

## 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.

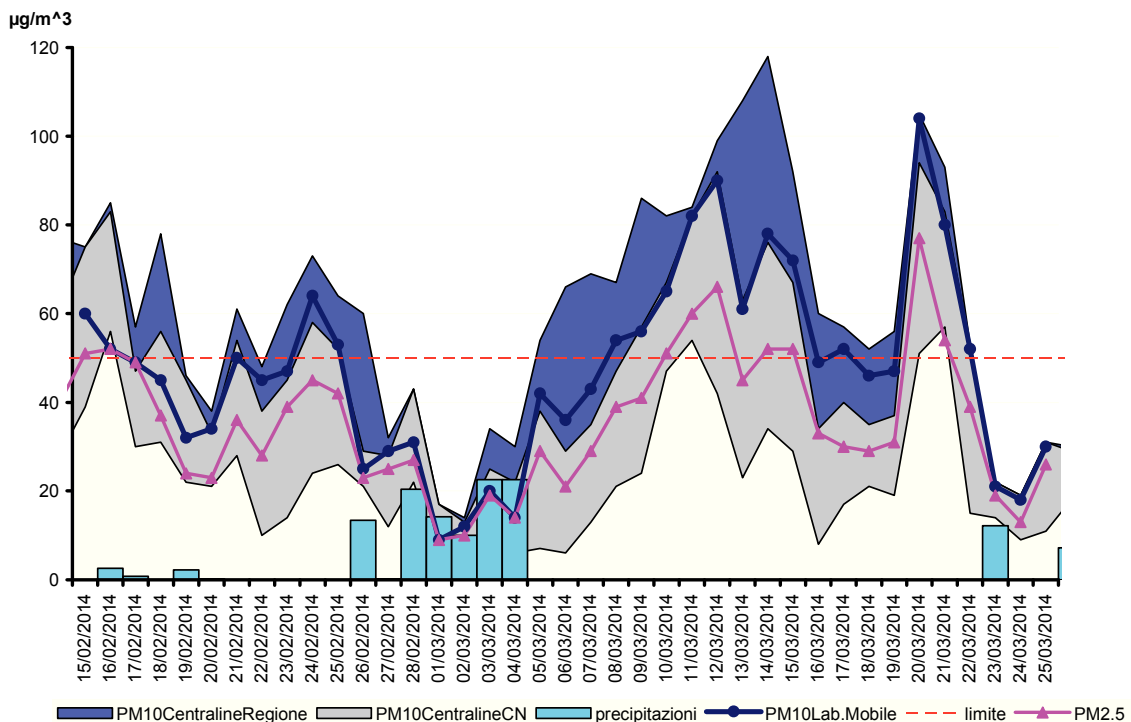
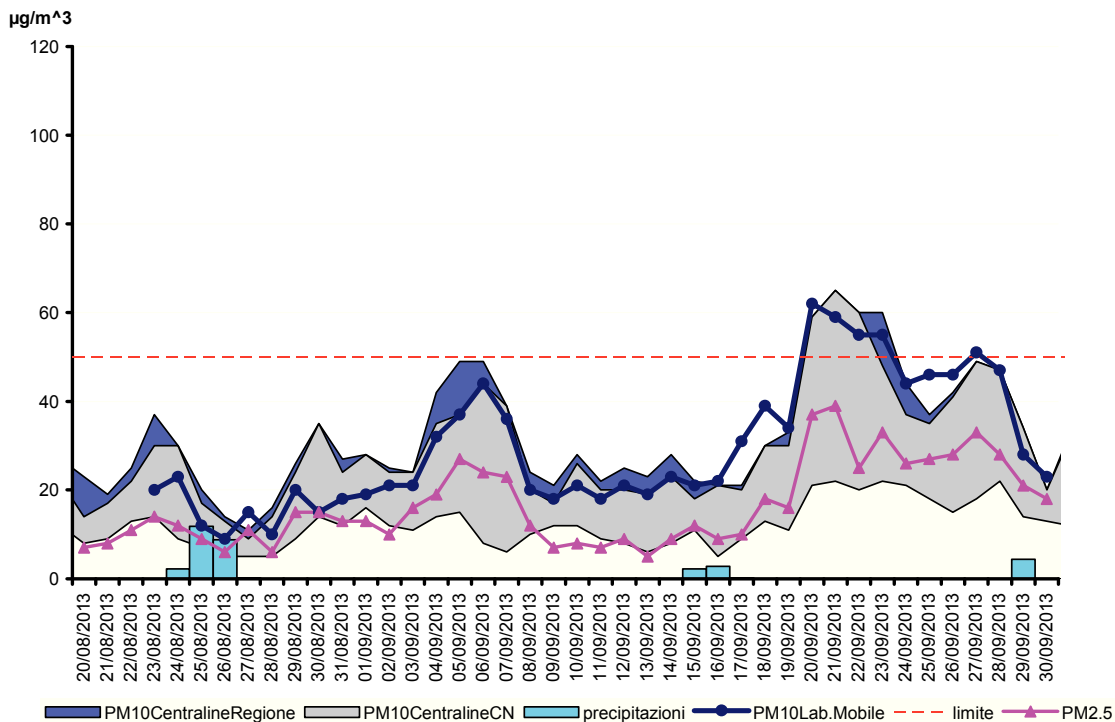


