**DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO**
**Struttura Semplice "Attività di Produzione"**

# OGGETTO:

## CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE DI AIRASCA, Via Roma c/o piazza San Bartolomeo

## RELAZIONE 1ª CAMPAGNA (9 dicembre 2013 – 9 gennaio 2014)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Redazione | Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale<br>Nome: Dott.ssa Annalisa Bruno | Data: 31/10/14 | Firma [redacted] |
| Verifica e approvazione | Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione<br>Nome: Dott. Francesco Lollobrigida | Data: 31/10/14 | Firma [redacted] |

L'organizzazione della campagna di monitoraggio e la validazione dei dati sono state curate dai tecnici del Gruppo di Lavoro "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" del Dipartimento di Torino di Arpa Piemonte: dott.ssa Annalisa Bruno, sig. Giacomo Castrogiovanni, dott.ssa Laura Milizia, dott.ssa Marilena Maringo, sig. Fabio Pittarello, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, coordinati dal Dirigente con incarico professionale Dott. Francesco Lollobrigida.

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

# INDICE

*CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO ..... 5*

*L'aria e i suoi inquinanti ..... 6*

*Il Laboratorio Mobile ..... 8*

*Il quadro normativo ..... 8*

*LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO ..... 11*

*Obiettivi della campagna di monitoraggio ..... 12*

*Elaborazione dei dati meteorologici ..... 15*

*Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici ..... 19*

Biossido di zolfo ..... 20
Monossido di carbonio ..... 23
Ossidi d'azoto ..... 26
Benzene e toluene ..... 29
Particolato sospeso ($PM_{10}$ e $PM_{2.5}$)..... 32
Ozono ..... 39

*Analisi traffico veicolare…….. 42*

*CONCLUSIONI ..... 49*

*APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI ..... 51*

## *CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO*

## *L'ARIA E I SUOI INQUINANTI*

Per inquinamento dell'aria si intende qualsiasi variazione nella sua composizione - determinata da fattori naturali e/o artificiali - dovuta all'immissione di sostanze la cui natura e concentrazione sono tali da costituire pericolo, o quantomeno pregiudizio, per la salute umana o per l'ambiente in generale.

Oggigiorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo ($ng/m^3$) al microgrammo per metro cubo ($\mu g/m^3$).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

- emissioni veicolari;
- emissioni industriali;
- combustione da impianti termoelettrici;
- combustione da riscaldamento domestico;
- smaltimento rifiuti (inceneritori e discariche).

Le emissioni indicate generano innumerevoli sostanze che si disperdono nell'atmosfera. Si possono dividere tali sostanze in due grandi gruppi: al primo appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (inquinanti primari), al secondo gruppo quelli che si producono a causa dell'interazione di due o più inquinanti primari per reazione con i normali costituenti dell'atmosfera, con o senza fotoattivazione (inquinanti secondari).

Nella **Tabella 1** sono indicate le fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.

La dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è strettamente legata alla situazione meteorologica dei siti presi in esame; pertanto, per una completa caratterizzazione della qualità dell'aria in un determinato sito, occorre conoscere l'andamento dei principali parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare).

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2012", elaborata congiuntamente dalla Provincia di Torino e da Arpa Piemonte, e disponibile presso ARPA Piemonte e Provincia di Torino.
Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

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

| ***INQUINANTE*** | ***Traffico autoveicolare veicoli a benzina*** | ***Traffico autoveicolare veicoli diesel*** | ***Emissioni industriali*** | ***Combustioni fisse alimentate con combustibili liquidi o solidi*** | ***Combustioni fisse alimentate con combustibili gassosi*** |
|---|---|---|---|---|---|
| ***BIOSSIDO DI ZOLFO*** | | | | | |
| ***BIOSSIDO DI AZOTO*** | | | | | |
| ***BENZENE*** | | | | | |
| ***MONOSSIDO DI CARBONIO*** | | | | | |
| ***PARTICOLATO SOSPESO*** | | | | | |
| ***PIOMBO*** | | | | | |
| ***BENZO(a)PIRENE*** | | | | | |

= fonti primarie

= fonti secondarie

## *IL LABORATORIO MOBILE*

Il controllo dell'inquinamento atmosferico nel territorio provinciale viene realizzato attraverso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.
Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate, laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di stazioni mobili gestite dalle sedi provinciali di Arpa Piemonte.
Il laboratorio mobile della Provincia di Torino è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali: biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di campionatori di particolato atmosferico $PM_{10}$ e $PM_{2.5}$, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

## *IL QUADRO NORMATIVO*

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria impone dei limiti per quegli inquinanti che risultano essere quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.
La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 155/2010 che ha abrogato e sostituito le normative precedenti senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento degli inquinanti già normati, I limiti di legge possono essere classificati in tre tipologie:

- **valore limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo ($SO_2$), ossidi di azoto ($NO_X$), materiale particolato $PM_{10}$ e $PM_{2.5}$, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo;
- **valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo, ossidi di azoto, $PM_{10}$, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento;
- **soglie di allarme** per il biossido di zolfo, il biossido di azoto e l'ozono, superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Nei limiti riferiti alla prevenzione a breve termine sono previste soglie di informazione e di allarme come medie orarie. A lungo termine sono previsti obiettivi per la protezione della salute umana e della vegetazione calcolati sulla base di più anni di monitoraggio.

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

- un **valore limite, espresso come media annuale**, pari 25 $\mu g/m^3$ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
- un **valore obiettivo , espresso come media annuale,** pari 20 $\mu g/m^3$ da raggiungere entro il 1 gennaio 2020.

La normativa prevede inoltre per il $PM_{2.5}$ un obiettivo nazionale di riduzione e un obbligo di concentrazione dell'esposizione il cui rispetto è calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo in siti fissi di campionamento urbani, che verranno definite con Decreto del Ministero dell'Ambiente (art. 12 D. Lgs. 155/2010). Questi due ultimi indicatori esulano quindi dall'ambito della presente relazione.

Nella **Tabella 2**, nella **Tabella 3** e nella **Tabella 4** sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa attualmente vigente.
Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda ancora alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2012".

***Tabella 2 –*** *Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici.*

| INQUINANTE | LIMITE | PERIODO DI MEDIAZIONE | VALORE DI RIFERIMENTO | SUPERAMENTI CONCESSI | DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE |
|---|---|---|---|---|---|
| BIOSSIDO DI ZOLFO ($SO_2$) | Valore limite orario per la protezione della salute umana | 1 ora | 350 µg/m³ | 24 volte/anno civile | 1-gen-2005 |
| | Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana | 24 ore | 125 µg/m³ | 3 volte/ anno civile | 1-gen-2005 |
| | Valore limite per la protezione degli ecosistemi | anno civile | 20 µg/m³ | -- | 19-lug-2001 |
| | | inverno (1 ott ÷ 31 mar) | | | |
| | Soglia di allarme | 3 ore consecutive | 500 µg/m³ | -- | -- |
| BIOSSIDO DI AZOTO ($NO_2$) e OSSIDI DI AZOTO ($NO_x$) | Valore limite orario per la protezione della salute umana | 1 ora | 200 µg/m³ ($NO_2$) | 18 volte/anno civile | 1-gen-2010 |
| | Valore limite annuale per la protezione della salute umana | anno civile | 40 µg/m³ ($NO_2$) | -- | 1-gen-2010 |
| | Soglia di allarme | 3 ore consecutive | 400 µg/m³ ($NO_2$) | -- | -- |
| | Valore limite annuale per la protezione della vegetazione | anno civile | 30 µg/m³ ($NO_x$) | -- | 19-lug-2001 |
| MONOSSIDO DI CARBONIO (CO) | Valore limite per la protezione della salute umana | media massima giornaliera su 8 ore | 10 mg/m³ | --- | 1-gen-2005 |
| PIOMBO (Pb) | Valore limite annuale per la protezione della salute umana | anno civile | 0.5 µg/m³ | --- | 1-gen-2005 |
| PARTICELLE ($PM_{10}$) | Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana | 24 ore | 50 µg/m³ | 35 volte/anno civile | 1-gen-2005 |
| | Valore limite annuale per la protezione della salute umana | anno civile | 40 µg/m³ | --- | 1-gen-2005 |
| BENZENE | Valore limite annuale per la protezione della salute umana | anno civile | 5 µg/m³ | --- | 1-gen-2010 |

***Tabella 3 –*** *Valori limite per ozono e benzo(a)pirene.*

| INQUINANTE | LIMITE | PARAMETRO | VALORE DI RIFERIMENTO | SUPERAMENTI CONCESSI | DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE |
|---|---|---|---|---|---|
| OZONO (O3) (D.Lgs. 13/08/2010 n.155) | SOGLIA DI INFORMAZIONE | media oraria | 180 µg/m³ | - | - |
| | SOGLIA DI ALLARME | media oraria | 240 µg/m³ | - | - |
| | VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA | media su 8 ore massima giornaliera | 120 µg/m³ (1) | 25 giorni per anno civile come media su 3 anni | 2010 |
| | VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE | AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | 18000 µg/m³ *h come media su 5 anni (2) | | 2010 |
| | OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE | AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | 6000 µg/m³ *h (2) | | |
| BENZO(a)PIRENE (D.Lgs. 13/08/2010 n.155) | OBIETTIVO DI QUALITÀ | media mobile valori giornalieri (3) | 1 ng/m³ (4) | - | - |

(1) La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h÷(h-8)
(2) Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e il valore di 80 µg/m³, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00.
(3) La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3÷6; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.
(4) Il periodo di mediazione è l'anno civile (1 gennaio – 31 dicembre)

***Tabella 4 –*** *Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 13/08/2010 n.155).*

| INQUINANTE | VALORI OBIETTIVO (1) |
|---|---|
| Arsenico | 6.0 ng/m³ |
| Cadmio | 5.0 ng/m³ |
| Nichel | 20.0 ng/m³ |

(1) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione $PM_{10}$ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

# *LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO*

## *OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO*

Dopo le campagne svolte nel 2011 e nel 2012, alla fine del 2013 Arpa Piemonte ha cominciato una nuova indagine sulla qualità dell'aria nel territorio del comune di Airasca. La prima richiesta da parte dell'amministrazione locale di un monitoraggio dell'inquinamento atmosferico era stata motivata dalla necessità di controllare l'impatto dovuto alla presenza sul territorio comunale del sito industriale SKF al cui interno è presente una centrale a biomasse, e dalla preoccupazione della popolazione per un presunto peggioramento della qualità dell'aria negli anni più recenti.

Lo stato della qualità dell'aria nel comune di Airasca emerso dagli esiti delle campagne di monitoraggio condotte da Arpa Piemonte – maggio 2011 e febbraio/marzo 2012 - rispecchiava quanto osservato in siti simili della provincia di Torino. Tuttavia le indagini svolte avevano rilevato una concentrazione piuttosto elevata di polveri fini $PM_{10}$. La media complessiva dei due periodi di monitoraggio era di 49 µg/m$^3$, valore nominalmente tra i più elevati del territorio provinciale. Nel comune di Airasca era risultata alta (66 µg/m$^3$) soprattutto la concentrazione media registrata nel periodo di campionamento invernale, quando si verificarono tutti gli 11 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m$^3$.

Noti gli esiti delle prime due campagne di misura, l'amministrazione comunale ha quindi fatto richiesta di un'ulteriore indagine sul territorio, ai fini di valutare meglio l'impatto degli inquinanti atmosferici sulla popolazione. In seguito ad un sopralluogo congiunto tra Arpa Piemonte e il comune di Airasca si è deciso di spostare il punto di monitoraggio in una zona più centrale del paese – via Roma – dove svolgere in parallelo alle misure degli inquinanti una valutazione del volume di traffico.

Le caratteristiche geografiche del nuovo sito di misura vengono riassunte nella **Tabella 5**.

**Tabella 5** – Caratteristiche del nuovo sito di misura di Airasca

| MEZZO DI MISURA | PERIODO I campagna | INDIRIZZO | Coordinate UTM (S.R. WGS84) | |
|---|---|---|---|---|
| **Laboratorio mobile per la qualità dell'aria di Arpa Piemonte** | 9/12/2013 – 9/01/2014 | Via Roma c/o Piazza San Bartolomeo - Airasca | EST: 380256 | NORD: 4974831 |

La **Figura 1** evidenzia la rappresentazione cartografica dei siti di misura delle campagne di qualità dell'aria svolte nel comune di Airasca. La **Figura 2** e la **Figura 3** mostrano più nel dettaglio il luogo scelto per il posizionamento del mezzo mobile di rilevazione della qualità dell'aria nell'ultima campagna di misura.

Anche per la nuova indagine sul territorio si prevede di svolgere due campagne di misura non consecutive, una nel periodo invernale, l'altra in primavera/estate.

Il monitoraggio invernale è stato condotto dal 9 dicembre 2013 al 9 gennaio 2014, quando il mezzo è stato spento e spostato in altro luogo. Si noti che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile. Nello specifico i giorni utili per l'effettuazione delle elaborazioni sono 29 – dall'11 dicembre 2013 all'8 gennaio 2014. Per alcuni inquinanti, come biossido di zolfo e particolato atmosferico, il primo giorno di campionamento completo è stato il 12 dicembre 2013.

Per una corretta interpretazione dei dati va sottolineato che le concentrazioni di inquinanti atmosferici rilevate dal laboratorio mobile in uno specifico sito sono riferire ai contributi dell'insieme delle fonti presenti, nonché all'eventuale trasporto da altre aree, in particolare per quanto riguarda inquinanti a carattere parzialmente o totalmente secondario, come biossido di azoto, $PM_{10}$ $PM_{2.5}$ e ozono.

In linea generale, inoltre, si ricorda che i dati acquisiti nel corso delle singole campagne condotte con i Laboratori Mobili non permettono di effettuare una trattazione formale in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale, della situazione di inquinamento atmosferico relativa ai siti in esame. Una trattazione completa, secondo la normativa vigente (allegato I del D.Lgs. 155/2010), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno, scelto a caso, di ogni settimana in modo che le misure siano uniformemente distribuite durante l'anno, oppure otto settimane di misurazione distribuite in modo regolare nell'arco dell'anno).
I dati presentati forniscono quindi, in questa prima fase elaborativa, unicamente un quadro generale della situazione di inquinamento atmosferico del sito in esame; il confronto con i dati rilevati negli stessi periodi della campagna dalle stazioni fisse della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria permette, inoltre, di effettuare considerazioni di tipo comparativo.
Al termine dell'effettuazione delle due campagne previste, tenuto conto della disponibilità effettiva di dati validi, potranno essere effettuate valutazioni più generali della qualità dell'aria del sito esaminato.

**Figura 1** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Airasca - sito campagna precedente e campagna attuale

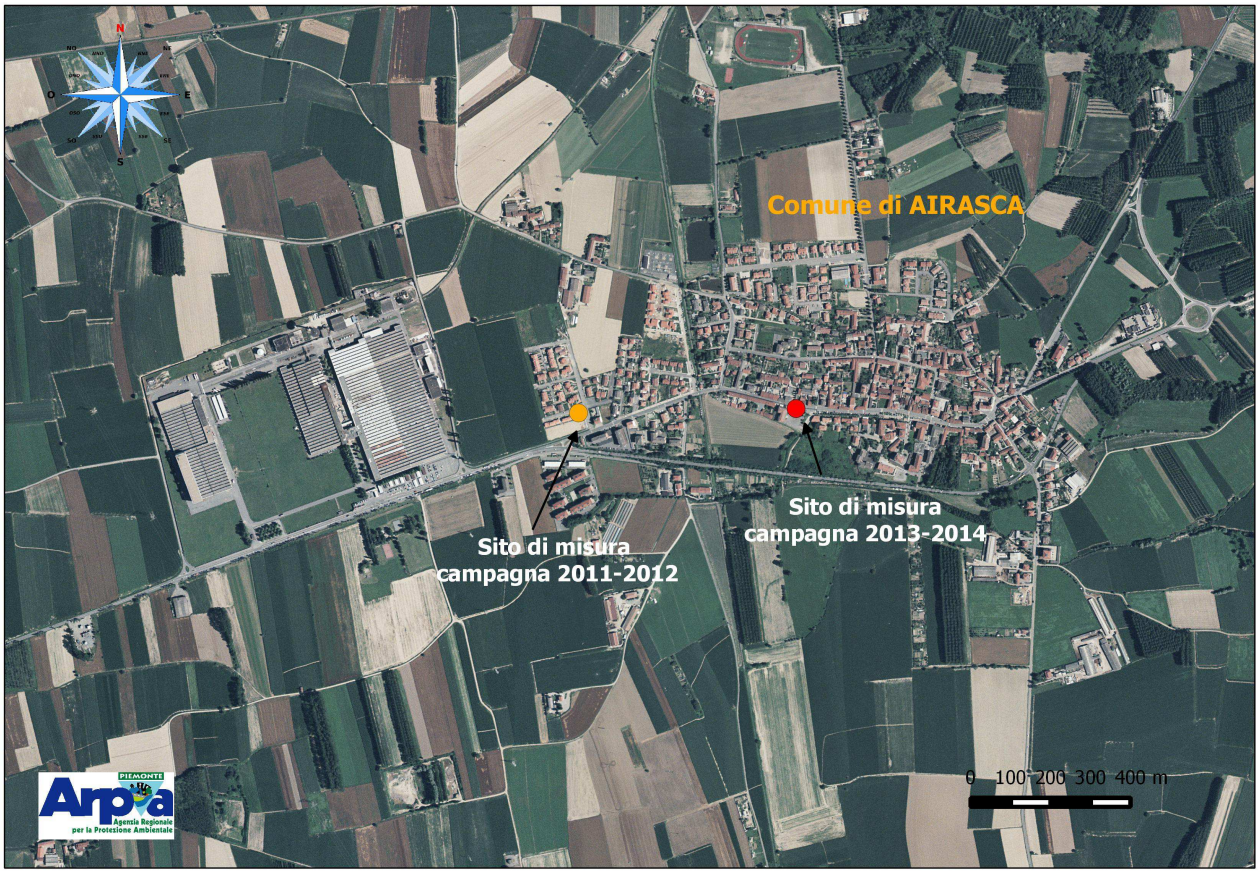


**Figura 2** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Airasca – dettaglio del sito (punto evidenziato in rosso)

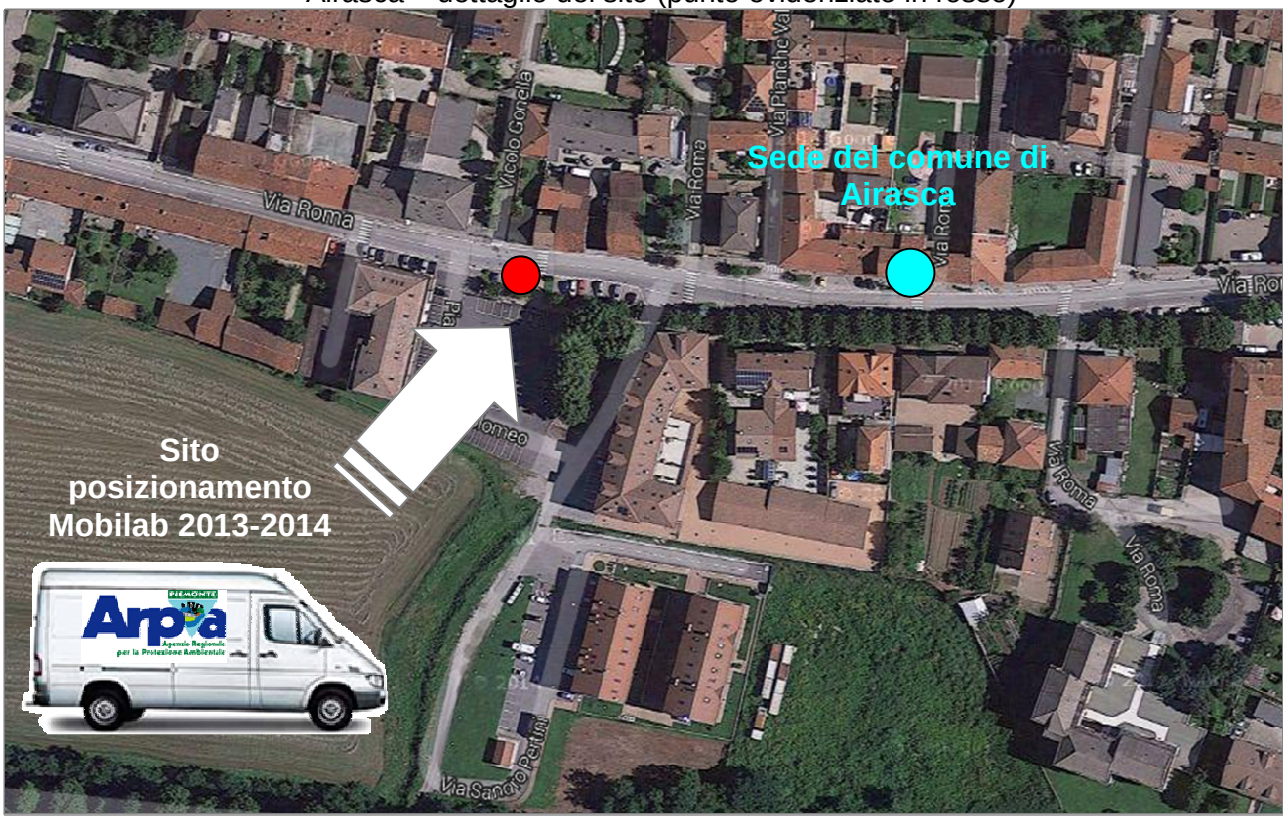



**Figura 3** – Dettaglio fotografico del sito di misura di Airasca e posizione del laboratorio mobile

## *ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI*

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteoclimatici registrati durante il periodo di monitoraggio. I parametri meteoclimatici normalmente determinati con il laboratorio mobile sono elencati nella **Tabella 6** unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura.
In particolare per ognuno dei parametri determinati si riporta un diagramma che ne illustra l'andamento orario e una tabella riassuntiva (**Tabella 7**) che evidenzia i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi.

