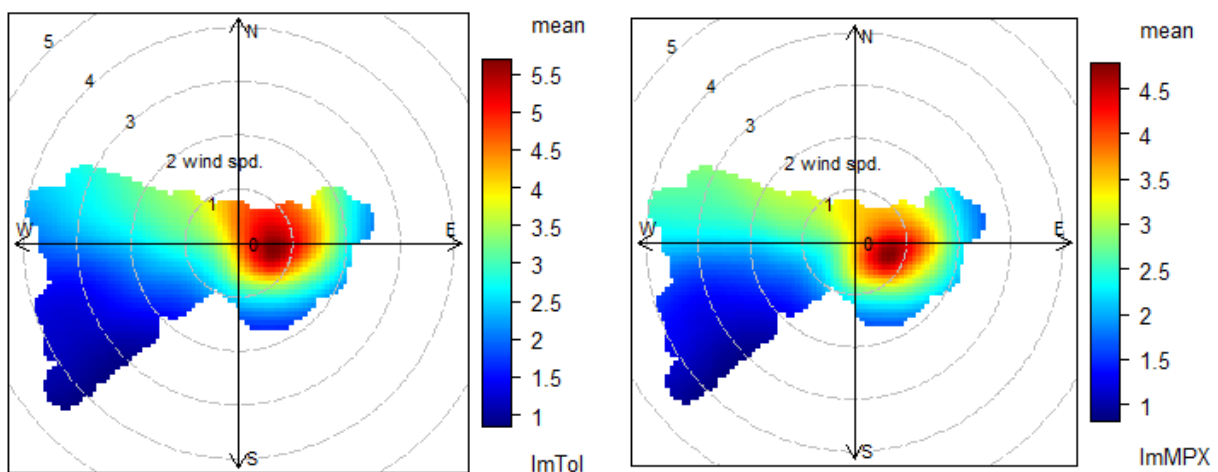


Figura 51) Toluene (a sinistra) e meta-para-xileni (a destra): concentrazioni medie in funzione della direzione di provenienza del vento e della velocità.

I grafici della figura 52 sottolineano però che le condizioni di direzione del vento che hanno pesato di più sulla media complessiva del periodo sono diverse da quelle che hanno determinato i picchi maggiori di concentrazione; ovvero, siccome in questo sito il vento è provenuto prevalentemente dalla direzione Ovest (nel 62% delle ore) (si veda la rosa dei

venti di pagina 83), complessivamente le eventuali sorgenti che si trovano a Est hanno influito poco sulla media totale, che è stata dominata dalle situazioni con venti Ovest.

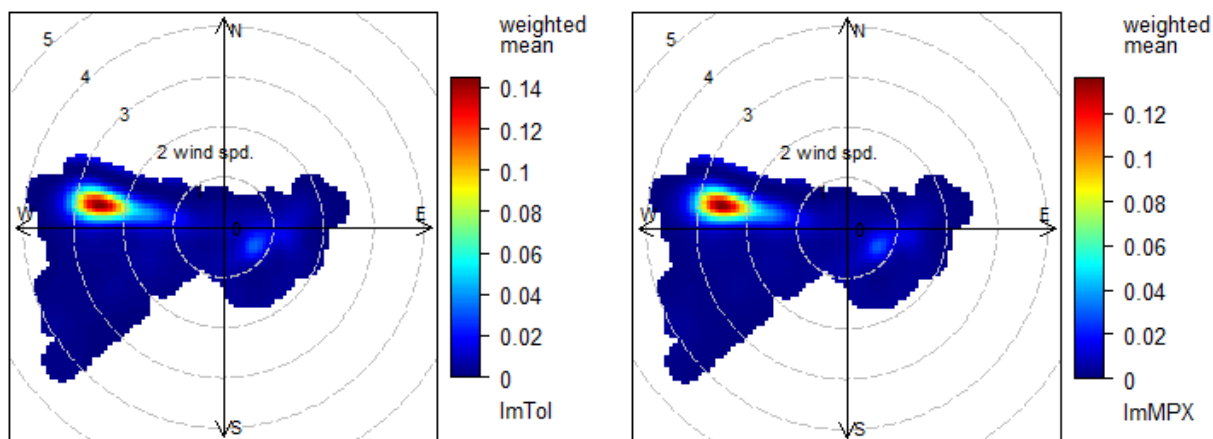


Figura 52) Toluene e meta-para-xilene: concentrazioni medie pesate sulla frequenza in funzione della direzione di provenienza del vento e della velocità.

Nella figura 53 sono rappresentati i giorni medi di benzene, toluene e meta-para-xilene, a sinistra per il periodo compreso dal 26 novembre al 23 dicembre 2013 e a destra per il periodo della chiusura delle attività dello stabilimento di produzione di pastiglie dei freni, compreso tra il 24 dicembre 2013 ed il 2 gennaio 2014. Si può osservare come nel grafico di destra toluene e meta-para-xilene assumano andamenti simili a quello del benzene e pertanto più legati all'emissione degli autoveicoli.

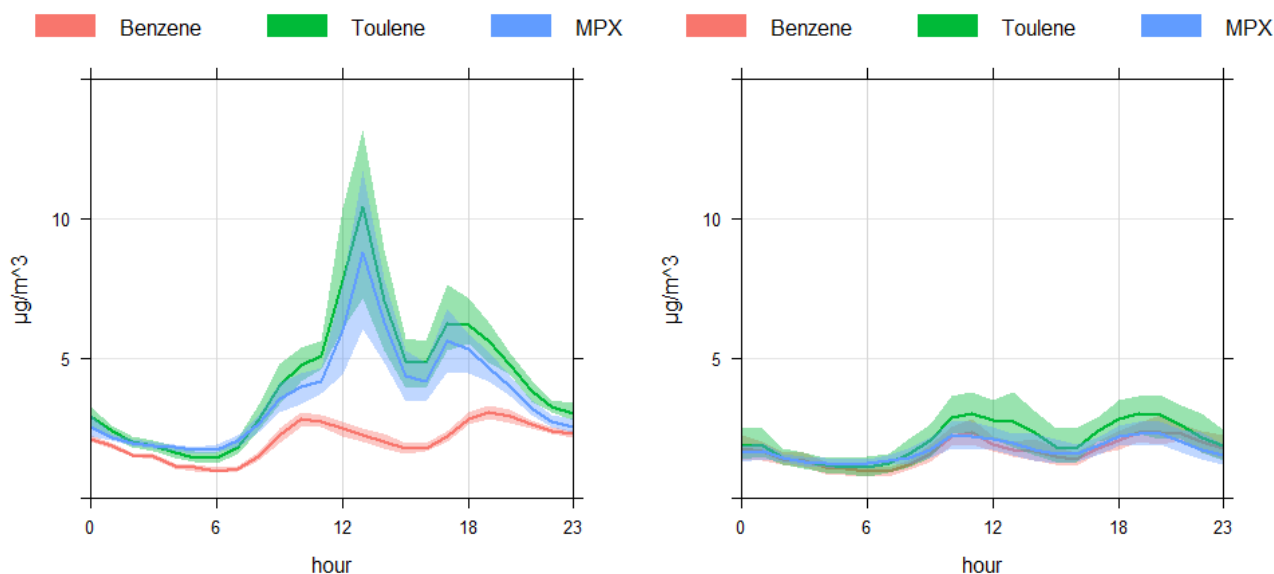


Figura 53) Benzene, toluene e meta-para-xilene: giorni medi dei dati del laboratorio mobile nel sito di Barge a sinistra per il periodo dal 26 novembre 2013 al 23 dicembre 2013, a destra per il periodo dal 24 dicembre 2013 al 2 gennaio 2014.

Anche per i dati delle polveri misurati con tecnica nefelometrica sono stati elaborati i giorni medi per il periodo antecedente il 24 dicembre e per il periodo della chiusura natalizia (figura 54). Per le polveri sottili nel secondo periodo rimane un picco, sebbene contenuto, intorno alle ore 13.

Come si vedrà nel seguito, nel valutare le differenze tra i due grafici occorre anche considerare che le polveri hanno subito una riduzione delle concentrazioni grazie all'abbattimento determinato dalle precipitazioni atmosferiche che si sono verificate all'inizio del secondo periodo.

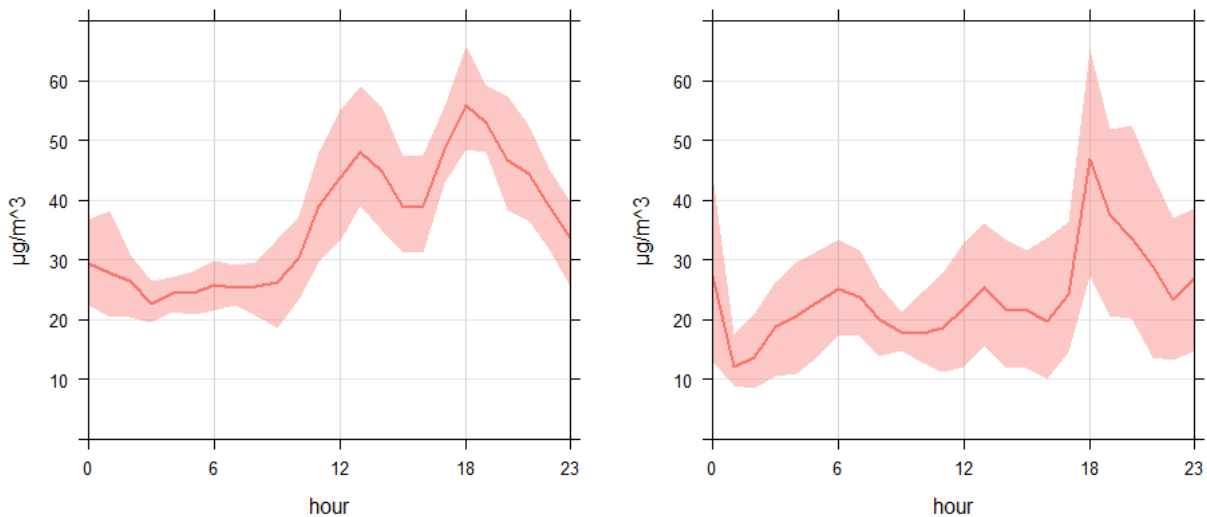


Figura 54) PM<sub>10</sub>: giorni medi dei dati del laboratorio mobile nel sito di Barge a sinistra per il periodo dal 26 novembre 2013 al 23 dicembre 2013, a destra per il periodo dal 24 dicembre 2013 al 2 gennaio 2014.

Passando ora ad analizzare i dati giornalieri di PM<sub>10</sub> ottenuti con tecnica gravimetrica nei due siti di Barge piazza Stazione e frazione San Martino, l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni sono rappresentate nel grafico di figura 55. Esse si possono confrontare con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle centraline della rete fissa provinciale dove tale inquinante viene campionato (in grigio) e con quello definito dai valori rilevati presso le centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu).

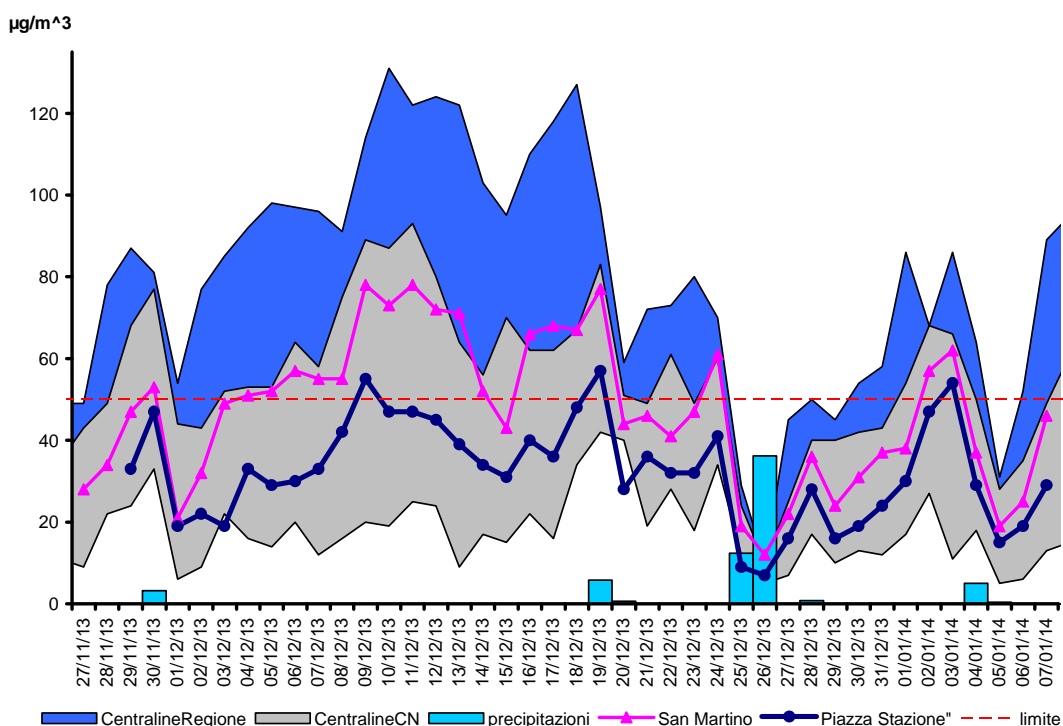


Figura 55) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate nei siti di Barge- piazza Stazione e di San Martino. Confronto con l'intervallo di concentrazioni di PM<sub>10</sub> definito dai dati delle centraline fisse della provincia di Cuneo (in grigio) e delle centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu). Precipitazioni giornaliere registrate nella stazione meteorologica di Villanova Solaro.

Gli andamenti dei PM<sub>10</sub> rilevati nei due siti di Barge sono coerenti fra loro e con quanto si è verificato su tutto il territorio regionale, tuttavia le concentrazioni rilevate nel sito di San

Martino sono sempre nettamente superiori a quelle di piazza Stazione e, per taluni giorni, anche maggiori dei valori delle centraline della provincia.

Anche nei giorni compresi dal 24 dicembre al 2 gennaio, periodo in cui le lavorazioni dello stabilimento erano ferme, le concentrazioni del sito di San Martino hanno avuto valori superiori a quelle di piazza Stazione, nonostante l'abbattimento delle polveri che le precipitazioni atmosferiche del 25 e 26 dicembre hanno determinato. Ciò dovrebbe implicare la presenza di qualche sorgente locale, attiva anche dopo gli episodi di rimozione.

Nei 40 giorni di monitoraggio il superamento del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si è verificato in 3 casi nel sito di piazza Stazione ed in 19 casi nel sito di San Martino (situazione intermedia tra quella della stazione di fondo urbano di Alba e quella di traffico urbano di Bra Madonna dei Fiori).

La misura delle polveri  $\text{PM}_{10}$  nei due siti di Barge è stata completata con la determinazione in laboratorio delle concentrazioni di metalli ed idrocarburi policiclici aromatici (IPA) presenti nel particolato campionato. Per motivi di limiti di quantificazione delle tecniche analitiche le concentrazioni sono state determinate con risoluzione temporale di 5 giorni.

Per poter avere dei termini di confronto le concentrazioni relative al periodo compreso dal 29 novembre 2013 al 2 gennaio 2014 sono state mediate e nelle due tabelle seguenti sono riportate insieme alle concentrazioni ottenute, per il mese di dicembre 2013, nelle stazioni della rete della qualità dell'aria dove le determinazioni di tali molecole sono state eseguite. Per Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo e benzo(a)pirene la norma vigente per la qualità dell'aria stabilisce dei valori obiettivo, riferiti al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione  $\text{PM}_{10}$  del materiale particolato, calcolati come media su un anno civile. Pertanto solamente per queste sostanze la determinazione è costantemente eseguita, su base mensile, per le centraline dove il campionamento del  $\text{PM}_{10}$  viene effettuato. Di alcuni altri metalli, quali Cobalto, Cromo, Rame, Selenio, Vanadio e Zinco si è recentemente iniziata, a scopo di studio, la determinazione per un numero limitato di centraline. I risultati riportati nelle tabelle sono preliminari e non ancora sottoposti a validazione.

Per alcune sostanze le concentrazioni, indicate in tabella con asterisco, sono sempre state inferiori o prossime<sup>13</sup> al limite di quantificazione del metodo analitico (LCL). Per le sostanze per le quali è possibile un confronto con i valori della rete, sono stati evidenziati in arancione i valori di Barge che ne superano il valore massimo e in verde quelli che ne sono al di sotto.

	As ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	Pb μg/m <sup>3</sup>	Co ng/m <sup>3</sup>	Cr ng/m <sup>3</sup>	Cu ng/m <sup>3</sup>	Se ng/m <sup>3</sup>	V ng/m <sup>3</sup>	Zn ng/m <sup>3</sup>	Sb ng/m <sup>3</sup>	Mn ng/m <sup>3</sup>	Ti ng/m <sup>3</sup>
<i>Valore obiettivo (media su anno civile)</i>	6.0	5.0	20.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Piazza Stazione</b>	0.7*	0.2	1.8	0.01	0.4*	1.8	20.7	0.7*	0.7*	37.2	0.7	6.5	1.5
<b>S. Martino</b>	0.7*	0.2	2.8	0.01	0.4*	4.5	33.4	0.7*	0.7*	55.8	5.3	8.6	1.5
Alba	0.7	0.2	2.1	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Borgo	0.7	0.1	0.7	0.00	0.7	0.7	7.2	0.7	0.7	11.5	-	-	-
Bra	0.7	0.2	2.1	0.01	0.7	0.9	38.2	0.7	0.7	55.2	-	-	-
Cuneo	0.7	0.1	7.1	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saliceto	0.7	0.2	2.1	0.01	0.7	0.7	12.8	0.7	2.1	28.4	-	-	-

\*minori di LCL o minori di LCL + bianco

Tabella 1) Concentrazioni medie dei metalli nel periodo 29 novembre 2013 ÷ 2 gennaio 2014 nei due siti di Barge piazza Stazione e San Martino. Concentrazioni medie del mese di dicembre 2013 per le centraline della provincia di Cuneo ove i metalli sono determinati.

<sup>13</sup> Massa campione < LCL + bianco

	BaP ng/m <sup>3</sup>	BaA ng/m <sup>3</sup>	BbjkF ng/m <sup>3</sup>	I123cdP ng/m <sup>3</sup>	Pirene ng/m <sup>3</sup>	BghiP ng/m <sup>3</sup>	Crisene ng/m <sup>3</sup>
Valore obiettivo (media su anno civile)	1.0	-	-	-	-	-	-
<b>Piazza Stazione</b>	<b>2.7</b>	<b>6.5</b>	<b>3.2</b>	<b>2.8</b>	<b>1.7</b>	<b>2.7</b>	<b>3.4</b>
<b>S. Martino</b>	<b>6.3</b>	<b>12.2</b>	<b>7.0</b>	<b>4.5</b>	<b>4.2</b>	<b>4.5</b>	<b>7.6</b>
Alba	1.6	5.7	2.6	2.2	-	-	-
Borgo	1.3	3.3	1.5	1.4	-	-	-
Bra	2.2	6.9	3.3	2.6	-	-	-
Cuneo	0.5	1.7	0.7	0.8	-	-	-
Saliceto	3.4	8.9	4.4	3.2	-	-	-

Tabella 2) Concentrazioni medie degli idrocarburi policiclici aromatici nel periodo 29 novembre 2013 ÷ 2 gennaio 2014 nei due siti di Barge Piazza Stazione e S. Martino. Concentrazioni medie del mese di dicembre 2013 per le centraline ove gli IPA sono determinati.

Nelle tabelle 3 e 4 sono riportati i valori ottenuti di metalli e IPA per tutti i singoli campioni analizzati (ciascuno riferito a 5 giorni) dei due siti.

Considerando la presenza di due eventi di rimozione delle polveri sottili verificatesi il 25 e 26 dicembre con precipitazioni atmosferiche, anche di tipo nevoso, il fatto che per i due campioni compresi dal 24 dicembre al 2 gennaio, periodo in cui le attività dell'industria di produzione delle pastiglie dei freni dovrebbero essere state sospese, i valori del sito di San Martino continuano ad essere superiori a quelli del sito di piazza Stazione (ad esclusione del dato del Cromo del 24-28 dicembre), induce ad ipotizzare che la sorgente, o le sorgenti, di tali sostanze abbiano continuato ad essere attive in tale periodo.