Figura 25) PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate nel sito di Savigliano. Confronto con l'intervallo di concentrazioni di PM<sub>10</sub> definito dai dati delle centraline fisse della provincia di Cuneo (in grigio) e delle centraline di Asti Baussano, Alessandria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

Per quanto riguarda l'NO<sub>2</sub>, 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.

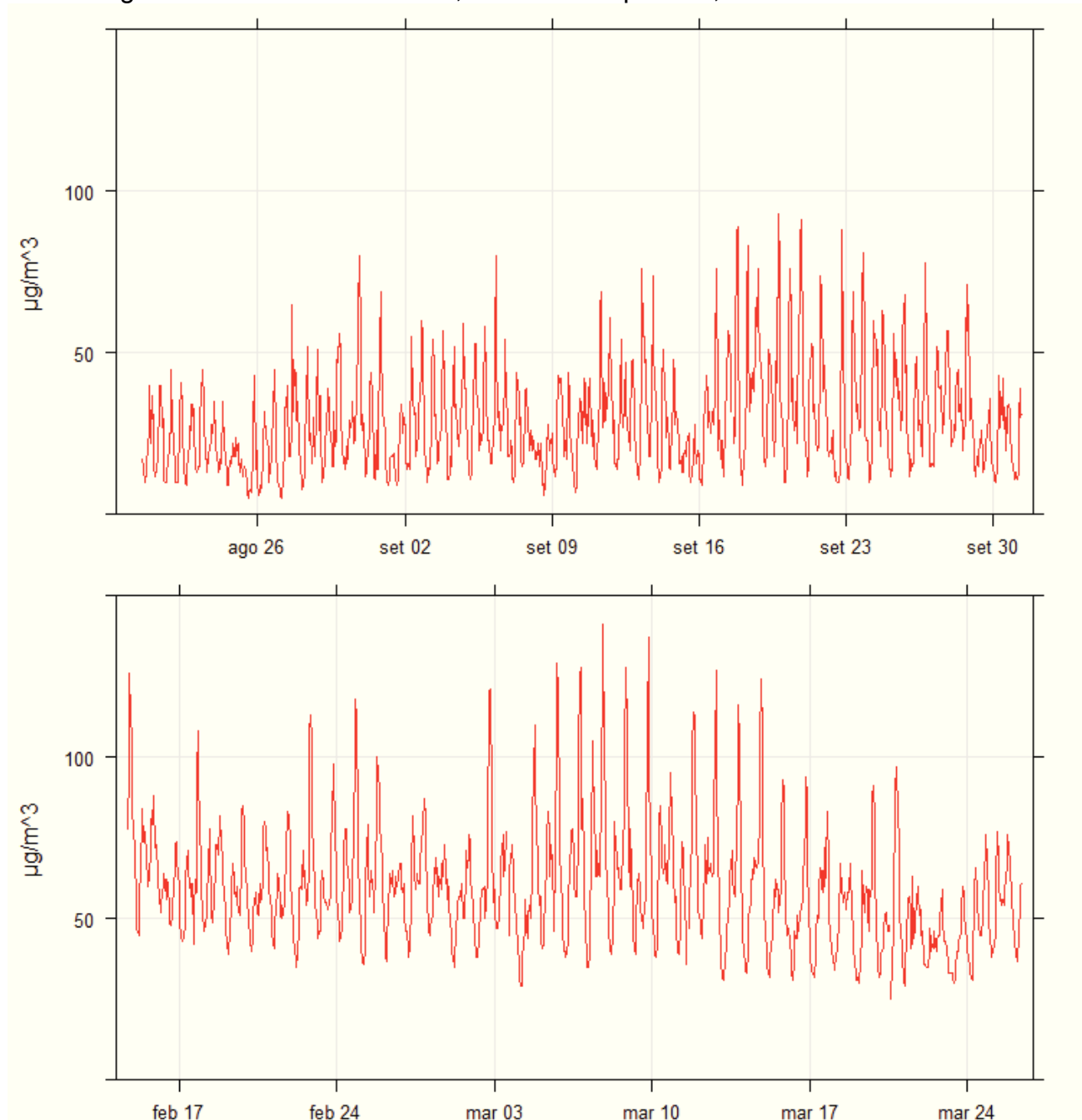


Figura 26) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Savigliano nei periodi dal 19 agosto al 1 ottobre 2013 e dal 14 febbraio al 26 marzo 2014.