**Tabella 6** – Parametri meteorologici misurati con il laboratorio mobile

| | | |
|---|---|---|
| pressione atmosferica | P | mbar |
| *direzione vento* | *D.V.* | *gradi sessagesimali* |
| *velocità vento* | *V.V.* | *m/s* |
| *umidità relativa* | *U.R.* | *%* |
| *precipitazioni* | *PIOGGIA* | *mm* |
| temperatura | T | °C |
| radiazione solare globale | R.S.G. | $W/m^2$ |

Si fa notare tuttavia che a causa del malfunzionamento di alcuni strumenti di misura l'elaborazione dei dati meteorologici per la campagna di Airasca non è completa. Gli analizzatori della direzione e velocità del vento e i sensori di umidità relativa e pioggia, infatti, non hanno funzionato correttamente durante il periodo indagato ed è stato quindi necessario invalidare i dati di questi parametri per tutta la campagna di misura.

La **Figura 4** mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) nel corso della campagna di monitoraggio. La durata e l'intensità dell'irraggiamento sono quelli tipici del periodo invernale, i valori medi giornalieri sono leggermente più bassi di quelli registrati nelle stazioni della rete regionale di monitoraggio meteorologico più prossime ad Airasca. La spiegazione è di carattere tecnico ed è dovuta ad un artefatto strumentale evidenziato dal tipico andamento a M del picco di irraggiamento di (**Figura 5**). Qualche oggetto, probabilmente un lampione o un palo telefonico nelle immediate vicinanze del mezzo mobile ha proiettato la propria ombra sul sensore di misura proprio nelle ore centrali della giornata quando normalmente si registrano i valori massimi orari di radiazione solare. La media giornaliera risulta quindi più bassa di quella delle altre stazioni di confronto perché il sensore per un paio di ore al giorno non ha potuto misurare la radiazione realmente presente sul sito. La scelta del sito di misura d'altronde deve tenere conto di molti fattori: la volontà del committente di indagare una determinata area, la presenza di un preesistente allaccio elettrico per la strumentazione, l'assenza di ostacoli importanti come palazzi a più piani che potrebbero ostacolare il passaggio delle masse d'aria, così non sempre è possibile evitare questi artefatti strumentali dovuti ad oggetti che proiettano ombra sui sensori.

La temperatura media di tutto il periodo (**Figura 6**) è stata di 2.6 °C, valore in linea con la temperatura media registrata nella stazione di misura di Pinerolo nello stesso periodo (3.0 °C). Il valore minimo orario si è raggiunto il 13 dicembre con -3.1 8 °C, mentre il valore massimo è stato rilevato il 27 dicembre con 11.5 °C. Come anticipato, il sensore di misurazione della pioggia non ha funzionato correttamente durante la campagna, mancando di segnalare episodi di precipitazione

registrati in stazioni meteorologici prossime ad Airasca. A titolo indicativo nel grafico della temperatura è stato aggiunto l'andamento delle precipitazioni registrate nella stazione meteorologica di Cumiana – frazione Pieve, situata a meno di 10 km in linea d'aria dal sito di misura di Airasca. In corrispondenza delle giornate di precipitazione – 19/20, 25/26 dicembre 2013 e 4 gennaio 2014 – i valori massimi della temperatura rimangono più bassi che negli altri giorni; in particolare durante l'episodio del 19/20 dicembre 2013 la temperatura oscilla tra lo zero e i 4 ° C, quindi probabilmente si è trattato di precipitazioni miste di neve e pioggia.

Per quanto riguarda l'umidità relativa, come detto in apertura del capitolo, non è stato possibile validare i dati a causa di un malfunzionamento strumentale.

Nel corso di tutta la campagna il campo pressorio si è attestato tra i 959 ed i 1007 mbar (**Figura 7**).

Infine durante la campagna descritta nel presente rapporto non è stato possibile valutare l'anemologia del sito in esame. I sensori di velocità e direzione del vento non hanno dato valori attendibili ed è stato necessario invalidarli per tutto il periodo di misura. Una trattazione più approfondita dell'aspetto anemologico del sito di monitoraggio sarà presentata nella relazione finale, quando ci saranno a disposizione i dati della seconda campagna di misura nel nuovo sito di monitoraggio.

**Tabella 7** – Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso della campagna di monitoraggio

| | RADIAZIONE SOLARE GLOBALE | TEMPERATURA | PRESSIONE ATMOSFERICA |
|---|---|---|---|
| | **W/m$^2$** | **°C** | **mbar** |
| Minima media giornaliera | 0.2 | 0.6 | 962.6 |
| Massima media giornaliera | 44.7 | 5.6 | 1004.7 |
| Media delle medie giornaliere | 25.9 | 2.6 | 992.1 |
| Giorni validi | 29 | 29 | 29 |
| Percentuale giorni validi | 100% | 100% | 100% |
| Media dei valori orari | 25.9 | 2.6 | 992.1 |
| Massima media oraria | 280.0 | 11.5 | 1007.0 |
| Ore valide | 696 | 695 | 696 |
| Percentuale ore valide | 100% | 100% | 100% |

**Figura 4** – Andamento della radiazione solare globale ad Airasca

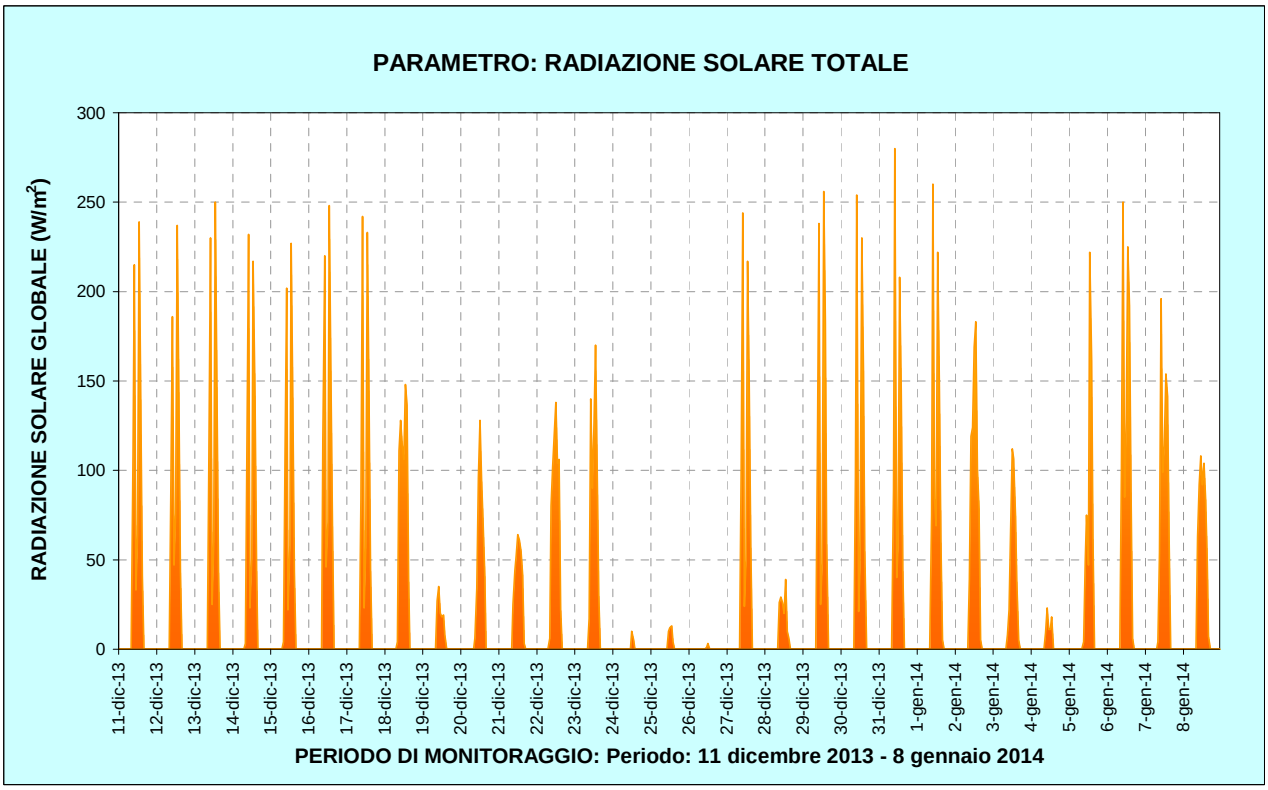



**Figura 5** – Dettaglio dell'artefatto strumentale per la radiazione solare e probabile ostacolo che ha proiettato l'ombra sul sensore.

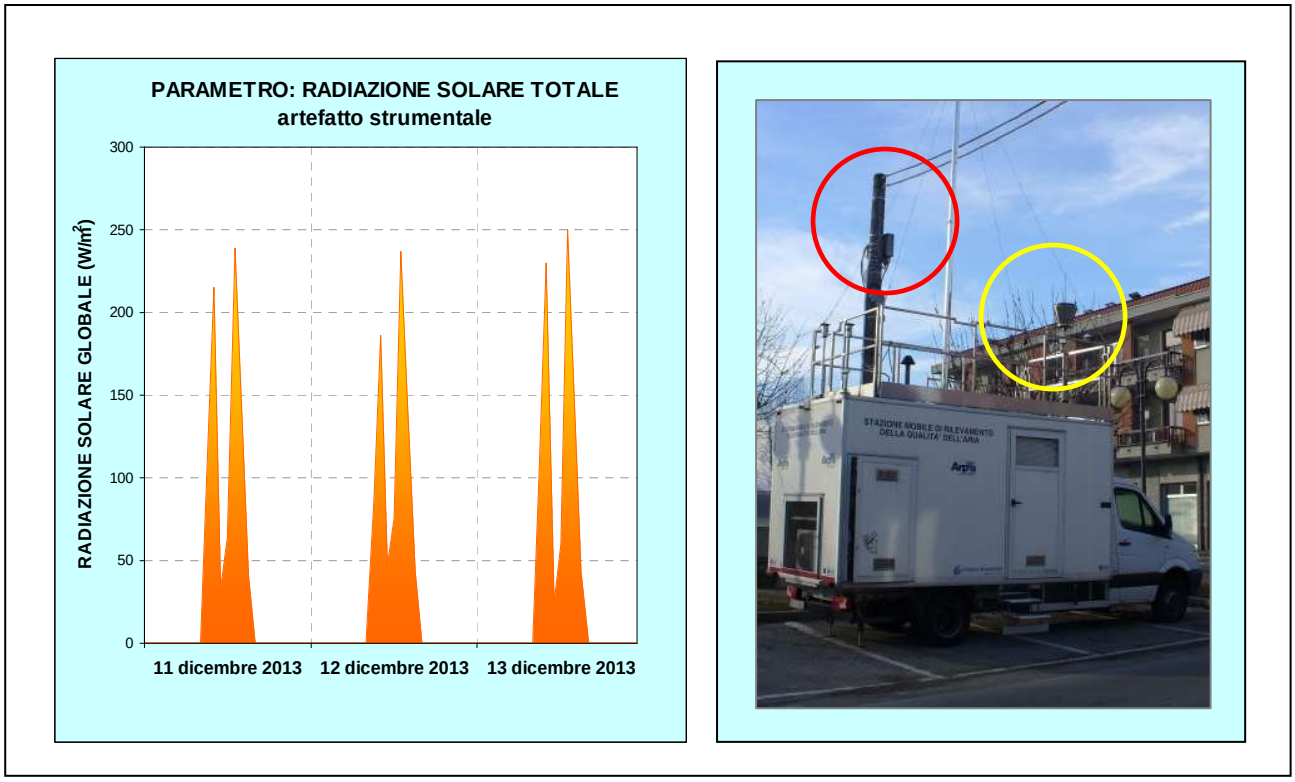


**Figura 6** – Andamento di temperatura ad Airasca e pioggia a Cumiana durante la campagna di monitoraggio

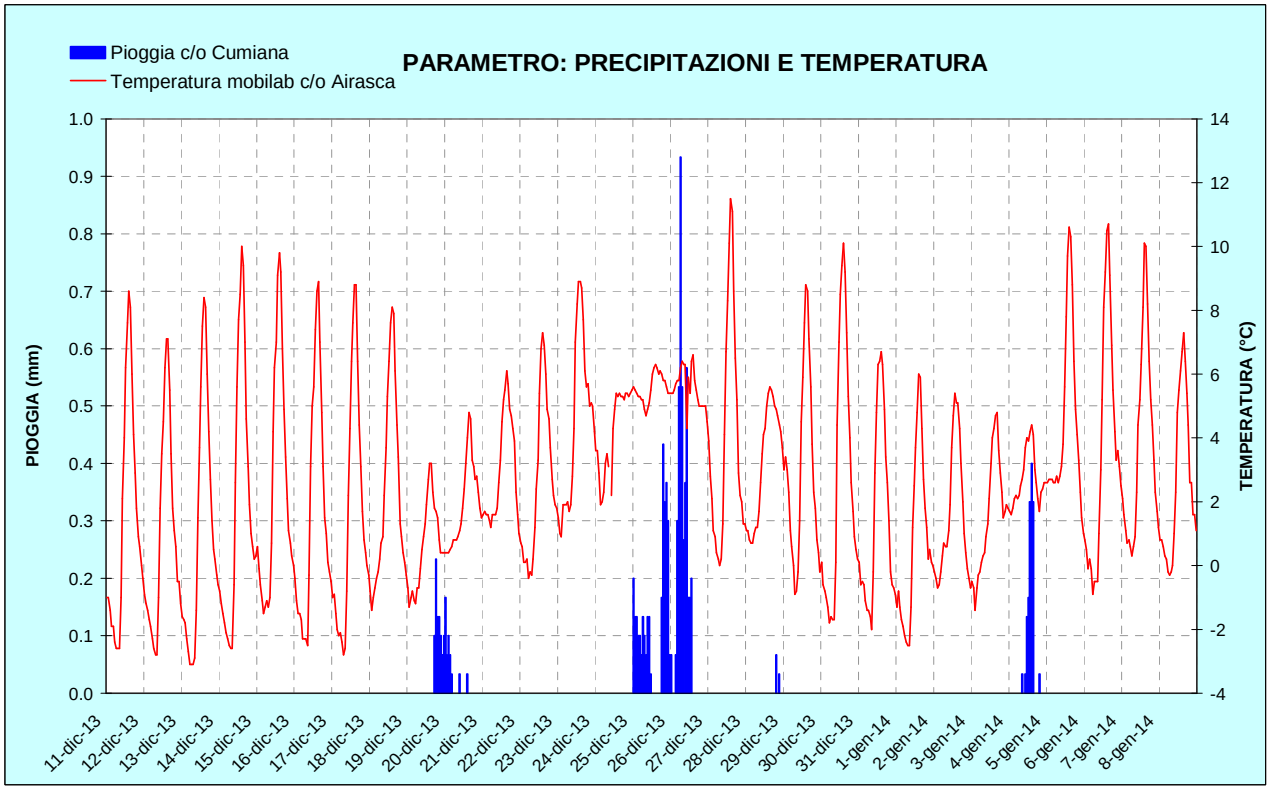
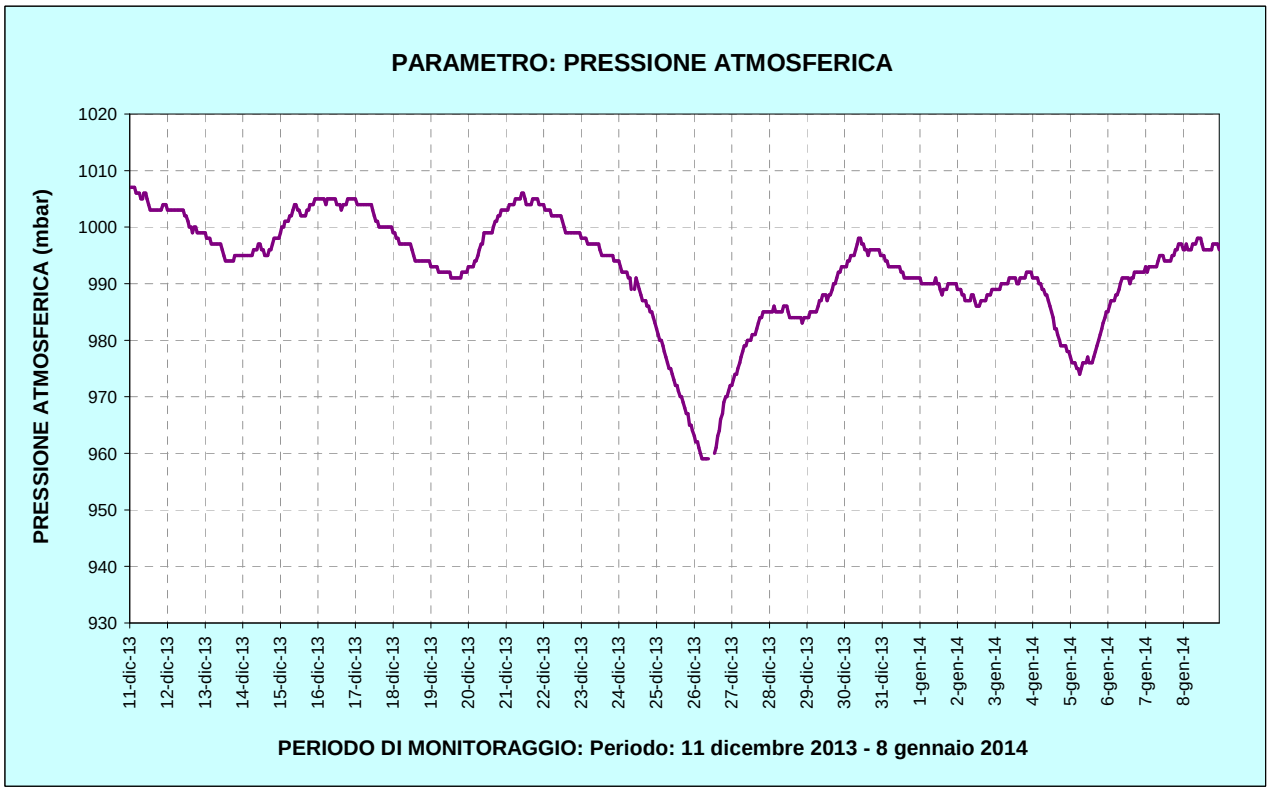



**Figura 7**– Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio



## *ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI*

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge relativi all'inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori nel periodo di campionamento.
Nella **Tabella 8** si riportano gli inquinanti e le loro le formule chimiche, utilizzate come abbreviazioni.

**Tabella 8** – Parametri chimici misurati con il laboratorio mobile

| | | |
|---|---|---|
| Benzene | $C_6H_6$ | µg/m³ |
| Bossido di azoto | $NO_2$ | µg/m³ |
| Biossido di zolfo | $SO_2$ | µg/m³ |
| Monossido di azoto | NO | µg/m³ |
| Monossido di carbonio | CO | mg/m³ |
| Ozono | $O_3$ | µg/m³ |
| Particolato sospeso $PM_{10}$ | $PM_{10}$ | µg/m³ |
| Toluene | $C_6H_5CH_3$ | µg/m³ |

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento di Torino (Attività Istituzionali di Produzione) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all'indirizzo: http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/ariaday/ariaweb-new/, a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, in un **diagramma concentrazione-tempo**, l'andamento registrato durante il periodo di monitoraggio. La scala adottata per l'asse delle ordinate permette di evidenziare, laddove esistenti, i superamenti dei limiti. Nel caso in cui i valori assunti dai parametri risultino nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse delle ordinate rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso lo scrivente servizio e può essere inviata su richiesta specifica.