Occorre quindi considerare che per gli IPA una tipologia di sorgente che, ad esempio nel sito di Saliceto influenza in modo considerevole i valori, tanto da portarli ad essere i più elevati della rete provinciale, è costituita dalla combustione delle legna per il riscaldamento domestico. Nelle aree urbane una componente considerata come dominante per le emissioni di IPA è il traffico, ed il sito di San Martino è sicuramente più esposto alle emissioni del traffico rispetto a quello di piazza Stazione. L'industria mineraria inoltre potrebbe dare un contributo soprattutto per quanto riguarda l'emissione di metalli.

<b>Piazza Stazione</b>	<b>As</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Cd</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Ni</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Pb</b> µg/m <sup>3</sup>	<b>Co</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Cr</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Cu</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Se</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>V</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Zn</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Sb</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Mn</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Ti</b> ng/m <sup>3</sup>
29nov-3dic	0.8*	0.1*	1.9	0.01*	0.4*	0.8*	15.4	0.8*	0.8*	39.1	0.8*	5.3	1.6*
4-8dic	0.8*	0.2	2.9	0.01*	0.4*	3.5	36.1	0.8*	0.8*	51.7	0.8*	10.0	1.5*
9-13dic	0.7*	0.4	2.5	0.01*	0.4*	3.4	28.7	0.7*	0.7*	53.0	0.7*	10.2	1.5*
14-18dic	0.8*	0.2	2.0	0.01*	0.4*	2.4	20.8	0.8*	0.8*	33.9	0.8*	7.7	1.5*
19-23dic	0.7*	0.2	2.1	0.01*	0.4*	0.7*	14.1	0.7*	0.7*	36.4	0.7*	5.6	1.5*
24-28dic	0.7*	0.1*	0.4*	0.00*	0.4*	0.7*	13.3	0.7*	0.7*	19.0	0.7*	1.5*	1.5*
29dic-2gen	0.7*	0.1*	0.7*	0.01*	0.4*	0.7*	16.2	0.7*	0.7*	27.3	0.7*	5.0	1.5*
3-7gen	0.7*	0.2	0.7*	0.01*	0.4*	0.7*	17.5	0.7*	0.7*	35.1	0.7*	5.3	1.5*
<b>S. Martino</b>	<b>As</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Cd</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Ni</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Pb</b> µg/m <sup>3</sup>	<b>Co</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Cr</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Cu</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Se</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>V</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Zn</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Sb</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Mn</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Ti</b> ng/m <sup>3</sup>
29nov-3dic	0.7*	0.2	2.3	0.01	0.4*	5.3	32.1	0.7*	0.7*	54.0	5.9	6.7	1.5*
4-8dic	0.7*	0.2	2.9	0.01	0.4*	7.2	38.9	0.7*	0.7*		8.8	10.4	1.5*
9-13dic	0.7*	0.5	6.5	0.01	0.4*	9.4	48.7	0.7*	0.7*	83.6	7.3	17.2	1.5*
14-18dic	0.7*	0.4	4.5	0.01	0.4*	5.7	44.0	0.7*	0.7*	67.3	6.7	15.5	1.5*
19-23dic	0.7*	0.2	1.8	0.01	0.4*	1.6	23.9	0.7*	0.7*	49.6	3.1	5.7	1.5*
24-28dic	0.7*	0.1*	0.7*	0.00	0.4*	0.7*	22.6	0.7*	0.7*	43.6	1.9	1.5*	1.5*
29dic-2gen	0.7*	0.1*	0.7*	0.01	0.4*	1.9	23.3	0.7*	0.7*	37.0	3.4	3.4	1.5*
3-7gen	0.7*	0.2	0.7*	0.01	0.4*	2.2	17.7	0.7*	0.7*	36.4	2.3	3.2	1.5*

\*minori di LCL o minori di LCL + bianco

Tabella 3) Concentrazioni medie dei metalli nei singoli campioni analizzati nei due siti di Barge piazza Stazione e San Martino.



<b>Piazza Stazione</b>	<b>BaP</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>BaA</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>BbjkF</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>I123cdP</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Pirene</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>BghiP</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Crisene</b> ng/m <sup>3</sup>
29nov-3dic	3.0	2.7	6.3	2.3	1.8	2.0	3.4
4-8dic	2.8	2.4	6.1	2.9	1.8	2.9	3.1
9-13dic	4.8	3.7	8.1	3.4	2.3	3.3	4.7
14-18dic	3.1	2.9	6.7	3.1	1.9	3.1	3.6
19-23dic	3.5	3.0	7.4	3.4	1.7	3.3	3.7
24-28dic	2.4	1.8	5.2	2.0	0.9	1.7	2.3
29dic-2gen	2.6	2.2	5.9	2.8	1.4	2.7	3.0
3-7gen	2.9	2.7	6.3	2.9	1.6	2.8	3.4
<b>S. Martino</b>	<b>BaP</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>BaA</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>BbjkF</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>I123cdP</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Pirene</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>BghiP</b> ng/m <sup>3</sup>	<b>Crisene</b> ng/m <sup>3</sup>
29nov-3dic	6.5	5.6	9.5	4.2	4.4	4.4	6.7
4-8dic	6.9	6.3	13.3	4.6	4.8	4.6	7.4
9-13dic	10.8	10.3	19.0	6.6	7.7	6.6	12.0
14-18dic	7.7	7.0	14.4	4.8	5.5	4.7	8.4
19-23dic	5.6	5.1	8.5	3.8	2.4	3.8	6.2
24-28dic	6.8	5.9	12.8	4.3	2.9	4.3	7.3
29dic-2gen	4.8	3.6	7.6	3.4	1.6	3.4	4.9
3-7gen	6.1	5.3	9.4	4.0	2.8	4.0	6.5

Tabella 4) Concentrazioni medie degli IPA nei singoli campioni analizzati nei due siti di Barge piazza Stazione e San Martino.

Per quanto considerato i risultati ottenuti per metalli ed idrocarburi policiclici aromatici nei due siti di Barge non si possono ritenere esaustivi e sufficienti per trarre conclusioni certe sulla provenienza delle concentrazioni rilevate. Tuttavia i dati ottenuti per il periodo di monitoraggio nel sito di San Martino evidenziano valori elevati nel confronto con la rete per Cromo, Zinco ed IPA; per il benzo(a)pirene, idrocarburo per il quale la norma stabilisce un limite normativo, potrebbero esistere criticità per il rispetto del limite annuale nell'ipotesi che il periodo analizzato fosse rappresentativo anche della parte rimanente dell'anno, infatti i valori ottenuti sono superiori a quelli misurati presso la centralina di Saliceto, dove il limite annuale viene costantemente disatteso, verosimilmente a causa dell'ampio utilizzo della legna negli impianti di riscaldamento.

## MORETTA

Il monitoraggio è stato svolto nel sito reso disponibile dall'amministrazione comunale di via Macario, nei pressi di siti sensibili quali una scuola dell'infanzia, un baby parking ed una casa di riposo per anziani.

Il monitoraggio, si è svolto all'interno del periodo generalmente più critico per l'inquinamento atmosferico: i mesi freddi dell'anno, in cui l'aumento delle emissioni anche legate al riscaldamento, ma in particolar modo le condizioni meteorologiche, favoriscono il ristagno degli inquinanti e pertanto l'aumento delle loro concentrazioni.

Dalle analisi illustrate nel primo capitolo, nel sito di Moretta il biossido di azoto ha evidenziato una concentrazione media analoga a quelle registrate nel medesimo periodo dalle centraline della provincia, mentre la situazione delle polveri sottili ha rilevato valori superiori a quelli della nostra provincia e analoghi solamente a quelli rilevati presso la stazione di traffico urbano di Bra Madonna dei Fiori.

L'evoluzione nel tempo delle concentrazioni giornaliere di  $PM_{10}$  misurate con tecnica gravimetrica dal laboratorio mobile sono rappresentate nel grafico di figura 56. I valori si possono confrontare con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle centraline della rete fissa provinciale dove tale inquinante viene campionato (in grigio) e con quello definito dai valori rilevati presso le centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu).

Si può osservare come, sebbene le variazioni delle concentrazioni rilevate nel sito di Moretta siano coerenti con l'andamento individuato dalle centraline della provincia, in diversi giorni i valori abbiano superato i dati della rete provinciale raggiungendo i valori misurati dalle altre centraline regionali considerate.

Nel periodo in analisi il numero di superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu g/m^3$  è stato contenuto dalle frequenti precipitazioni atmosferiche, che hanno favorito la rimozione delle polveri sottili.

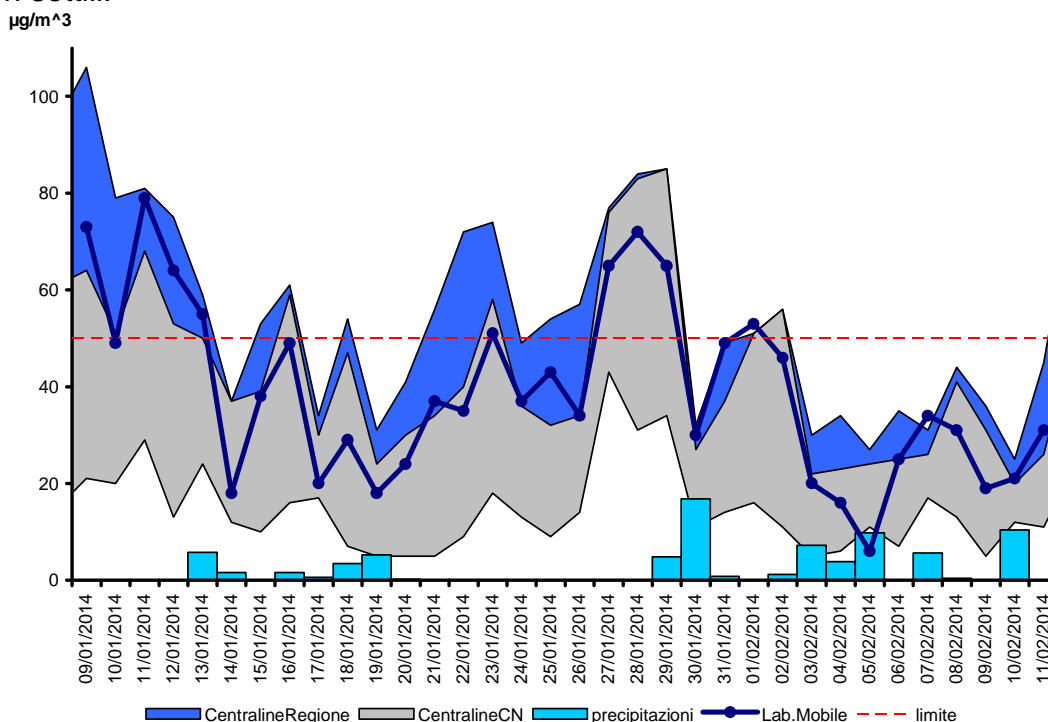


Figura 56)  $PM_{10}$ : concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Moretta. Confronto con l'intervallo di concentrazioni di  $PM_{10}$  definito dai dati delle centraline fisse della provincia di Cuneo (in grigio) e delle centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu). Precipitazioni giornaliere registrate nella stazione meteorologica di Villanova Solaro.

Le concentrazioni medie orarie di biossido di azoto registrate durante la campagna di Moretta sono rappresentate, in funzione del tempo, nella figura seguente.

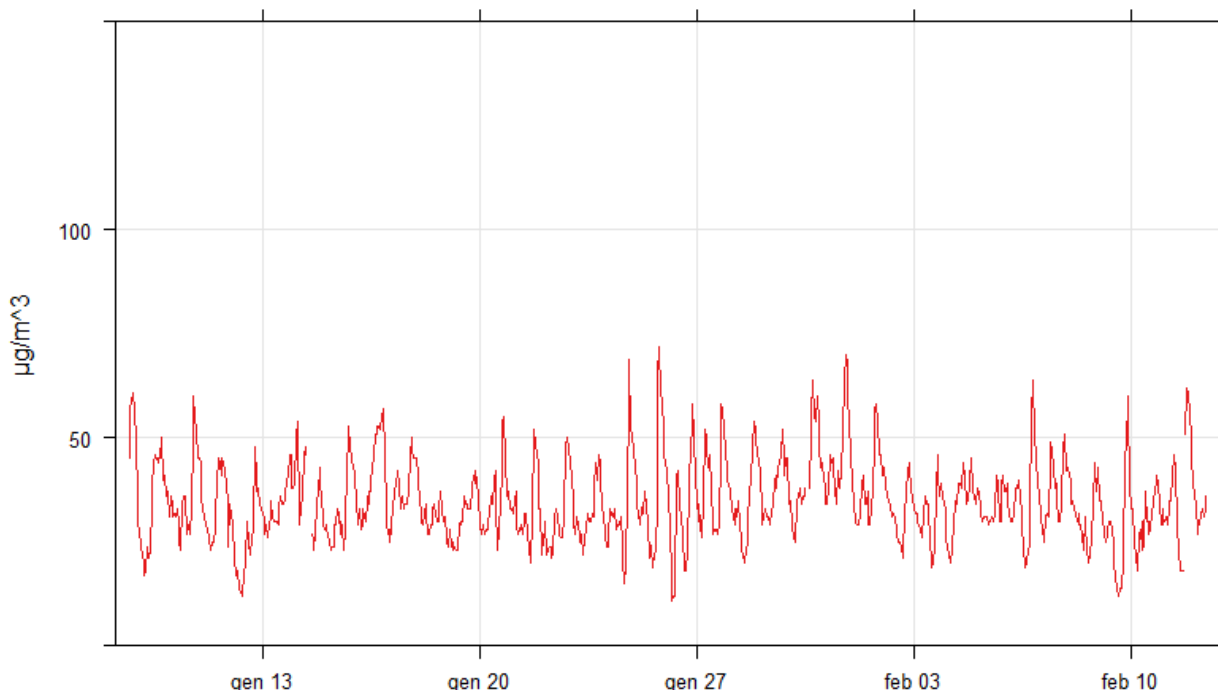


Figura 57) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Moretta nel periodo dall'8 gennaio al 12 febbraio 2014.

Anche per i dati del sito di Moretta il confronto delle concentrazioni medie orarie rilevate in via Macario con quelle rilevate contemporaneamente nei siti delle stazioni della rete fissa provinciale e di alcune altre stazioni della regione, è stato fatto mediante la rappresentazione con grafici a box plot.

Da questi grafici emerge una variabilità dei dati più contenuta rispetto a quelle delle stazioni della provincia di Cuneo ed i test statistici eseguiti definiscono come confrontabili le concentrazioni di Moretta con quelle rilevate dalla stazione di traffico urbano di Bra Madonna dei Fiori e quelle della stazioni di fondo urbano di Cuneo (test statistico di Wilcoxon-Mann-Whitney).

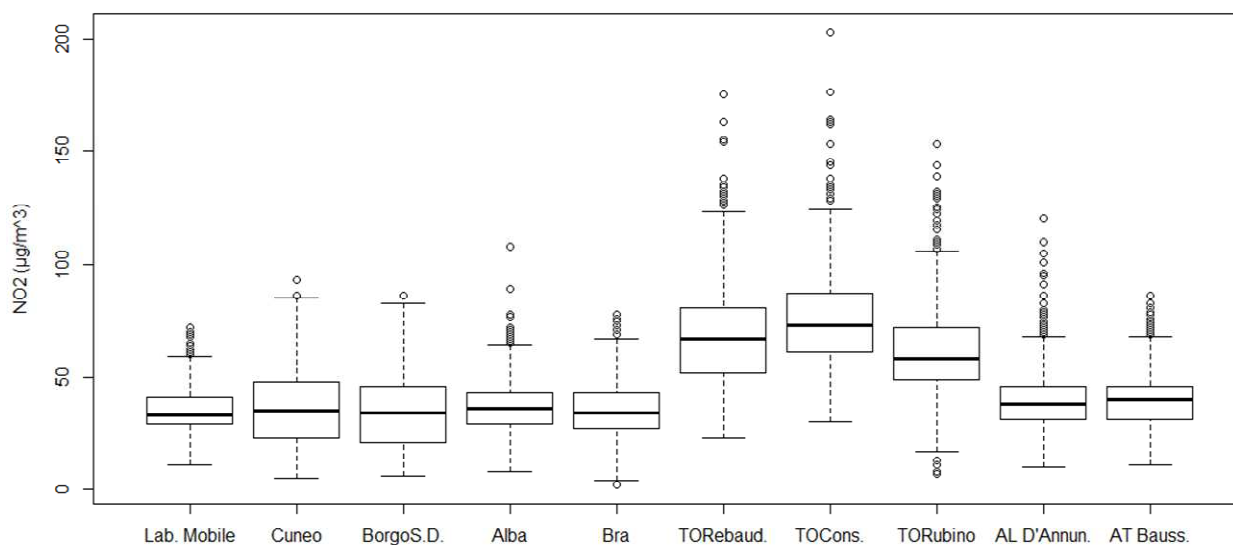


Figura 58) NO<sub>2</sub>: box plots delle concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Moretta e da alcune stazioni della rete fissa tra l'8 gennaio e il 12 febbraio 2014.

Per valutare la presenza di eventuali variazioni ricorrenti delle concentrazioni in particolari ore del giorno, e/o in giorni della settimana, sono stati elaborati il giorno medio e la settimana media dell'NO<sub>2</sub>, ottenuti, il primo, mediando i dati rilevati alla stessa ora di ciascun giorno, ed il secondo mediando i dati rilevati nello stesso giorno di ciascuna settimana. Essi sono rappresentati nei grafici della figura 59 per il sito di Moretta, e per le centraline di Cuneo e Bra Madonna dei Fiori. La fascia colorata rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

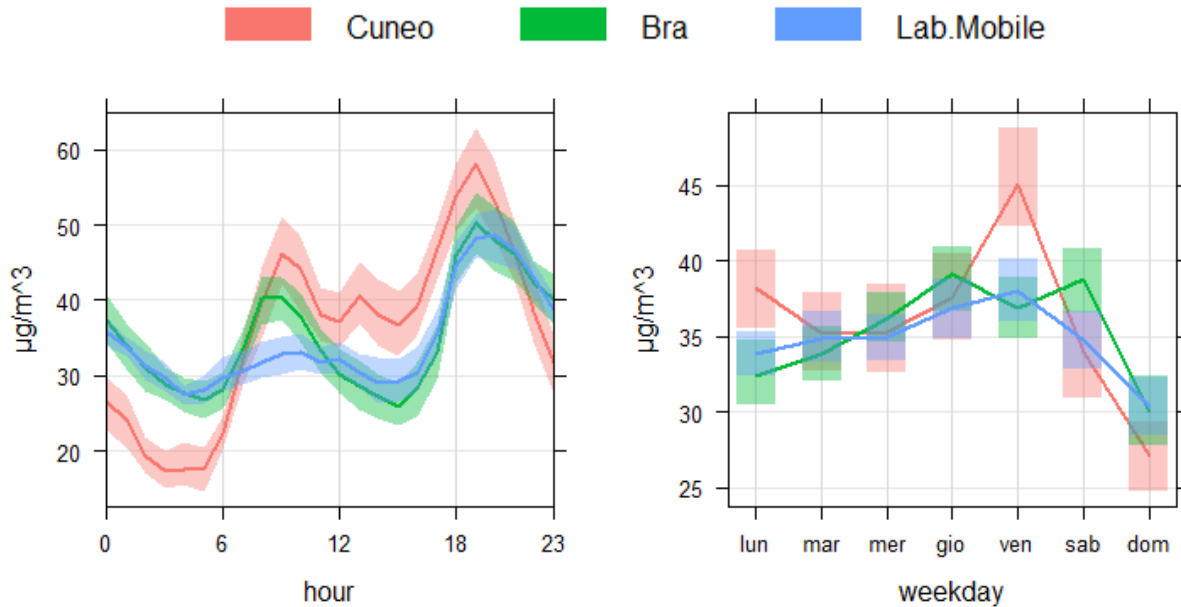


Figura 59) NO<sub>2</sub>: giorno medio e settimana media dei dati del laboratorio mobile nel sito di Moretta e delle centraline fisse di Cuneo e Bra per il periodo dall'8 gennaio al 12 febbraio 2014.

Il giorno medio di Moretta risulta sovrapposto a quello di Bra tranne che per il picco del mattino che, nel sito di Moretta, è molto contenuto. Rispetto a quelli di Cuneo, i livelli di NO<sub>2</sub> in questi due siti ne sono superiori nelle ore notturne ed inferiori nelle ore diurne. La settimana media del periodo in analisi è caratterizzata dalla progressiva crescita delle concentrazioni nei giorni feriali e dalla diminuzione nei giorni del fine settimana.