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).

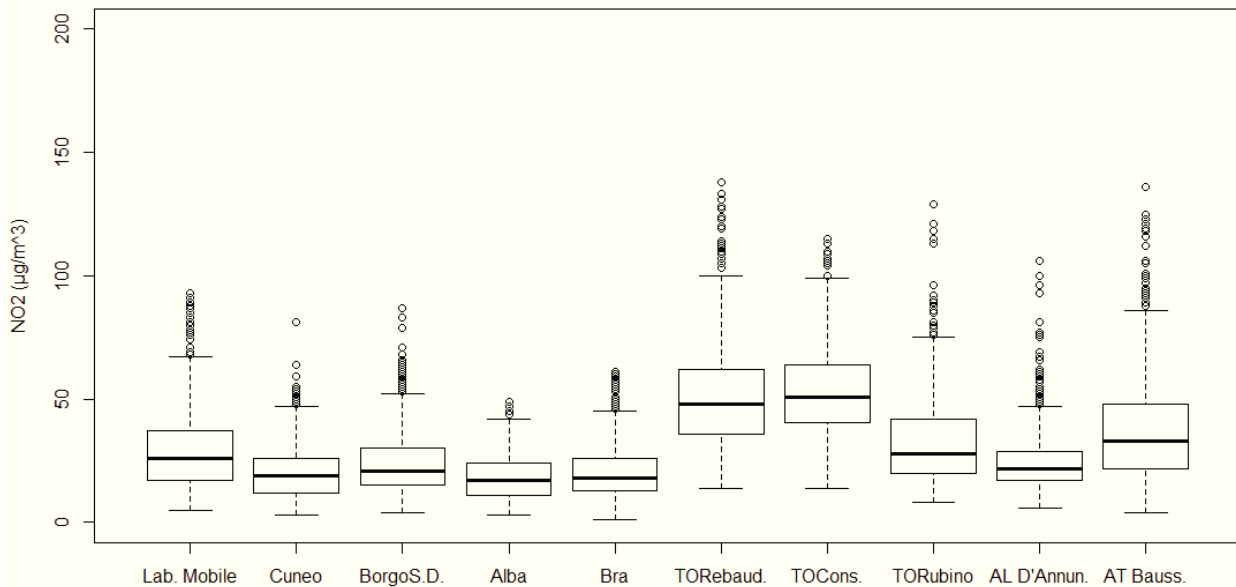


Figura 27) NO<sub>2</sub>: box plots delle concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Savigliano e da alcune stazioni della rete fissa tra il 19 agosto ed il 1° ottobre 2013.