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è possibile calcolare il **giorno medio**: questo si ottiene determinando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Ad esempio il valore dell'ora 2:00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 2:00 di ciascun giorno del periodo di monitoraggio. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.
In questo modo è possibile non solo evidenziare in quali ore generalmente si verifichi un incremento delle concentrazioni dei vari inquinanti, ma anche fornire informazioni sulla persistenza degli stessi durante la giornata.

## Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore di odore pungente. Le principali emissioni di $SO_2$ derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili fossili (ad esempio gasolio, olio combustibile e carbone) nei quali lo zolfo è presente come impurità. Una ridotta percentuale di biossido di zolfo nell'aria (6÷7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare da veicoli a motore diesel.
La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente: a causa del riscaldamento domestico, infatti, i valori massimi si raggiungono durante la stagione invernale.
Fino a pochi anni fa, il biossido di zolfo era considerato uno degli inquinanti atmosferici più problematici, a causa delle elevate concentrazioni rilevate nell'aria e degli effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. Negli ultimi anni, da quando la normativa ha imposto la limitazione del contenuto di zolfo nei combustibili, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante le cui concentrazioni sono scese ben al di sotto dei limiti di legge.

I livelli orari e giornalieri del biossido di zolfo misurato nel Comune di Airasca con il laboratorio mobile, sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi (**Tabella 9**, **Figura 8** e **Figura 9**). Il massimo valore giornaliero (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), è pari a 11 µg/m³, di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. La massima media oraria è pari a 19 µg/m³, viene quindi rispettato anche il livello orario per la protezione della salute fissato a 350 µg/m³ dal D.Lgs. 155/2010. Il sito di Airasca può essere comparato a quello di una stazione di traffico suburbano, al momento nella rete di monitoraggio regionale non sono presenti stazioni di tipologia simile in cui sia prevista la misura del biossido di azoto. A titolo indicativo nella **Figura 10** sono stati confrontati gli andamenti del giorno medio di $SO_2$ di Airasca e della stazione di fondo urbano di Grugliasco: i valori delle due stazioni sono comparabili.

In generale il biossido di zolfo non mostra alcuna criticità, poiché le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi e le concentrazioni di $SO_2$ sono sempre ampiamente al di sotto dei limiti normativi.

**Tabella 9** – Dati relativi al biossido di zolfo ($SO_2$) (µg/m$^3$)

| **Biossido di zolfo (µg/m$^3$)** | **Inverno** |
|---|---|
| Minima media giornaliera | 4 |
| Massima media giornaliera | 11 |
| Media delle medie giornaliere (b): | 7 |
| Giorni validi | 27 |
| Percentuale giorni validi | 93% |
| Media dei valori orari | 7 |
| Massima media oraria | 19 |
| Ore valide | 676 |
| Percentuale ore valide | 97% |
| Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350) | **0** |
| Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350) | **0** |
| Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125) | **0** |
| Numero di superamenti livello allarme (500) | **0** |
| Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500) | **0** |

**Figura 8** – $SO_2$: confronto con il limite di legge (media giornaliera)

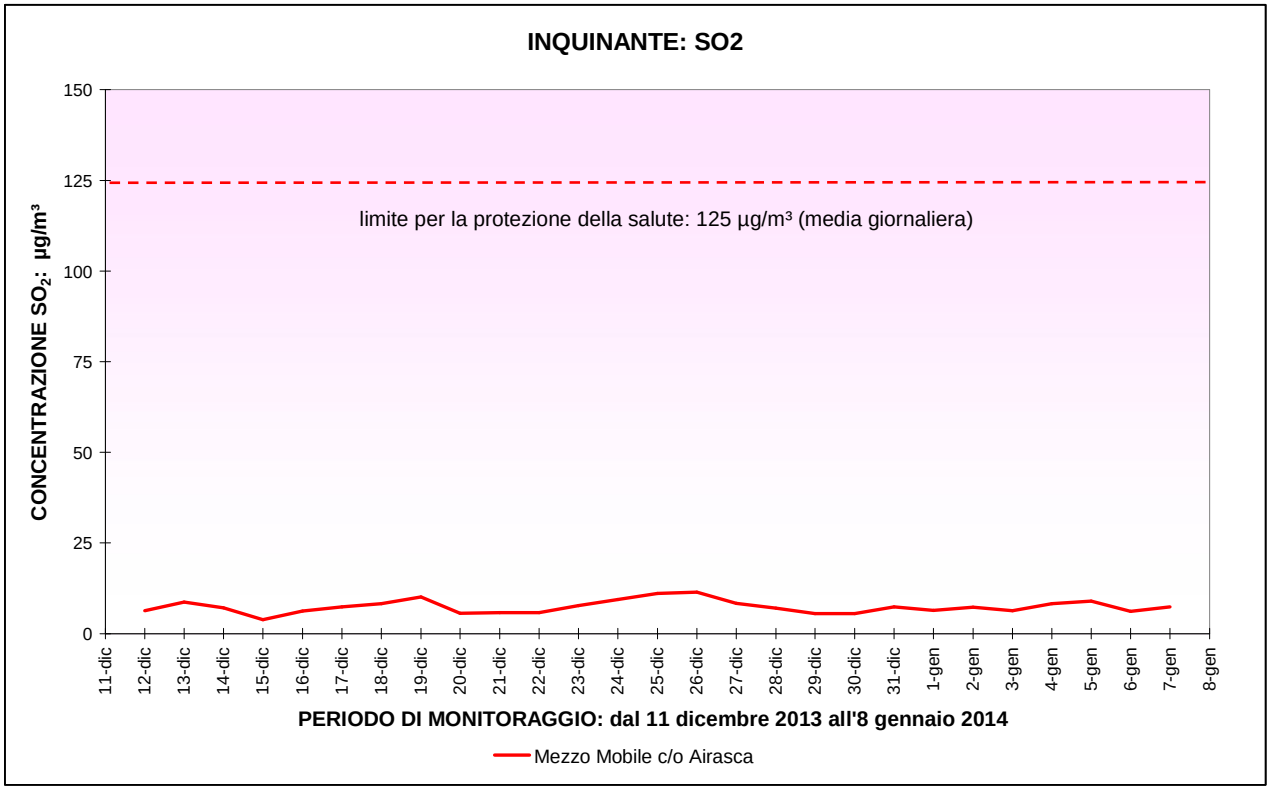



**Figura 9** – $SO_2$: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni fisse

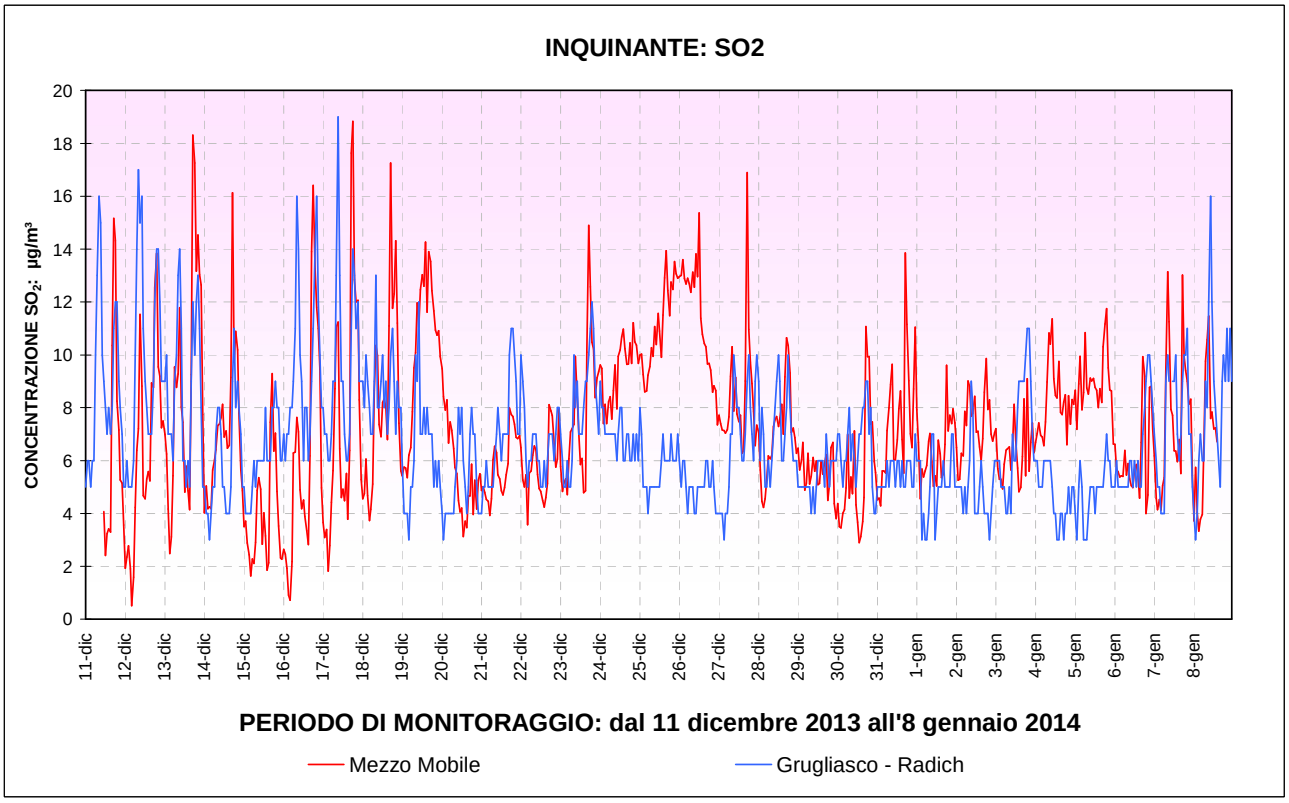
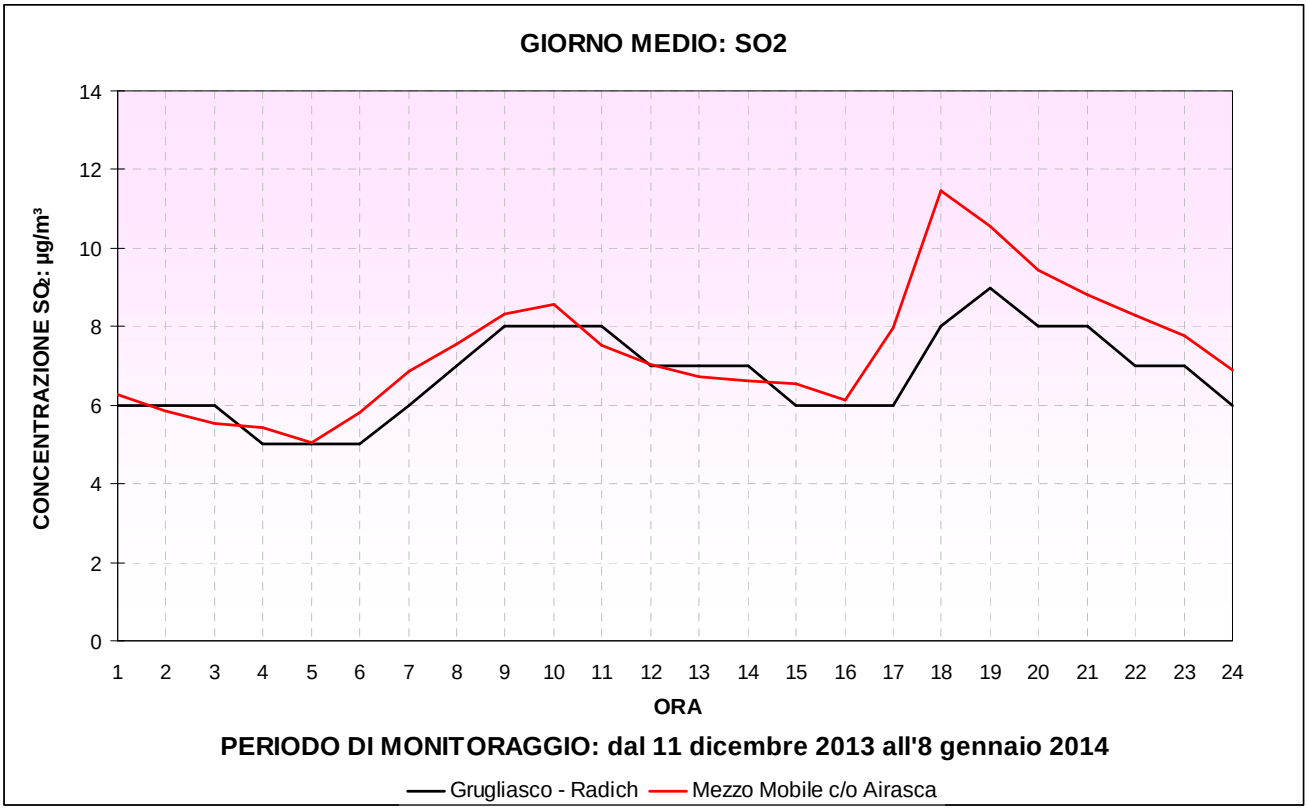


**Figura 10** – $SO_2$ giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



## Monossido di Carbonio

È un gas inodore ed incolore che viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. Si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera e infatti, a differenza degli altri inquinanti, in questo caso l'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo ($mg/m^3$).

Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare i gas di scarico dei veicoli a benzina. le maggiori concentrazioni di CO in emissione si producono quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione, ecco perché i valori più elevati si raggiungono in zone caratterizzate da intenso traffico rallentato.

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

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

**Tabella 10** – Dati relativi al monossido di carbonio (CO) ($mg/m^3$)

| **Monossido di carbonio ($mg/m^3$)** | **Inverno** |
|---|---|
| Minima media giornaliera | 0.7 |
| Massima media giornaliera | 1.5 |
| Media delle medie giornaliere (b): | 1.2 |
| Giorni validi | 29 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 1.2 |
| Massima media oraria | 2.7 |
| Ore valide | 693 |
| Percentuale ore valide | 100% |
| Minimo medie 8 ore | 0.6 |
| Media delle medie 8 ore | 1.2 |
| Massimo medie 8 ore | 2.0 |
| Percentuale medie 8 ore valide | 100% |
| Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10) | **0** |
| Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10) | **0** |

I dati misurati durante la campagna nel Comune di Airasca (**Tabella 10**) confermano quanto osservato su scala regionale in merito al rispetto dei limiti normativi. Il DLgs 155 del 13/08/2010 prevede un limite di 10 mg/m$^3$, calcolato come media su otto ore consecutive; il limite è ampiamente rispettato dal sito in esame, infatti il valore massimo su otto ore è pari a 2.0 mg/m$^3$ (**Figura 11**). Nella **Figura 12** e nella **Figura 13** viene riportato il confronto con le stazioni fisse della rete regionale di monitoraggio a Oulx e Torino-Consolata, rispettivamente di traffico suburbano residenziale e di traffico urbano. I dati registrati ad Airasca sono in linea con quelli della stazione di Oulx e decisamente inferiori, come atteso, a quelli di Torino via della Consolata.