Nella figura 60 l'andamento del giorno medio dell'NO<sub>2</sub> è confrontato con quello del benzene misurato nello stesso sito di via Macario. Non è stato riportato nel confronto l'SO<sub>2</sub>, poiché l'entità delle sue concentrazioni nel periodo di misura sono risultate trascurabili. Sebbene il benzene sia un tracciante solo del traffico dei veicoli alimentati a benzina, il buon accordo con l'andamento del biossido di azoto indica come in questo sito di misura una fondamentale sorgente delle emissioni del biossido di azoto sia il traffico veicolare.

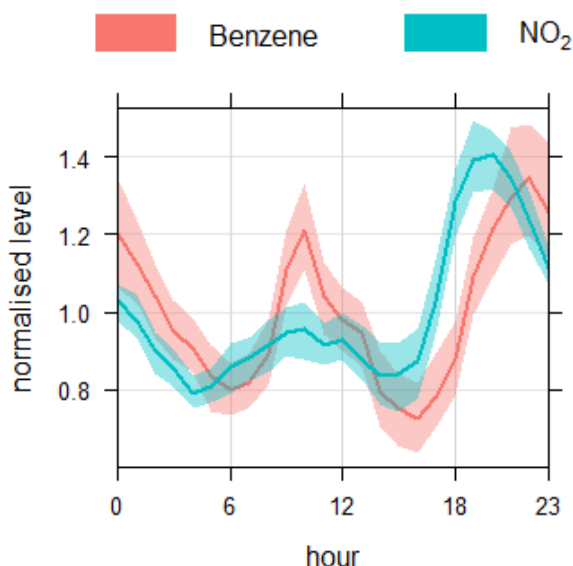


Figura 60) Benzene e biossido di azoto: giorni medi del sito di Moretta per il periodo dall'8 gennaio al 12 febbraio 2014.

A differenza degli altri siti del quadrante Nord Ovest della provincia che sono stati oggetto di monitoraggio con il laboratorio mobile, dal confronto tra gli andamenti del giorno medio di biossido di azoto e PM<sub>10</sub> emerge, per il sito di via Macario a Moretta, una maggiore variabilità nelle ore delle concentrazioni delle polveri sottili, con picchi più accentuati rispetto a quelli dell'NO<sub>2</sub> nelle ore di maggiore attività antropica.

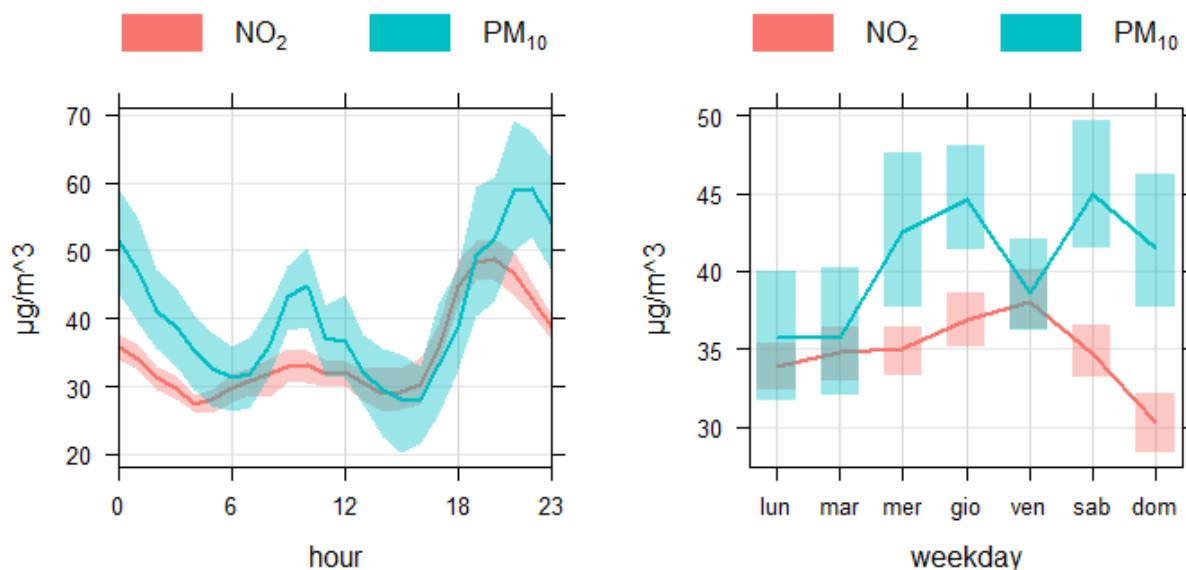


Figura 61) NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>: giorni medi e settimane medie dei dati del laboratorio mobile nel sito di Moretta per il periodo dall'8 gennaio al 12 febbraio 2014.



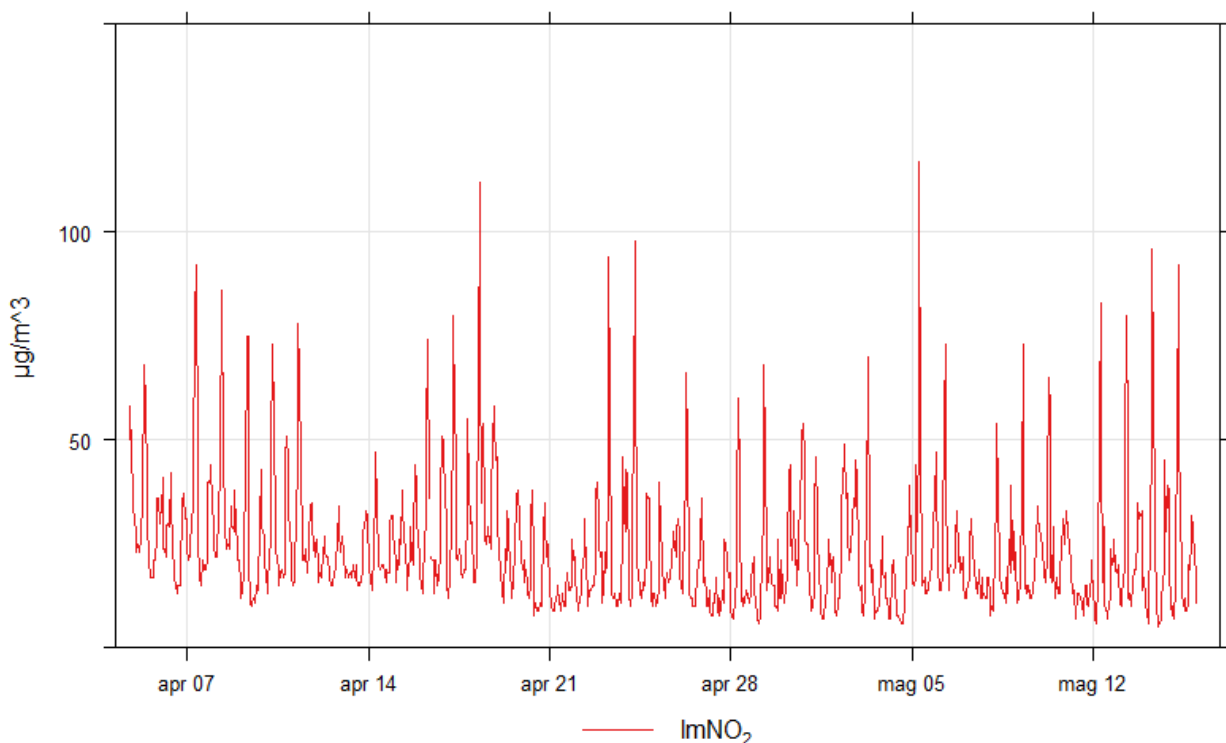
## BUSCA

Il laboratorio mobile di monitoraggio della qualità dell'aria è stato posizionato in corso Romita. Il precedente monitoraggio era stato svolto in piazza Alcide De Gasperi ma, data l'impossibilità di fornitura elettrica, si è deciso insieme ai tecnici del Comune di eseguire il nuovo monitoraggio nel sito posto a circa 150 m più a nord della precedente postazione ma disposto sempre lungo la Strada Regionale 589, in un parcheggio nei pressi della sede della Croce Rossa, sempre presidiato e con disponibilità di alimentazione elettrica. La postazione di misura si trova inoltre a circa 450 m da una centrale a biomassa, attivata recentemente nel territorio di Busca.

Il monitoraggio è stato svolto dal 4 aprile al 16 maggio, un periodo che, per le temperature meno fredde e la maggiore durata dell'insolazione rispetto ai mesi precedenti, è caratterizzato dalla crescita dell'altezza dello strato rimescolato, che è la porzione di atmosfera nella quale si diluiscono gli inquinanti, e pertanto dalla diminuzione delle loro concentrazioni.

Partendo quindi dal fatto che, in linea con la stagione di misura, il periodo è stato caratterizzato, sia nel sito di Busca che sul resto del territorio provinciale monitorato, da concentrazioni "contenute" degli inquinanti, le elaborazioni illustrate nel primo capitolo hanno evidenziato per il sito di Busca concentrazioni medie di biossido di azoto e polveri sottili tra le più elevate della provincia.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, le concentrazioni medie orarie registrate durante la campagna di Busca sono rappresentate, in funzione del tempo, nella figura seguente.



*Figura 62) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Busca nel periodo dal 4 aprile al 16 maggio 2014.*

Anche per i dati del sito di Busca il confronto delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> con quelle rilevate contemporaneamente dalle stazioni della rete fissa provinciale e dalle altre stazioni della regione già considerate, è stato fatto utilizzando la rappresentazione con grafici a box plot.

Il confronto dei grafici evidenzia come la distribuzione dei dati misurati dal laboratorio mobile sia, per la sua parte centrale, ben confrontabile con quelle di Cuneo e Borgo San Dalmazzo e se ne differenzia solamente per i valori “outliers” al di sopra del baffo superiore, che per il sito di Busca sono numerosi e con valori prossimi anche a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

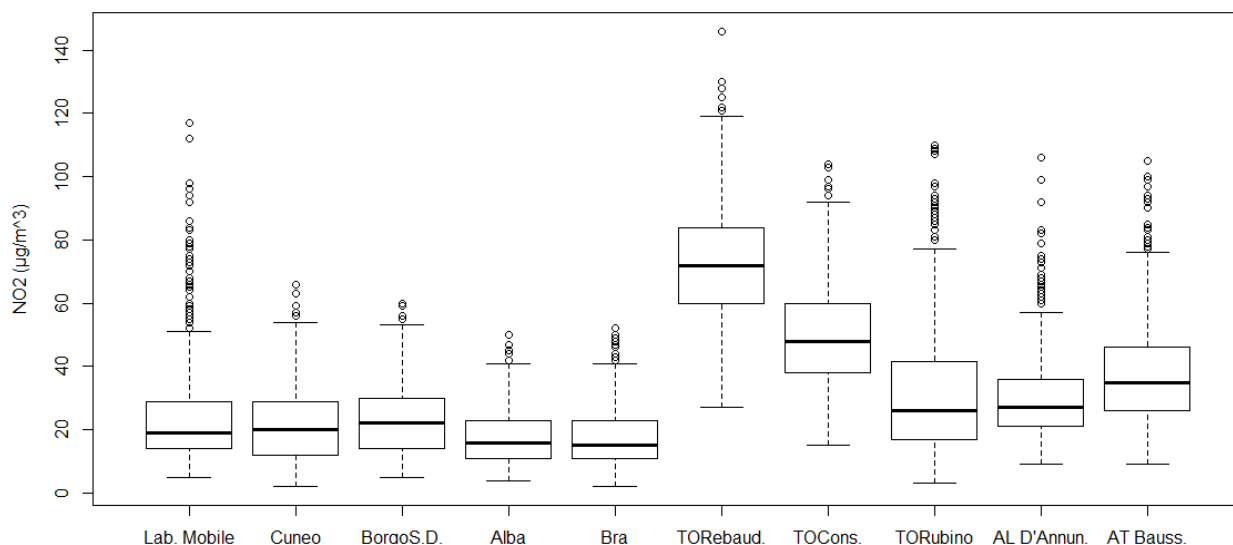


Figura 63)  $\text{NO}_2$ : box plots delle concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Busca e da alcune stazioni della rete fissa tra il 4 aprile e il 16 maggio 2014.

Per valutare la presenza di eventuali variazioni ricorrenti delle concentrazioni in particolari ore del giorno e/o in giorni della settimana, sono state elaborate le settimane medie su base oraria dell' $\text{NO}_2$ , ottenute mediando i dati rilevati alla stessa ora dei diversi giorni della settimana. Esse sono rappresentate nei grafici della figura 64 per il sito di Busca, e per le centraline di Cuneo e Bra. La fascia colorata rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

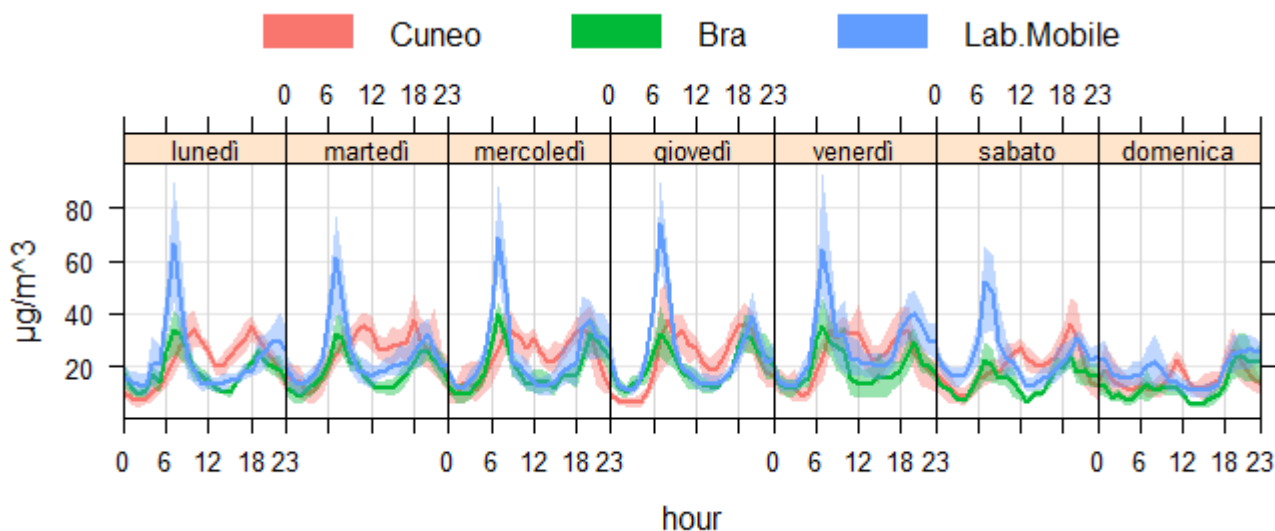


Figura 64)  $\text{NO}_2$ : settimana media su base oraria dei dati del laboratorio mobile nel sito di Busca e delle centraline fisse di Cuneo e Bra per il periodo dal 4 aprile al 16 maggio 2014.

L'andamento delle concentrazioni nelle diverse ore del giorno è piuttosto simile a quello di Bra, ma se ne differenzia per un massimo che si verifica nel sito di Busca intorno alle ore 7 di tutte le mattine ad esclusione della domenica (l'ora di riferimento è quella solare).

Le concentrazioni orarie di  $\text{NO}_2$  sono state analizzate in relazione ai corrispondenti dati di velocità e direzione del vento per verificare se i picchi di concentrazione rilevati potessero essere influenzati dalla centrale a biomassa funzionante in prossimità dell'abitato. Nella

figura 65 le concentrazioni sono state rappresentate in coordinate polari dove ogni punto è identificato da un angolo che rappresenta la direzione di provenienza del vento, da una distanza dal centro che indica la velocità del vento, e da un colore che è la concentrazione massima dell'inquinante corrispondente a quei valori di direzione e velocità del vento. In questo grafico si osserva come entrambe le sostanze presentino un massimo in corrispondenza di vento proveniente da Sud e velocità del vento compresa all'incirca tra 0.3 e 1 m/s. La posizione della centrale a biomassa in direzione NordEst rispetto al laboratorio mobile permette di affermare che gli evidenti picchi di NO<sub>2</sub> registrati in corso Romita non possano essere determinati da emissioni provenienti dall'impianto a biomassa.

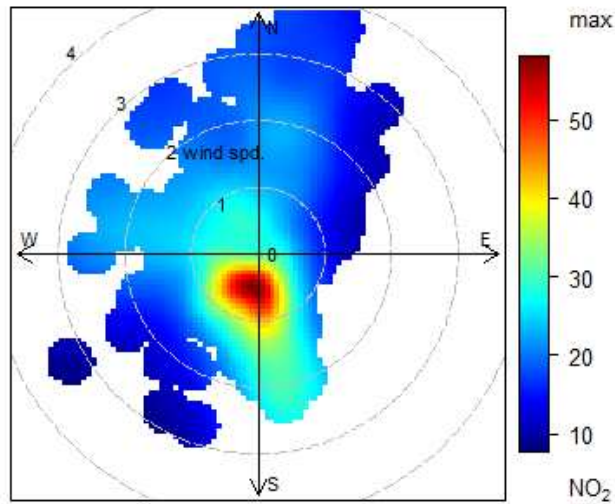


Figura 65) NO<sub>2</sub>: concentrazioni massime in funzione della direzione di provenienza del vento e della velocità.

Nella figura 67 l'andamento della settimana media dell'NO<sub>2</sub> è stato confrontato con quello del benzene misurato nello stesso sito di corso Romita. Non è stato riportato nel confronto l'SO<sub>2</sub>, poiché l'entità delle sue concentrazioni nel periodo di misura sono trascurabili. Sebbene il benzene sia un tracciante solo del traffico dei veicoli alimentati a benzina, il buon accordo con l'andamento del biossido di azoto indica come nel sito di misura la principale sorgente delle emissioni del biossido di azoto sia il traffico veicolare e anche i massimi registrati al mattino siano attribuibili ad un flusso particolarmente elevato di automezzi.

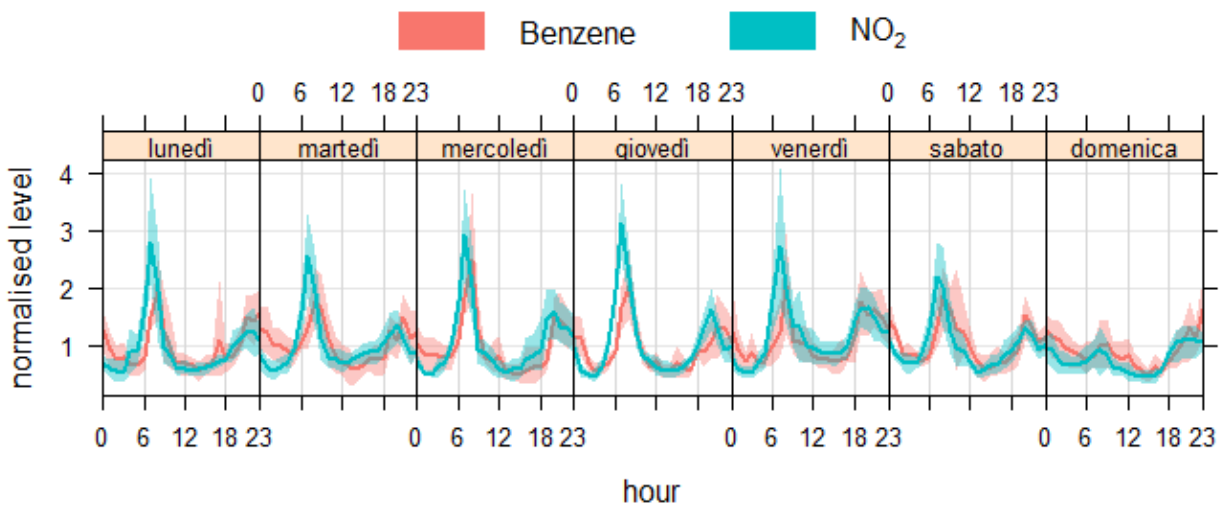


Figura 67) Benzene e biossido di azoto: giorni medi del sito di Busca per il periodo dal 4 aprile al 16 maggio 2014 (valori normalizzati).