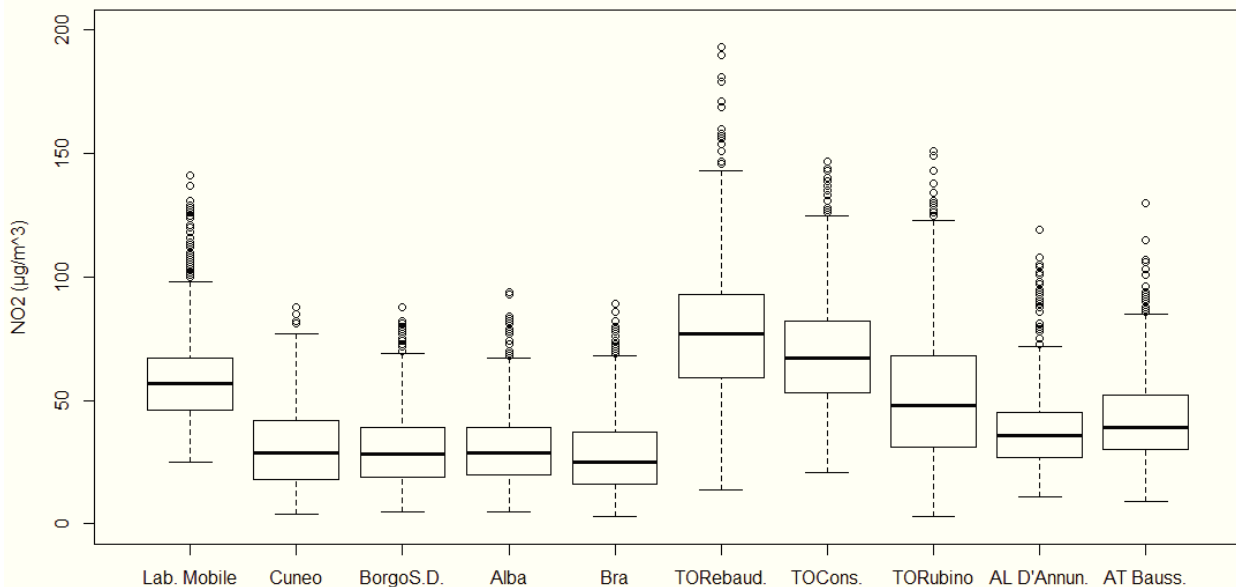


Figura 28) NO<sub>2</sub>: box plots delle concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Savigliano e da alcune stazioni della rete fissa tra il 14 febbraio ed il 26 marzo 2014.

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.

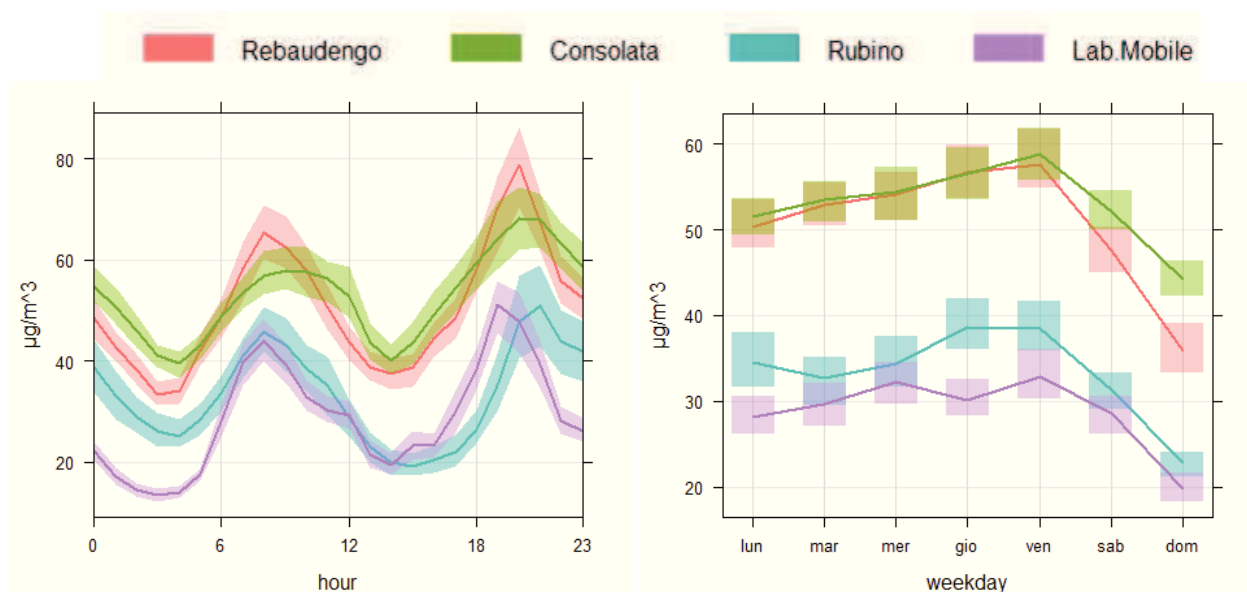


Figura 29) NO<sub>2</sub>: giorno medio e settimana media dei dati del laboratorio mobile nel sito di Savigliano e delle centraline fisse di Torino Rebaudengo, Consolata e Rubino per il periodo dal 19 agosto al 1° ottobre 2013.