**Figura 11** – CO: confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)

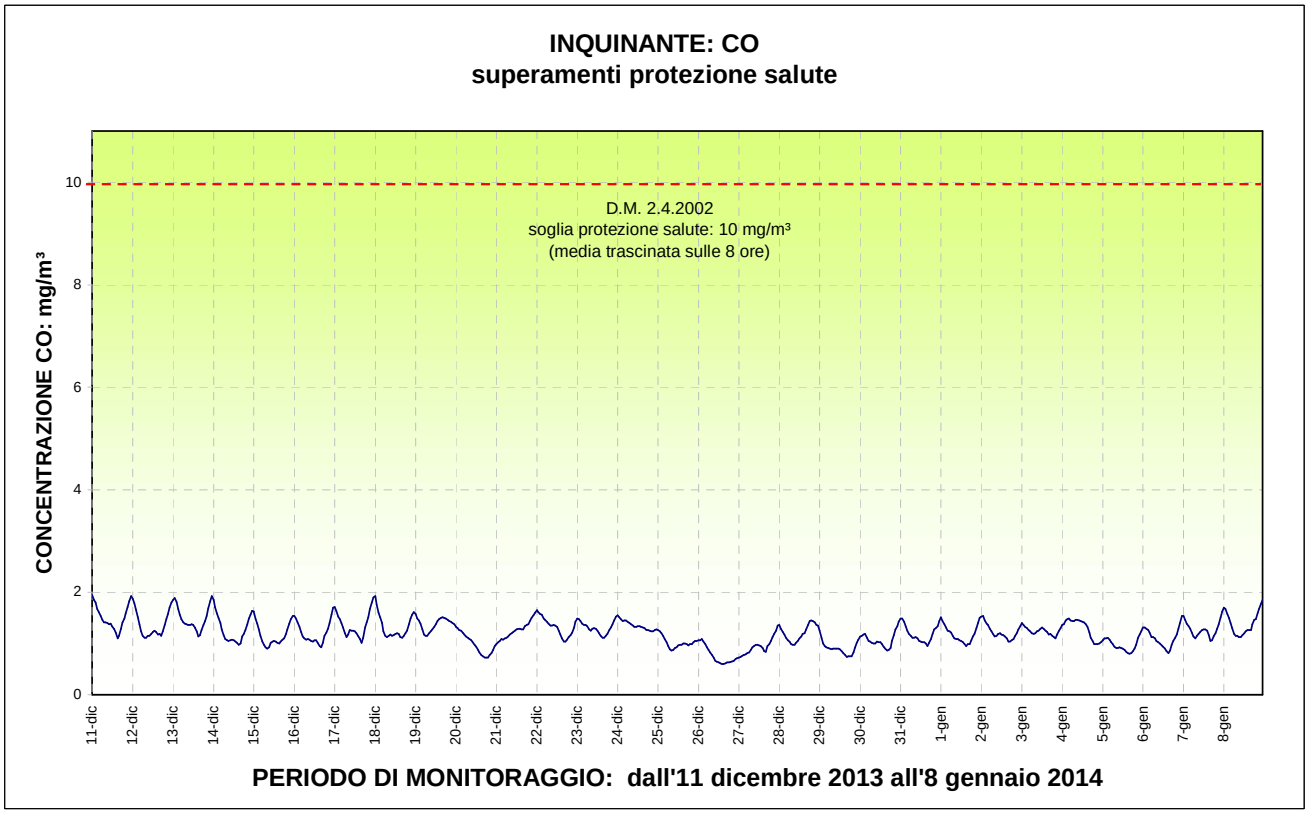


**Figura 12** – CO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con le stazioni fisse di Oulx e Torino Consolata

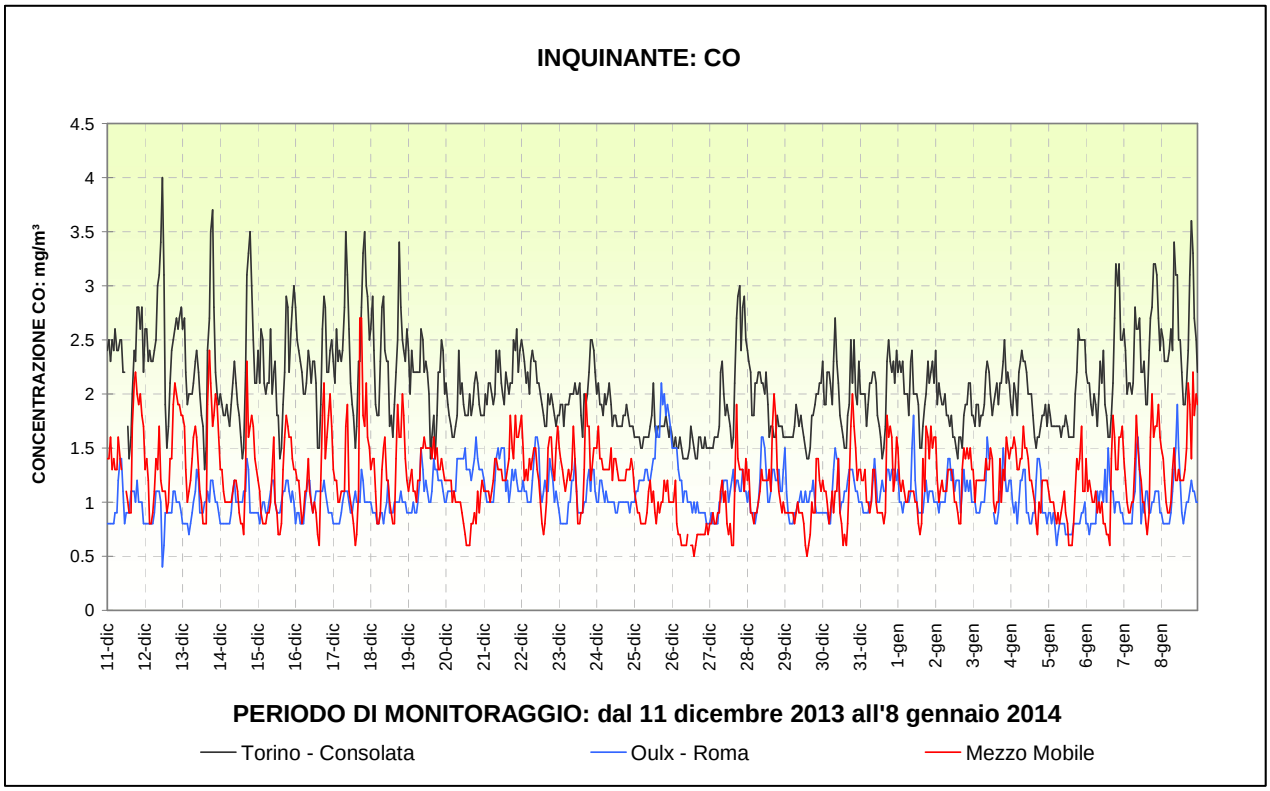
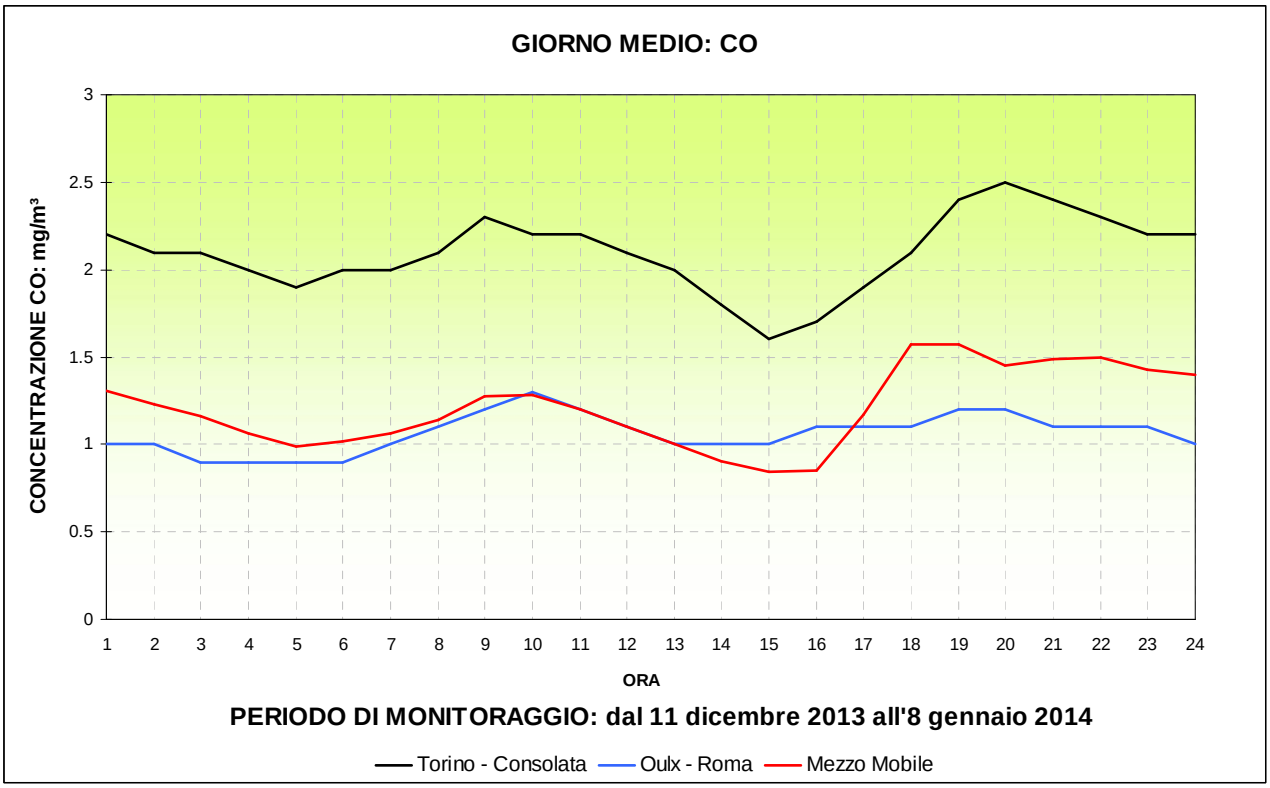



**Figura 13** – CO: giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa.



## Ossidi di Azoto

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

Benché la normativa non preveda valori limite di concentrazione nell'aria, il **monossido di azoto**, viene comunque misurato perché, trasformandosi in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono, rappresenta uno dei precursori dell'inquinamento fotochimico.

Il monossido do azoto, come la maggior parte degli inquinanti atmosferici, è a carattere tipicamente invernale, nella stagione fredda, infatti, il traffico veicolare si combina con una meteorologia sfavorevole alla dispersione degli inquinanti. Nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Airasca da dicembre 2013 a gennaio 2014 il livello di NO appare elevato ma comunque in linea con il periodo di riferimento e con l'andamento registrato nella stazione della rete di monitoraggio regionale presa come riferimento: Vinovo. Le stazioni di Druento e Consolata rappresentano invece i massimi e i minimi del territorio provinciale. La massima media oraria registrata ad Airasca è pari a 354 µg/m³ e il valore medio dell'intera campagna è di 66 µg/m³ (**Tabella 11**), valore identico a quello calcolato per la stazione della rete di monitoraggio regionale di Vinovo durante lo stesso periodo di misura. Il grafico del giorno medio (Figura 15) mostra inoltre che tutte le stazioni di misura, con l'eccezione della stazione di fondo rurale di Druento, presentano massimi (curva a campana) nelle stesse ore del mattino (6-9) e della sera (17-22), a dimostrazione dell'origine da traffico veicolare del monossido di azoto, qualora non ci siano in atto altri processi combustivi. In particolare ad Airasca il picco serale è molto ripido nella fase iniziale, le concentrazioni cioè aumentano rapidamente dalle 16.00 alle 17.00 per poi scendere velocemente dopo le 20.00.

**Tabella 11** – Dati relativi al monossido di azoto (NO) (µg/m$^3$)

| Monossido di azoto (µg/m$^3$) | Inverno |
|---|---|
| Minima media giornaliera | 9.2 |
| Massima media giornaliera | 132 |
| Media delle medie giornaliere (b): | 66 |
| Giorni validi | 29 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 66 |
| Massima media oraria | 354 |
| Ore valide | 696 |
| Percentuale ore valide | 100% |

**Figura 14** – NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni di misura

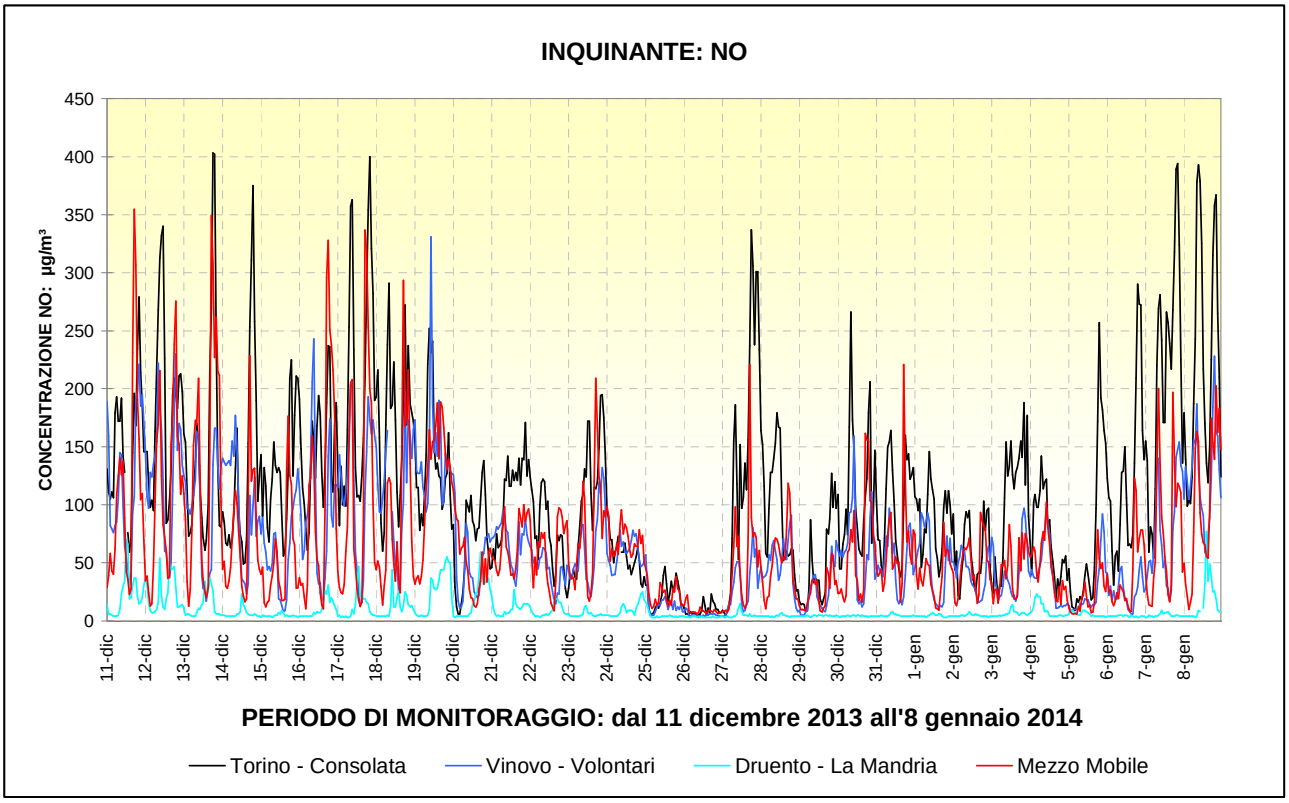
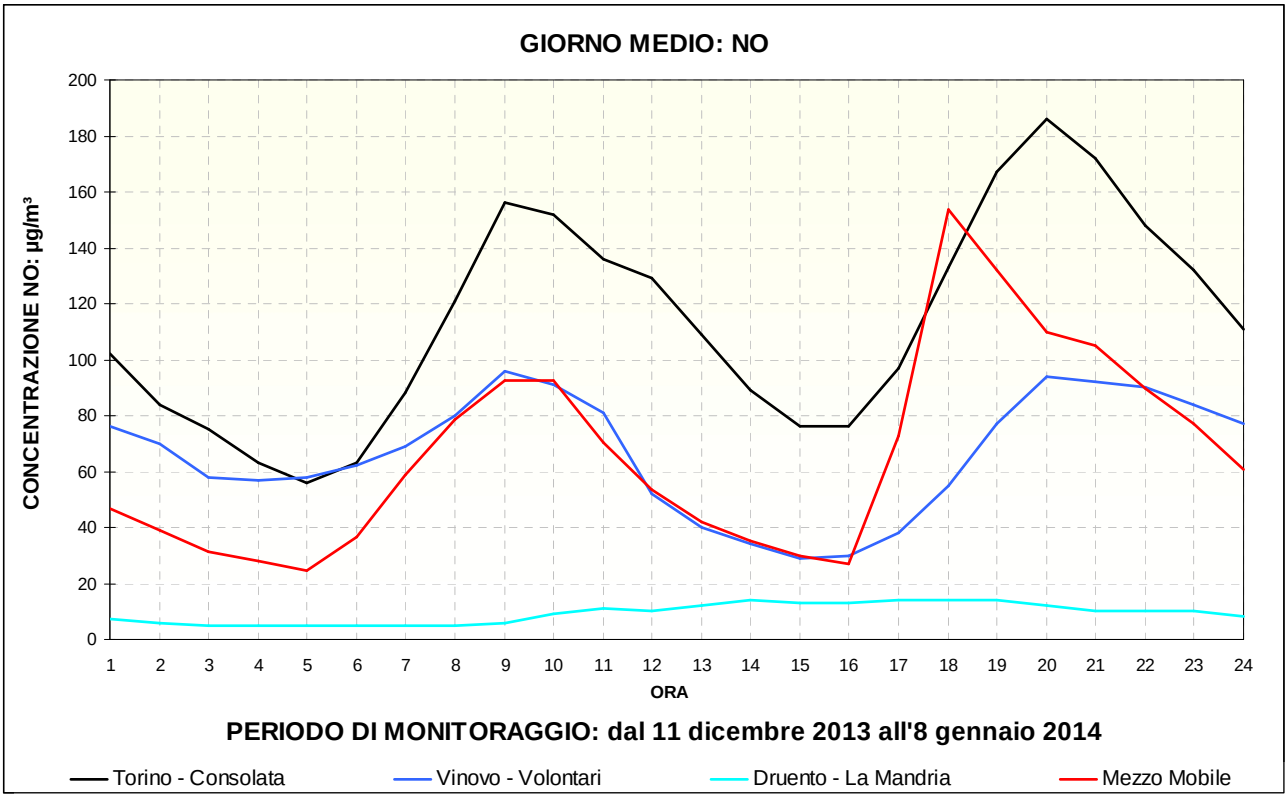



**Figura 15** – NO: giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



Il **biossido di azoto** ($NO_2$)è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici più pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di “smog fotochimico”.
La formazione di $NO_2$ è piuttosto complessa, in quanto si tratta di un inquinante di origine mista, in parte originato direttamente dai fenomeni di combustione e in parte prodotto indirettamente dall’ossidazione in atmosfera del monossido di azoto (NO) nell’ambito di un insieme complesso di reazioni fotochimiche.

Purtroppo per la campagna invernale di Airasca non è stato possibili effettuare le consuete elaborazioni matematiche per il biossido di azoto. Lo strumento di misura, infatti, ha registrato dati anomali e numerosi malfunzionamenti ed è stato necessario invalidare i dati di tutta la campagna. Nella relazione finale, al termine della prossima campagna di misura da svolgere nel semestre caldo del 2015, si esprimerà una valutazione complessiva sulla concentrazione di $NO_2$, facendo riferimento, se necessario, alle campagne svolte negli anni passati sul territorio.

## Benzene e Toluene

Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati.
La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate dall'Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.
Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore fissa all'uno per cento il tenore massimo di benzene nelle benzine. a partire dal 1 luglio 1998.

Il benzene è una sostanza classificata:

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

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

La normativa vigente (D.Lgs. 155 del 13/8/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari 5 µg/m$^3$ da rispettare dal 2010 in avanti.
Durante il monitoraggio invernale, il più critico per tale inquinante, nel Comune di Airasca è stata determinata una concentrazione media di benzene di 4.1 µg/m$^3$, ed in generale i valori delle medie orarie sono compresi tra 0.1 e 16 µg/m$^3$ (**Tabella 12** e **Figura 16**). I valori registrati a dicembre 2013 e gennaio 2014 – in genere i mesi più critici dell'anno - sono più alti di quelli misurati nella precedente campagna invernale di febbraio-marzo 2012 ma comunque poco più del 27% dei valori orari supera il limite annuo di 5 µg/m$^3$ ed è quindi verosimile supporre che la concentrazione media di un ipotetico campionamento annuale nel sito in esame non comporterebbe un superamento del limite di 5 µg/m$^3$, previsto dalla normativa.

Per quanto riguarda il toluene la normativa italiana non prevede alcun limite, ma le linee guida date nel 2000 dall'OMS indicano un valore di 260 µg/m$^3$ come media settimanale.
Gli effetti del toluene sono stati studiati soprattutto in relazione all'esposizione lavorativa e sono stati dimostrati casi di disfunzioni del sistema nervoso centrale, ritardi nello sviluppo e anomalie congenite, oltre a sbilanci ormonali in donne e uomini.

Nella campagna invernale di Airasca la massima media giornaliera di toluene è pari a 19 µg/m$^3$, mentre la massima media oraria è di 75 µg/m$^3$ (**Tabella 12** e **Figura 17**). I valori medi settimanali si mantengono sempre molto al di sotto del limite indicato dall'OMS, infatti la media di toluene è di 15.9 µg/m$^3$ la prima settimana – 11-17 dicembre 2013 –, 12.5 µg/m$^3$ la seconda – 18-24 dicembre 2013 -, 7.8 µg/m$^3$ la terza – 25-31 dicembre 2013 – e 9.3 µg/m$^3$ l'ultima settimana di monitoraggio dal 1 al 7 gennaio 2014.

Per benzene e toluene gli andamenti del periodo invernale sono in linea con la stazione di riferimento di Vinovo - di fondo suburbano, in cui il traffico veicolare teoricamente ha un impatto minore rispetto al sito di misura di Airasca. Il calcolo del giorno medio evidenzia, un picco di concentrazione di serale molto repentino, già visto per altri inquinanti (**Figura 18**).

**Tabella 12** – Dati relativi al benzene e al toluene (µg/m$^3$)

| Airasca | Benzene (µg/m$^3$) | Toluene (µg/m$^3$) |
|---|---|---|
| Minima media giornaliera | 1.2 | 2.9 |
| Massima media giornaliera | 6.0 | 19 |
| Media delle medie giornaliere (b): | 4.1 | 11 |
| Giorni validi | 29 | 28 |
| Percentuale giorni validi | 100% | 97% |
| Media dei valori orari | 4.1 | 11 |
| Massima media oraria | 16 | 75 |
| Ore valide | 695 | 686 |
| Percentuale ore valide | 100% | 99% |