Particolari relazioni dirette con il biossido di azoto, e pertanto con il traffico veicolare, non emergono, tra i dati del periodo in analisi, per le concentrazioni delle polveri sottili. Nel grafico 68 è rappresentata infatti anche la settimana media ottenuta a partire dai dati orari di PM<sub>10</sub> misurati con tecnica nefelometrica, e da essa non si evidenziano ciclicità evidenti per le concentrazioni delle polveri che possano ricondurre a emissioni dirette del traffico veicolare o di altre sorgenti influenti in particolari ore o giorni della settimana.

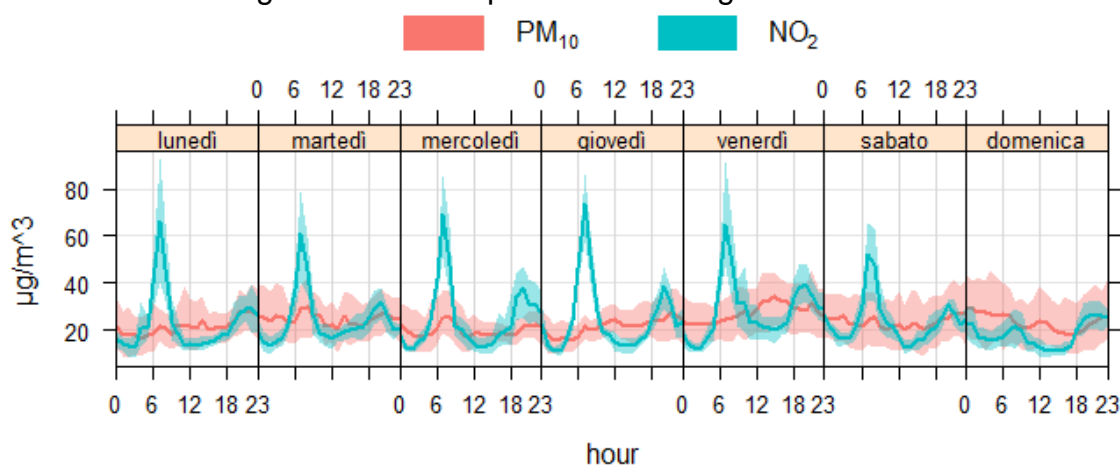


Figura 68) NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>: settimane medie su base oraria dei dati del laboratorio mobile nel sito di Busca per il periodo dal 4 aprile al 16 maggio 2014.

Nel sito di corso Romita a Busca, oltre alla frazione sottile (PM<sub>10</sub>), campionata sia con tecnica gravimetrica che nefelometrica, è stata campionata con uno strumento portatile gravimetrico anche la frazione fine o respirabile (PM<sub>2,5</sub>) delle polveri.

L'evoluzione nel tempo delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> misurate con la tecnica gravimetrica sono rappresentate nel grafico di figura 69. I valori del PM<sub>10</sub> si possono confrontare con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle centraline della rete fissa provinciale dove tale inquinante viene campionato (in grigio) e con quello definito dai valori rilevati presso le centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu).

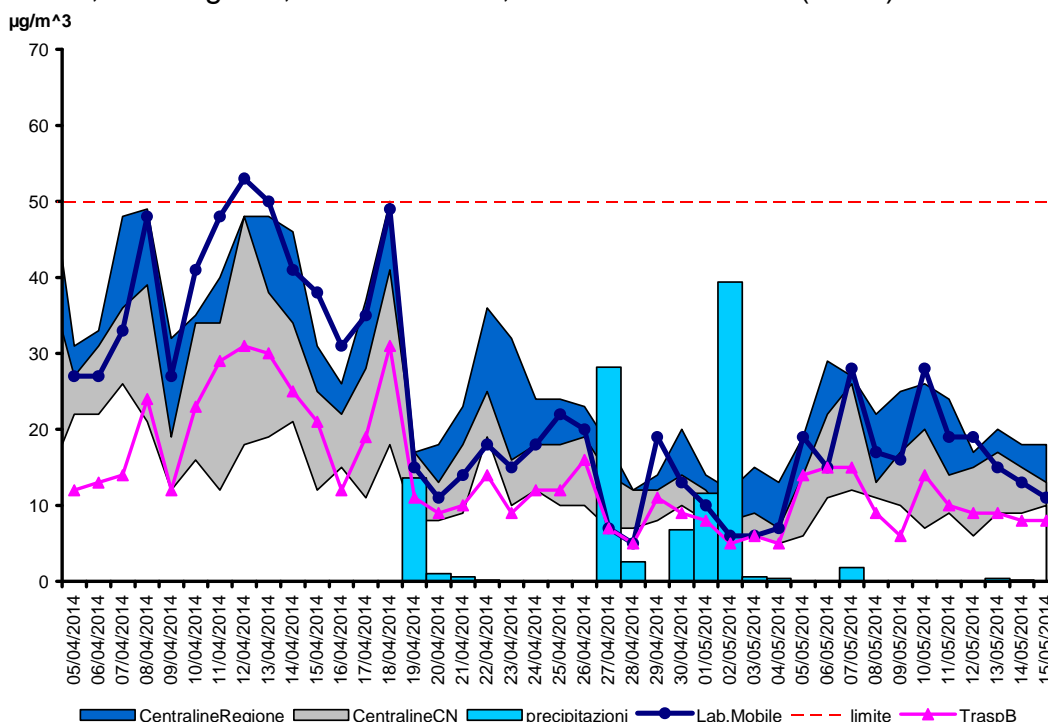


Figura 69) PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate nel sito di Busca. Confronto con l'intervallo di concentrazioni di PM<sub>10</sub> definito dai dati delle centraline fisse della provincia di Cuneo (in grigio) e delle centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino, e Torino Consolata (in blu). Precipitazioni giornaliere registrate nella stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo.

Di tutto il periodo di monitoraggio, le prime due settimane sono state quelle in cui sono state registrate le concentrazioni più elevate di polveri sottili su tutto il territorio piemontese; questo periodo è stato caratterizzato da una lunga fase anticiclonica, condizione tipicamente favorevole all'accumulo degli inquinanti. I dati rilevati nel sito di Busca in tali settimane sono stati quasi sempre superiori ai livelli registrati presso le stazioni fisse provinciali e in taluni casi anche di quelle regionali. L'unico superamento del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  si è infatti verificato nel sito di Busca il 12 aprile.

Le precipitazioni che si sono verificate nella giornata del 19 e alla fine del mese di aprile hanno determinato una buona rimozione delle polveri presenti nell'atmosfera, che si sono così poi mantenute a valori limitati su tutta la regione.

Considerando solamente i dati fino al 18 aprile, per evitare la variabile delle precipitazioni, le medie delle concentrazioni delle due frazioni dimensionali delle polveri misurate nel sito di corso Romita e presso la centralina di Cuneo, dove le misure di  $\text{PM}_{2.5}$  vengono regolarmente eseguite, assumono i valori indicati in tabella.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{PM}_{10}$	$\text{PM}_{2.5}$	$\text{PM}_{10}-\text{PM}_{2.5}$
BUSCA	39	21	18
CUNEO	28	18	10

Tabella 5) medie delle concentrazioni di  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  e frazione grossolana misurate nel sito di Busca e presso la centralina di Cuneo nel periodo dal 5 al 18 aprile 2014.

Si deduce da tali dati che il contributo maggiore allo scostamento tra il  $\text{PM}_{10}$  del sito di Busca e quello di Cuneo è dato dalla frazione "grossolana" delle polveri, ovvero quella di diametro compreso tra 10 e  $2.5 \mu\text{m}$ , piuttosto che da quella più "fine"  $\text{PM}_{2.5}$ .

A tal punto, vista anche l'assenza di un comprovato contributo diretto del traffico alle polveri e di altre evidenti sorgenti che è emersa dall'analisi dei dati orari, si può ipotizzare che un contributo locale alle concentrazioni di polveri misurate nel sito sia stato dato dal fondo di cui è costituito il sito di misura. Il parcheggio dove è stato installato il laboratorio mobile è infatti realizzato in terreno battuto ricoperto di materiale ghiaioso e, in particolare nelle giornate asciutte, da esso possono essersi risollevate polveri, nella fattispecie materiale particolato primario, caratterizzato per lo più da una granulometria grossolana.

In conclusione il sito di misura di Busca è risultato particolarmente esposto alle emissioni del traffico veicolare transitante su corso Romita (strada regionale 589) che ha determinato, per il biossido di azoto, picchi di concentrazione particolarmente elevati al mattino e complessivamente concentrazioni medie tra le più alte della provincia.

Sebbene le misure del  $\text{PM}_{10}$  possano essere state "alterate" dal risollevarsi di materiale particolato del fondo del piazzale, occorre considerare che il traffico determina comunque un notevole contributo indiretto alla componente del particolato cosiddetta "secondaria", che si origina in atmosfera dalla trasformazione di precursori quali  $\text{NO}_x$ , VOC,  $\text{NH}_3$ ... e che costituisce la maggior parte del  $\text{PM}_{10}$  ed in particolare della frazione  $\text{PM}_{2.5}$ .



# DATI METEOROLOGICI

## PIASCO

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile si ricava che, su base oraria, la temperatura minima del periodo del monitoraggio a Piasco è stata di 14.9 °C, la massima di 32.2 °C e la media di 23.4 °C. Nel grafico della figura 70 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere del periodo di monitoraggio.

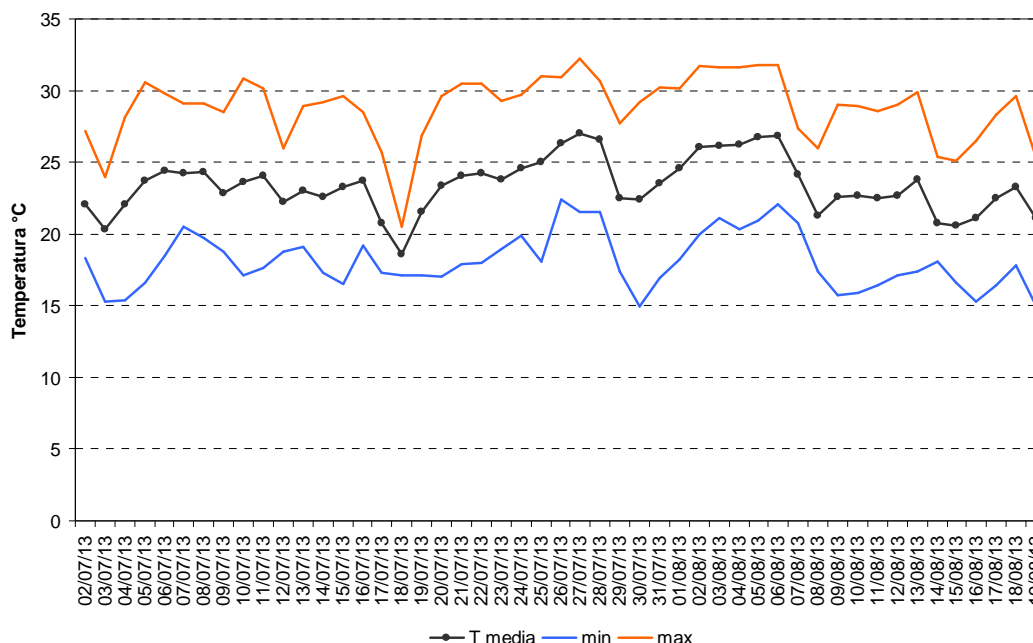


Figura 70) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Piasco.

Nella figura 71 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica, ottenuta a partire dai dati misurati dal laboratorio mobile, insieme ai dati della radiazione totale giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Villanova Solaro<sup>14</sup>, e della precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione di Costigliole Saluzzo.

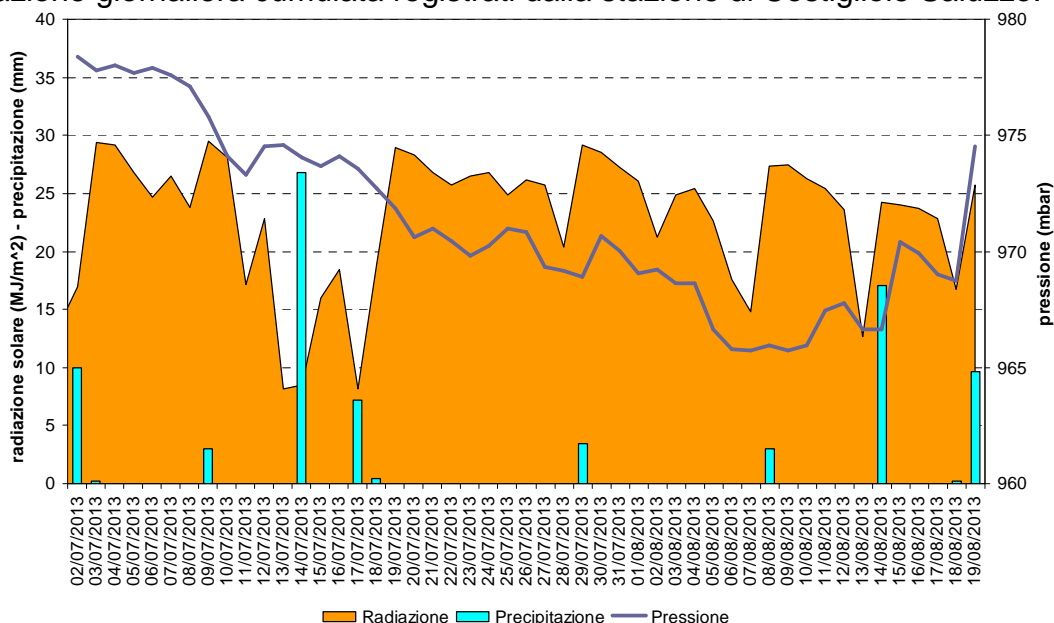


Figura 71) Totale giornaliero della radiazione solare globale (Stazione di Villanova Solaro), precipitazione cumulata giornaliera (Stazione di Costigliole Saluzzo) e pressione atmosferica misurata dal laboratorio mobile a Piasco.

<sup>14</sup> I dati di radiazione solare misurati dalla laboratorio mobile non sono stati utilizzati poiché per alcune ore del giorno lo strumento era in ombra

La figura 72 rappresenta le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di monitoraggio di Piasco. Le calme di vento hanno avuto un'occorrenza del 3.2% e le classi di velocità riscontrate con maggior frequenza sono state quelle comprese tra 1 e 3 m/s.

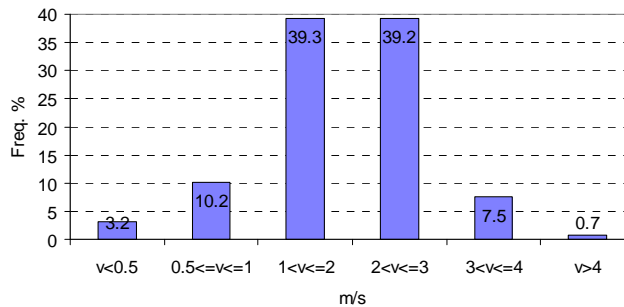


Figura 72) Piasco: frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento (periodo: 2 luglio ÷ 18 agosto 2013).

Nella figura seguente è rappresentata la rosa dei venti ottenuta dai dati registrati dal laboratorio mobile. Si evidenzia un tipico regime di brezza monte-valle, con direzioni prevalenti di provenienza del vento da OvestSudOvest, ovvero da monte verso il fondovalle, durante ore notturne, e da Est, ovvero dalla pianura, durante le ore diurne.

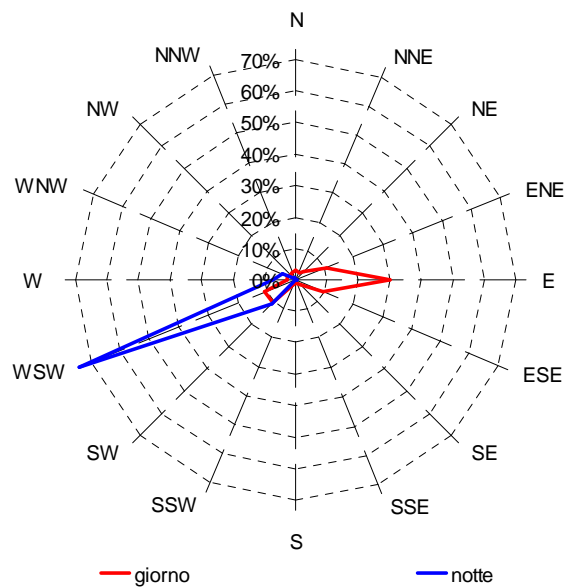


Figura 73) Piasco: direzioni di provenienza del vento (periodo: 2 luglio ÷ 18 agosto 2013).

## SAVIGLIANO

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile si ricava che, su base oraria, la temperatura minima della prima campagna di monitoraggio a Savigliano è stata di 6.8 °C, la massima di 30.0 °C e la media di 19.7 °C.

Durante la seconda campagna la temperatura minima è stata di 0.5 °C, la massima di 23.6 °C e la media di 8.8 °C.

Nel grafico della figura 74 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere del periodo di monitoraggio.

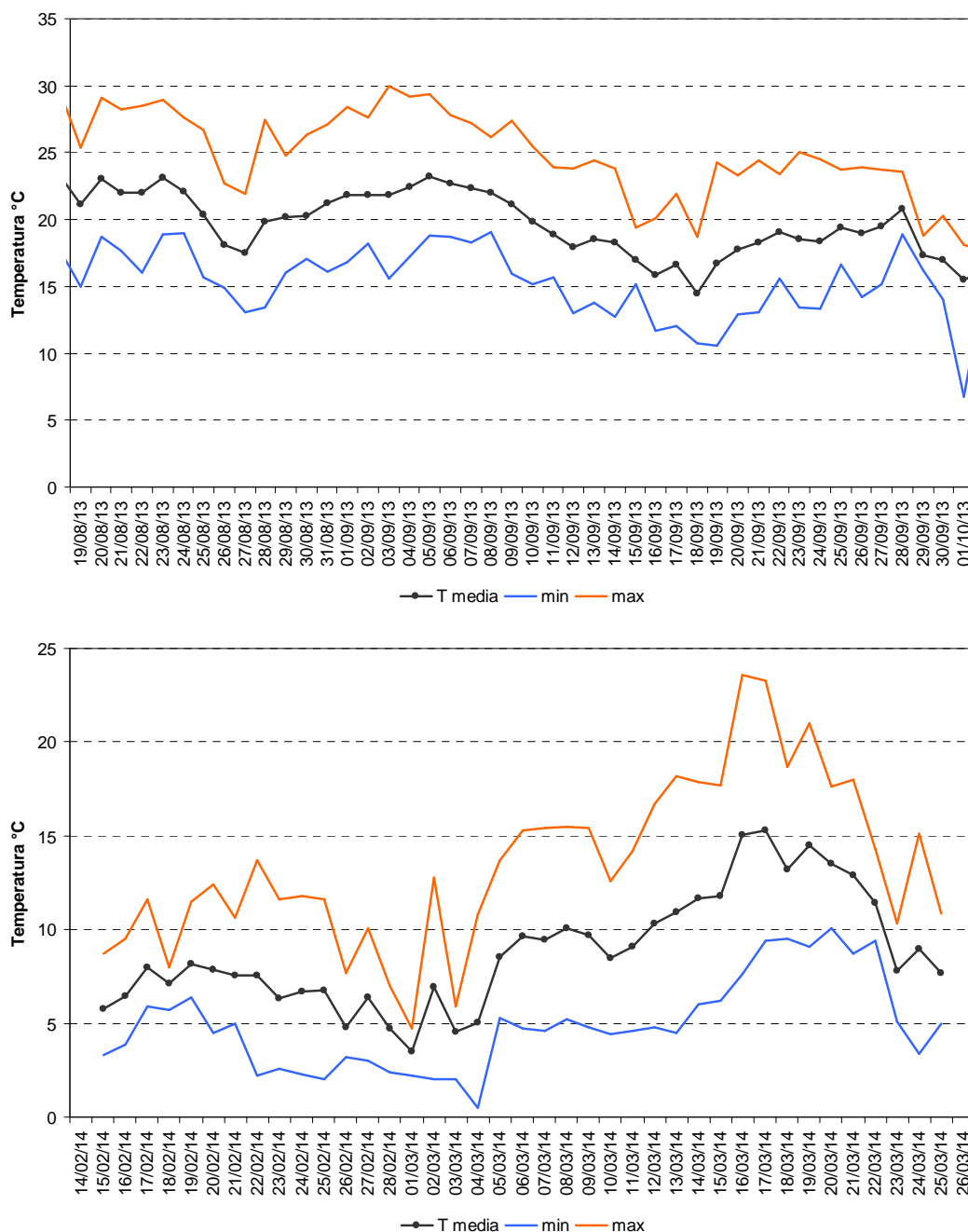


Figura 74) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile nelle due campagne di Savigliano.