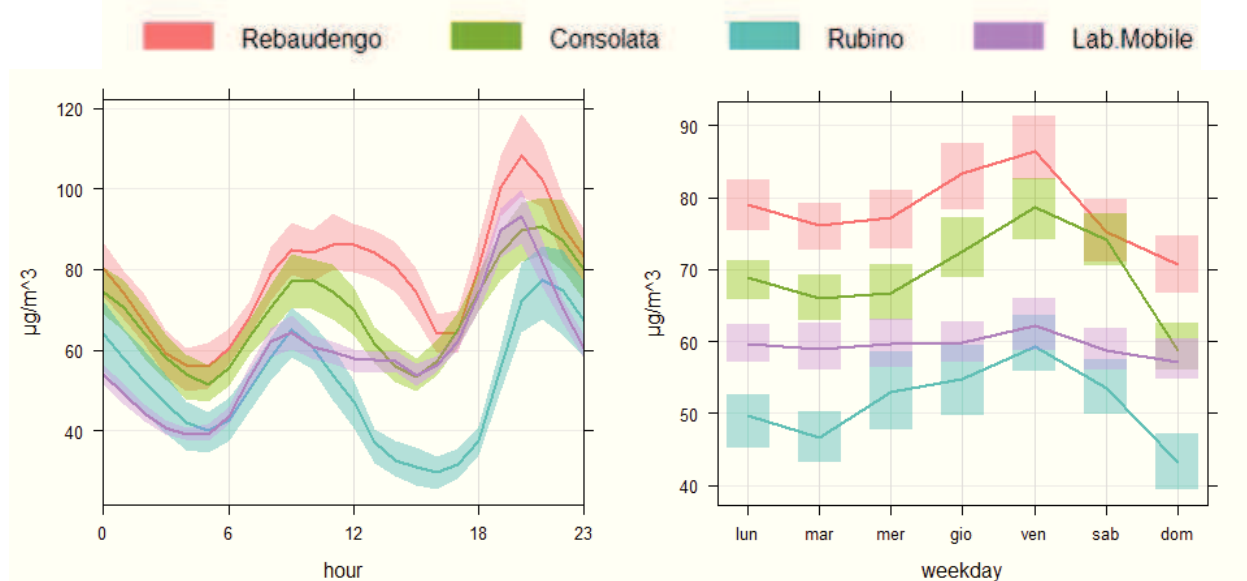


Figura 30) NO<sub>2</sub>: giorno medio e settimana media dei dati del laboratorio mobile nel sito di Savigliano e delle centraline fisse di Torino Rebaudengo, Consolata e Rubino per il periodo dal 14 febbraio al 26 marzo 2014.

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.

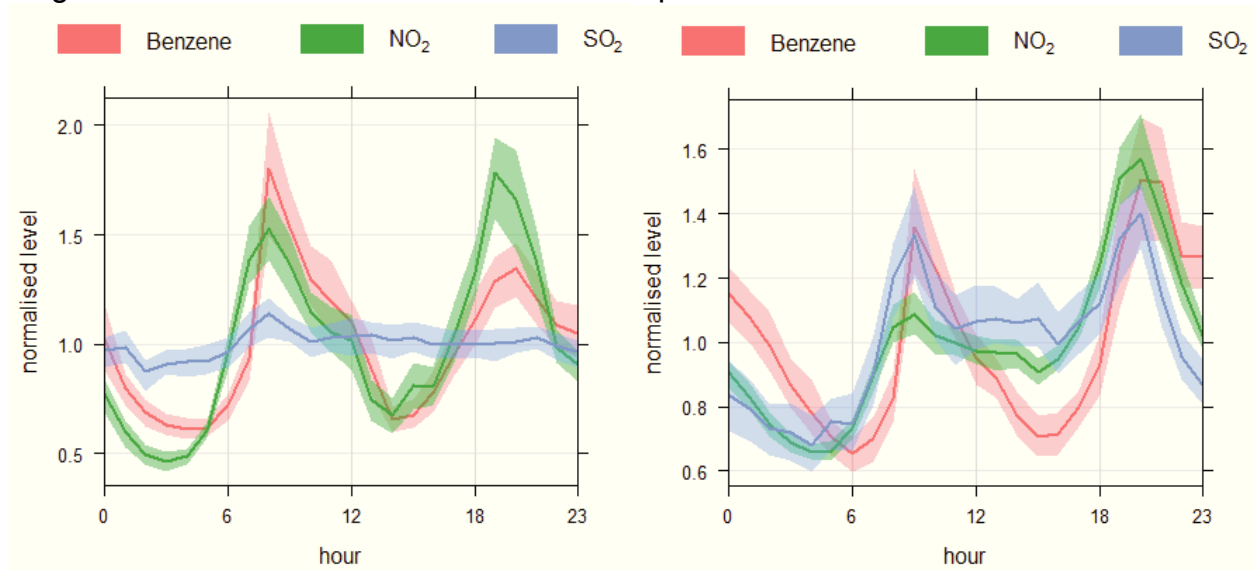


Figura 31) Benzene biossido di zolfo e biossido di azoto: giorni medi del sito di Savigliano per il periodo dal 19 agosto al 1° ottobre 2013 (a sinistra) e dal 14 febbraio al 26 marzo 2014 (a destra), valori normalizzati.

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".