**Figura 16** – Benzene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con altre stazioni di riferimento

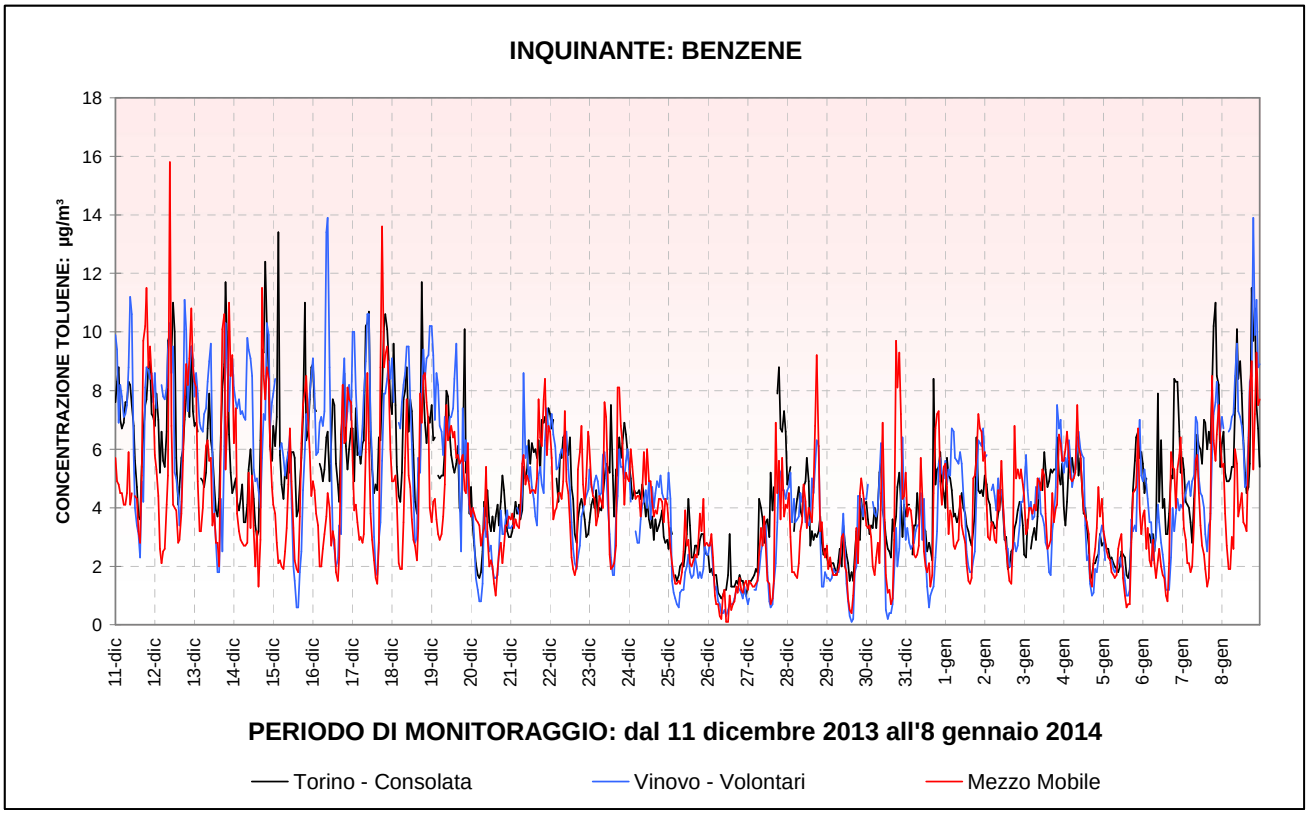


**Figura 17** – Toluene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con altre stazioni di riferimento

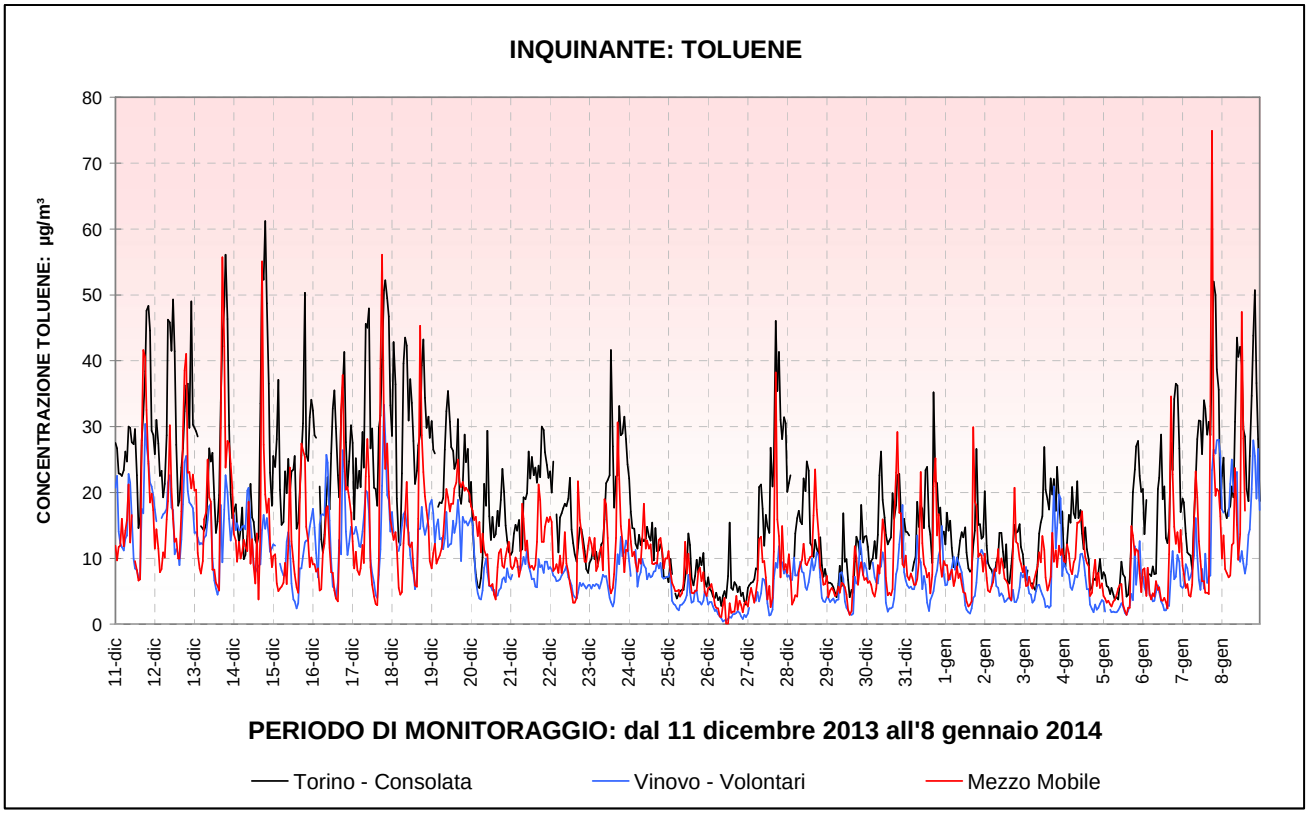
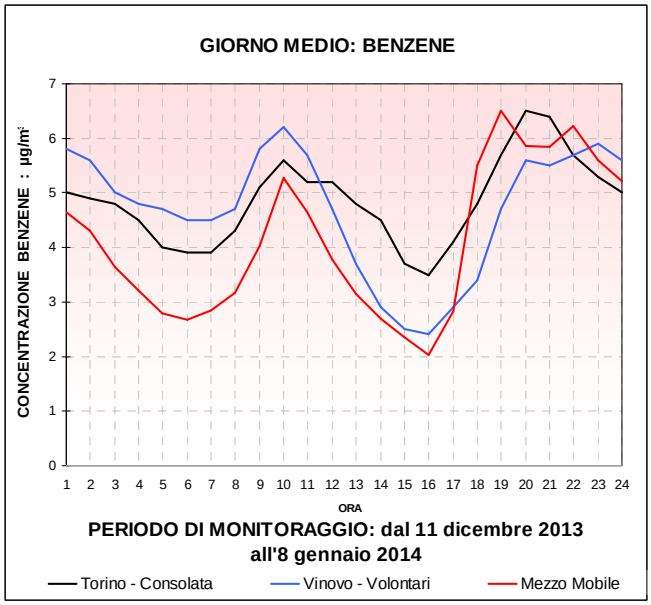
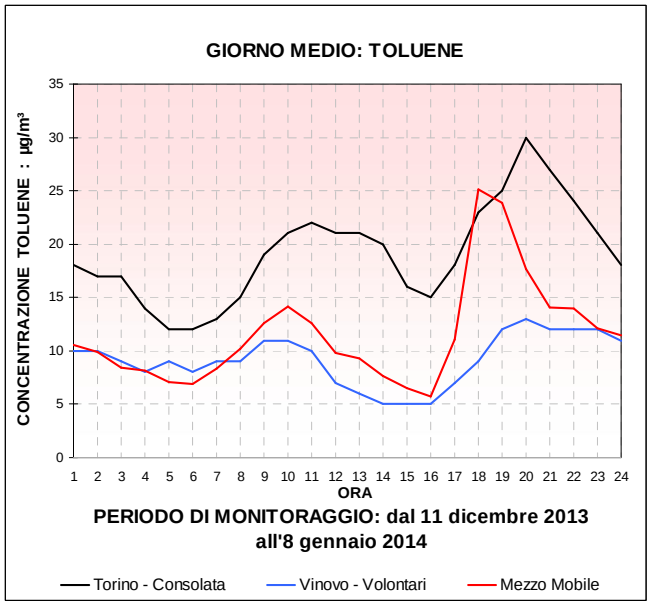



**Figura 18** – Benzene e Toluene: giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



## Particolato Sospeso

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme del materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc. Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, degli pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Una componente significativa del particolato di minori dimensioni ha inoltre origine da processi secondari, che comportano la trasformazione in particelle di inquinanti originariamente emessi in forma gassosa.

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

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma, prima con il DM 60/2002 e successivamente con il DLgs 155/2010, ha previsto dei limiti solo per il particolato $PM_{10}$, la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Si tratta della componente più pericolosa del particolato perché in grado di raggiungere facilmente la trachea e i bronchi, dove gli inquinanti adsorbiti sulla polvere possono venire a contatto con gli alveoli polmonari.
Il D.Lgs. 155/2010 introduce inoltre un limite anche per il $PM_{2.5}$ (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolati come media annuale pari a 25 µg/m$^3$ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Durante la campagna ad Airasca sono state eseguite misure di particolato fine $PM_{10}$, e $PM_{2.5}$.

### $PM_{10}$

Durante la campagna invernale nel comune di Airasca sono state eseguite misure di particolato fine $PM_{10}$, per il quale sono disponibili 27 giorni di monitoraggio effettivo, dal 12 dicembre 2013 all'8 gennaio 2014, con un dato invalidato il 23 dicembre 2013. Le concentrazioni di $PM_{10}$ oscillano tra 99 µg/m$^3$, valore massimo registrato il 12 dicembre 2013, primo giorno di campionamento effettivo, e 18 µg/m$^3$, valore misurato il 25 dicembre 2013 **(Tabella 13** e **Figura 19)**. La concentrazione media di $PM_{10}$ del periodo invernale analizzato è stata complessivamente di 63 µg/m$^3$. In 27 giorni di campionamento ci sono stati 20 superamenti del limite massimo giornaliero di 50 µg/m$^3$, che la normativa consente di superare non più di 35 volte in un anno civile.

In **Figura 20** vengono confrontati i valori di $PM_{10}$ registrati ad Airasca con quelli misurati nelle stazioni Druento e Torino via della Consolata, che rappresentano rispettivamente dei valori di minimo e di massimo della provincia di Torino. Nella rappresentazione grafica sono stati aggiunti anche i dati della stazione di Leinì, di fondo suburbano, appartenente ad una rete di rilevamento privata gestita da Arpa Piemonte. Tutte le stazioni rilevano le concentrazioni più alte di $PM_{10}$ durante la prima parte del periodo relativo alla campagna di misura di Airasca. Con l'eccezione della stazione di fondo rurale di Druento, nei primi dieci giorni del periodo analizzato, infatti, le concentrazioni di $PM_{10}$ non scendono mai al di sotto del limite normativo. D'altronde il mese di dicembre 2013 è stato contraddistinto da una meteorologia particolarmente sfavorevole per tutto il territorio provinciale. Le prime tre settimane del mese sono state caratterizzate da condizioni di inversione termica prolungata, dove per molte ore al giorno la temperatura invece di diminuire con la quota, è aumentata, creando una sorta di trappola per le sostanze prodotte al suolo che non hanno potuto

disperdersi verso l'alto e si sono accumulate nei primissimi strati dell'atmosfera. Il fenomeno è assai noto nella pianura padana ed è una delle cause principali della concentrazione di polveri sottili tra le più alte d'Europa nel periodo invernale. Dopo il 20 di dicembre 2013 le ore di inversione termica giornaliera diminuiscono e anche le concentrazioni di $PM_{10}$ si abbassano benché per alcune stazioni, tra cui il sito di Airasca, rimane elevato il numero di superamenti del valore limite giornaliero.
È possibile notare inoltre che in presenza di precipitazioni, ad esempio il 25 e 26 dicembre 2013, le concentrazioni delle polveri diminuiscono più o meno drasticamente per tutte le stazioni, scendendo anche al di sotto del limite di legge giornaliero. Ciò non è altro che un'ulteriore conferma della notevole influenza delle condizioni meteoclimatiche sulla qualità dell'aria di un territorio.

Osservando i dati della **Tabella 14** si nota che la concentrazione media di polveri sottili misurata ad Airasca nel periodo invernale analizzato è più alta di quella calcolata per altre stazioni con caratteristiche simili, quali Borgaro e Leinì, di fondo suburbano. I dati di Airasca paiono più in linea con le stazioni di traffico urbano e suburbano di Collegno e Carmagnola (**Figura 21**). Nel periodo indagato il valore medio di $PM_{10}$ ad Airasca è di fatto più elevato del valore mediato su tutto il territorio provinciale, sia considerando nel calcolo le stazioni urbane di Torino, sia escludendole.

Rispetto ai limiti normativi la durata complessiva del monitoraggio ad Airasca – I e II campagna - sarà inferiore all'arco temporale stabilito dal D.Lgs. 155/2010 per poter calcolare la media annuale da confrontare poi con il limite di legge di 40 $\mu g/m^3$. Tuttavia, a conclusione delle due campagne, sarà possibile effettuare una stima del valore di concentrazione annuale del $PM_{10}$ facendo ricorso ad una formula matematica che si basa sul confronto con una stazione della rete fissa con caratteristiche simili. Per quanto riguarda invece il limite giornaliero di 50 $\mu g/m^3$ si può ipotizzare che anche nel comune di Airasca, come nella maggior parte delle stazioni provinciali, un campionamento annuale porterebbe ad un numero di superamenti annui superiore ai 35 concessi dalla normativa in vigore, dal momento che in soli 27 giorni di misura ci sono stati 20 superamenti del limite.

In definitiva i risultati di questa campagna invernale confermano gli esiti della campagna del 2012, dove i dati di Airasca di $PM_{10}$ erano già risultati tra i valori nominalmente più elevati della provincia, sia come concentrazioni medie sia come numero di superamenti. L'alta concentrazione delle polveri sottili quindi non dipende da fenomeni episodici legati al sito o al periodo di indagine, ma rappresenta effettivamente un dato strutturale del territorio in esame.
Sulla base dei soli dati di monitoraggio del particolato non è possibile valutare il peso relativo delle diverse sorgenti locali di inquinamento atmosferico e dei fenomeni di formazione secondaria su vasta scala, in quanto la strumentazione utilizzata misura per sua natura la somma di tutti i contributi. In casi come questi, informazioni di dettaglio sulle fonti inquinanti si ottengono solo tramite un progetto di ricerca applicata che indaghi anche la composizione chimica del particolato. Un progetto di questo tipo, già utilizzato dal Dipartimento scrivente in situazioni analoghe, esula dagli scopi dell'attività ordinaria di Arpa e potrà essere oggetto di successivi accordi con l'Amministrazione comunale.

**Tabella 13** – Dati relativi al particolato sospeso $PM_{10}$ ($\mu g/m^3$) presso il sito di monitoraggio

| $PM_{10}$ ($\mu g/m^3$) | Inverno |
|---|---|
| Minima media giornaliera | 18 |
| Massima media giornaliera | 99 |
| Media delle medie giornaliere (b): | 63 |
| Giorni validi | 27 |
| Percentuale giorni validi | 93% |
| Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50) | **20** |

**Figura 19** – Particolato sospeso $PM_{10}$: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

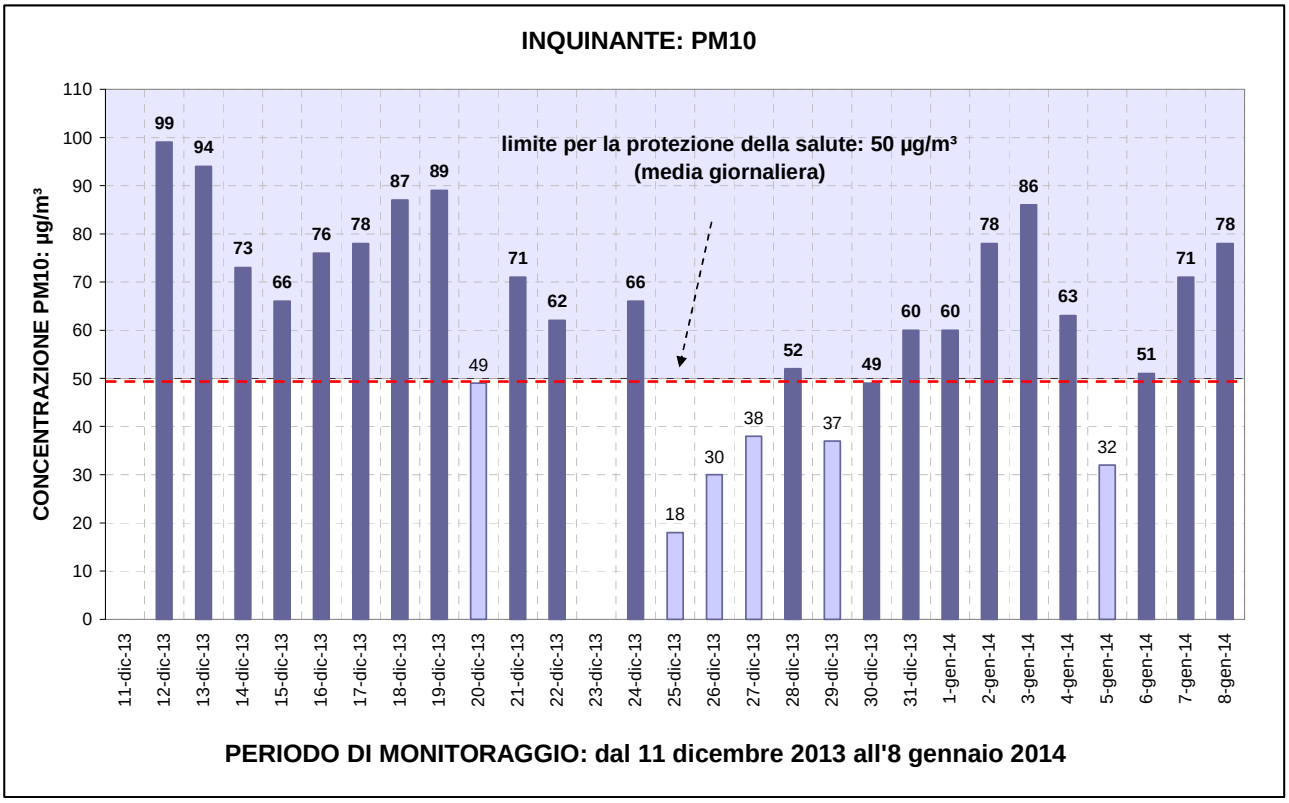



**Figura 20** – Particolato sospeso $PM_{10}$: confronto con altre stazioni di monitoraggio

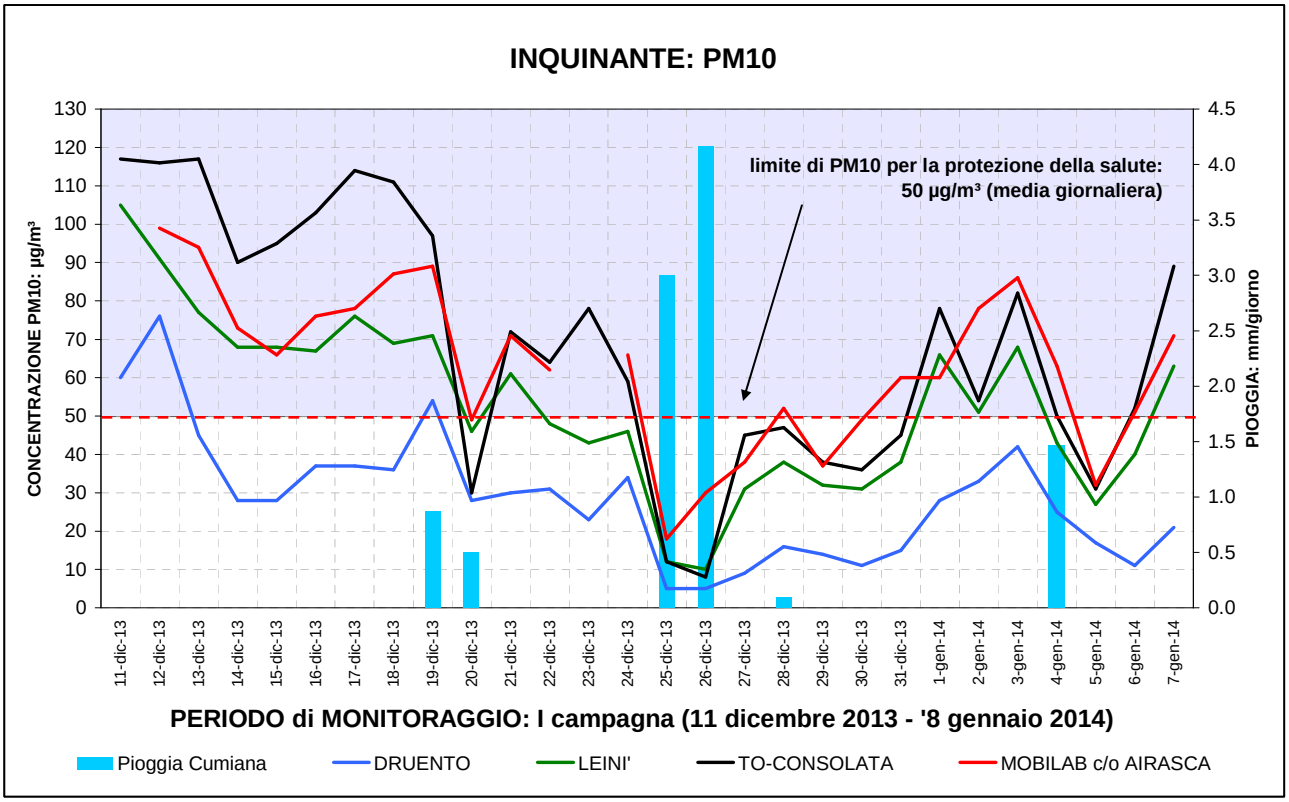
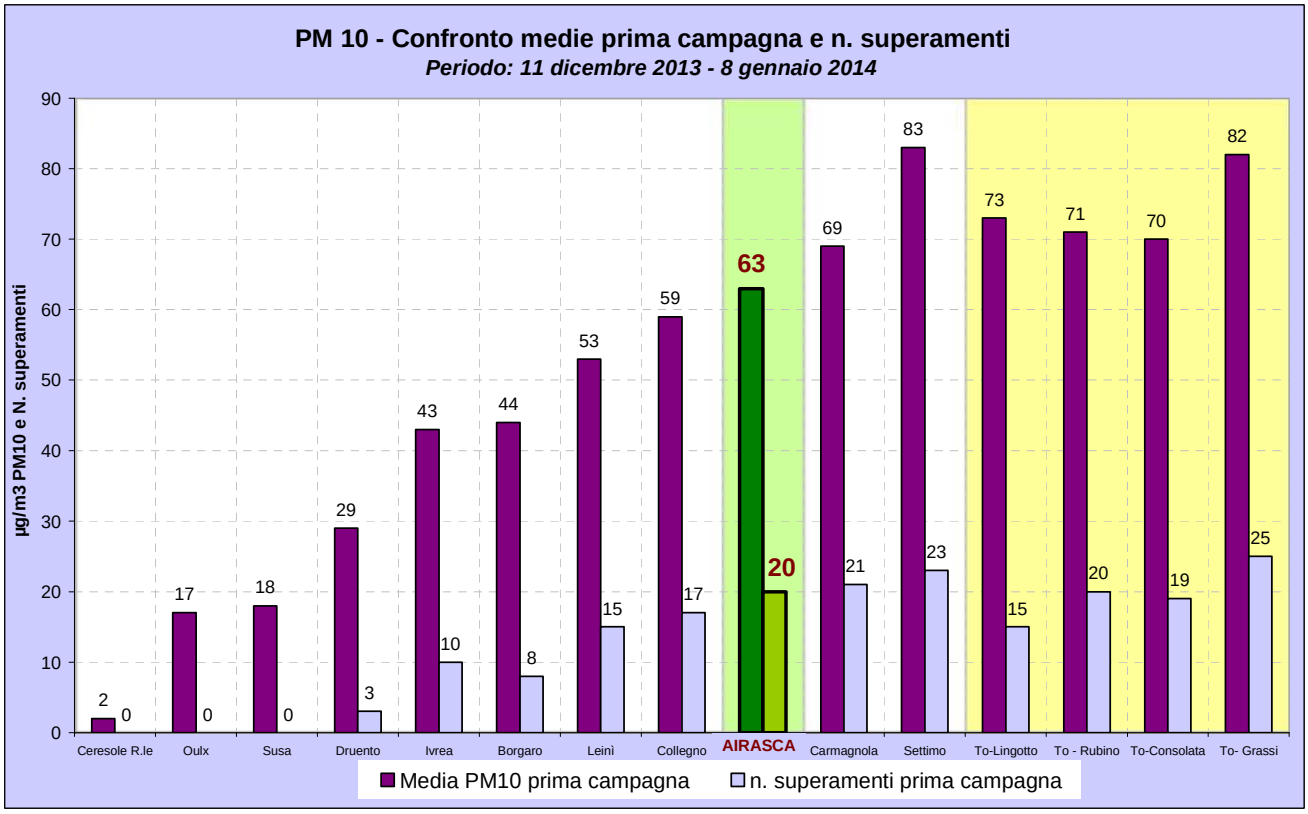