Nella figura 75 sono riportati, per ciascun giorno dei due periodi di monitoraggio, la media della pressione atmosferica, ottenuta a partire dai dati misurati dal laboratorio mobile,

insieme ai dati della radiazione totale giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Villanova Solaro (i dati misurati dalla laboratorio mobile non sono stati utilizzati poiché per alcune ore del giorno lo strumento era in ombra), e della precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione meteorologica di Marene.

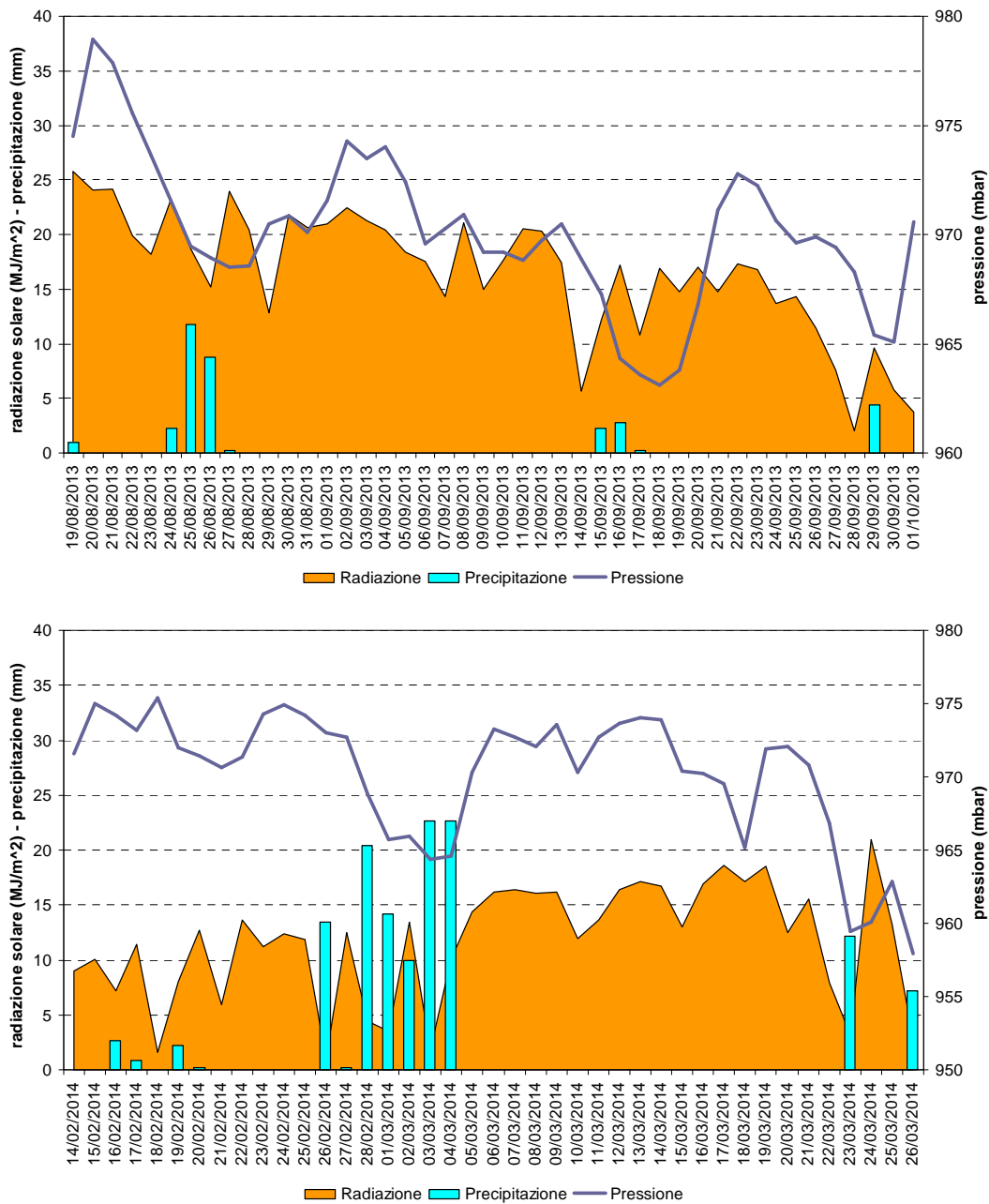


Figura 75) Totale giornaliero della radiazione solare globale (Stazione di Villanova Solaro), precipitazione cumulata giornaliera (Stazione di Costigliole Saluzzo) e pressione atmosferica misurata dal laboratorio mobile a Savigliano.

La figura 76 rappresenta le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di monitoraggio di Savigliano. Le calme di vento hanno avuto un'occorrenza del 63.4% nella prima campagna e del 93.2% nella seconda.

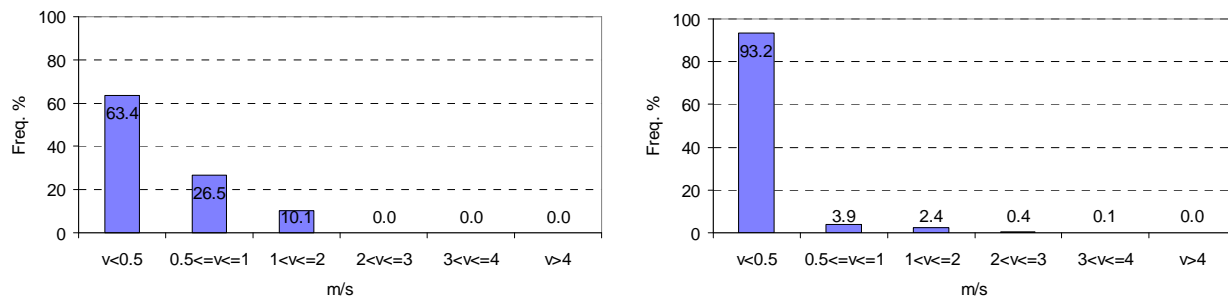


Figura 76) Savigliano: frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento. A sinistra prima campagna (periodo: 19 agosto ÷ 01 ottobre 2013), a destra seconda campagna (periodo: 14 febbraio ÷ 26 marzo 2014).

Nella figura seguente sono rappresentati i settori di provenienza calcolati dai dati misurati in corso Roma nella campagna estiva (i dati della campagna invernale presentano i medesimi settori ma con frequenze ancora più contenute). Essi evidenziano l'effetto canyon prodotto dall'edificio, con uniche direzioni possibili per i venti lungo l'asse stradale posto sulla direttrice Est-Ovest.

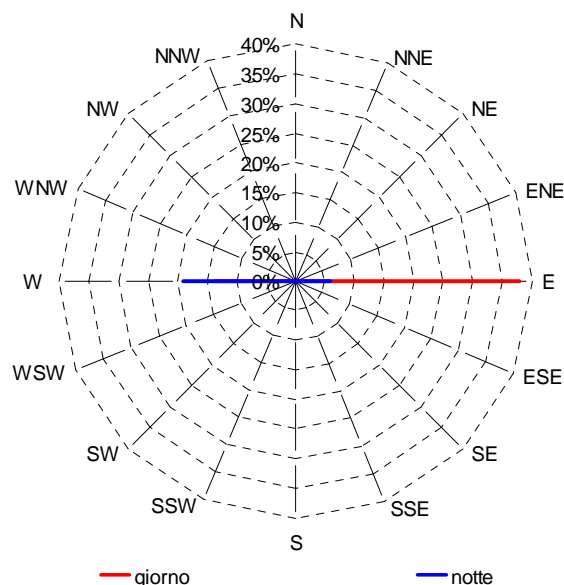


Figura 77) Savigliano: direzioni di provenienza del vento nella prima campagna (periodo: 19 agosto ÷ 01 ottobre 2013).



## SALUZZO

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile si ricava che, su base oraria, la temperatura minima del periodo del monitoraggio a Saluzzo è stata di 0.7 °C, la massima di 21.6 °C e la media di 12.0 °C.

Nel grafico della figura 78 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere del periodo di monitoraggio.

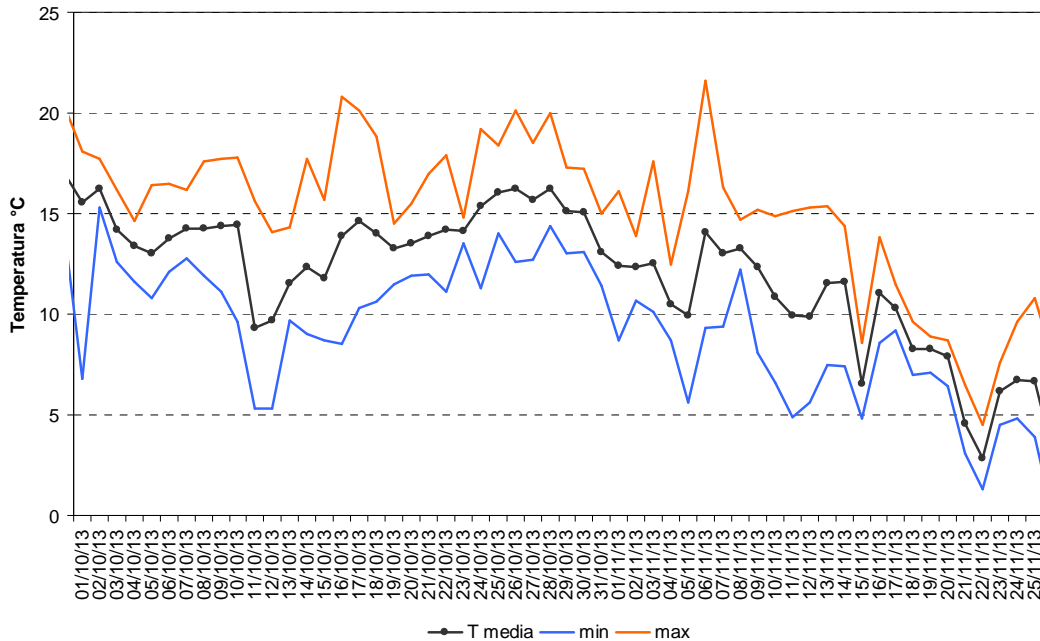


Figura 78) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Saluzzo.

Nella figura 79 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica, ottenuta a partire dai dati misurati dal laboratorio mobile, insieme ai dati della radiazione totale giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Villanova Solaro (i dati misurati dalla laboratorio mobile non sono stati utilizzati poiché per alcune ore del giorno lo strumento era in ombra), e della precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo.

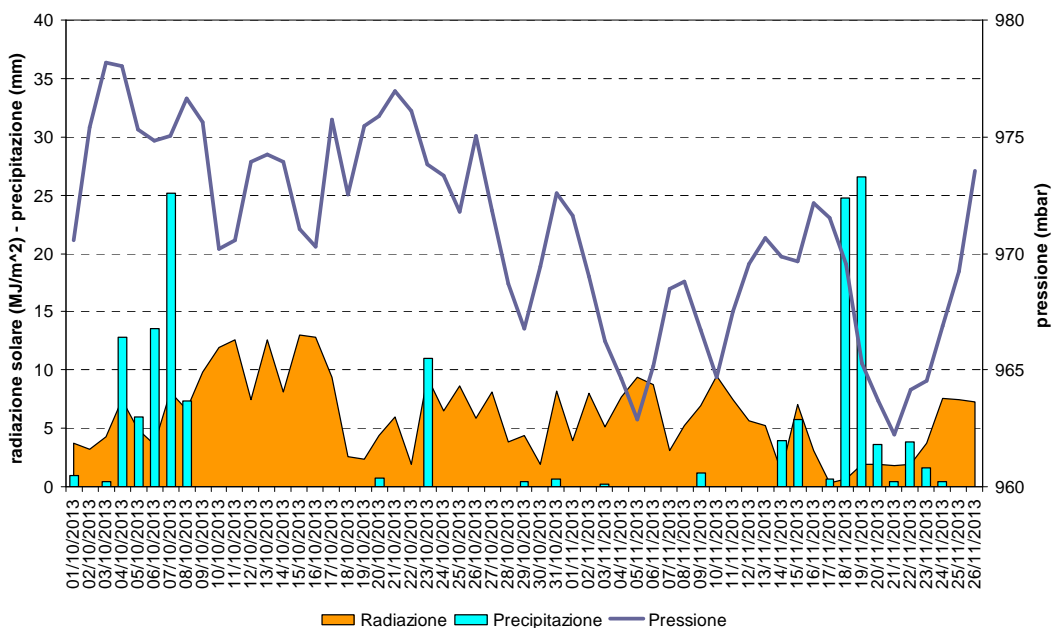


Figura 79) Totale giornaliero della radiazione solare globale (Stazione di Villanova Solaro), precipitazione cumulata giornaliera (Stazione di Costigliole Saluzzo) e pressione atmosferica misurata dal laboratorio mobile a Saluzzo.

La figura 80 rappresenta le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di monitoraggio di Saluzzo. Le calme di vento hanno avuto un'occorrenza del 65.1% e la classe di velocità riscontrata con maggior frequenza è stata quella compresa tra 0.5 e 1 m/s.

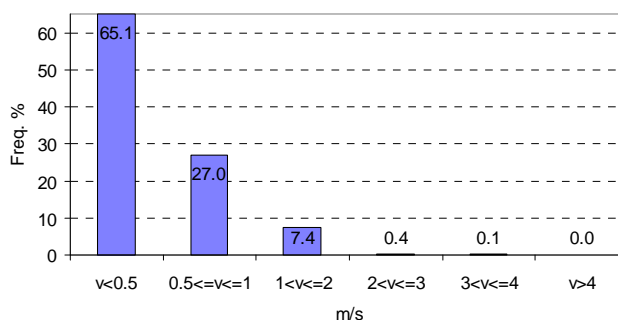


Figura 80) Saluzzo: frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento (periodo: 1 ottobre ÷ 26 novembre 2013).

Nella figura seguente i settori di provenienza misurati in piazza Garibaldi evidenziano la schermatura che l'edificato determina sui venti.

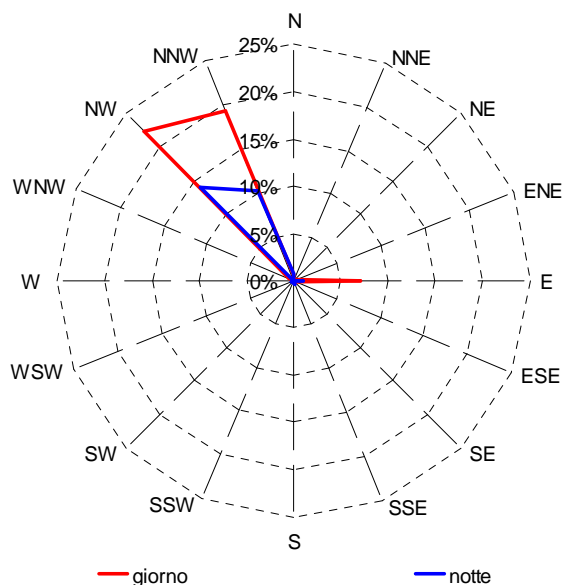


Figura 81) Saluzzo: direzioni di provenienza del vento (periodo: 1 ottobre ÷ 26 novembre 2013).

## BARGE

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile si ricava che, su base oraria, la temperatura minima del periodo del monitoraggio a Barge è stata di -2.3 °C, la massima di 13.5 °C e la media di 3.7 °C.

Nel grafico della figura 82 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere del periodo di monitoraggio.

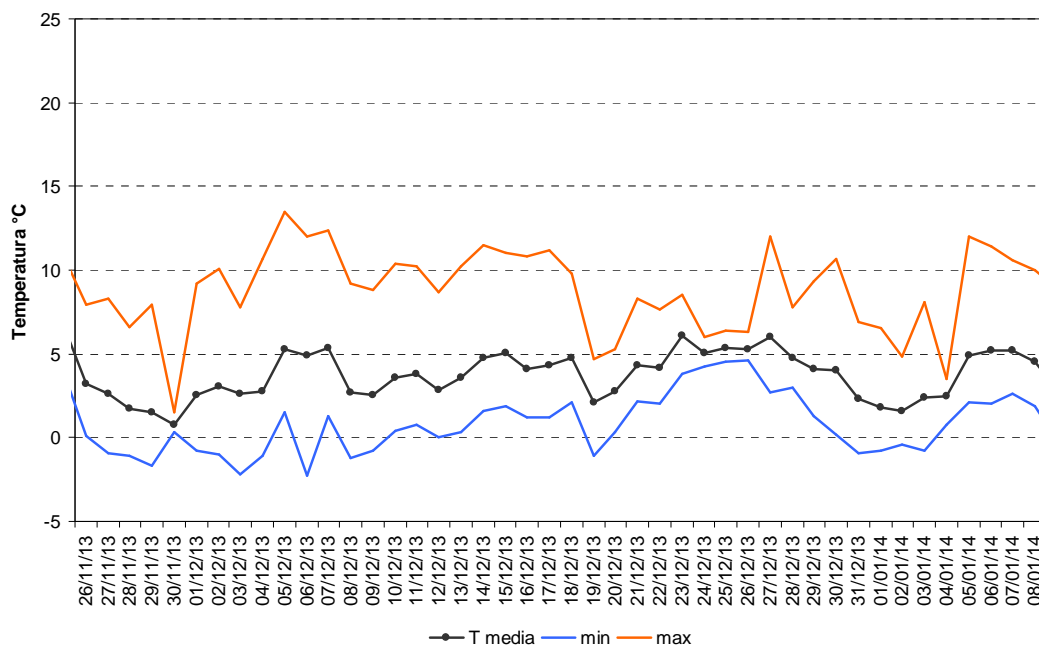


Figura 82) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Barge.

Nella figura 83 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica, ottenuta a partire dai dati misurati dal laboratorio mobile, insieme ai dati della radiazione totale giornaliera e della precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione meteorologica di Villanova Solaro.

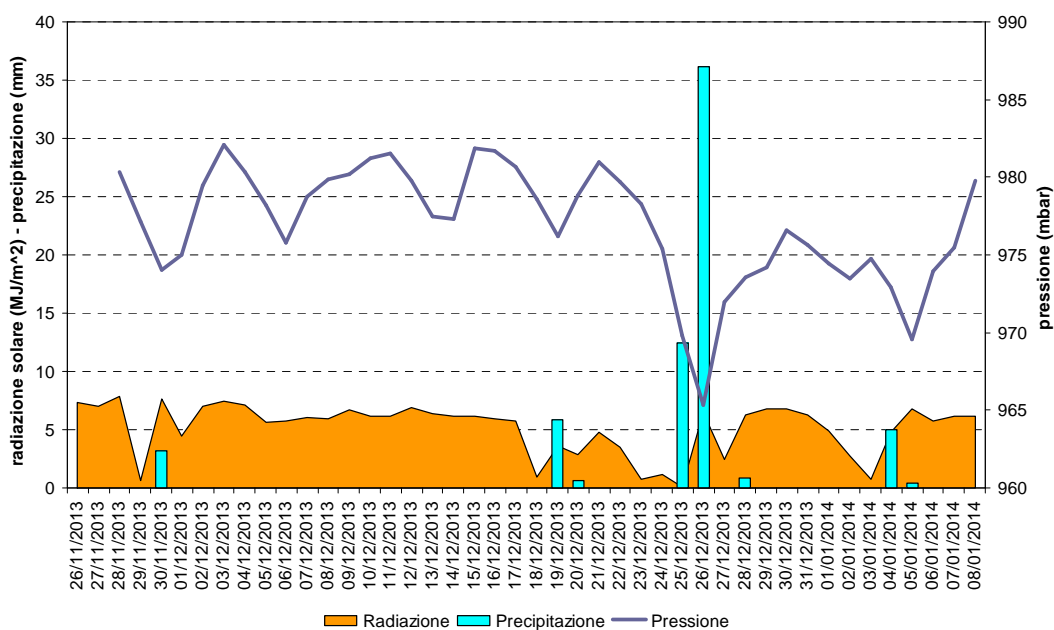


Figura 83) Totale giornaliero della radiazione solare globale (Stazione di Villanova Solaro), precipitazione cumulata giornaliera (Stazione di Villanova Solaro) e pressione atmosferica misurata dal laboratorio mobile a Barge.