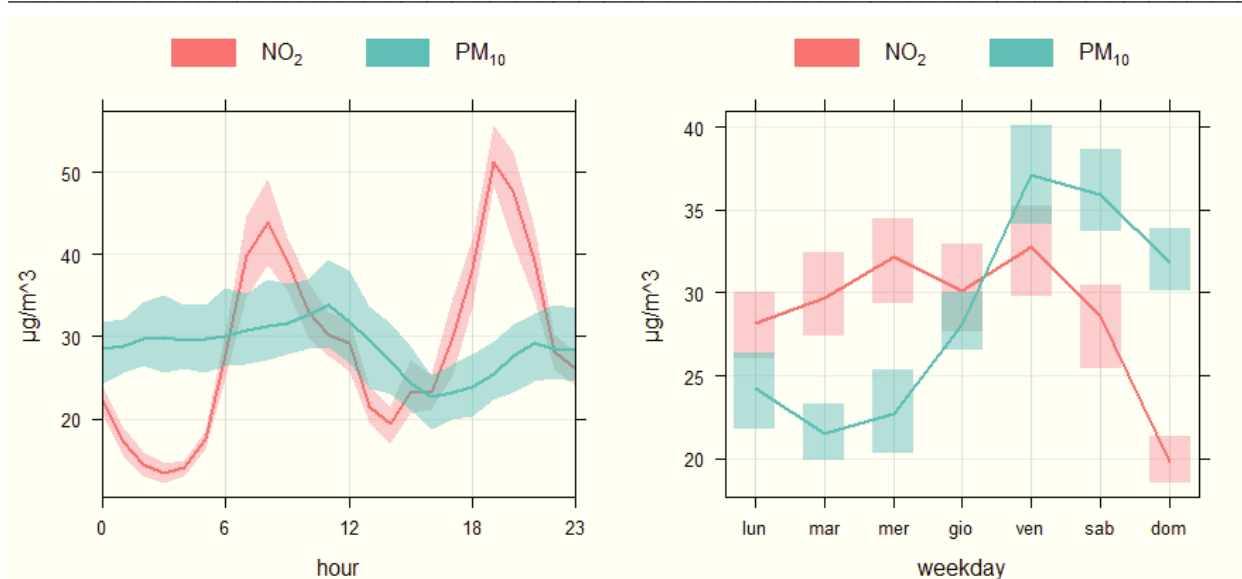


Figura 32)  $NO_2$  e  $PM_{10}$ : giorni medi e settimane medie dei dati del laboratorio mobile nel sito di Savigliano per il periodo dal 19 agosto al 1° ottobre 2013.

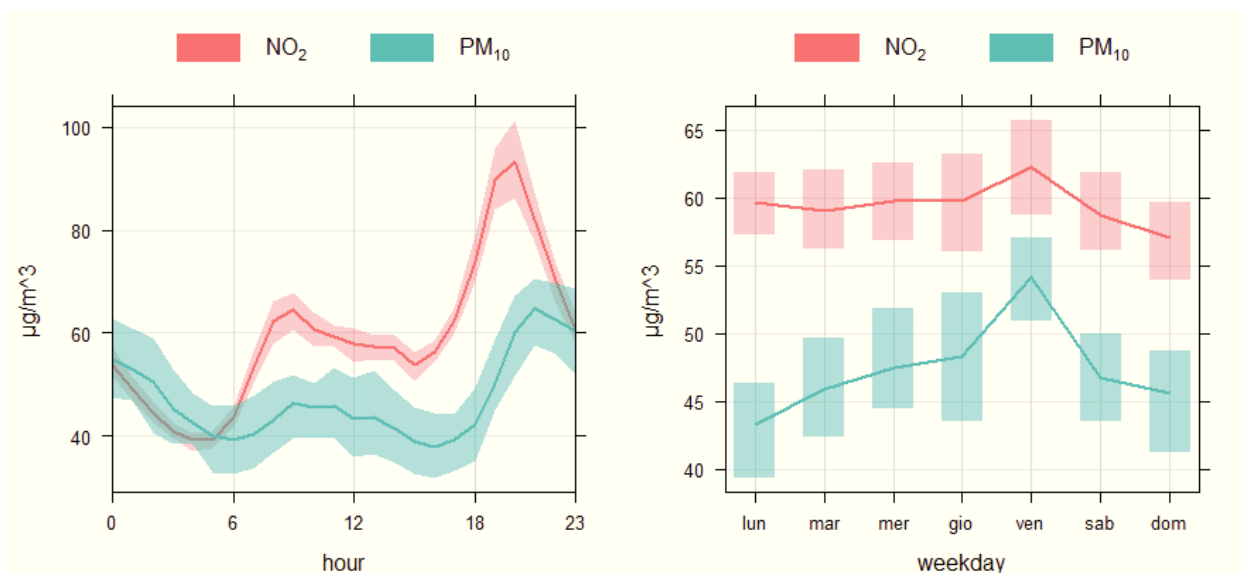


Figura 33)  $NO_2$  e  $PM_{10}$ : giorni medi e settimane medie dei dati del laboratorio mobile nel sito di Savigliano per il periodo dal 14 febbraio al 26 marzo 2014.