**Tabella 14** – $PM_{10}$: confronto medie del periodo, superamenti e medie 2013 nella provincia di Torino

| Stazioni di misura | Media PM10 prima campagna [µg/m$^3$] | n. superamenti prima campagna | % superamenti sul totale dei giorni validi | Media anno 2013 [µg/m$^3$] |
|---|---|---|---|---|
| Ceresole R.le | **2** | 0 | - | **6** |
| Oulx | 17 | 0 | - | **18** |
| Susa | 18 | 0 | - | **18** |
| Druento | 29 | 3 | 10.3% | **24** |
| Ivrea | 43 | 10 | 47.6% | **27** |
| Borgaro | 44 | 8 | 27.6% | **35** |
| Leinì | 53 | 15 | 51.7% | **29** |
| Collegno | 59 | 17 | 63.0% | **36** |
| **Airasca** | **63** | **20** | **69.0%** | |
| Carmagnola | 69 | 21 | 75.0% | **42** |
| Settimo | 83 | 23 | 79.3% | **39** |
| Media Prov TO senza TO | ***42*** | ***10*** | **-** | ***27*** |
| To-Lingotto | 73 | 15 | 68.2% | **38** |
| To - Rubino | 71 | 20 | 69.0% | **35** |
| To-Consolata | 70 | 19 | 65.5% | **40** |
| To- Grassi | 82 | 25 | 86.2% | **48** |
| **Media Prov TO** | ***51*** | ***13*** | **-** | ***31*** |

**Figura 21** – $PM_{10}$: confronto medie campagna invernale (2013-2014) e numero di . superamenti



## PM2.5

Il parametro $PM_{2.5}$ segue, come andamento temporale e valori di concentrazione giornaliera, il $PM_{10}$.

Durante la campagna invernale 2013-2014 nel comune di Airasca sono state eseguite delle misure di particolato fine $PM_{2.5}$ per la prima volta. Anche per il particolato fine sono disponibili 27 giorni di monitoraggio effettivo, dal 12 dicembre 2013 all'8 gennaio 2014, con un dato invalidato il 26 dicembre 2013. Il valore massimo di $PM_{2.5}$ è di 86 µg/m$^3$ ed è stato misurato il 12 dicembre 2013, il valore minimo di 17 µg/m$^3$ è del 25 dicembre 2013.

Non esiste un valore limite giornaliero per il PM2.5, i valori misurati tuttavia sono piuttosto elevati, molto simili ai dati di $PM_{10}$. D'altronde nel periodo invernale, soprattutto nell'area della pianura padana, la maggior parte del particolato $PM_{10}$ è costituita da $PM_{2.5}$, vale a dire da particelle con diametro inferiore a 2.5 micron (**Tabella 15** e **Figura 22**).La media di $PM_{2.5}$ della campagna invernale ad Airasca, infatti, è stata di 58 µg/m$^3$, e cioè ben il 92% del dato medio riferito al $PM_{10}$.

Per il particolato fine $PM_{2.5}$ la normativa vigente prevede un valore limite annuale – in vigore dal 1° gennaio 2015 - di 25 µg/m$^3$, come media di tutte le misurazioni giornaliere. Alla fine della seconda campagna di misura, in programma ad Airasca nella primavera/estate del 2015, si potrà quindi stimare, sulla base del confronto con le stazioni di monitoraggio della rete regionale, un valore medio annuo per il $PM_{2.5}$ da confrontare con il limite di legge.

La **Tabella 16** presenta la media delle concentrazioni di $PM_{2.5}$ misurate sia nel periodo selezionato sia, per le stazioni fisse della rete regionale, nel 2013. La **Figura 23** mette a confronto gli andamenti giornalieri di $PM_{2.5}$ per Airasca e alcune stazioni della rete fissa usate come riferimento - Borgaro, Leinì e Settimo. Nella prima metà della campagna i dati di Airasca sono comparabili a quelli di Leinì, stazione di fondo suburbano. Nella seconda parte invece i valori sono leggermente più alti di quelli di Leinì e più simili alle concentrazioni misurate a Settimo Torinese, che nominalmente presenta valori di $PM_{2.5}$ tra i più alti della provincia di Torino.

Durante la campagna di misura invernale la concentrazione media di $PM_{2.5}$ è risultata essere ben il 92% della media del $PM_{10}$. Dal momento che il $PM_{2.5}$ è un inquinante di origine prevalentemente secondaria, vale a dire originato da fenomeni su ampia scala spaziale a carico di precursori in origine emessi in forma gassosa che in atmosfera si trasformano in particolato, vi è certamente ad Airasca, come in tutto il territorio provinciale, un contributo significativo di fonti anche molto lontane dal sito di monitoraggio.

In termini generali per $PM_{2.5}$ e $PM_{10}$, due tra gli inquinanti più critici nell'intero bacino padano, sono necessari interventi strutturali a livello provinciale e regionale per la riduzione delle fonti primarie di polveri e dei precursori della componente secondaria del particolato.

Tuttavia anche interventi a livello locale in armonia con tale strategia possono dare un contributo importante per ottenere gli obiettivi indicati.

**Tabella 15** – Dati relativi al particolato sospeso $PM_{2.5}$ (µg/m$^3$) presso il sito di monitoraggio

| $PM_{2.5}$ (µg/m$^3$) | Inverno |
|---|---|
| Minima media giornaliera | 17 |
| Massima media giornaliera | 86 |
| Media delle medie giornaliere (b): | 58 |
| Giorni validi | 27 |
| Percentuale giorni validi | 93% |

**Figura 22** – Particolato $PM_{2.5}$: andamento giornaliero nel sito di monitoraggio

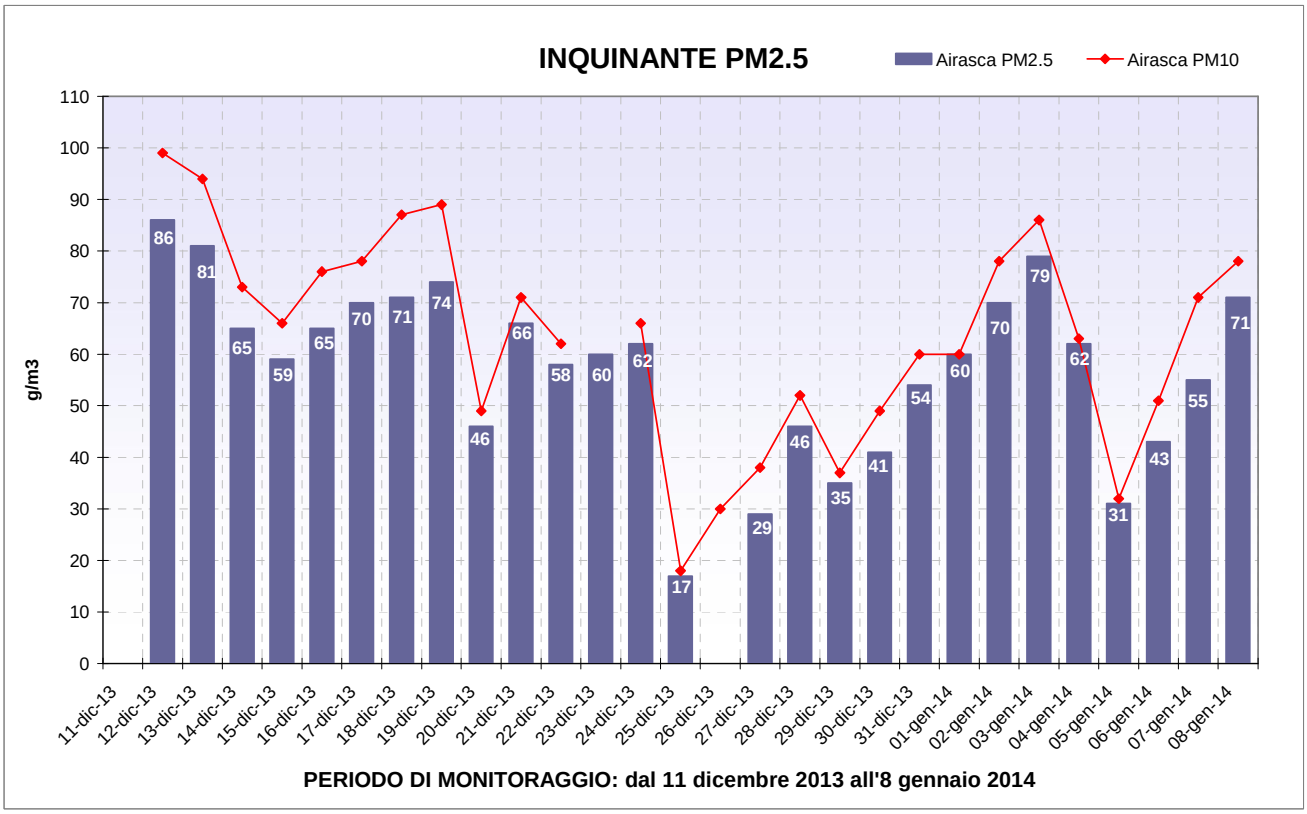
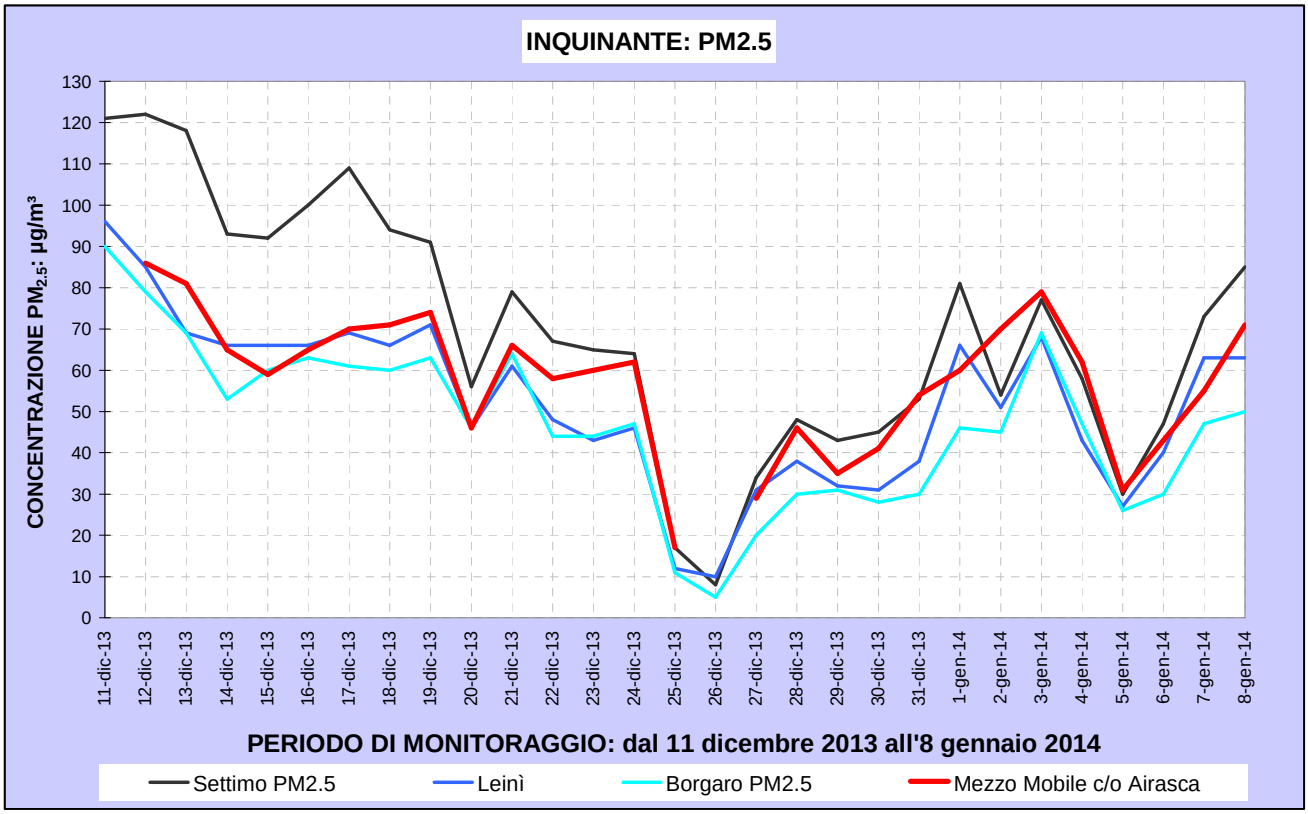



**Tabella 16** – Particolato sospeso $PM_{2.5}$:confronto medie del periodo e medie 2013 nella provincia di Torino

| Stazioni di misura | Media $PM_{2.5}$ prima campagna 11/12/2013 – 08/01/2014 | Media 2013 |
|---|---|---|
| IVREA | 40 | 24 |
| BORGARO | 47 | 27 |
| CHIERI | 49 | 28 |
| LEINI' | 52 | 26 |
| **AIRASCA** | **58** | |
| SETTIMO | 70 | 33 |
| TORINO LINGOTTO | 66 | 29 |

**Figura 23** – Particolato $PM_{2.5}$: confronto con altre stazioni di monitoraggio



## Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente.
L'ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, ma si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto ($NO_x$) e i composti organici volatili (VOC).
Le concentrazioni più elevate di ozono si raggiungono nella stagione calda quando la radiazione solare e la temperatura media dell'aria raggiungono i valori più alti dell'anno.
In forma semplificata le reazioni coinvolte nella formazione di questo inquinante si possono riassumere nel modo seguente:

$$2NO + O_2 \rightarrow 2\ NO_2$$
$$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O\cdot$$
$$O\cdot + O_2 \rightarrow O_3$$
$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$$

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

**Tabella 17** – Dati relativi all'ozono ($O_3$) ($\mu g/m^3$)

| **$O_3$ ($\mu g/m^3$)** | **Inverno** |
|---|---|
| Minima media giornaliera | 5.2 |
| Massima media giornaliera | 36 |
| Media delle medie giornaliere | 12 |
| Giorni validi | 29 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 12 |
| Massima media oraria | 70 |
| Ore valide | 696 |
| Percentuale ore valide | 100% |
| Minimo medie 8 ore | 3.9 |
| Media delle medie 8 ore | 12 |
| Massimo medie 8 ore | 54 |
| Percentuale medie 8 ore valide | 100% |
| Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120) | **0** |
| N. di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120) | **0** |
| Numero di superamenti livello informazione (180) | **0** |
| Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180) | **0** |
| Numero di valori orari superiori al livello allarme (240) | **0** |
| Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive) | **0** |
| Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240) | **0** |

Nel corso della campagna invernale di Airasca nel 2013-2014 la media dei valori orari di ozono è stata di 12 µg/m$^3$, con una massima media oraria di 70 µg/m$^3$ (**Tabella 17**). Si tratta di valori molto bassi, comuni a tutte le stazioni di monitoraggio della rete fissa. Come atteso, non ci sono mai stati superamenti della soglia di allarme o di informazione, né superamenti del valore di 120 µg/m$^3$, che rappresenta il livello di protezione della salute umana su medie di 8 ore.
L'ozono, di fatto, è un inquinante tipicamente estivo, le sue concentrazioni sono normalmente molto basse nei mesi freddi e non destano alcuna preoccupazione per la popolazione (**Figura 24** e **Figura 25**).

In **Figura 24** viene riportata la concentrazione oraria di ozono ad Airasca e delle stazioni fisse di Vinovo e Druento: i tre siti presentano un andamento del tutto comparabile durante il periodo di campionamento. Il grafico di **Figura 26** mostra infine l'andamento del giorno medio: gli andamenti orari medi di Airasca e Vinovo sono del tutto comparabili; Druento presenta valori più elevati di ozono perché la stazione di monitoraggio si trova all'interno della tenuta della Mandria, un parco pubblico molto grande e fitto di vegetazione dove è maggiore la produzione di composti organici volatili di origine naturale che, come visto in premessa, sono precursori dell'ozono troposferico.

**Figura 24** – $O_3$: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge

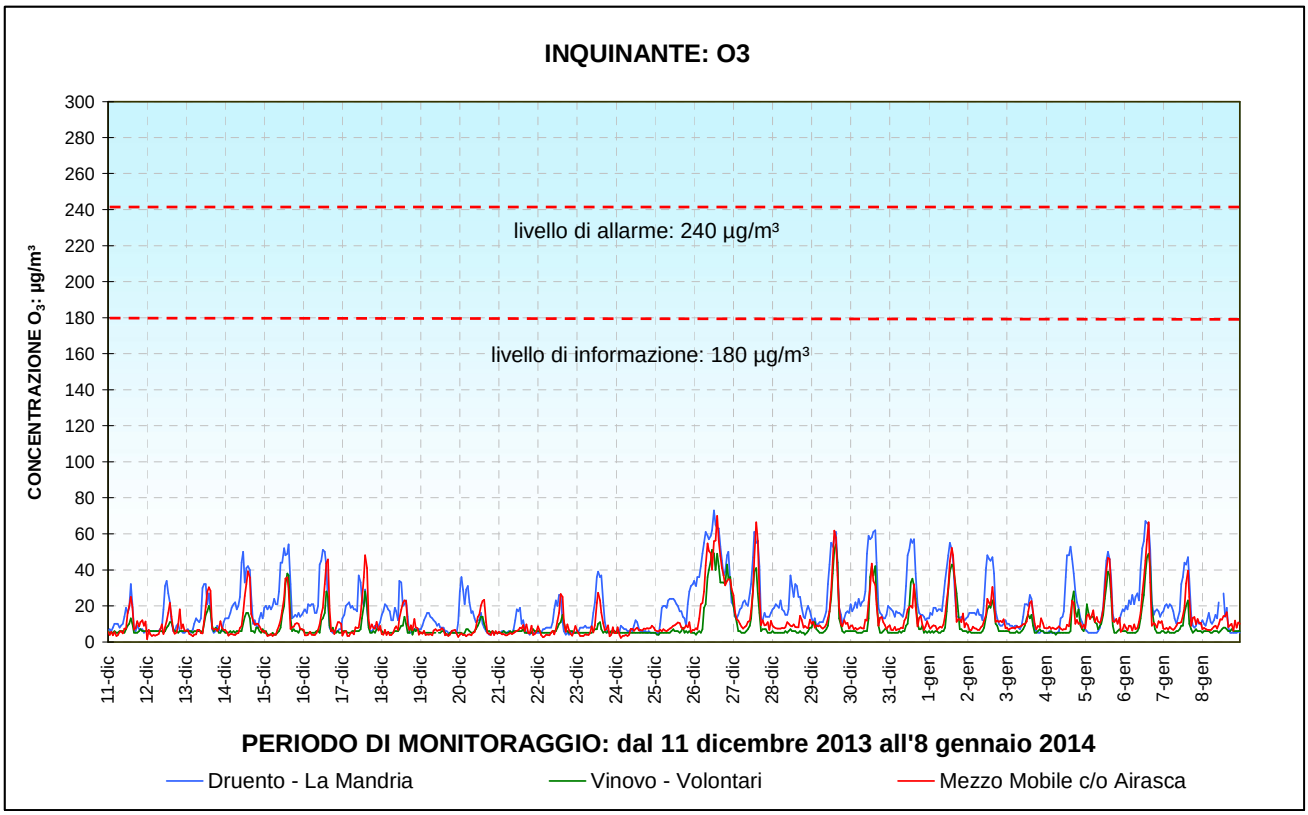


**Figura 25** – $O_3$: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)

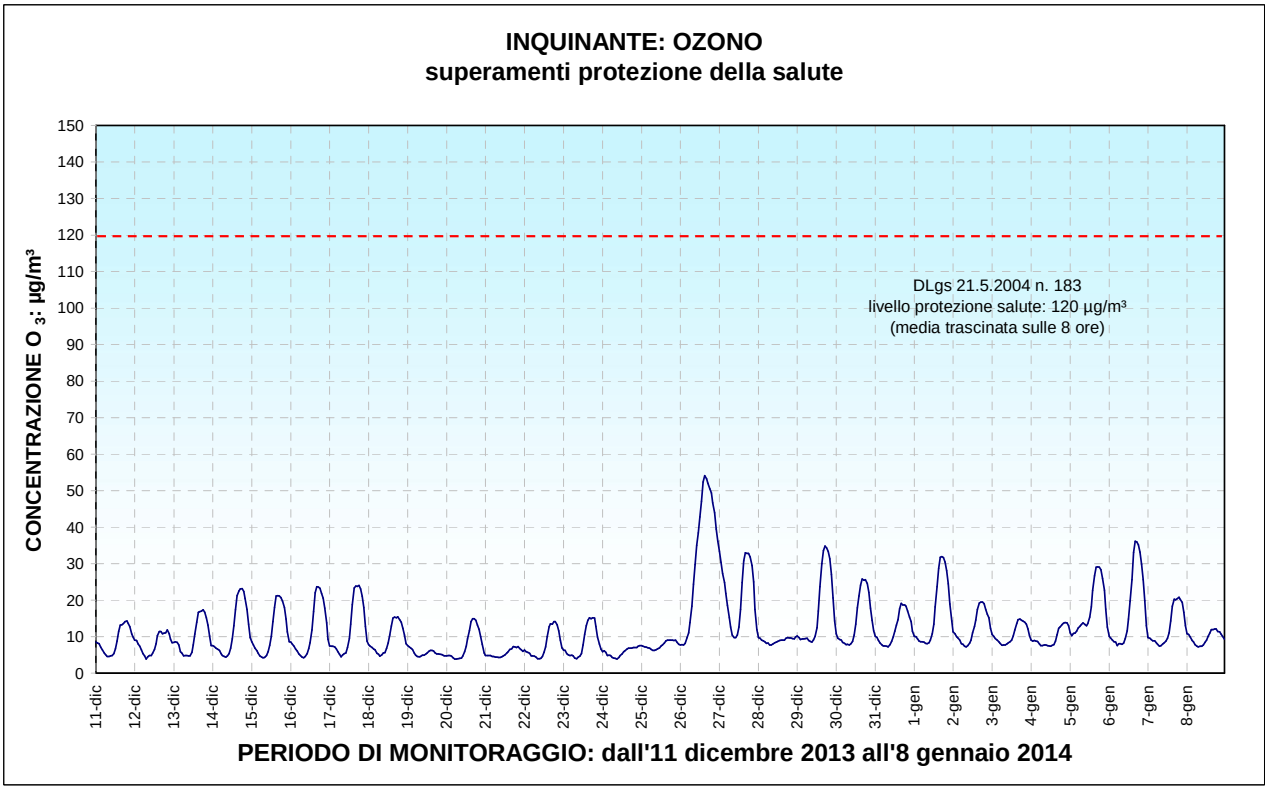
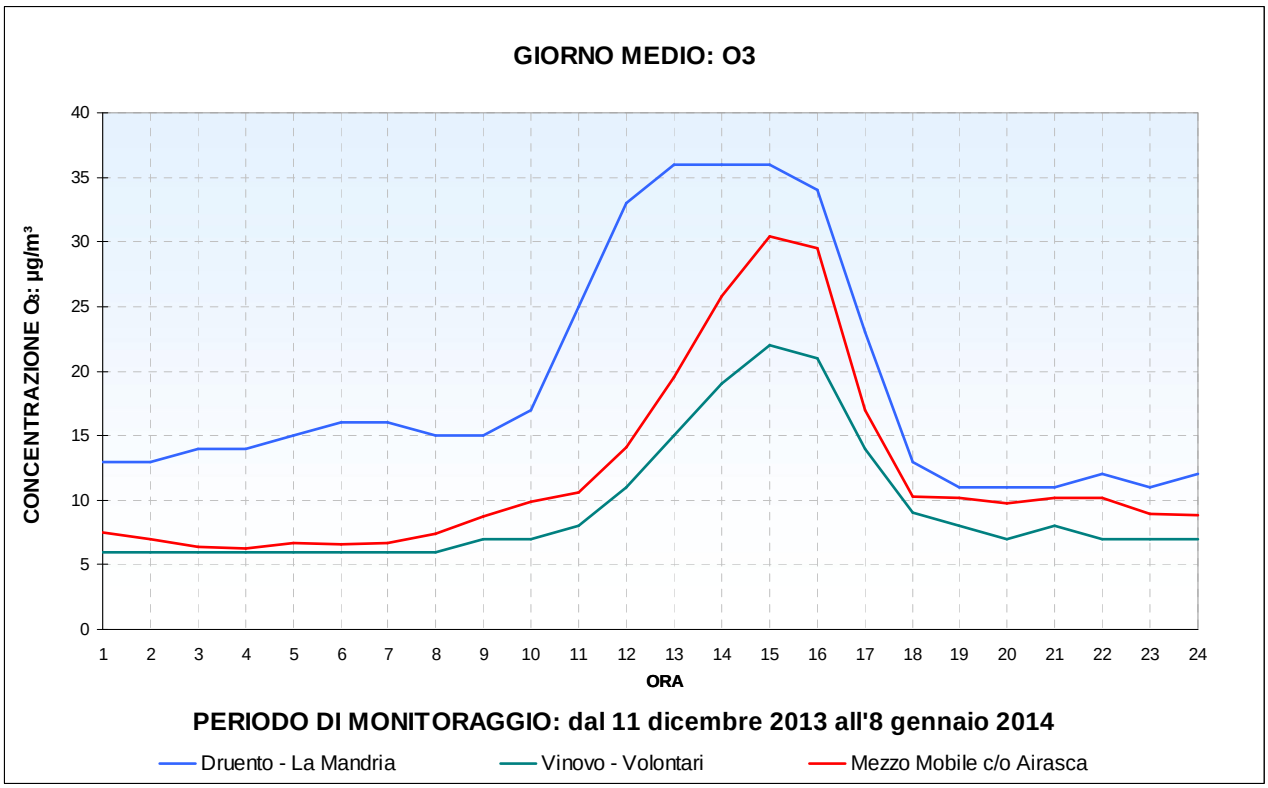



**Figura 26** – $O_3$: giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



## ANALISI DEL TRAFFICO VEICOLARE

Il traffico veicolare costituisce oggi il principale responsabile dell'inquinamento atmosferico nelle grandi aree urbane, a causa dell'emissione dei prodotti della combustione dei carburanti e della loro successiva trasformazione chimica.

Per meglio comprendere l'andamento degli inquinanti da traffico veicolare, nel comune di Airasca si è scelto di misurare oltre ai parametri meteorologici anche il flusso veicolare presente sul territorio. In accordo con l'amministrazione comunale è stato quindi posizionato uno strumento conta traffico su un lampione dell'illuminazione pubblica dell'asse viario principale del comune, - via Roma, angolo via Stazione - a meno di 200 metri dal sito in cui è stato svolto il monitoraggio degli inquinanti con il laboratorio mobile (**Figura 27**). Lo strumento ha quindi registrato tutti i veicoli che sono transitati in via Roma nei due sensi di marcia.

***Figura 27 -*** *Sito di monitoraggio del traffico ad Airasca, via Roma*

Il conta-traffico utilizzato nei rilevamenti è del tipo Gmbh - modello viacount II. Si tratta sostanzialmente di un apparecchio per il monitoraggio del traffico composto da un sensore radar "Doppler" da 24.165 GHz con memoria dati integrata e orologio in tempo reale. Il sensore radar misura a scelta i movimenti dei veicoli di una o di entrambe le direzioni di marcia; nel nostro caso le misure sono state eseguite conteggiando i veicoli in entrambe le direzioni di marcia.

Su ciascun veicolo in transito sulla sezione stradale su cui è collocato, il conta traffico è in grado di acquisire informazioni quali:data e ora di transito; direzione, velocità e lunghezza del veicolo.

Il programma di lettura dei dati è inoltre in grado di individuare in modo automatico cinque classi veicolari distinte in base alla lunghezza del mezzo di trasporto[1]. Autocarri e autotreni costituiscono la componente pesante del traffico veicolare (si suppone per essi un'alimentazione prevalentemente diesel), ciclomotori e automobili quella leggera; i transporter, cioè i mezzi in genere commerciali la cui lunghezza è compresa tra 4.83 e 5.84, costituiscono una categoria a sé stante.

Il periodo di monitoraggio nel comune di Airasca è coinciso all'incirca con quello della campagna di misura della qualità dell'aria. Il rilevamento del traffico si è svolto dal 9 dicembre 2013 al 6 gennaio 2014, ma la valutazione del traffico effettiva è stata:

- dal 10 dicembre al 19 dicembre 2013
- dal 27 dicembre 2013 al 5 gennaio 2014.

Lo strumento funziona con una batteria ricaricabile di durate variabile dai 12 ai 15 giorni. In genere dopo 12 giorni il conta-traffico viene rimosso dal sito di misura, riportato in ufficio per lo scarico dei dati e la carica della batteria e poi riposizionato quanto prima nella stazione di misura.
Nel caso specifico lo strumento è stato rimosso venerdì 20 dicembre e riposizionato ad Airasca martedì 24 dicembre 2013. I dati del 25 e del 26 dicembre 2013 sono tuttavia risultati anomali e sono stati invalidati, così come l'intera giornata del 4 gennaio 2014. Per la campagna invernale di Airasca si hanno a disposizione complessivamente 19 giorni di misura del traffico veicolare.

In sede di analisi dei dati è stata innanzitutto calcolata la media giornaliera dei passaggi veicolari totali durante i 19 giorni di misura effettivi (**Tabella 18**). La media giornaliera si ricava dal rapporto tra il numero totale di veicoli conteggiati dallo strumento e il numero dei giorni della campagna.

***Tabella 18 -*** *Medie giornaliere di passaggi veicolari.*

| **Mobilab c/o AIRASCA**<br>**Dati conta-traffico** | **I campagna**<br>10 dicembre 2013 - 5 gennaio 2014<br>*veicoli/giorno* |
|---|---|
| Media giornaliera di veicoli leggeri | 2985 |
| Media giornaliera veicoli commerciali leggeri | 929 |
| Media giornaliera di veicoli commerciali pesanti | 317 |
| Media giornaliera di veicoli totali | **4232** |

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

Durante la campagna di misura invernale il numero complessivo di passaggi medi giornalieri nei 19 giorni di misura validi è di **4232** veicoli/giorno. In base alle Linee guida APAT sopracitate (capitolo 4 - tipologia e numero delle stazioni per la valutazione dell'esposizione della popolazione negli agglomerati - nota 2), tale valore individua per la strada indagata – suburbana, a carattere

[1] Classi veicolari individuate dal programma di lettura dei dati radar:

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

residenziale - una condizione di medio volume di traffico essendo i passaggi giornalieri compresi tra 2.000 e 10.000 veicoli/giorno.

Analizzando più nel dettaglio i dati si possono ottenere indicazioni sulla composizione del traffico veicolare, cioè sulla frequenza di passaggi delle varie tipologie di veicoli nel periodo indagato (**Figura 28**). Il grafico mostra che nel sito di Airasca la categoria maggiormente rappresentata è quella delle automobili, che costituiscono circa i 2/3 dei veicoli transitati su via Roma; consistente anche il numero il numero di veicoli commerciali leggeri (22%), cui sono assimilati per dimensioni anche I SUV (Sport Utility Vehicle). il traffico pesante in senso stretto – autocarri e autotreni – rappresenta il 7.5% del totale dei passaggi.

Sono stati messi a confronto i dati sulla composizione del traffico veicolare di Airasca con quelli di un sito fortemente urbanizzato come una via centrale del comune di Torino, in un periodo comparabile del'anno anche se non costituito dallo stesso numero di giorni effettivi di monitoraggio.

La campagna nel capoluogo piemontese è stata condotta tra il dicembre del 2011 e il gennaio del 2012 davanti alla sede della Provincia di Torino, in corso Inghilterra - un'arteria stradale centrale del comune con due corsie per senso di marcia. (**Figura 29**).
Anche se i due monitoraggio hanno avuto una durata diversa – come numero di giorni di misura effettiva – e si riferiscono ad anni diversi, è possibile comunque, grazie al numero relativamante elevato di dati raccolti, fare una valutazione della distribuzione percentuale dei veicoli nelle varie categorie nel periodo invernale. Le immagini di **Figura 30** evidenziano come le diverse categorie presentino percentuali simili nei due siti di misura. Ad Airasca transita un numero maggiore di automobili (67.3% contro 61.3% di Torino), a Torino è comprensibilmente maggiore il traffico pesante – costituito soprattutto da autobus urbani e suburbani - 10.5% contro 7.5% di Airasca.

La **Figura 31** mostra invece la distribuzione settimanale del traffico su strada: come atteso, il numero di passaggi veicolari è più elevato nei giorni lavorativi – i valori massimi si registrano lunedì e martedì - più basso il sabato e, specialmente, la domenica, dove in proporzione diminuisce soprattutto il traffico pesante.

La **Figura 32** mostra l'andamento del giorno medio: per le categorie presenti sono ben visibili i due picchi di flusso veicolare mattutino e serale, rilevati anche nei grafici dei giorni medi degli inquinanti atmosferici. La **Figura 33** rappresenta a tale proposito un dato interessante: gli andamenti del giorno medio di NO e della categoria "Autotreni" presentano entrambi una rapida salita del picco serale; alle 14.00 inizia ad aumentare il flusso di autotreni fino a raggiungere il massimo alle 17.00 (13 unità), parallelamente l'NO – tipico inquinante da traffico – aumenta, con un ritardo di circa 2 ore, dalle 16.00 fino a raggiungere il picco giornaliero alle 18.00. Per le altre categorie di veicoli la salita del picco serale c'è, ma non è così repentina come per gli autotreni. Ciò non significa naturalmente che le altre categorie di veicoli non contribuiscano alle concentrazioni di monossido di azoto, ma tuttavia evidenzia un significativo contributo dei veicoli pesanti, che peraltro hanno, a parità di omologazione, fattori di emissione di ossidi di azoto - espressi come grammi di inquinante emessi in atmosfera per km percorso - anche 5-10 volte più elevati di quelli dei veicoli leggeri.

Si può più in generale valutare la relazione dei dati di traffico e delle concentrazioni degli inquinanti che prevedono limiti giornalieri, quali $PM_{10}$ e $NO_2$. Nel caso della campagna invernale di Airasca si hanno a disposizione i valori giornalieri delle polveri sottili.

La **Figura 34** mostra l'andamento del particolato $PM_{10}$ e del numero di veicoli pesanti transitati nel sito di Airasca durante il periodo della campagna di misura invernale. Si tratta certamente di un periodo particolare a cavallo delle festività natalizie, con un numero di giorni festivi maggiore del

consueto. È possibile comunque osservare l'abbassamento dei valori di entrambi i parametri nelle giornate di sabato e domenica (in grigio nel grafico), la riduzione è più evidente per il numero di veicoli pesanti, meno per le polveri $PM_{10}$. D'altronde il traffico veicolare non è l'unica fonte di emissioni in atmosfera di particolato fine, e come già evidenziato nel capitolo sul $PM_{2.5}$, una percentuale significativa di particolato non è prodotto in loco ma è legata a processi secondari che avvengono su vasta scala territoriale. Inoltre, come è stato detto in precedenza, le condizioni meteorologiche hanno un'influenza fondamentale sull'accumulo delle particelle in atmosfera. Ciò è vero soprattutto d'inverno quando fenomeni di stabilità atmosferica possono portare a condizioni di inversione termica al suolo che favoriscono la stagnazione degli inquinanti nei primissimi strati dell'atmosfera.

In definitiva si possono fare alcune considerazioni sull'impatto del traffico sulla qualità dell'aria:

- Il volume di traffico è più elevato nei giorni lavorativi, il sabato se ne registra una lieve diminuzione ma il calo evidente dei passaggi veicolari si osserva la domenica, quando il numero di autotreni si riduce anche di un terzo rispetto al periodo feriale – circa 40 veicoli al giorno.
- La composizione in classi veicolari a Airasca è simile a quella trovata in altre stazioni di misura e i volumi di traffico sono nettamente inferiori a quelli di una stazione di monitoraggio urbano, come evidenziato dal confronto con i dati di una campagna di misura svolta in una strada del centro cittadino del capoluogo piemontese.
- Lo studio svolto mostra infine che la concentrazione di polveri $PM_{10}$ non è diretta conseguenza del traffico veicolare, il particolato atmosferico risente in realtà dell'influenza di più fattori: dalle diverse fonti di emissione ai processi di formazione secondaria e alla meteorologia, che ha un ruolo fondamentale sulla qualità dell'aria soprattutto nel periodo invernale.