La figura 84 rappresenta le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di monitoraggio di Barge. Le calme di vento hanno avuto un'occorrenza del 11.1% e la classe di velocità riscontrata con maggior frequenza è stata quella compresa tra 2 e 3 m/s.

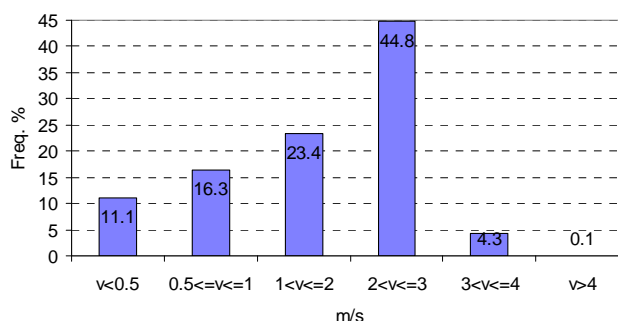


Figura 84) Barge: frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento (periodo: 26 novembre 2013 ÷ 8 gennaio 2014).

Nella figura seguente è rappresentata la rosa dei venti ottenuta dai dati registrati dal laboratorio mobile. Si evidenzia un tipico regime di brezza monte-valle, con direzioni prevalenti di provenienza del vento da Ovest, ovvero da monte verso il fondovalle, durante ore notturne, e da Est - SudEst, ovvero dalla pianura, durante le ore diurne.

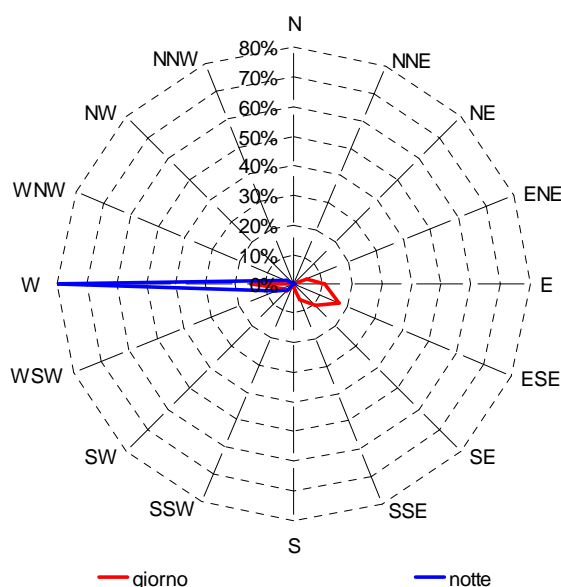


Figura 85) Barge: direzioni di provenienza del vento (periodo: 26 novembre 2013 ÷ 8 gennaio 2014).

## MORETTA

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile si ricava che, su base oraria, la temperatura minima del periodo del monitoraggio a Barge è stata di  $-2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la massima di  $13.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  e la media di  $3.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Nel grafico della figura 86 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere del periodo di monitoraggio.

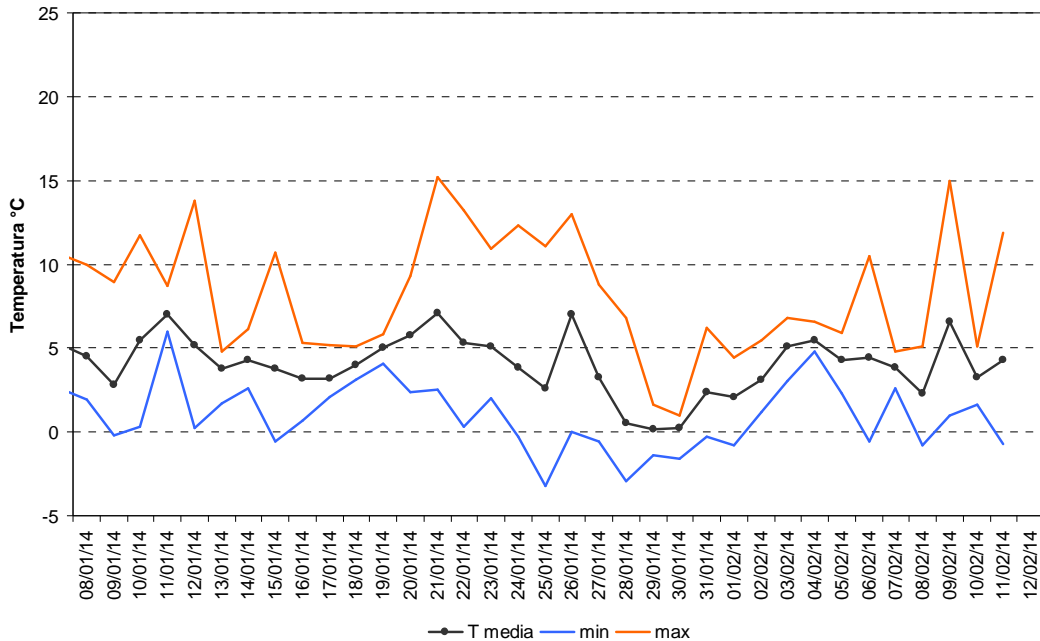


Figura 86) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Moretta.

Nella figura 87 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica, ottenuta a partire dai dati misurati dal laboratorio mobile, insieme ai dati della radiazione totale giornaliera e della precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione meteorologica di Villanova Solaro.

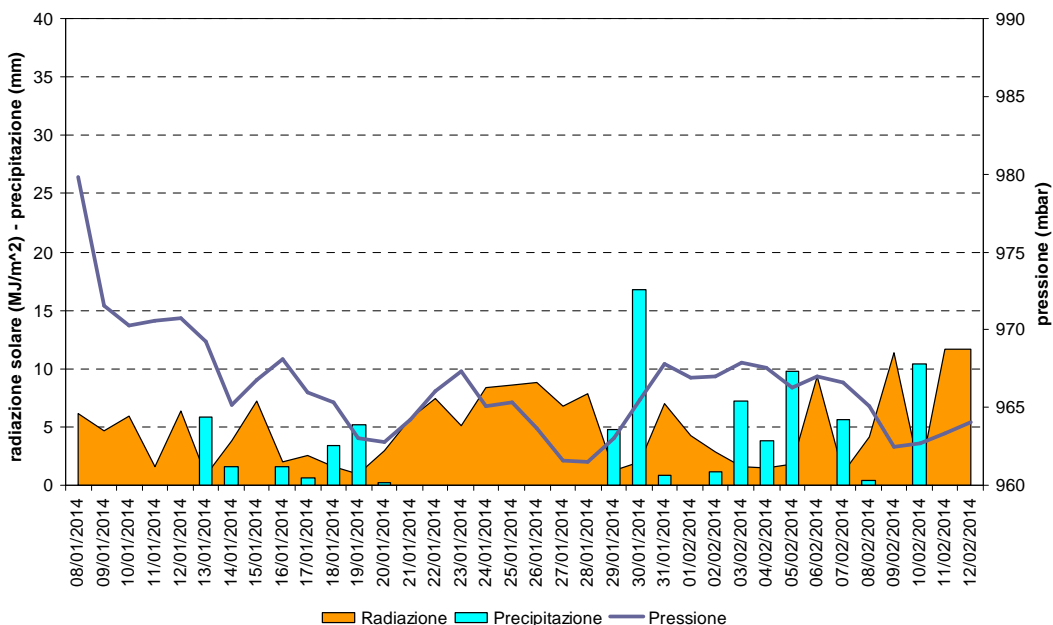


Figura 87) Totale giornaliero della radiazione solare globale (Stazione di Villanova Solaro), precipitazione cumulata giornaliera (Stazione di Villanova Solaro) e pressione atmosferica misurata dal laboratorio mobile a Moretta.



La figura 88 rappresenta le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di monitoraggio di Moretta. Le calme di vento hanno avuto un'occorrenza del 73.7% e la classe di velocità riscontrata con maggior frequenza è stata quella compresa tra 0.5 e 1 m/s.

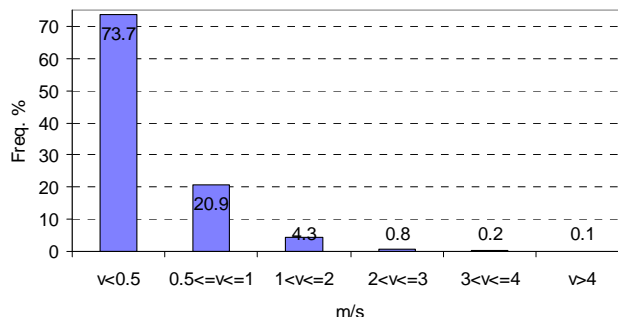


Figura 88) Moretta: frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento (periodo: 8 gennaio ÷ 12 febbraio 2014).

Nella figura seguente i settori di provenienza ottenuti dai dati misurati in via Macario non evidenziano la presenza di schermature particolari da parte di edifici, pertanto l'elevata percentuale di calme di vento ottenuta nel periodo di analisi si può considerare sia rappresentativa, non di una microscala intorno al punto di misura, ma di un'area più vasta.

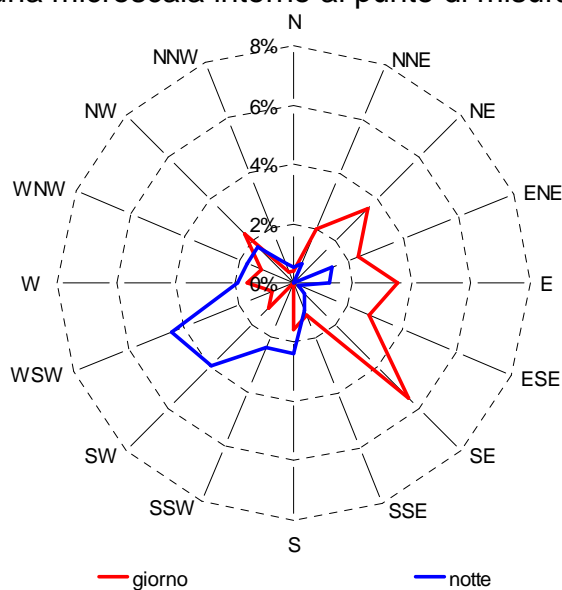


Figura 89) Moretta: direzioni di provenienza del vento (periodo: 8 gennaio ÷ 12 febbraio 2014).

## BUSCA

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile si ricava che, su base oraria, la temperatura minima del periodo del monitoraggio a Busca è stata di 3.7 °C, la massima di 24.9 °C e la media di 14.3 °C.

Nel grafico della figura 90 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere del periodo di monitoraggio.

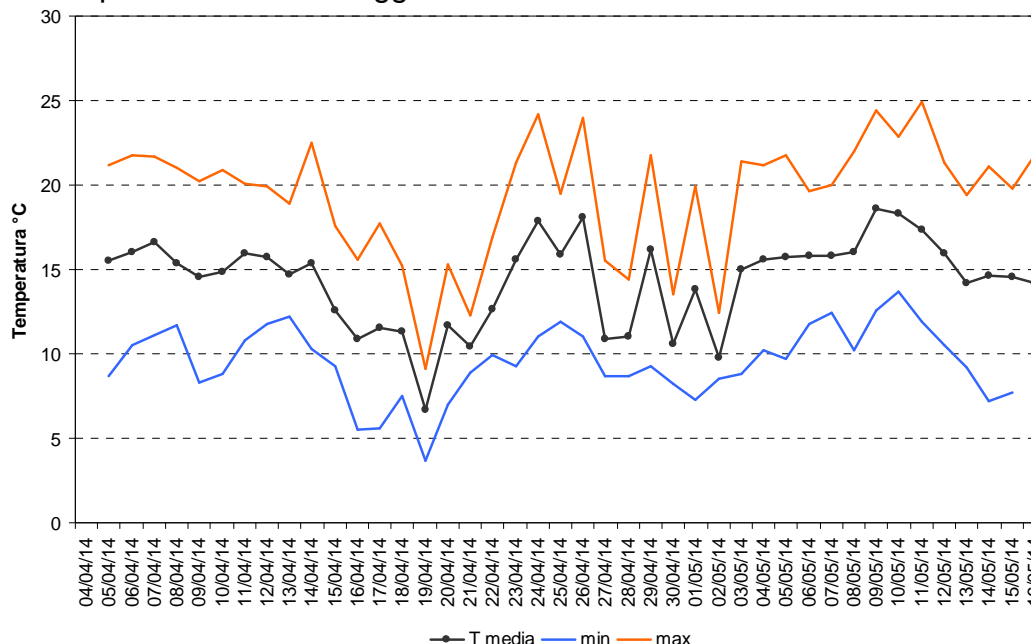


Figura 90) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Busca.

Nella figura 91 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica, ottenuta a partire dai dati misurati dal laboratorio mobile, insieme ai dati della radiazione totale giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Villanova Solaro (i dati misurati dalla laboratorio mobile non sono stati utilizzati poiché per alcune ore del giorno lo strumento era in ombra), e della precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione meteorologica di Costigliole Saluzzo.

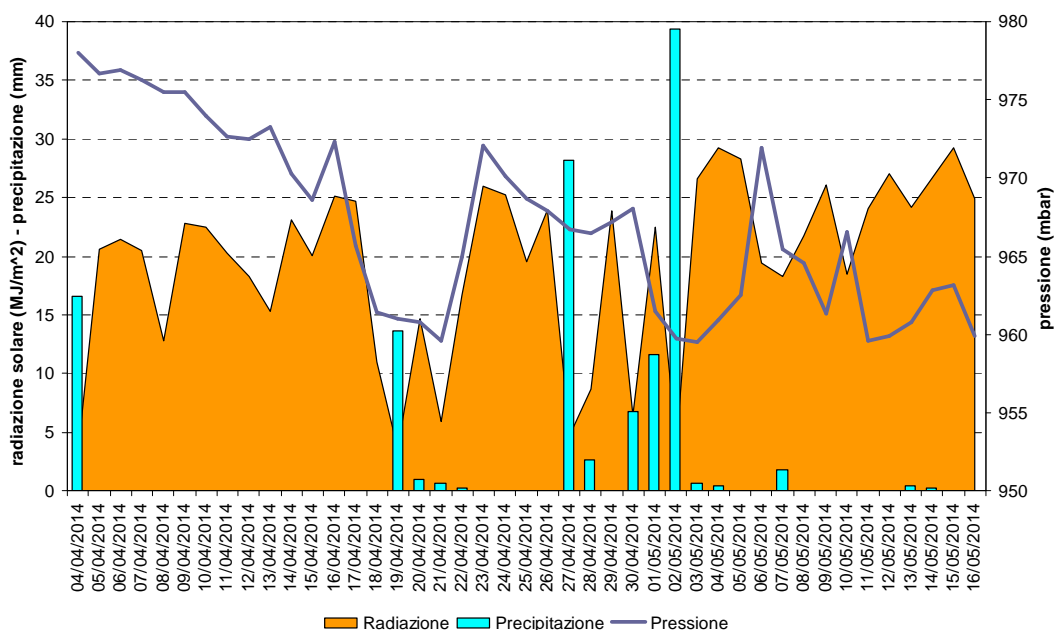


Figura 91) Totale giornaliero della radiazione solare globale (Stazione di Villanova Solaro), precipitazione cumulata giornaliera (Stazione di Costigliole Saluzzo) e pressione atmosferica misurata dal laboratorio mobile a Busca.

La figura 92 rappresenta le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di monitoraggio di Busca. Le calme di vento hanno avuto un'occorrenza del 21.6% e la classe di velocità riscontrata con maggior frequenza è stata quella compresa tra 0.5 e 1 m/s.

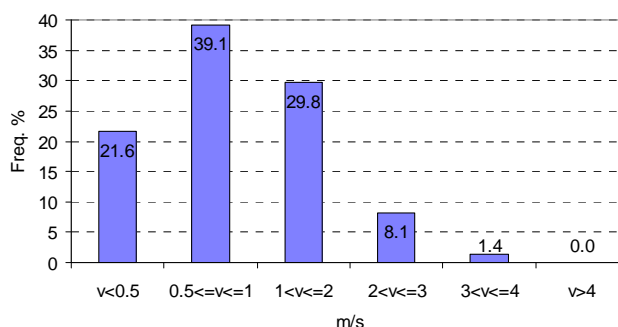


Figura 92) Busca: frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento (periodo: 4 aprile ÷ 16 maggio 2014).

Nella figura seguente è rappresentata la rosa dei venti ottenuta dai dati registrati dal laboratorio mobile. Si evidenzia un tipico regime di brezza monte-valle, con direzioni prevalenti di provenienza del vento da SudSudOvest, ovvero da monte verso il valle, durante le ore notturne, e da NordNordEst, ovvero dalla pianura, durante le ore diurne.

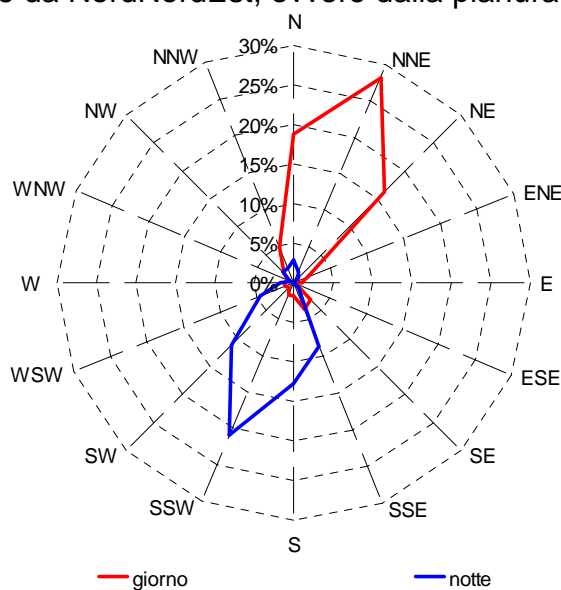


Figura 93) Busca: direzioni di provenienza del vento (periodo: 4 aprile ÷ 16 maggio 2014).

## CONCLUSIONI

Per la redazione di questo studio sono stati condotti monitoraggi con il laboratorio mobile dal luglio 2013 al maggio 2014, per un totale di 307 giorni di cui 48 nel comune di Piasco, 43 a Savigliano nel periodo estivo e 40 nel periodo invernale, 56 a Saluzzo, 43 a Barge, 35 a Moretta e 42 a Busca.

Complessivamente sono stati validati ed elaborati più di 7800 dati orari per ciascun inquinante analizzato, sono stati prelevati 169 campioni giornalieri di  $PM_{2.5}$  e 381 campioni di  $PM_{10}$ , su 80 di questi è stata caratterizzata la frazione metallica e la componente di idrocarburi policiclici aromatici.

I dati chimici rilevati, dopo essere stati oggetto di una procedura di validazione, sono stati sottoposti a vari tipi di elaborazioni e confronti con i dati acquisiti nei medesimi periodi dalle stazioni del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, utilizzando le misure dei parametri meteorologici acquisiti sia dal laboratorio mobile che dalle stazioni della rete meteorologica regionale. Per le elaborazioni sono stati utilizzati principalmente il software statistico R, versione 3.0.0, ed il suo pacchetto OpenAir, versione 0.8-5, il software statistico ProUCL, versione 4.1.01, ed il software Quantum GIS, versione 2.4.0.

Scendendo nel dettaglio dei singoli siti monitorati si può concludere che nella postazione del polo scolastico di Piasco non sono state evidenziate criticità nei confronti dei dati rilevati dalla rete fissa della qualità dell'aria provinciale: le concentrazioni del biossido di azoto misurate, attribuibili principalmente alle emissioni del traffico veicolare, si sono dimostrate contenute, nonostante il contributo del "traffico turistico" per la valle Varaita che ha determinato la presenza di picchi di concentrazione anche nei giorni dei fine settimana. Per quanto riguarda i dati delle polveri sottili i dati rilevati dal laboratorio mobile sono risultati analoghi ai più bassi misurati dalle centraline della provincia ed i dati campionati in prossimità della zona artigianale della frazione S. Antonio sono stati per lo più inferiori a quelli misurati presso il polo scolastico.

Nel sito di corso Roma a Savigliano i valori di biossido di azoto sono risultati mediamente superiori ai dati della rete provinciale; in particolare i valori della campagna estiva sono statisticamente assimilabili in media a quelli della stazione di fondo di Torino Rubino, mentre le concentrazioni della campagna invernale risultano intermedie tra quelle rilevate nella postazione di traffico di Torino Consolata e quelle della stazione di fondo urbano di Rubino.