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.



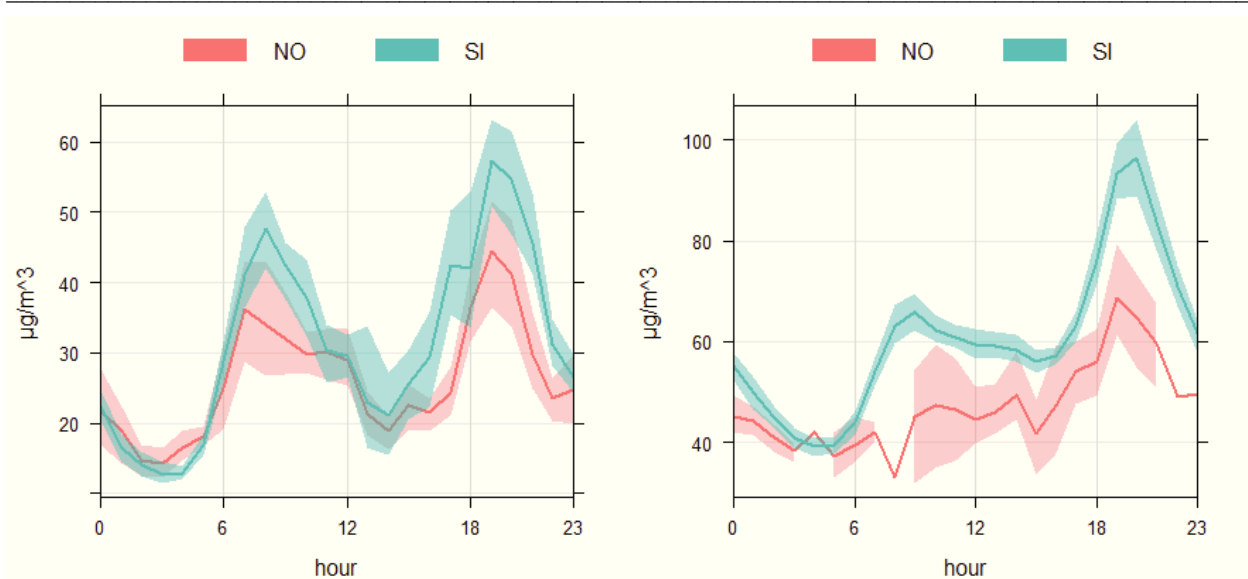


Figura 34) NO<sub>2</sub>: confronto tra i giorni medi nei casi di presenza di calma di vento (in blu) e in assenza di calma di vento (in rosso) per il periodo dal 19 agosto al 1° ottobre 2013 (a sinistra) e dal 14 febbraio al 26 marzo 2014 (a destra).

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.

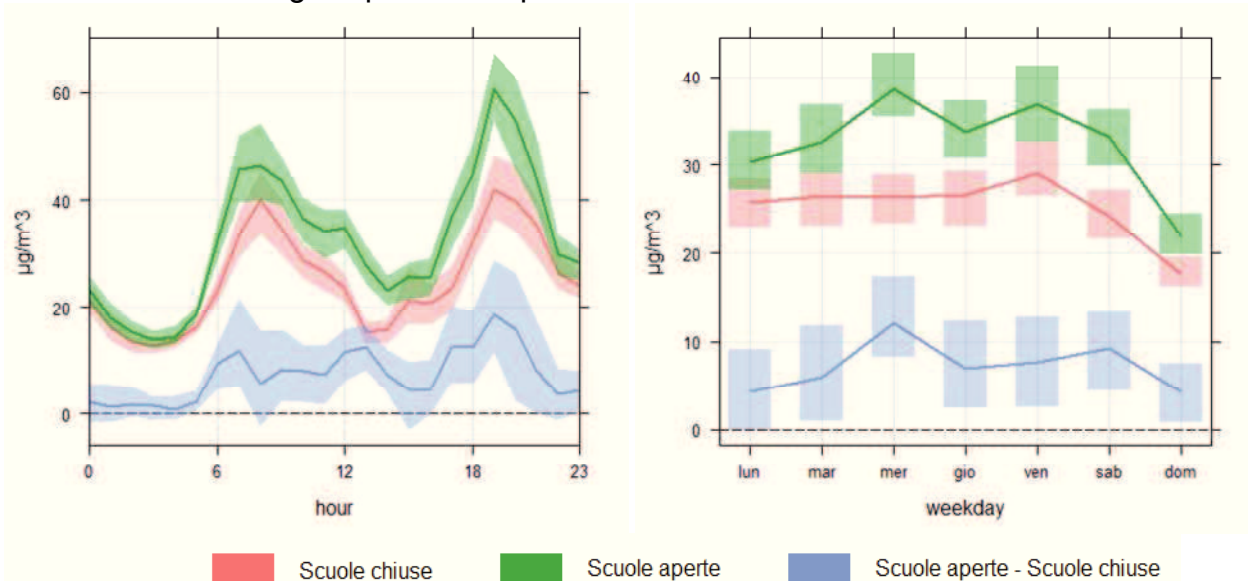


Figura 35) NO<sub>2</sub>: giorni medi e settimane medie dei dati del laboratorio mobile nel sito di Savigliano per il periodo dal 19 agosto al 1° ottobre 2013, ottenuti separando i dati nel periodo antecedente e in quello seguente la riapertura delle attività scolastiche (10 settembre).



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.

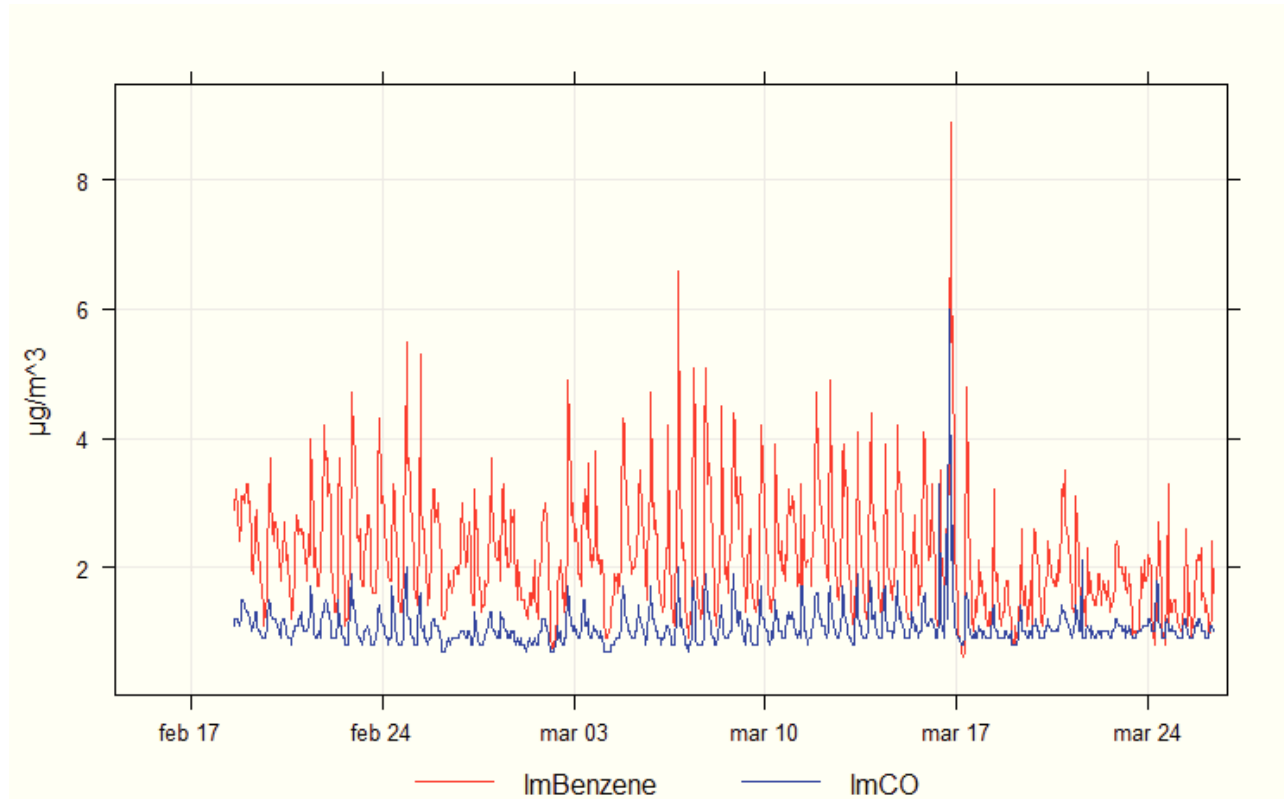


Figura 36) Benzene e monossido di carbonio: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Savigliano nel periodi dal 14 febbraio al 26 marzo 2014.

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.