***Figura 28 -*** *Composizione in percentuale del traffico veicolare ad Airasca*

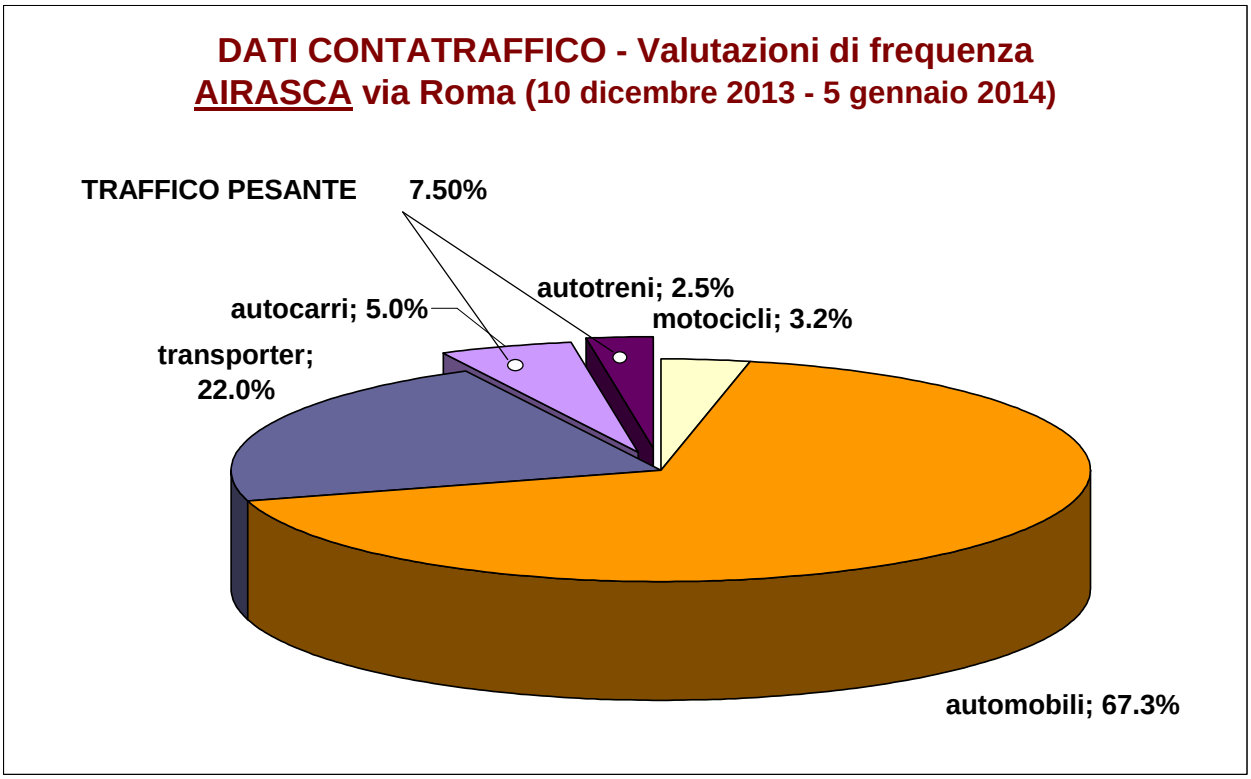


***Figura 29 –*** *Siti di misura del traffico veicolare ad Airasca e Torino*

Airasca, via Roma

Torino, corso Inghilterra

***Figura 30 -*** *Composizione in percentuale del traffico veicolare in un periodo invernale*

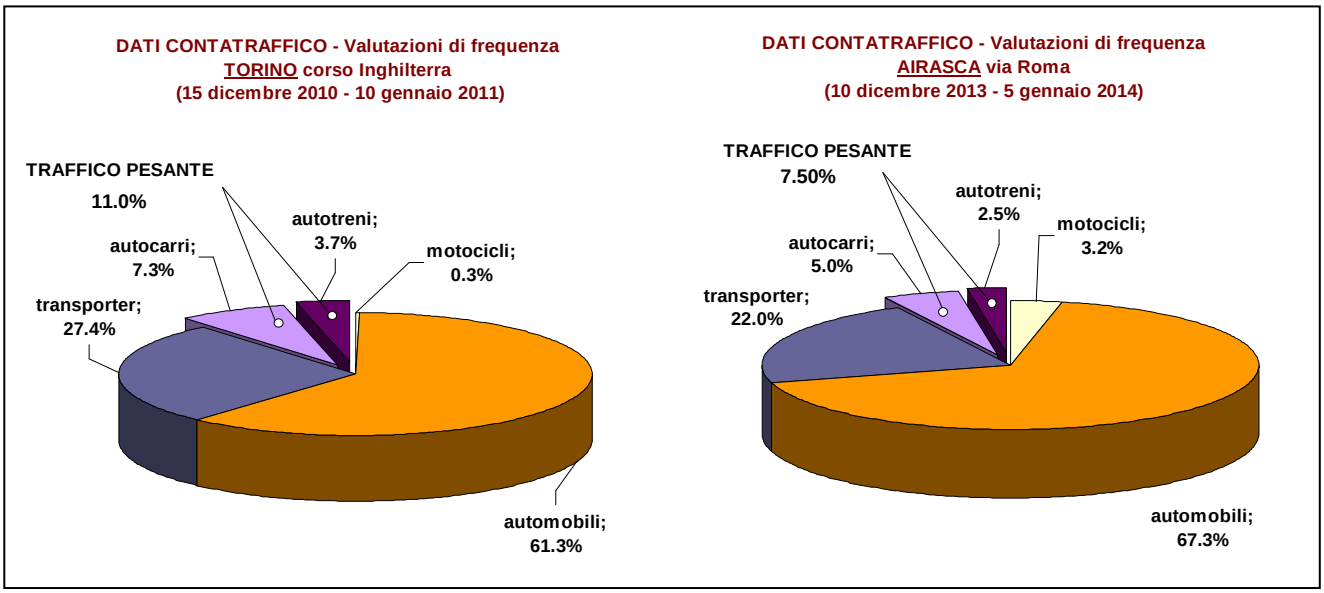


***Figura 31 -*** *Distribuzione settimanale dei passaggi veicolari nel sito di Airasca, Via Roma*

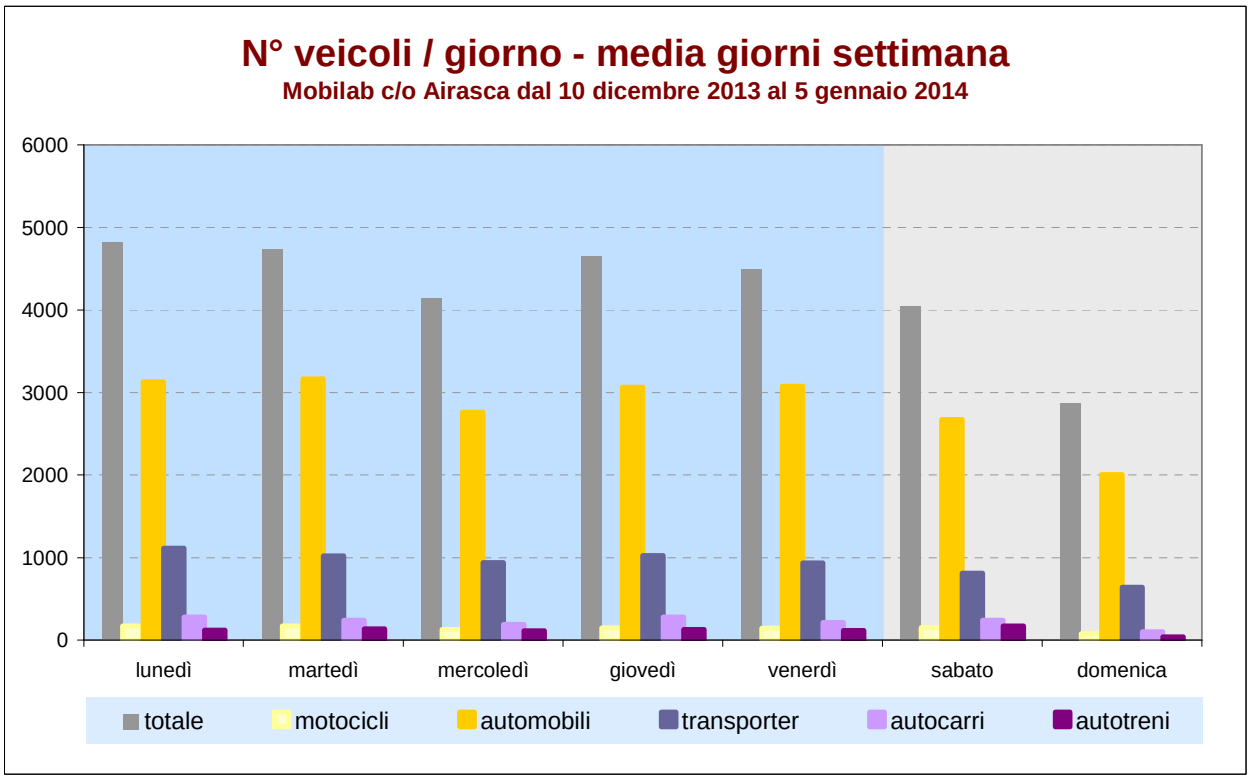



***Figura 32 -*** *Distribuzione oraria media dei passaggi veicolari nel sito di Airasca, Via Roma*

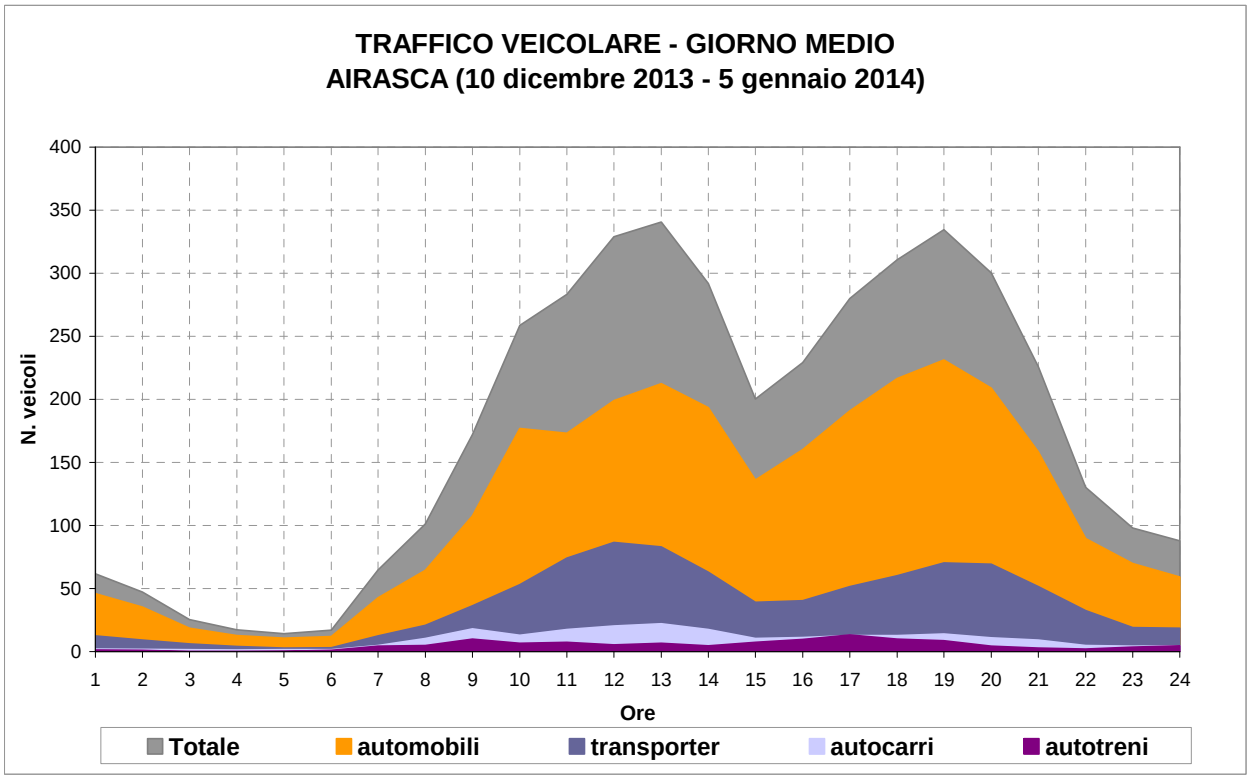


***Figura 33 -*** *Confronto giorno medio per autotreni e NO nel sito di Airasca, Via Roma*

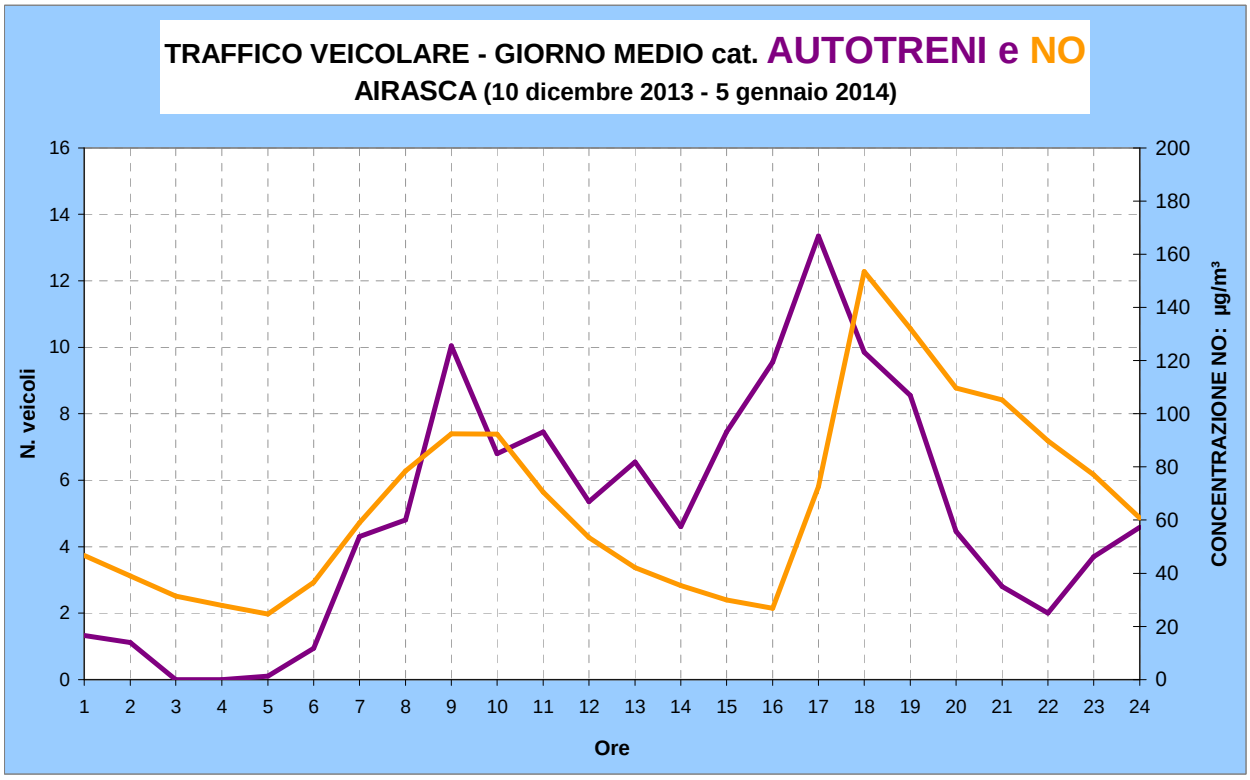
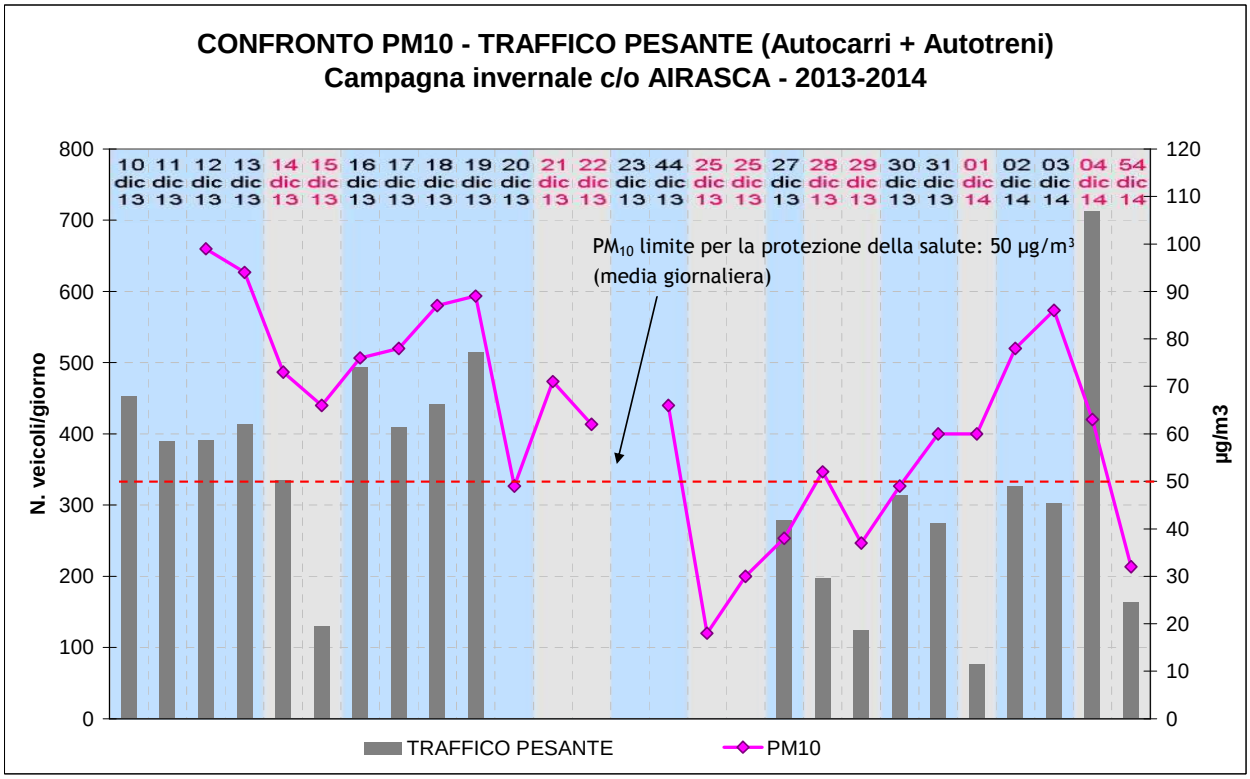



***Figura 34 -*** *Confronto PM10 – traffico PESANTE nella campagna di Airasca*



# *CONCLUSIONI*

Lo stato della qualità dell'aria nel comune di Airasca emerso dalla prima campagna di monitoraggio condotta con l'utilizzo del Laboratorio Mobile, rispecchia quanto osservato in siti simili della provincia di Torino, con l'eccezione del particolato atmosferico.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per biossido di zolfo e ozono per i quali la normativa prevede tale tipo di limite. Sono stati rispettati anche i valori limite per la protezione della salute umana per il biossido di zolfo, il monossido di carbonio, l'ozono e il benzene. Non è stato possibile, invece, valutare in alcun modo il rispetto dei limiti, soglia di allarme compresa, per il biossido di azoto, perché a causa di un malfunzionamento strumentale è stato necessario invalidare tutti i dati della campagna di misura svolta nel comune di Airasca.

L'unico inquinante tra quelli monitorati e validati che ha presentato il superamento del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana è il particolato sospeso $PM_{10}$: in 27 giorni effettivi di campionamento ci sono stati 20 superamenti del limite normativo di 50 µg/m$^3$, che la normativa prevede che non venga superato più di 35 volte in un anno. La concentrazione media di $PM_{10}$ del periodo è stata di 63 µg/m$^3$; concentrazioni elevate di polveri sottili sono state misurate durante tutta la campagna di misura con l'eccezione dei giorni centrali del monitoraggio - dal 25 al 30 dicembre 2013, in cui in due dei 4 giorni festivi compresi è piovuto abbondantemente.

Sono piuttosto elevate anche le concentrazioni giornaliere di $PM_{2.5}$, particolato fine di origine prevalentemente secondaria di diametro inferiore a 2.5 micron. La media del periodo è di poco inferiore a quella del $PM_{10}$ – 58 µg/m$^3$ - di cui costituisce la percentuale più significativa, il 92%. Diversi studi d'altronde hanno ormai dimostrato che nella Pianura Padana la frazione che compone il $PM_{10}$ è costituita per una percentuale significativa da particolato secondario soprattutto nei mesi più freddi dell'anno, come quelli in cui si è svolto il monitoraggio ad Airasca.

I dati rilevati nel corso della presente campagna confermano che la criticità relativa al particolato atmosferico evidenziata nel precedentemente sito di monitoraggio non era legata ad una specificità temporale o spaziale ma rappresenta un dato strutturale del territorio in esame.
Sulla base dei soli dati di monitoraggio del particolato, tuttavia, non è possibile valutare il peso relativo delle diverse sorgenti locali e dei fenomeni di formazione secondaria su vasta scala in quanto la strumentazione utilizzata misura per sua natura la somma di tutti i contributi e non dà indicazioni sulle fonti di emissioni del particolato rilevato. Informazioni di dettagli sulle fonti inquinanti possono essere ricavate solo tramite un progetto di ricerca applicata sulla composizione chimica del particolato che esula dagli scopi dell'attività ordinaria di Arpa e che potrà essere oggetto di successivi accordi con l'amministrazione comunale.

Per quanto riguarda la quantificazione del contributo del locale impianto a combustione di biomasse di C & T S.p.A, è in corso di conclusione un progetto di modellistica ambientale curato dal ns. Dipartimento Sistemi Previsionali in collaborazione con la Provincia di Torino. La relazione finale di progetto fornirà una valutazione del contributo alle concentrazioni in aria ambiente del $PM_{10}$ di tutti i principali impianti di produzione di energia tramite biomasse presenti sul territorio provinciale, quindi anche quello sito nel comune di Airasca.

Per quanto riguarda gli inquinati per i quali la normativa prevede un valore limite su base annuale si rimanda per una valutazione approfondita alla relazione finale che sarà prodotta la termine della seconda campagna.

I volumi di traffico infine risultano in linea con il tipo di territorio indagato: poco più di 4000 il numero di veicoli che in media transitano ogni giorno lungo via Roma, sede dell'indagine. C'è una prevalenza di mezzi di trasporto leggeri, quali automobili e trasporter - furgoni, e veicoli commerciali in genere con lunghezza inferiore a 5.85 metri -, che complessivamente costituiscono quasi il 90% del totale dei passaggi.

# *APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI*

- **Biossido di zolfo** **API 100 E**

  Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di $SO_2$ nell'aria ambiente.
  - ✓ Campo di misura: 0 ÷ 2000 ppb;
  - ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 1 ppb.
  - ✓

- **Ossidi di azoto** **API 200**

  Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di $NO/NO_x$.
  - ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 ppb;
  - ✓ Limite inferiore di rivelabilità : 0.4 ppb.

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

  Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di $O_3$ nell'aria ambiente.
  - ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20 ppm;
  - ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.001 ppm.

- **Monossido di carbonio** **API 300 A**

  Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.
  - ✓ Campo di misura: 0 ÷ 200 ppm;
  - ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 ppm.

- **Particolato sospeso PM10** **TECORA CHARLIE AIR GUARD PM**

  Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo CEN secondo la norma EN12341. Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.

- **Particolato sospeso PM2.5** **TECORA CHARLIE AIR GUARD PM**

  Campionatore di particolato sospeso PM2.5; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm in aria ambiente, con testa di prelievo CEN secondo la norma EN14907. Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.

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

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

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

  Gascromatografo con doppia colonna, rivelatore PID (fotoionizzazione)
  - ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 324 µg/m³
  - ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m³
  - ✓ Campo di misura xileni : 0 ÷ 442 µg/m³