Le concentrazioni delle polveri sottili campionate in corso Roma, coincidenti in media con quanto rilevato presso la stazione di Bra Madonna dei Fiori, che tra le centraline della provincia rappresenta la situazione più critica, ne hanno in taluni giorni superato i valori determinando un numero di superamenti del limite giornaliero maggiore di quello relativo alla stazione fissa braidese.

In conclusione alle analisi ed ai confronti eseguiti con i dati della rete fissa della qualità dell'aria, il sito di corso Roma di Savigliano risulta pesantemente condizionato dalla conformazione a canyon urbano, che determina la stagnazione degli inquinanti emessi a livello locale ed in particolare dal traffico veicolare ivi circolante. Tale importante contributo locale va a sommarsi ad un fondo che, per il sito di Savigliano, risulta già fortemente influenzato dall'inquinamento diffuso della zona di pianura in cui si trova.

Dal confronto dei dati ottenuti con il laboratorio mobile ed i dati delle stazioni della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria, si desume che i livelli di inquinamento del sito di corso Roma siano critici, ai fini del rispetto dei limiti normativi, sia per quanto riguarda le polveri sottili che gli ossidi di azoto.

Per il monitoraggio condotto in piazza Garibaldi a Saluzzo le elaborazioni eseguite per il biossido di azoto indicano come questo sito di misura, anche a causa della conformazione

del tessuto urbano che riduce la ventilazione, risente molto delle emissioni dell'intenso traffico veicolare ivi circolante. Le concentrazioni rilevate in questo sito di Saluzzo, mediamente superiori a quelle registrate dalla rete provinciale, risultano intermedie tra quelle rilevate della stazione di fondo urbano di Torino Rubino e quelle della stazione di fondo urbano di Cuneo. Data la situazione di superamento del limite annuo dell'NO<sub>2</sub> della stazione di Rubino, non si può assumere che nel sito di piazza Garibaldi sia rispettato il limite normativo annuale.

Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub> nella campagna di monitoraggio di Saluzzo si sono verificati due episodi acuti di inquinamento da polveri sottili, che peraltro hanno visto coinvolta tutta la pianura padana, durante i quali sono state raggiunte le concentrazioni massime di 111 µg/m<sup>3</sup> per il PM<sub>10</sub> e 97 µg/m<sup>3</sup> per il PM<sub>2.5</sub>. Gli andamenti dei PM<sub>10</sub> rilevati nel sito di Saluzzo sono però sempre stati coerenti con quanto si è verificato su tutto il territorio regionale, e sia la media che il numero di superamenti sono risultati intermedi tra i valori della zona Alba-Bra e di quella del Cuneese (Cuneo e Borgo San Dalmazzo). Ciò non significa che nel sito di Saluzzo non sussista il rischio di superamento dei limiti stabiliti per la protezione della salute umana infatti, nonostante il miglioramento della situazione regionale dei PM<sub>10</sub>, negli ultimi due anni legato in particolare alle condizioni meteorologiche, l'inquinamento da polveri sottili rimane problematico anche a livello della nostra provincia.

In piazza Stazione a Barge le concentrazioni di biossido di azoto, attribuibili principalmente alle emissioni del traffico veicolare, sono risultate analoghe a quelle registrate nel medesimo periodo dalle centraline della provincia e pertanto non problematiche.

Possibili ricadute delle emissioni delle attività industriali di San Martino sono state individuate nel sito di piazza Stazione, in particolare con molecole di toluene e meta-paraxileni, ma complessivamente in quantitativi non rilevanti.

Nel sito di San Martino le concentrazioni delle polveri sottili sono risultate superiori a quelle del sito di piazza Stazione e prossime ai valori più elevati della provincia. In questo sito inoltre sono stati evidenziati valori elevati nel confronto con la rete per Cromo, Zinco ed Idrocarburi Policiclici Aromatici; per il benzo(a)pirene, idrocarburo per il quale la norma stabilisce un limite normativo, potrebbero esistere criticità per il rispetto del limite annuale nell'ipotesi che il periodo analizzato fosse rappresentativo anche della parte rimanente dell'anno.

Per le considerazioni espresse nel capitolo dedicato all'analisi dei dati, i risultati ottenuti per metalli ed idrocarburi policiclici aromatici nei due siti di Barge, come anche per le polveri, non si possono ritenere esaustivi e sufficienti per trarre conclusioni certe sulla provenienza delle concentrazioni rilevate. Infatti tra le potenziali sorgenti di questi inquinanti, oltre alle eventuali emissioni industriali, contributi importanti possono derivare dal traffico veicolare e dalla combustione della legna.

Nel sito di via Macario a Moretta il biossido di azoto ha evidenziato concentrazioni analoghe a quelle registrate nel medesimo periodo dalle centraline della provincia e pertanto non problematiche; per le polveri sottili invece la media ed il numero di superamenti del limite giornaliero è stato analogo a quanto verificato in contemporanea presso la stazione di Bra Madonna dei Fiori che, come detto in precedenza, rappresenta la situazione più critica tra le centraline della provincia, e, in taluni giorni, le concentrazioni medie sono state superiori anche a quelle di Bra.

A Busca il sito di misura è risultato particolarmente esposto alle emissioni del traffico veicolare transitante su corso Romita (strada regionale 589) che ha determinato, per il biossido di azoto, picchi di concentrazione particolarmente elevati al mattino e complessivamente concentrazioni medie tra le più alte della provincia.

Sebbene i dati del PM<sub>10</sub>, coerentemente con la stagione siano stati contenuti, e per di più le misure possano essere state in parte "alterate" dal risollevarsi di materiale particolato del fondo del piazzale, occorre considerare che il traffico determina comunque

un notevole contributo indiretto alla componente del particolato cosiddetta “secondaria”, che si origina in atmosfera dalla trasformazione di precursori quali NO<sub>x</sub>, VOC, NH<sub>3</sub>... e che costituisce la maggior parte del PM<sub>10</sub> ed in particolare della frazione PM<sub>2.5</sub>.

Complessivamente nei siti monitorati è stata evidenziata l'influenza delle emissioni del traffico veicolare, che in taluni casi comporta un'esposizione a livelli elevati di ossidi di azoto, anche a causa della posizione di misura, molto vicina all'asse di strade caratterizzate da importanti flussi di traffico e, in alcuni casi, della conformazione del tessuto urbano che, bloccando la circolazione dei venti, favorisce il ristagno degli inquinanti ivi emessi.

Per quanto riguarda l'inquinamento da polveri sottili i risultati dei monitoraggi svolti nel quadrante Nord Ovest della provincia confermano una situazione che sul territorio della nostra provincia “peggiora” procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura, con situazioni “aggravate” nei punti maggiormente esposti a emissioni locali intense, nella fattispecie dovute al traffico veicolare.

Oltre al contributo delle emissioni strettamente locali, tutti i siti analizzati in queste campagne risentono di un inquinamento diffuso maggiore di quello delle città poste nella zona sud della provincia di Cuneo.

Infatti i centri abitati oggetto dei monitoraggi presentati in questo studio fanno parte, o sono comunque prossimi, alla zona di pianura della nostra provincia, adiacente alla zona metropolitana torinese, che costituisce l'estremo ovest della pianura Padana; essa pertanto risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano, soprattutto per quanto riguarda inquinanti cosiddetti “ubiquitari” come le polveri sottili.

Tale zona della nostra provincia è inoltre caratterizzata da un'attività zootecnica intensiva che determina un'emissione molto cospicua di ammoniaca, inoltre, in particolare dal 2011, ha visto sorgere il più alto numero di centrali a biomassa della regione. Queste, sebbene alimentate con sorgenti “rinnovabili”, producono quantitativi di ossidi di azoto pari a circa 5 volte quelli che a parità di potenza produrrebbe un impianto alimentato a metano.

Occorre a questo punto ricordare che sia gli ossidi di azoto che l'ammoniaca in atmosfera agiscono da precursori per le polveri, ovvero subiscono delle trasformazioni chimiche che portano alla formazione del cosiddetto particolato “secondario”, generalmente compreso nella frazione più fine delle polveri e pertanto più problematico per la salute umana perché in grado di penetrare più in profondità nell'apparato respiratorio.

Partendo dai dati dell'inventario regionale delle emissioni, aggiornato alle emissioni dell'anno 2008 e pertanto senza il contributo degli impianti più recenti, si stima che la provincia di Cuneo contribuisca alla produzione di circa un quarto del particolato secondario della regione Piemonte.

La stazione urbana di Bra Madonna dei Fiori si conferma, dall'analisi dei dati ottenuti in particolare per il PM<sub>10</sub>, come stazione fissa di riferimento rappresentativa dell'inquinamento medio delle postazioni urbane per tutto il territorio di pianura della zona Nord della provincia di Cuneo. Questo graficamente è visibile dalle mappe riportate in figura 94, dove sono rappresentate con scala di colori le concentrazioni medie di PM<sub>10</sub> ottenute nei siti di Moretta e Savigliano (campagna invernale) insieme alle concentrazioni medie misurate negli stessi periodi da tutte le centraline attive della provincia di Cuneo e da alcune stazioni urbane da traffico della regione. Il confronto con le stazioni delle altre province permette di apprezzare come i centri urbani della pianura cuneese siano caratterizzati da una situazione di inquinamento prossima più alle altre stazioni urbane di pianura che a quelle della zona sud della provincia di Cuneo.



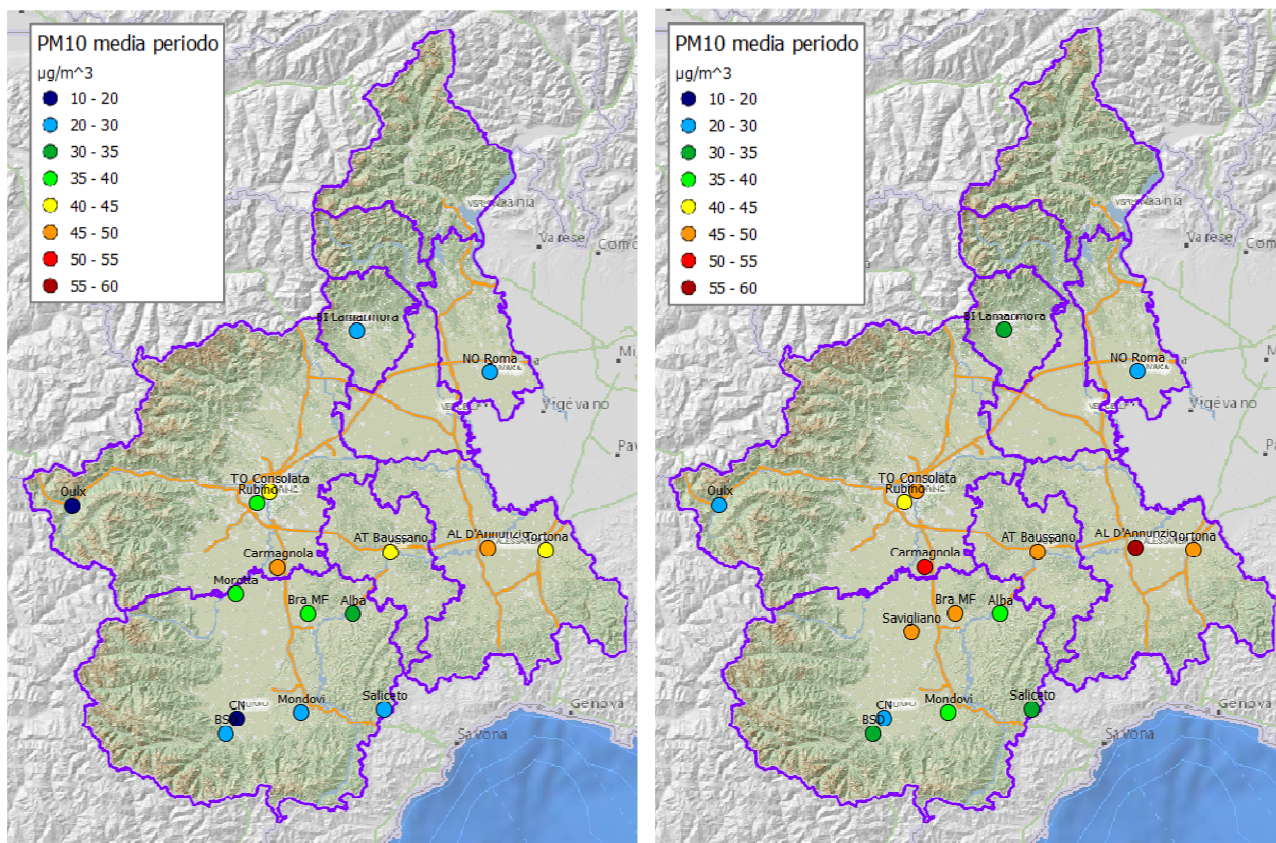


Figura 94)  $PM_{10}$ : medie delle concentrazioni rilevate durante le campagne di Moretta nel periodo dal 9 gennaio all'11 febbraio 2014 (a destra) e a Savigliano nel periodo dal 15 febbraio al 25 marzo 2014 (a sinistra).

Complessivamente si ritiene che i dati ottenuti dai monitoraggi realizzati aggiungano interessanti informazioni sulla situazione della qualità dell'aria non solo nelle cittadine monitorate, esse infatti, per analogia e omogeneità di condizioni generali, possono essere estese alle altre realtà urbane del quadrante Nord Ovest della nostra provincia.

Tali informazioni si auspica possano essere utilizzate dalle varie Amministrazioni per promuovere quei provvedimenti strutturali che possono incidere sulla qualità dell'aria nei siti più esposti, e nella programmazione di misure che, solo in modo congiunto a livello di Bacino Padano, potranno contrastare l'inquinamento atmosferico che lo caratterizza. Nel contempo occorrerà continuare a sensibilizzare tutta la popolazione sul fatto che le proprie abitudini e i singoli comportamenti possono incidere su un problema di fatto evidente.



## ALLEGATO: Gli inquinanti monitorati e limiti normativi

Il Decreto Legislativo n° 155/2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”, definisce “inquinante: qualsiasi sostanza presente nell'aria ambiente” (cioè l'aria esterna presente nella troposfera), “che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso”.

Il quadro normativo sulla qualità dell'aria, a partire da evidenze scientifiche e con approccio conservativo, identifica gli inquinanti per i quali è necessario il monitoraggio al fine di perseguire gli obiettivi di tutela della salute umana e degli ecosistemi.

I parametri analizzati nelle campagne di monitoraggio con mezzo mobile sono i seguenti:

- materiale particolato - PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>
- biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- ozono
- monossido di carbonio (CO)
- benzene

Le pagine seguenti presentano per ogni inquinante oggetto di monitoraggio, le principali informazioni, facendo riferimento ai seguenti punti:

**Caratteristiche:** elementi distintivi dell'inquinante

**Tipologia:** suddivisione in base all'origine in

- **primario** → emesso direttamente in atmosfera da specifiche fonti
- **secondario** → prodotto come risultato di reazioni chimico-fisiche degli inquinanti primari

**Fonte:**

- **naturale**, emesso in atmosfera ad opera di fenomeni naturali
- **antropica**, generato da attività umane (industriali, civili, ecc...)

**Permanenza spazio-temporale:** ovvero i tempi e l'estensione territoriale coinvolti nella “dispersione” dell'inquinante. Infatti a seguito della loro emissione in atmosfera i composti sono soggetti a processi di diffusione, trasporto e deposizione (secca e umida), e possono subire nel contempo processi di trasformazione chimico-fisica, che possono determinarne la rimozione o la generazione di inquinanti secondari; tutti questi processi condizionano la variabilità nello spazio e nel tempo degli inquinanti in atmosfera.

**Effetti:** descrizione dei principali bersagli sui quali può agire l'inquinante e gli effetti da esso prodotti. Gli inquinamenti atmosferici possono produrre effetti nocivi, che variano in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche dell'inquinante, delle sue concentrazioni e dei tempi di permanenza in atmosfera.

**Misura:** indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

**Situazione generale:** condizione attuale e l'andamento negli anni dell'inquinante

**Limiti normativi:** i limiti indicati dalla normativa cogente, identificati in relazione ai livelli di riferimento così descritti:

**Soglia di informazione:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.


**Soglia di allarme:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

**Valore limite:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato.

**Valori obiettivo:** livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita.

**Obiettivo a lungo termine:** livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

## MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub> - PM<sub>2.5</sub>

<b>Caratteristiche</b> <i>particelle solide</i> <i>aerosol</i>	Il particolato atmosferico è formato da particelle, solide o aerosol, sospese in aria. Con il termine <b>PM<sub>10</sub></b> si intende il particolato formato da particelle con diametro aerodinamico medio inferiore a 10 µm (micrometri), mentre il termine <b>PM<sub>2.5</sub></b> comprende la frazione di particolato costituito da particelle aventi diametro inferiore a 2.5 µm.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Nell'aria viene generato da processi naturali quali <b>eruzioni vulcaniche, incendi boschivi, azione del vento sulla polvere e sul terreno, aerosol marino</b> , ecc, e dall'attività dell'uomo a cui se ne attribuisce l'apporto principale. Le <b>emissioni industriali</b> , particelle di polveri, ceneri, e combustioni incomplete, e il <b>traffico veicolare (gas di scarico, usura di pneumatici, risollevarimento delle polveri depositate sulle strade)</b> rappresentano le fonti più significative.
<b>Tipologia</b> <i>primario</i> <i>secondario</i>	Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", <b>imnesso direttamente</b> in atmosfera, ed in parte di tipo "secondario", prodotto cioè da <b>trasformazioni chimico fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVs, NH<sub>3</sub></b> .
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Il particolato risulta ubiquitario su vasta scala a causa del <b>lungo tempo di permanenza nell'aria</b> (da giorni a settimane) che ne consente il <b>trasporto su grandi distanze</b> . Questo fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. In particolare, inverni con lunghi periodi di situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, sono caratterizzati da concentrazioni di polveri atmosferiche elevate.
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	Il rischio sanitario legato al particolato sospeso nell'aria dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle. Le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Infatti: <ul style="list-style-type: none"> <li>- il PM<sub>10</sub>, polvere inalabile, è in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (laringe e faringe), e le particelle con diametro compreso fra circa 5 e 2.5 µm giungono sino a livello dei bronchi principali.</li> <li>- Il PM<sub>2.5</sub>, polvere respirabile, è in grado di penetrare profondamente nei polmoni giungendo sino ai bronchi secondari; le frazioni con diametro inferiore possono giungere sino a livello alveolare.</li> </ul> Gli studi epidemiologici mostrano relazioni tra le concentrazioni di materiale particolato in aria e l'insorgenza di <b>malattie dell'apparato respiratorio</b> , quali <b>asma, bronchiti ed enfisemi</b> . Il PM può inoltre adsorbire sulla sua superficie e quindi veicolare nell'apparato respiratorio dei microinquinanti, quali metalli e IPA, ai quali possono essere associati effetti tossicologici rilevanti. <p>La deposizione del materiale particolato può causare effetti negativi sulla vegetazione costituendo, sulla superficie fogliare, una pellicola non dilavabile dalle piogge, che <b>può inibire il processo di fotosintesi e lo sviluppo delle piante</b>; inoltre il danneggiamento per abrasione meccanica può rendere le foglie più esposte agli attacchi degli insetti.</p> I materiali subiscono danni diretti legati a <b>fenomeni di imbrattamento</b> e fenomeni di <b>corrosione</b> in relazione alla composizione chimica del particolato.
<b>Misura</b> <i>gravimetrica</i>	Il PM <sub>10</sub> e il PM <sub>2.5</sub> sono determinati mediante campionamento su filtro in condizioni ambiente e successiva determinazione gravimetrica delle polveri filtrate. La testa del campionatore ha una geometria standardizzata che permette il solo passaggio della frazione di polveri avente dimensioni aerodinamiche inferiori a 10µm o 2.5µm.
 <b>Situazione generale</b> <i>critica</i>	La situazione nell'ultimo decennio, per il particolato PM <sub>10</sub> , <b>è in miglioramento</b> anche se <b>continua a rappresentare una delle criticità più significative</b> . Le condizioni meteo climatiche influenzano fortemente l'andamento.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
<b>PM10</b>	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 per anno civile	1 gennaio 2005
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>		1 gennaio 2005
<b>PM2.5</b>	anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>		1 gennaio 2015

## BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

<b>Caratteristiche</b> NO <sub>2</sub>	Gli ossidi di azoto (NO, NO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione che utilizzano l'aria come comburente; infatti ad elevate temperature l'azoto e l'ossigeno presenti nell'aria atmosferica reagiscono, con le seguenti reazioni principali : $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ . L'elevata tossicità del biossido lo rende principale oggetto di attenzione: l'NO <sub>2</sub> è infatti un gas tossico, di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente, con grande potere irritante ed è un energico ossidante, molto reattivo. Gli ossidi di azoto sono da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, anche perché in presenza di forte irraggiamento solare, danno inizio ad una serie di reazioni secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti, quali l'ozono, acido nitrico, ecc, complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico" che sono importanti precursori del PM <sub>10</sub> .
<b>Fonte</b> naturale antropica	In natura gli ossidi di azoto sono prodotti dall' <b>attività batterica</b> sui composti dell'azoto, dall' <b>attività vulcanica e dai fulmini</b> : ciò produce un <b>apporto minimo</b> ai livelli di fondo. Le principali fonti sono invece di origine antropica legate ai <b>processi di combustione in condizioni di elevata temperatura e pressione</b> : ne consegue che, in contesto urbano, le emissioni dei motori a scoppio e quindi il <b>traffico veicolare</b> ne rappresenta la <b>fonte più significativa</b> .
<b>Tipologia</b> primario secondario	Il biossido di azoto rappresenta, in genere, al <b>massimo il 5%</b> degli ossidi di azoto emessi <b>direttamente dalle combustioni in aria</b> . <b>La maggior parte</b> dell' NO <sub>2</sub> presente in atmosfera deriva invece <b>dall'ossidazione del monossido di azoto</b> , ed è quindi di natura secondaria.
<b>Permanenza</b> spazio temporale	Il tempo medio di permanenza in atmosfera degli ossidi di azoto è breve: circa tre giorni per NO <sub>2</sub> e quattro giorni per l'NO.
<b>Effetti</b> salute ambiente materiali	Gli effetti sulla salute prodotti dall'NO <sub>2</sub> sono dovuti alla sua <b>azione irritante sugli occhi e sulle le mucose dell'apparato respiratorio</b> . Gli effetti acuti sull'apparato respiratorio comprendono <b>riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie</b> , quali bronchite cronica e asma, e <b>riduzione della funzionalità polmonare</b> . Gli ossidi di azoto contribuiscono, per circa il 30%, al fenomeno delle "piogge acide", con conseguenti <b>danni alla vegetazione e alterazioni degli equilibri degli ecosistemi coinvolti</b> , e producono <b>fenomeni corrosivi sui metalli</b> e scolorimento e perdita di resistenza dei tessuti e delle fibre tessili. L'azione sulle superfici degli edifici e dei monumenti comporta un <b>invecchiamento più rapido delle strutture</b> .
<b>Misure</b> chemiluminescenza	Gli ossidi di azoto sono determinati con il <b>metodo a chemiluminescenza</b> , che si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono in grado di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO. Per misurare il biossido è necessario ridurlo a monossido tramite un convertitore al molibdeno. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo (µg/m <sup>3</sup> ).
<b>Situazione generale</b> stabile  	L'introduzione delle marmitte catalitiche non ha ridotto in maniera incisiva la concentrazione di NO <sub>2</sub> che, nell'ultimo decennio, non ha avuto un calo tanto netto quanto il CO. Ciò è dovuto anche al fatto che i motori a benzina non sono l'unica fonte di NO <sub>2</sub> , ma altrettanto importanti sono i veicoli diesel e gli impianti per la produzione d'energia. Nel settore industriale miglioramenti tecnologici hanno permesso di ridurre parzialmente gli apporti emissivi.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
<b>Biossido di Azoto</b>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	18 per anno civile	1 gennaio 2010
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-	1 gennaio 2010



## OZONO



<b>Caratteristiche</b> $O_3$	L'Ozono è un gas molto reattivo, fortemente ossidante, di odore pungente caratteristico, la cui molecola è costituita da tre atomi di ossigeno.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	E' un gas presente nell'atmosfera la cui origine e concentrazione dipende dalla porzione di atmosfera a cui le osservazioni si riferiscono. Negli strati alti dell'atmosfera, la stratosfera, esso è presente naturalmente e svolge un'importante azione protettiva per la salute umana e per l'ambiente, assorbendo un'elevata percentuale delle radiazioni UV provenienti direttamente dal sole. A questo livello l'ozono si produce a partire dalla reazione dell'ossigeno con l'ossigeno nascente (O), prodotto dalla scissione della molecola di ossigeno ad opera delle radiazioni ultraviolette. Negli strati di atmosfera più prossimi alla superficie terrestre, la troposfera, l'ozono si può originare dalla presenza di precursori sia naturali (composti organici volatili biogenici prodotti dalle piante), che antropici (ossidi di azoto e sostanze organiche volatili -VOC- emessi da attività umane), in condizioni meteorologiche caratterizzate da forte irraggiamento, oppure da scariche elettriche in atmosfera.
<b>Tipologia</b> <i>secondario</i>	A livello troposferico l'ozono è un inquinante cosiddetto secondario, cioè non viene emesso direttamente da una sorgente, ma è prodotto dalle complesse trasformazioni chimico fisiche che avvengono in atmosfera tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili. L'insieme dei prodotti di queste reazioni costituiscono il cosiddetto inquinamento fotochimico o smog fotochimico.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	L'inquinamento secondario trae generalmente origine da contesti fortemente antropizzati, dove può essere elevata l'emissione di precursori, durante episodi estivi caratterizzati da condizioni meteorologiche stagnanti, quando persistono forte insolazione ed elevate temperature. Gli inquinanti secondari prodotti in queste condizioni possono dar luogo a grandi concentrazioni e fenomeni di accumulo anche a notevole distanze dalle zone di immissione. Per tale motivo l'inquinamento da ozono rappresenta un fenomeno su scala regionale e/o transfrontaliero.
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	I principali effetti sulla salute si riscontrano a carico delle vie respiratorie dove, all'aumentare della concentrazione, possono essere indotti effetti infiammatori di gravità crescente, sino ad una riduzione della funzionalità polmonare. Sugli ecosistemi vegetali gli effetti ossidanti della molecola interferiscono con la funzione clorofilliana e con la crescita delle piante. I materiali, come la gomma e le fibre tessili, subiscono alterazione chimiche che ne compromettono le caratteristiche e la resistenza.
<b>Misura</b> <i>assorbimento</i> <i>caratteristico</i>	La misura dell'ozono sfrutta il metodo basato sull'assorbimento caratteristico che questa molecola presenta verso le radiazioni ultraviolette (UV) ad una lunghezza d'onda di 254 nm (nanometri). La variazione dell'intensità luminosa è direttamente correlata alla concentrazione di $O_3$ ed è misurata da un apposito rivelatore. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di $O_3$ è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
<b>Situazione generale</b>  stabile 	Nonostante l'attuale stabilità del trend delle concentrazioni in atmosfera dei precursori, tra i quali gli ossidi di azoto, l'influenza determinante delle condizioni meteorologiche, fa sì che l'andamento delle concentrazioni di $O_3$ possa variare considerevolmente e sia difficilmente controllabile.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	valore	N° superamenti ammessi
<b>Soglia informazione</b> Protezione della salute umana	Media oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
<b>Soglia di allarme</b> Protezione della salute umana	Media oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	non più di 3 ore consecutive
<b>Valore obiettivo</b> Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (*)	25 volte per anno civile come media su 3 anni
<b>Valore obiettivo</b> Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40* (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ come media sui 5 anni (*)	
<b>Obiettivo a lungo termine</b> Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
<b>Obiettivo a lungo termine</b> Protezione della vegetazione		AOT40* (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	

(\*) il raggiungimento dell'obiettivo sarà valutato nel 2013 (riferimento triennio 2010-2012) per il valore obiettivo di protezione della salute umana e nel 2015 (riferimento quinquennio 2010-2015, per la protezione della vegetazione)

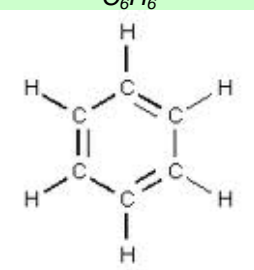


(\*) Per AOT40 (espresso in  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (=40 parti per miliardo) e  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET)

## MONOSSIDO DI CARBONIO – CO

<b>Caratteristiche</b>  CO	Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore e insapore, infiammabile, e molto tossico. Viene generato durante la combustione di materiali organici, come intermedio di reazione, quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Le principali fonti naturali sono agli <b>incendi boschivi</b> , <b>le eruzioni dei vulcani</b> , <b>le emissioni da oceani e paludi</b> . La fonte antropica più significativa è rappresentata dal <b>traffico veicolare</b> , in particolare dalle emissioni prodotte dagli autoveicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo, fasi di decelerazione, ecc...): per questi motivi viene identificato come tracciante di inquinamento veicolare. Altre fonti sono gli <b>impianti di riscaldamento domestico</b> , <b>le centrali termoelettriche</b> , <b>gli inceneritori di rifiuti</b> , per i quali il contributo emissivo risulta minore in quanto la combustione avviene in condizioni più controllate.
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	Il monossido di carbonio viene emesso come tale in atmosfera.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Nonostante il tempo di permanenza in atmosfera sia elevato (anni), meccanismi di rimozione naturali (assorbimento da parte di terreno, delle piante, ossidazione in atmosfera) limitano prevalentemente a scala locale, urbana, l'azione inquinante del monossido di carbonio.
<b>Effetti salute</b>	Sull'uomo il monossido di carbonio ha effetti particolarmente pericolosi in quanto forma con l'emoglobina del sangue la carbossiemoglobina, un composto fisiologicamente inattivo, che impedisce l'ossigenazione dei tessuti, ed è in grado di produrre, <b>ad elevate concentrazioni, esiti letali</b> . A <b>basse concentrazioni provoca emicranie, vertigini, e sonnolenza</b> . Essendo inodore e incolore, è un inquinante insidioso soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni elevate. Sull'ambiente ha effetti trascurabili.
<b>Misure</b> <i>Assorbimento IR</i>	Il CO è analizzato mediante assorbimento di Radiazioni Infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR e la variazione dell'intensità delle IR è proporzionale alla concentrazione di CO. L'unità di misura utilizzata per esprimere la concentrazione di Monossido di Carbonio è il milligrammo al metro cubo (mg/m <sup>3</sup> ).
 <b>Situazione generale</b> <i>buona</i> 	Il CO ha avuto, negli ultimi trent'anni, un nettissimo calo delle concentrazioni rilevate in atmosfera dovuto allo sviluppo tecnologico nel settore automobilistico che ha portato ad un aumento dell'efficienza nei motori e l'introduzione delle marmitte catalitiche. Ciò ha fatto sì che nonostante il numero crescente degli autoveicoli in circolazione, e quindi un aumento delle emissioni, la concentrazione si riducesse in modo significativo. Ulteriori miglioramenti si otterranno quando le auto a benzina non catalizzate saranno completamente sostituite con veicoli dotati di marmitta catalitica.



Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
<b>Monossido di carbonio</b>	Media massima giornaliera calcolata sulle 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	-	1 gennaio 2005

## BENZENE

<p><b>Caratteristiche</b></p> <p><math>C_6H_6</math></p> 	<p>Il benzene è un idrocarburo aromatico, che si presenta a temperatura ambiente come un liquido incolore, dal tipico odore aromatico, in grado di evaporare velocemente. Si ottiene prevalentemente come prodotto della distillazione del petrolio. Viene impiegato come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta impiegati per produrre plastiche, resine, detersivi, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. E' utilizzato per conferire proprietà antidetonanti nelle benzine "verdi".</p>
<p><b>Fonte</b> naturale antropica</p>	<p>In natura il benzene viene prodotto negli <b>incendi boschivi</b> e durante le <b>eruzioni vulcaniche</b>, ma le concentrazioni in atmosfera prodotte da queste fonti sono quantitativamente irrilevanti. La fonte principale è di natura antropica. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai <b>gas di scarico degli autoveicoli</b>, in particolare dei veicoli <b>alimentati a benzina</b>: stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. Una fonte importante, in ambienti indoor, è rappresentato dal <b>fumo di tabacco</b>.</p>
<p><b>Tipologia</b> primario</p>	<p>E' un inquinante primario.</p>
<p><b>Permanenza spazio</b> temporale</p>	<p>Il benzene rilasciato in atmosfera si trova prevalentemente in fase vapore, non è soggetto direttamente a fotolisi, ma reagisce con gli idrossi-radicali prodotti fotochimicamente. Il tempo teorico di dimezzamento della concentrazione è di circa 13 giorni, ma in atmosfera inquinata, in presenza di ossidi di azoto o zolfo, l'emivita si riduce a 4 – 6 ore.</p>
<p><b>Effetti</b> salute</p>	<p>Il benzene è tossico, molto irritante per pelle, occhi e mucose ed è inserito dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) tra le sostanze con sufficiente evidenza di <b>cancerogenicità per l'uomo</b>. La principale via di esposizione per l'uomo è l'inalazione, a causa della notevole volatilità del benzene.</p>
<p><b>Misura</b> Gascromatografia PID</p>	<p>Le misure sono effettuate mediante un sistema gascromatografico, dotato di rivelatore a fotoionizzazione. L'unità di misura con la quale si misura la concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p>
<p><b>Situazione generale</b> buona</p>  	<p>Le concentrazioni di benzene in atmosfera si sono significativamente ridotte nell'ultimo decennio a seguito delle pesanti limitazioni al suo uso come solvente, alla riduzione del suo contenuto nella benzina nonché all'aumento della percentuale di auto catalizzate sul totale di quelle circolanti.</p>

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
Benzene	Anno civile	$5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1 gennaio 2010

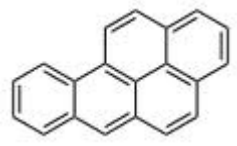
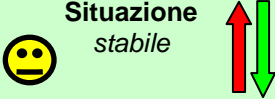
## METALLI PESANTI: PIOMBO, ARSENICO, CADMIO E NICHEL

<b>Caratteristiche</b> Metalli pesanti	I metalli pesanti sono costituenti naturali della crosta terrestre e molti di essi, in determinate forme e a concentrazioni opportune, sono essenziali alla vita. Non venendo però degradati dai processi naturali e tendendo ad accumularsi negli organismi biologici (bioaccumulo) possono causare effetti negativi, anche gravi, sulla salute umana e sull'ambiente in generale. La scelta normativa di monitorare Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel discende dalla rilevanza che essi manifestano sotto il profilo tossicologico. In atmosfera sono rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso.
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	I metalli pesanti rappresentano un gruppo di inquinanti particolarmente diffuso nella biosfera, legato sia a fenomeni naturali ( <i>eruzioni vulcaniche, fenomeni di erosione</i> ) sia all'attività antropica; nell'atmosfera le sorgenti antropiche sono rappresentate principalmente dalle <i>combustioni, dai processi industriali (industrie minerarie, metallurgiche e siderurgiche) e dalle abrasioni dei materiali.</i>
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	I metalli pesanti sono inquinanti primari.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Essendo rintracciabili prevalentemente nel particolato aereo-disperso, l'inquinamento da metalli pesanti presenta distribuzione spazio temporale analoga a quella dei PM <sub>10</sub> .
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i>	I metalli pesanti entrano nell'organismo umano principalmente con l'assunzione di cibo e acqua, ma l'apporto dovuto ad inalazione, in determinate realtà, può risultare estremamente significativo. All'esposizione ai metalli pesanti sono associati molteplici effetti sulla salute, con diversi gradi di gravità e condizioni: <i>problemi ai reni ed alle ossa, disordini neurocomportamentali e dello sviluppo, elevata pressione sanguigna e, potenzialmente, anche cancro al polmone.</i> Nell'ambiente, il fenomeno dell'accumulo sui terreni può <i>danneggiare la fertilità del suolo e favorire l'ingresso dei metalli nella catena alimentare.</i>
<b>Misura</b> <i>ICP-MS da filtro PM<sub>10</sub></i>	La frazione fine del particolato (PM <sub>10</sub> ) campionato su filtri in fibra di quarzo è sottoposta a mineralizzazione mediante soluzione acida ossidante e sulla soluzione ottenuta si determina la concentrazione dei metalli mediante tecnica ICP-MS (spettrometria di massa abbinata al plasma accoppiato induttivamente).
<b>Situazione</b> <i>buona</i>  	Tutti questi metalli sono presenti in concentrazioni molto basse. Con l'introduzione delle benzine verdi (senza piombo) l'inquinamento urbano da piombo, significativo negli anni '70, ha visto una drastica riduzione.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	Data di raggiungimento valore obiettivo
<b>Piombo</b>	Anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	1 gennaio 2005
	Periodo di mediazione temporale	Valore obiettivo(*)	Data di raggiungimento valore obiettivo
<b>Arsenico</b>	Anno civile	6.0 ng/m <sup>3</sup>	31 dicembre 2012
<b>Cadmio</b>	Anno civile	5.0 ng/m <sup>3</sup>	31 dicembre 2012
<b>Nichel</b>	Anno civile	20.0 ng/m <sup>3</sup>	31 dicembre 2012

(\*) valore riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

## IPA - BENZO(A)PIRENE

<p><b>Caratteristiche</b> Benzo(a)pirene</p> 	<p>Il benzo(a)pirene - B(a)P - è stato scelto come marker dell'esposizione agli IPA nell'aria ambiente.</p> <p>Il termine IPA è l'acronimo di Idrocarburi Policiclici Aromatici, una classe numerosa di composti organici tutti caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati fra loro. Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti sia come gas che come particolato, mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida.</p> <p>Gli IPA sono generalmente composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico.</p>
<p><b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i></p>	<p>Queste sostanze si trovano in atmosfera come prodotto di processi di pirolisi e di combustioni incomplete, con formazione di particelle carboniose che li adsorbono e li veicolano.</p> <p>La fonte naturale di questi inquinanti è rappresentata dalle <b>eruzioni vulcaniche e dagli incendi boschivi</b>.</p> <p>Le fonti antropiche sono dovute ai <b>processi di combustione</b> incompleta di materiale organico e all'uso di <b>olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia e riscaldamento</b>. Anche l'utilizzo dei vari carburanti produce una notevole quantità di queste sostanze. Le emissioni dovute al <b>traffico stradale</b> sono infatti una componente dominante nella emissione di IPA e di B(a)P nelle aree urbane.</p>
<p><b>Tipologia</b> <i>primario</i></p>	<p>E' un inquinante primario.</p>
<p><b>Permanenza spazio temporale</b></p>	<p>In genere gli idrocarburi policiclici aromatici presenti nell'aria possono degradarsi reagendo con la luce del sole e con altri composti chimici nel giro di <b>qualche giorno o settimana</b>; quelli di massa maggiore aderiscono al particolato aerodisperso. Per questa loro relativa stabilità gli IPA si possono riscontrare <b>anche a grandi distanze in località remote e molto lontane dalle zone di produzione</b>.</p>
<p><b>Effetti</b> <i>salute</i></p>	<p>Gli studi condotti sulla pericolosità degli IPA sembrano dimostrare che l'esposizione a concentrazioni significative di queste sostanze comporti vari <b>danni a livello ematico, immunosoppressione e problemi al sistema polmonare</b>; essendo dotate di effetto mutageno e pertanto cancerogeno l'organo legislativo ha stabilito obiettivi di qualità del tutto cautelativi per il benzo(a)pirene (peraltro l'unico IPA che finora è stato studiato approfonditamente).</p>
<p><b>Misura</b> <i>GC da filtro PM<sub>10</sub></i></p>	<p>La frazione fine del particolato (PM<sub>10</sub>) contenuta in un volume noto di aria è raccolta su membrana in fibra di vetro o di quarzo; tale membrana è sottoposta ad estrazione con solvente e nell'estratto i singoli composti degli IPA sono quantificati mediante tecnica gascromatografica.</p>
<p><b>Situazione</b> <i>stabile</i></p> 	<p>L'andamento rileva una forte dipendenza stagionale e una situazione peggiore nelle stazioni non urbane rispetto a quelle urbane a causa del contributo ascrivibile all'uso del legno come combustibile. L'andamento nel corso degli anni rileva comunque un miglioramento.</p>

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore obiettivo(*)	Data di raggiungimento valore obiettivo
Benzo(a)pirene	Anno civile	1.0 ng/m <sup>3</sup>	31 dicembre 2012

(\*) valore riferito al tenore totale di Benzo(a)pirene presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile