

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 COLLEGNO, V. Boves, c/o Centro Civico Margherita Bonavero”

RELAZIONE 4^a CAMPAGNA POST OPERAM (03 – 25 Ottobre 2012)



| | | | |
|--------------------------------|---|--------------|---------------|
| Redazione | Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale Nome: Fabio Pittarello | Data: | Firma: |
| Verifica e approvazione | Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida | Data: | Firma: |



Nucleo Operativo “Monitoraggio della Qualità dell’Aria” del Dipartimento di Torino di Arpa Piemonte: dott.ssa Annalisa Bruno, sig. Giacomo Castrogiovanni, 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 Collegno per la collaborazione prestata.

| | |
|--|-----------|
| CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO | 5 |
| <i>L'aria e i suoi inquinanti</i> | 6 |
| <i>Il Laboratorio Mobile</i> | 8 |
| <i>Il quadro normativo</i> | 8 |
| LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO | 13 |
| <i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i> | 14 |
| <i>Elaborazione dei dati meteorologici</i> | 17 |
| Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici | 25 |
| Biossido di zolfo | 26 |
| Monossido di carbonio | 28 |
| Ossidi d'azoto | 31 |
| Benzene e toluene | 35 |
| Particolato sospeso (PM ₁₀) | 37 |
| Ozono | 41 |
| <i>Influenza della direzione del vento sui livelli degli inquinanti.....</i> | 44 |
| Valutazione della qualità dell'aria -anno 2012..... | 47 |
| Biossido d'azoto. | 47 |
| Particolato sospeso (PM ₁₀) | 51 |
| Particolato sospeso (PM _{2,5}) | 55 |
| CONCLUSIONI | 58 |
| APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI | 60 |

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO

L'ARIA E I SUOI INQUINANTI

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

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

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).

In

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 2010", 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

| <i>INQUINANTE</i> | <i>TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI A BENZINA</i> | <i>TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI DIESEL</i> | <i>EMISSIONI INDUSTRIALI</i> | <i>COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATE CON COMBUSTIBILI LIQUIDI O SOLIDI</i> | <i>COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATE CON COMBUSTIBILI GASSOSI</i> |
|------------------------------|---|--|------------------------------|---|--|
| <i>BIOSSIDO DI ZOLFO</i> | | | | | |
| <i>BIOSSIDO DI AZOTO</i> | | | | | |
| <i>BENZENE</i> | | | | | |
| <i>MONOSSIDO DI CARBONIO</i> | | | | | |
| <i>PARTICOLATO SOSPESO</i> | | | | | |
| <i>PIOMBO</i> | | | | | |
| <i>BENZO(a)PIRENE</i> | | | | | |

 = 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 due campionatori di particolato atmosferico PM₁₀ 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. 351/99 ed attuata, per i valori limite di alcuni inquinanti, dal D.M. 60/2002, dal D.Lgs. 183/2004 e dal D.Lgs. 152/2007, come modificato dal D.Lgs. 120/2008. Detti limiti possono essere classificati in tre tipologie:

- **valore limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), materiale particolato PM₁₀, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo;
- **valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo, ossidi di azoto, PM₁₀, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento;
- **soglie di allarme** per il biossido di zolfo, il biossido di azoto e l'ozono, superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Per quanto riguarda il parametro ozono con il D.Lgs. n. 183 del 21 maggio 2004, pubblicato sul supplemento ordinario n. 127 alla Gazzetta Ufficiale 23 luglio 2004 n. 171, la normativa italiana ha recepito la direttiva 2002/3/CE, per cui sono state abrogate le disposizioni concernenti l'ozono previste dal D.P.C.M. 28/3/83, D.M. 15/4/94, D.M. 25/11/94 e dal D.M. 16/5/96.

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 recente **D.Lgs 155/2010** ha abrogato e sostituito le normative precedenti, senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento degli inquinanti già normati; ha inoltre inserito nuovi indicatori relativi al PM_{2.5} e in particolare :

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

La nuova normativa prevede inoltre per il PM2.5 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. 155/2011). 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 2011".

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

| INQUINANTE | LIMITE | PARAMETRO | VALORE DI RIFERIMENTO | SUPERAMENTI CONCESSI | DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE |
|--|---|---|--|--|---------------------------------|
| OZONO (O ₃) (D.Lgs. 21/05/04 n.183) | SOGLIA DI INFORMAZIONE | media oraria | 180 µg/m ³ | - | - |
| | SOGLIA DI ALLARME | media oraria | 240 µg/m ³ | - | - |
| | VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA | media su 8 ore massima giornaliera | 120 µg/m ³ ⁽¹⁾ | 25 giorni per anno civile come media su 3 anni | 2010 |
| | VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE | AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | 18000 µg/m ³ *h come media su 5 anni ⁽²⁾ | | 2010 |
| | OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE | AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | 6000 µg/m ³ *h ⁽²⁾ | | |
| BENZO(a)PIRENE (D.Lgs. 03/08/07, n. 152) | OBIETTIVO DI QUALITÀ | media mobile valori giornalieri (3) | 1 ng/m ³ ⁽⁴⁾ | - | - |

(1) La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h±(h-8)

(2) Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e il valore di 80 µg/m³, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00.

(3) La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3÷6; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

(4) Il periodo di mediazione è l'anno civile (1 gennaio – 31 dicembre)

Tabella 3 – Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici

| INQUINANTE | LIMITE | PERIODO DI MEDIAZIONE | VALORE DI RIFERIMENTO | SUPERAMENTI CONCESSI | DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE |
|---|--|------------------------------------|--|----------------------|---------------------------------|
| BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂) | Valore limite orario per la protezione della salute umana | 1 ora | 350 µg/m ³ | 24 volte/anno civile | 1-gen-2005 |
| | Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana | 24 ore | 125 µg/m ³ | 3 volte/anno civile | 1-gen-2005 |
| | Valore limite per la protezione degli ecosistemi | anno civile | 20 µg/m ³ | -- | 19-lug-2001 |
| | | inverno (1 ott - 31 mar) | | | |
| Soglia di allarme | 3 ore consecutive | 500 µg/m ³ | -- | -- | |
| BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂) e OSSIDI DI AZOTO (NO _x) | Valore limite orario per la protezione della salute umana | 1 ora | 200 µg/m ³ (NO ₂) | 18 volte/anno civile | 1-gen-2010 |
| | Valore limite annuale per la protezione della salute umana | anno civile | 40 µg/m ³ (NO ₂) | -- | 1-gen-2010 |
| | Soglia di allarme | 3 ore consecutive | 400 µg/m ³ (NO ₂) | -- | -- |
| | Valore limite annuale per la protezione della vegetazione | anno civile | 30 µg/m ³ (NO _x) | -- | 19-lug-2001 |
| MONOSSIDO DI CARBONIO (CO) | Valore limite per la protezione della salute umana | media massima giornaliera su 8 ore | 10 mg/m ³ | --- | 1-gen-2005 |
| PIOMBO (Pb) | Valore limite annuale per la protezione della salute umana | anno civile | 0.5 µg/m ³ | --- | 1-gen-2005 |
| PARTICELLE (PM ₁₀) | Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana | 24 ore | 50 µg/m ³ | 35 volte/anno civile | 1-gen-2005 |
| | Valore limite annuale per la protezione della salute umana | anno civile | 40 µg/m ³ | --- | 1-gen-2005 |
| BENZENE | Valore limite annuale per la protezione della salute umana | anno civile | 5 µg/m ³ | --- | 1-gen-2010 |

Tabella 4 – Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 03/08/07, n. 152, come modificato dal D.Lgs. 26/06/08, n. 120)

| INQUINANTE | VALORI OBIETTIVO ⁽¹⁾ |
|------------|---------------------------------|
| Arsenico | 6.0 ng/m ³ |
| Cadmio | 5.0 ng/m ³ |
| Nichel | 20.0 ng/m ³ |

(1) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

La campagna di monitoraggio condotta nel comune di Collegno, finalizzata al controllo della qualità dell'aria, è stata effettuata a seguito degli accordi tra Arpa Piemonte e i Comuni di Collegno e Venaria Reale formalizzati attraverso il "Tavolo tecnico di studio degli impatti e pressioni ambientali sul Quartiere Savonera".

Tali accordi prevedono l'analisi delle possibili ricadute sulla qualità dell'aria delle trasformazioni che interesseranno la porzione di territorio compresa tra il Comune di Venaria Reale e Collegno (Quartiere Salvo D'Acquisto e Borgata Savonera). In particolare è prevista la realizzazione della centrale termoelettrica di IREN "Torino Nord" in prossimità del territorio oggetto dell'indagine ambientale. Per valutare correttamente gli impatti si è deciso di effettuare una serie di campagne di misura prima dell'entrata in servizio della centrale termoelettrica, al fine di definire lo stato della qualità dell'aria ante operam, e, successivamente alla messa in funzione dell'impianto, l'effettuazione di ulteriori campagne nel medesimo sito per la definizione della qualità dell'aria post operam.

Le campagne di misura sono state calendarizzate in modo da acquisire informazioni ambientali in differenti condizioni meteorologiche; nello specifico sono state previste una prima campagna nel periodo invernale 2010-2011 e tre campagne distribuite nell'anno 2011 per lo studio delle condizioni ambientali ante operam (per le suddette quattro campagne sono già state redatte ed inviate le relative relazioni tecniche), ed ulteriori 4 campagne distribuite nel corso del 2012 per le valutazioni ambientali post operam (l'accensione della centrale IREN è stata effettuata a cavallo tra l'autunno e l'inverno del 2011). La presente relazione tecnica si riferisce alla quarta ed ultima campagna di monitoraggio post operam.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato nella frazione Savonera del Comune di Collegno, a seguito del sopralluogo effettuato congiuntamente tra i tecnici Arpa ed i tecnici del Comune di Collegno, e più precisamente presso:

Via Boves Collegno – c/o Centro Civico "Margherita Bonaverò"

Nelle figure 1, 2 e 3 è riportata l'ubicazione sulla mappa del sito in cui è stato posizionato il Laboratorio Mobile.

Il monitoraggio è stato condotto in autunno, con il posizionamento del laboratorio mobile in data 03 ottobre 2012 fino al successivo 25 ottobre (22 giorni), quando il mezzo è stato spento e spostato. 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 dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal 04 al 24 ottobre.

I dati acquisiti nel corso delle singole campagne condotte con i Laboratori Mobili forniscono un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale, della situazione di inquinamento atmosferico relativa ai siti in esame. Considerata la copertura dei dati delle quattro campagne condotte nel corso del 2012, sia in termini temporali che stagionali è possibile effettuare considerazioni di carattere più generale per taluni inquinanti: tali considerazioni sono riportate nel penultimo capito a pagina 47.

La stazione fissa di monitoraggio della qualità dell'aria posizionata in Piazza Garibaldi a Venaria, è stata dismessa a fine 2008, come previsto dal piano di revisione del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria predisposto dalla Regione Piemonte d'intesa con le Amministrazioni provinciali, pertanto eventuali confronti e comparazioni di parametri chimici verranno effettuati utilizzando altre stazioni fisse delle rete torinese più vicine al sito di monitoraggio oggetto della presente relazione o comunque confrontabili perché con caratteristiche analoghe.

Figura 1 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Collegno (punto evidenziato in rosso) e della centrale termoelettrica (punto blu)

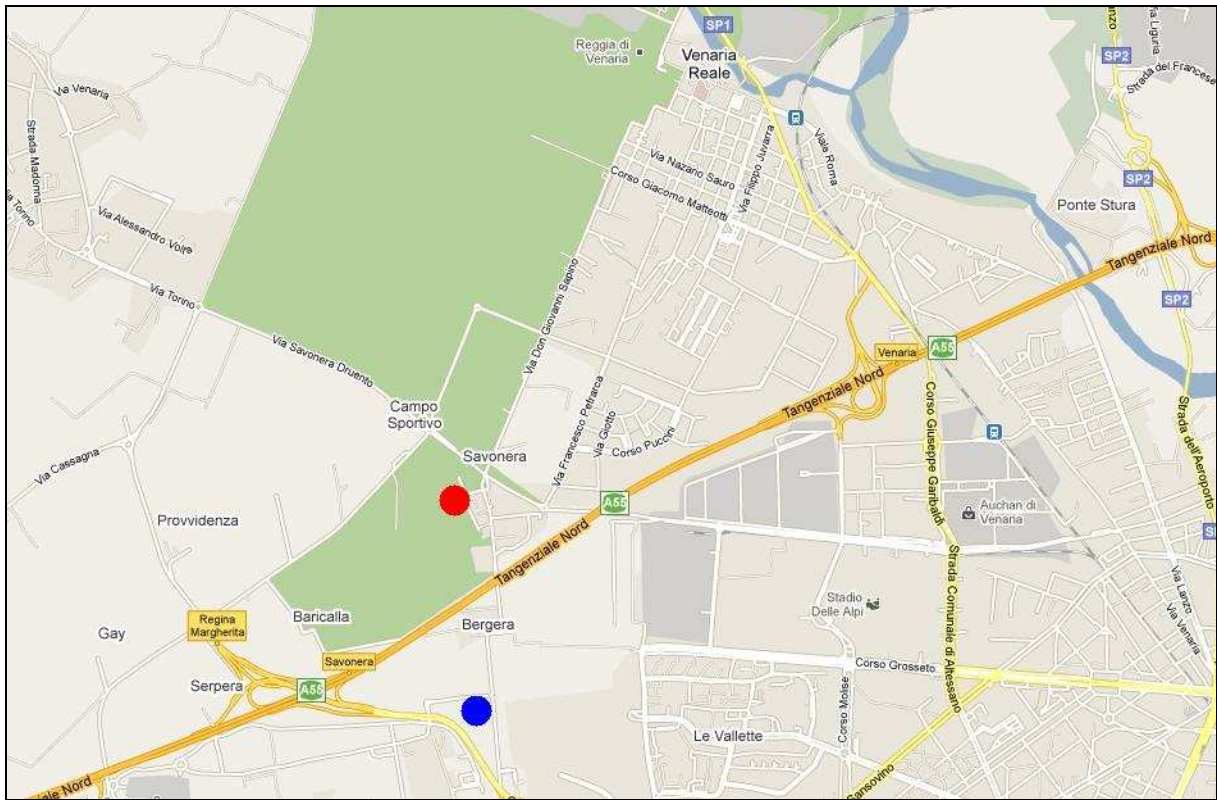


Figura 2 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Collegno – dettaglio del sito (punto evidenziato in rosso)

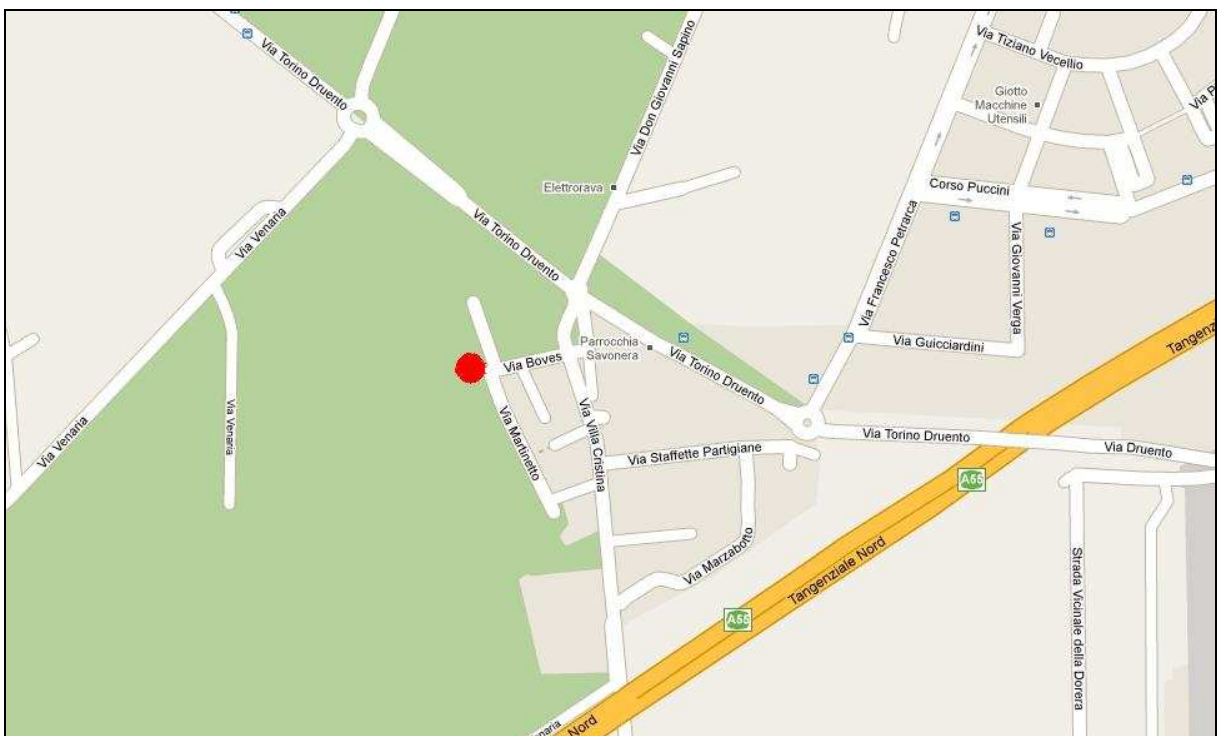


Figura 3 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Collegno – dettaglio del sito visto da satellite (punto evidenziato in rosso)



ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante il periodo di monitoraggio. In particolare per ognuno dei parametri determinati si riporta un diagramma che ne illustra l'andamento orario e una tabella riassuntiva che evidenzia i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi.

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

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

I parametri meteorologici vengono misurati utilizzando sensori posti direttamente sul mezzo mobile; per il parametro "radiazione solare globale" vengono utilizzati i valori rilevati dalla stazione afferente alle rete meteo idrografica regionale Torino Consolata, in quanto i valori forniti dai corrispondenti sensori del mezzo mobile risultano non attendibili per problemi di natura strumentale.

La campagna di monitoraggio è stata caratterizzata da condizioni meteo variabili tipiche della stagione autunnale. Si alternano giornate di pieno sole e temperature miti e giorni caratterizzati da nebbia o debole pioggia.

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, nelle giornate di bel tempo, risultano quelle tipiche per il periodo autunnale, con valori massimi generalmente non superiori a 600 W/m². Il valore di picco giornaliero più basso è stato misurato in data 11 ottobre con un valore pari a 70 W/m² in corrispondenza dell'unica giornate in cui vi è stata una pioggia significativa. Il 17 ottobre si assiste nuovamente ad una riduzione significativa della radiazione solare (con un valore orario massimo pari a 146 W/m²) dovuta al cielo particolarmente nuvoloso.

La temperatura media di tutto il periodo di monitoraggio (Figura 5) è stata di 14°C, in linea con il valore del mese di ottobre medio degli ultimi dieci anni. L'escursione termica giornaliera (tra giorno e notte) varia significativamente nel corso del monitoraggio: si registra una escursione pari a 16°C il 16 ottobre (passando da 2 a 18 °C) ed il 23 ottobre (in diminuzione da 23 a 7 °C). Le temperature massime giornaliere si assestano a valori inferiori a 20°C nella parte centrale della campagna, in concomitanza con la presenza di pioggia, nebbia o cielo nuvoloso, mentre nella restante parte si registrano temperature miti con valori massimi sino 23°C.

Per quanto riguarda l'umidità relativa (Figura 6) i valori si sono attestati generalmente sopra il 50% con valori di saturazione dell'aria (100%) durante le ore notturne di tutta la campagna. Si evidenzia una giornata, il 16 ottobre, nella quale il valore minimo raggiunto è stato pari a 32%: tale abbassamento è legato al bel tempo che ha caratterizzato la giornata con un significativo incremento della temperatura come sopra indicato.

Nella prima parte della campagna il campo pressorio si è attestato tra i 970 ed i 990 mbar, mentre dal 16 ottobre in poi si assiste ad un aumento dell'intervallo con valori superiori a 980 mbar (Figura 7). I dati pluviometrici (Figura 8) indicano dodici giornate di pioggia, di cui solo una caratterizzata da pioggia significativa, ovvero il 11 ottobre, dove sono stati registrati 6 millimetri di pioggia (arrotondati all'unità). Nelle altre giornate l'eventuale debole pioggia registrata è associata alla presenza di nebbia.

I dati di velocità del vento registrati indicano una percentuale di calme (media oraria della V.V. inferiore a 0.5 m/s), pari a circa il 42%, distribuite soprattutto nelle ore notturne. La V.V. è risultata frequentemente superiore a 1 m/s, con due giornate nelle quali venivano superati i 2 m/s. In particolare il 15 aprile si registra il valore medio orario più elevato pari a 4 m/s (Figura 9).

Le elaborazioni relative alla direzione dei venti (Figura 10) indicano che buona parte degli episodi è compresa nel settore NW-NNE. Esaminando più nel dettaglio la situazione, è possibile evidenziare una rosa dei venti del periodo diurno con un numero significativo di accadimenti nel settore NE-E e la direzione N, mentre nelle ore notturne il vento proviene soprattutto dal settore NW-N. (Figura 11 e Figura 12).

Tabella 5 – Radiazione solare globale – Stazione Consolata (W/m²)

| | |
|-------------------------------|-------|
| Minima media giornaliera | 10.6 |
| Massima media giornaliera | 153.6 |
| Media delle medie giornaliere | 106.8 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 106.8 |
| Massima media oraria | 607.2 |
| Ore valide | 504 |
| Percentuale ore valide | 100% |

Tabella 6– Temperatura (°C)

| | |
|-------------------------------|------|
| Minima media giornaliera | 9.5 |
| Massima media giornaliera | 17.6 |
| Media delle medie giornaliere | 14.1 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 14.1 |
| Massima media oraria | 23.1 |
| Ore valide | 504 |
| Percentuale ore valide | 100% |

Tabella 7– Umidità relativa (%)

| | |
|-------------------------------|-------|
| Minima media giornaliera | 73.5 |
| Massima media giornaliera | 100.0 |
| Media delle medie giornaliere | 85.6 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 85.6 |
| Massima media oraria | 100.0 |
| Ore valide | 504 |
| Percentuale ore valide | 100% |

Tabella 8 – Pressione atmosferica (mbar)

| | |
|-------------------------------|-------|
| Minima media giornaliera | 971.5 |
| Massima media giornaliera | 992.0 |
| Media delle medie giornaliere | 984.5 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 984.4 |
| Massima media oraria | 993.0 |
| Ore valide | 504 |
| Percentuale ore valide | 100% |

Tabella 9 – Velocità vento (m/s)

| | |
|-------------------------------|------|
| Minima media giornaliera | 0.37 |
| Massima media giornaliera | 1.22 |
| Media delle medie giornaliere | 0.61 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 0.61 |
| Massima media oraria | 4.10 |
| Ore valide | 488 |
| Percentuale ore valide | 97% |

Figura 4 – Andamento della radiazione solare globale nel corso della campagna di monitoraggio

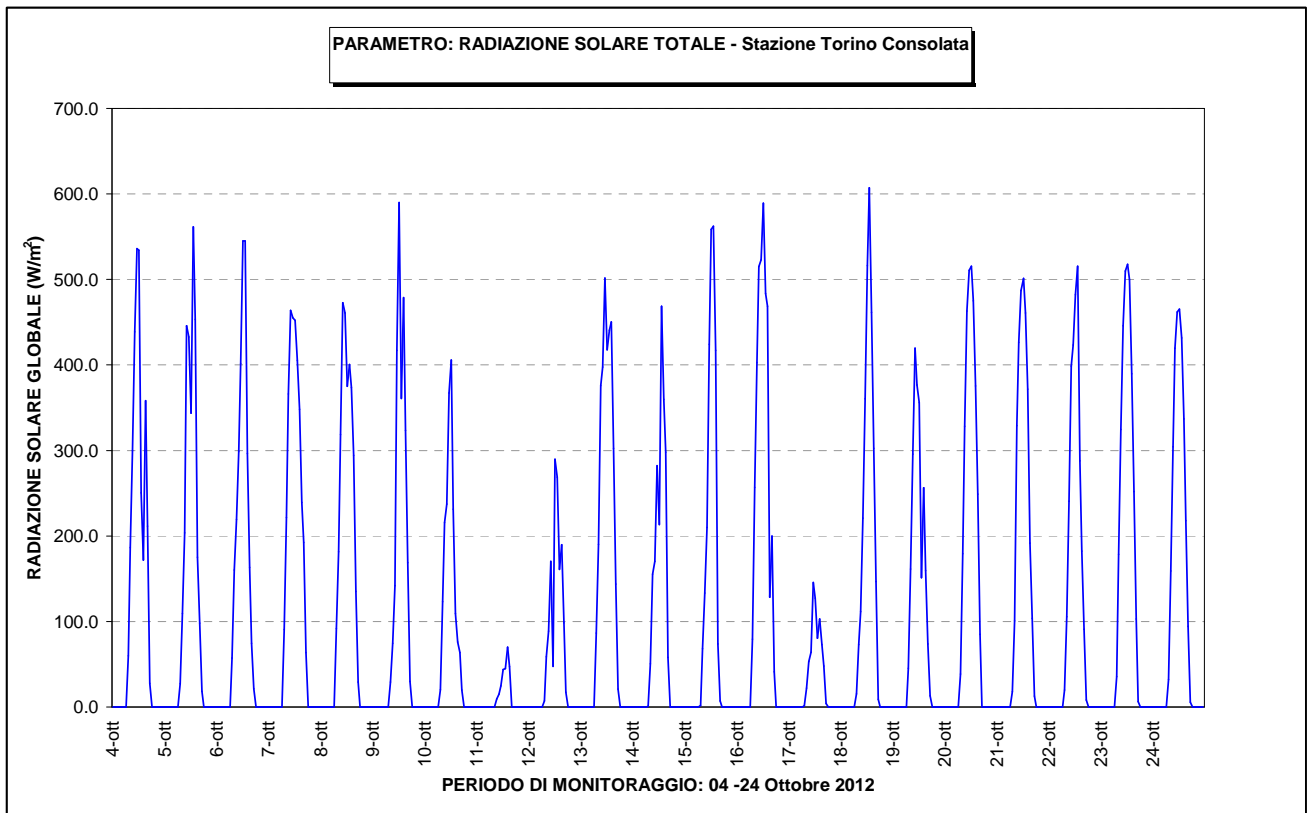


Figura 5 – Andamento della temperatura nel corso della campagna di monitoraggio

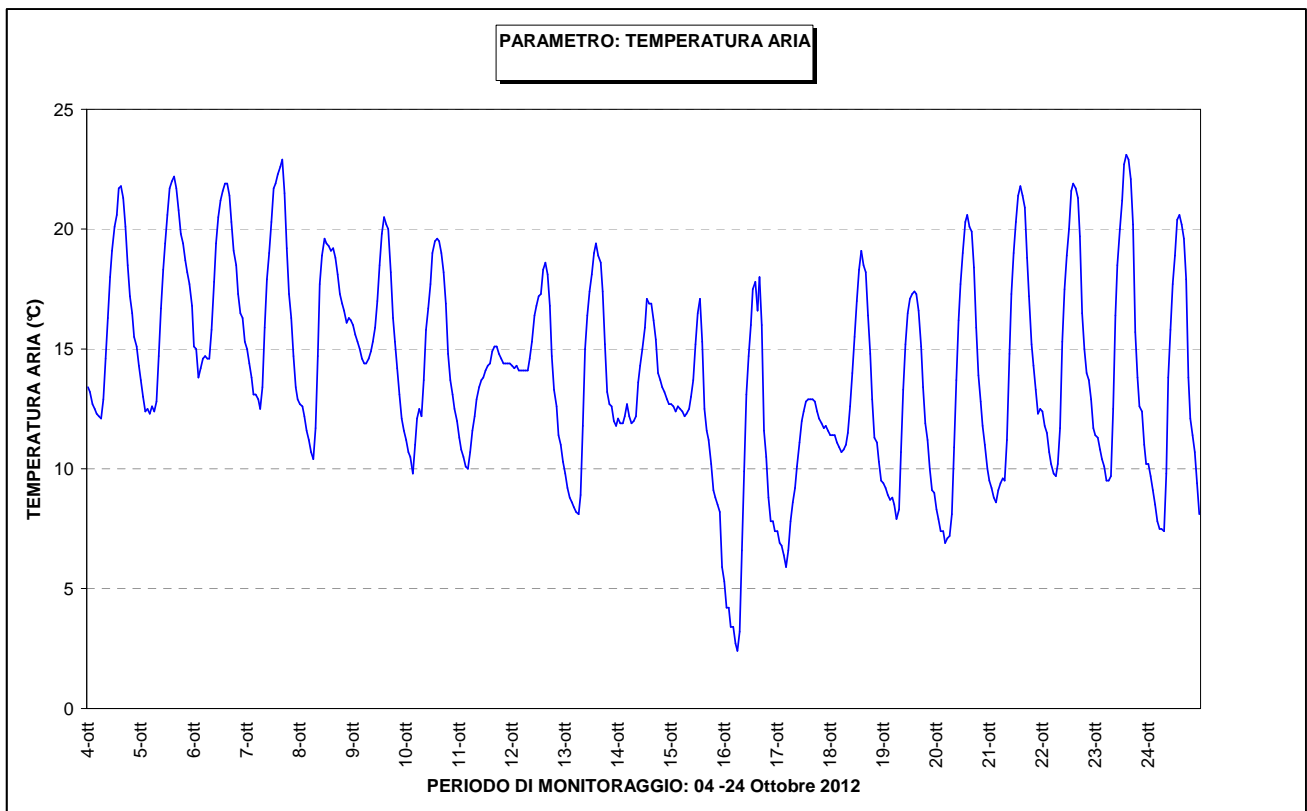


Figura 6 – Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio

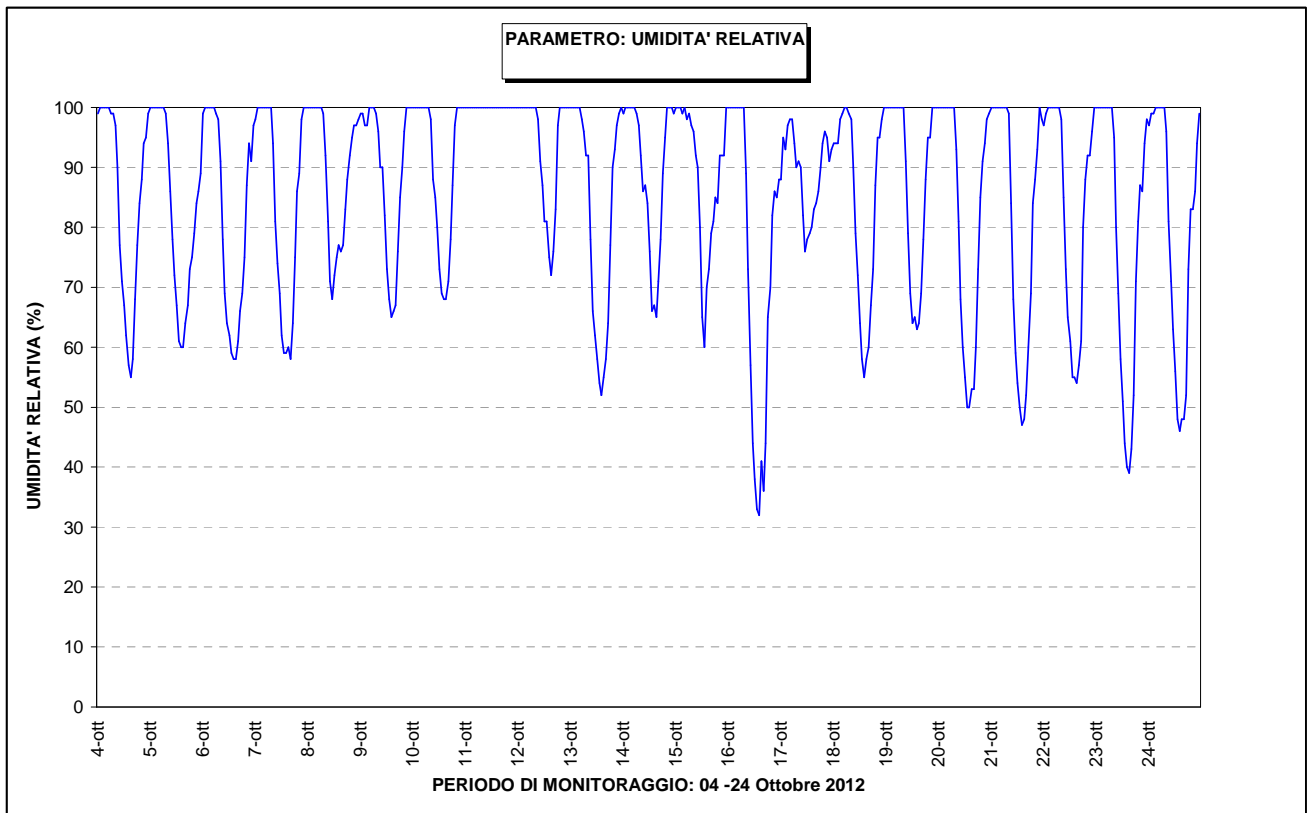


Figura 7 – Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

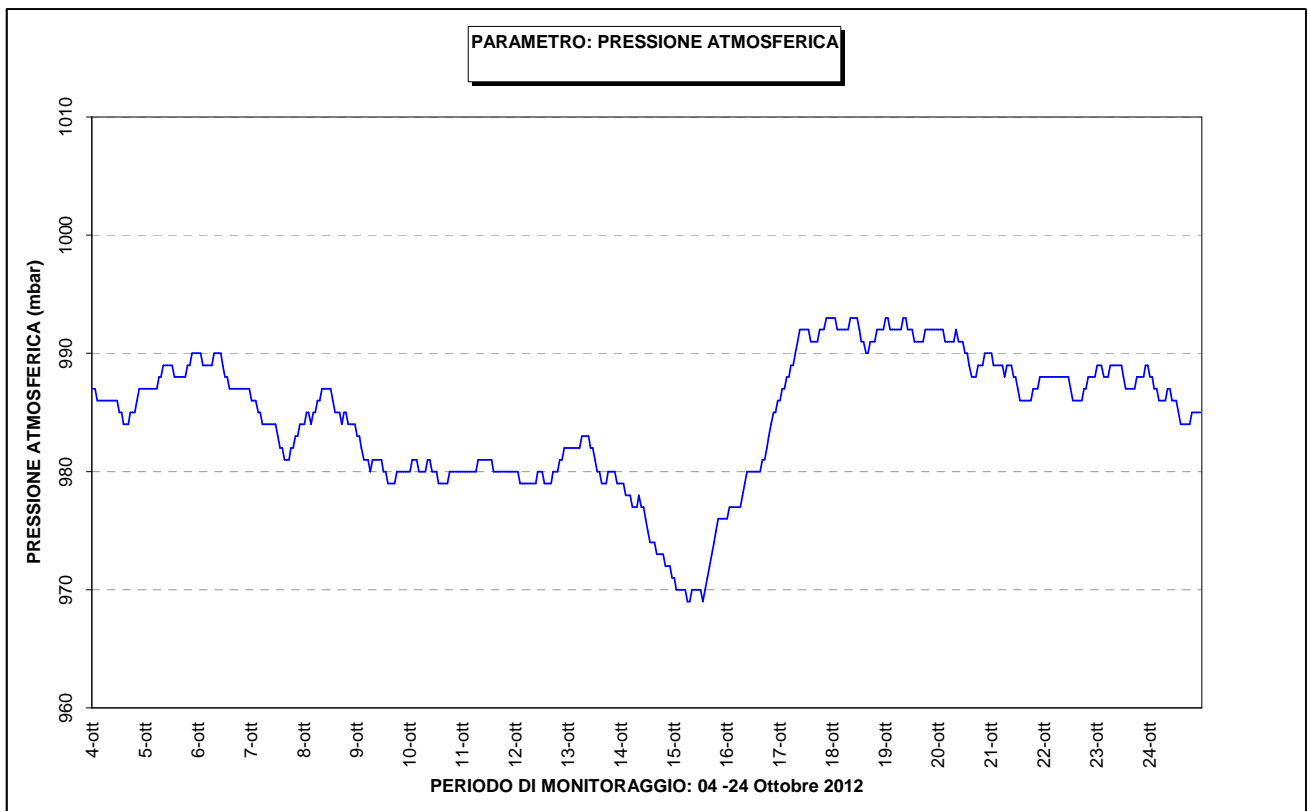


Figura 8 – Precipitazioni cumulate nel corso della campagna di monitoraggio

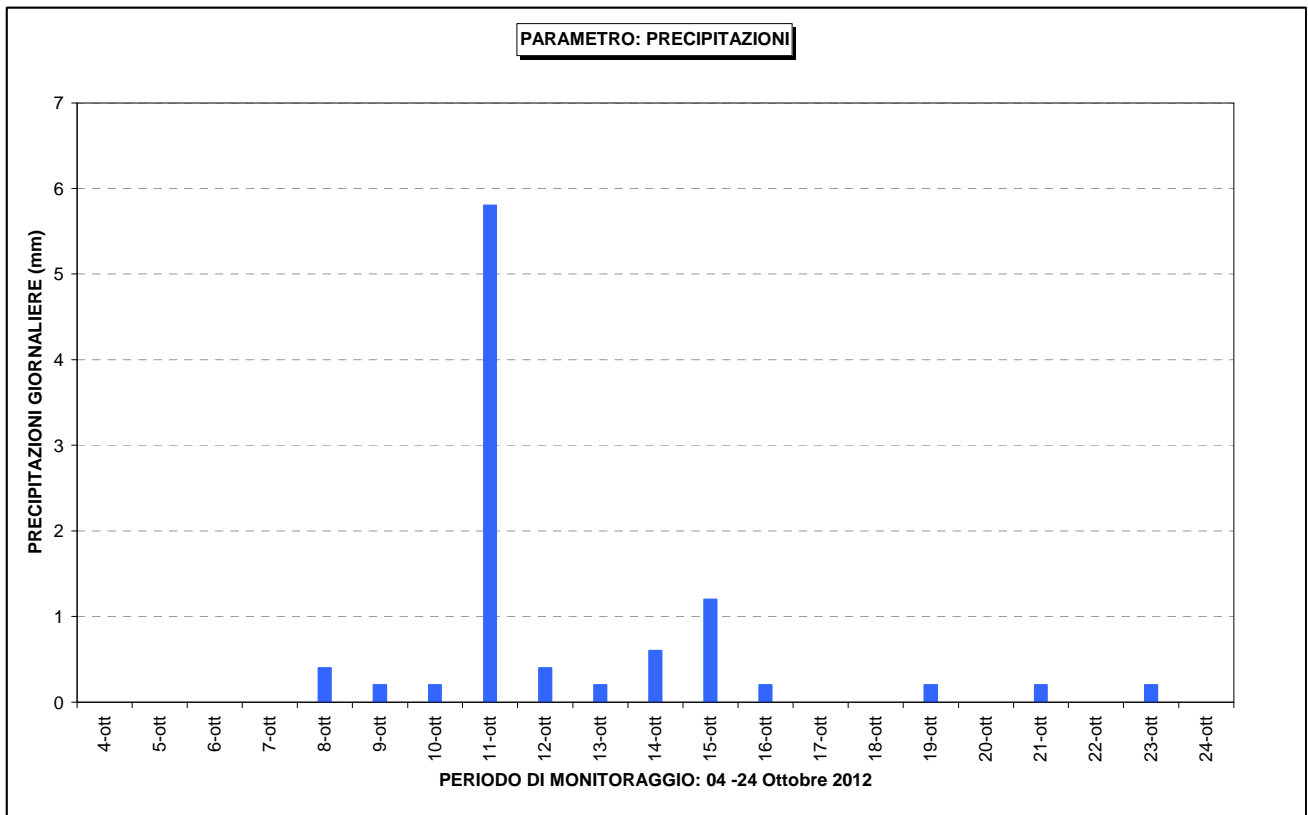


Figura 9 – Andamento della velocità dei venti nel corso della campagna di monitoraggio

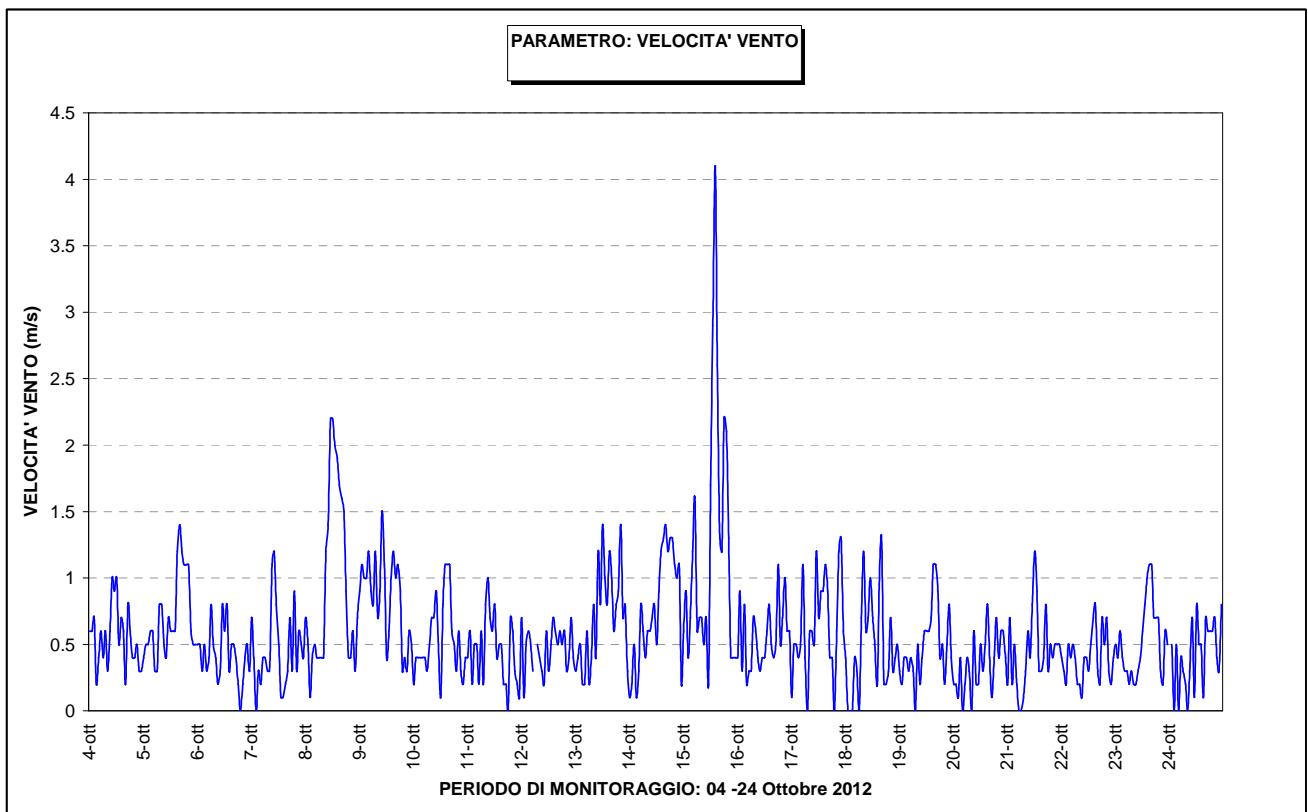


Figura 10 – Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio

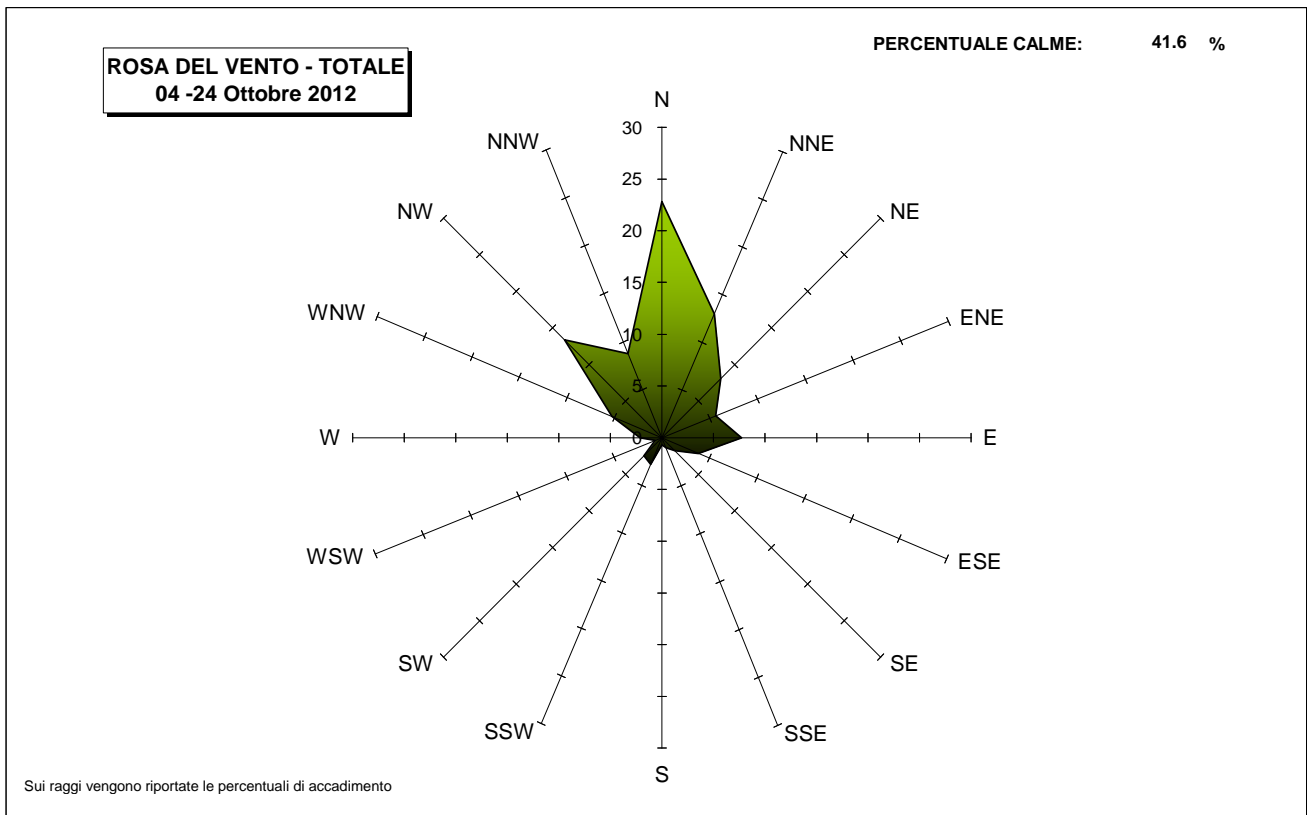


Figura 11 – Rosa dei venti diurna nel corso della campagna di monitoraggio

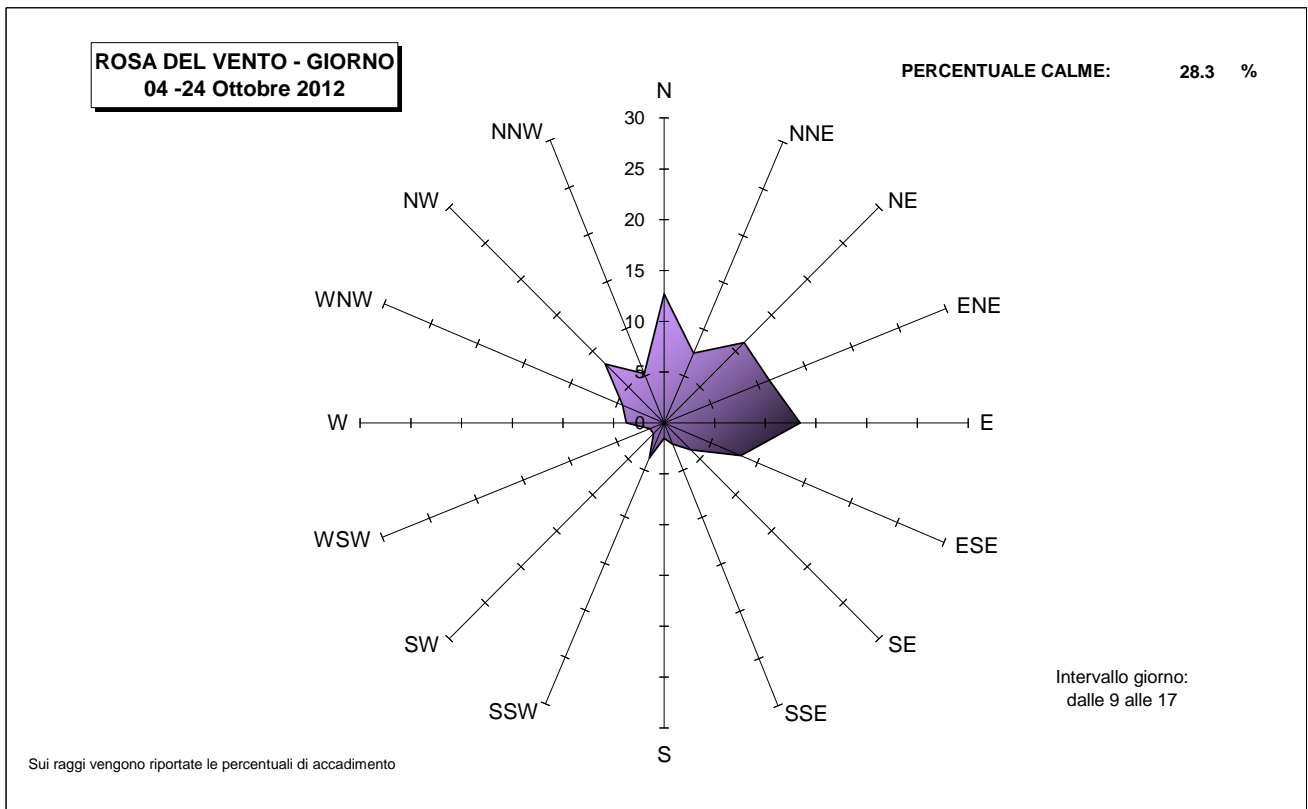
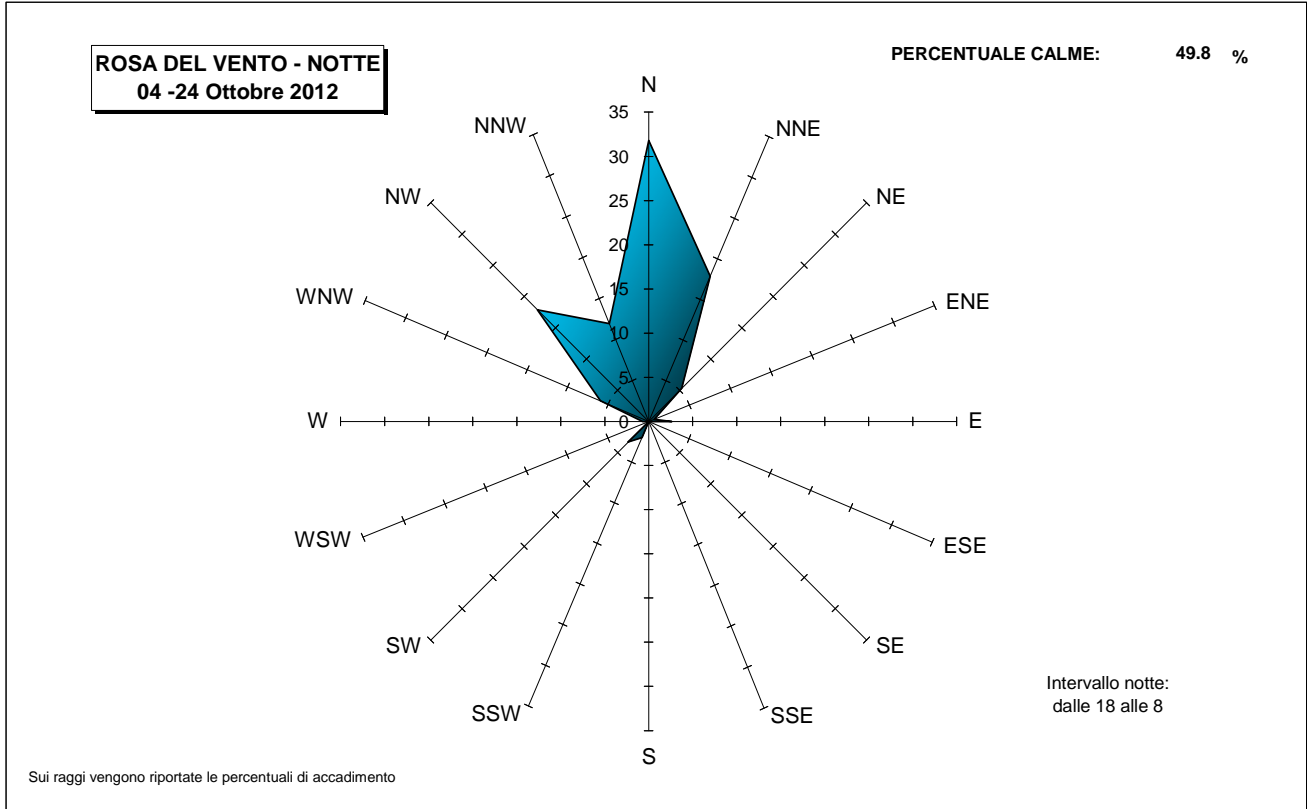


Figura 12 – Rosa dei venti notturna nel corso della campagna di monitoraggio



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. Si riportano di seguito le formule chimiche degli inquinanti, utilizzate come abbreviazioni:

| | |
|---|--------------------------------------|
| C ₆ H ₆ | BENZENE |
| NO ₂ | BIOSSIDO DI AZOTO |
| SO ₂ | BIOSSIDO DI ZOLFO |
| NO | MONOSSIDO DI AZOTO |
| CO | MONOSSIDO DI CARBONIO |
| O ₃ | OZONO |
| PM ₁₀ | PARTICOLATO SOSPESO PM ₁₀ |
| C ₆ H ₅ CH ₃ | TOLUENE |

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

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

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è possibile calcolare il giorno medio: questo si ottiene determinando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Ad esempio il valore dell'ora 2:00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 2:00 di ciascun giorno del periodo di monitoraggio. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.

In questo modo è possibile non solo evidenziare in quali ore generalmente si verifichi un incremento delle concentrazioni dei vari inquinanti, ma anche fornire informazioni sulla persistenza degli stessi durante la giornata.

Biossido di zolfo

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

Una ridotta percentuale di biossido di zolfo nell'aria (6÷7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare da veicoli a motore diesel. La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi durante la stagione invernale a causa del riscaldamento domestico. Fino a pochi anni fa, il biossido di zolfo era considerato uno degli inquinanti più problematici, per le elevate concentrazioni rilevate nell'aria e per i suoi effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. Negli ultimi anni, con la limitazione del contenuto di zolfo nei combustibili imposta dalla normativa, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante con concentrazioni che si posizionano ben al di sotto dei limiti previsti dalla normativa.

I dati inerenti la concentrazione di biossido di zolfo misurati nel Comune di Collegno, indicano come i livelli sia giornalieri sia orari di questo inquinante siano ampiamente al di sotto dei limiti (Tabella 10- Figura 13 - Figura 14). Il massimo valore giornaliero (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore) è pari a 10 µg/m³ di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. La massima media oraria è pari a 13 µg/m³, quindi è ampiamente rispettato anche il livello orario per la protezione della salute fissato pari a 350 µg/m³ dal D.M. 60/2002 prima e riconfermato con il D.Lgs. 155/2010. In Figura 13 si evidenzia come gli andamenti tra il sito di Savonera e la stazione fissa di Grugliasco (stazione urbana-commerciale di fondo) siano confrontabili, con Grugliasco che misura valori superiori a Savonera di poche unità.

In generale questo parametro 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 SO₂ sono sempre ampiamente al di sotto dei limiti.

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

| | |
|--|----------|
| Minima media giornaliera | 3 |
| Massima media giornaliera | 10 |
| Media delle medie giornaliere | 5 |
| Giorni validi | 13 |
| Percentuale giorni validi | 62% |
| Media dei valori orari | 4.8 |
| Massima media oraria | 12.6 |
| Ore valide | 322 |
| Percentuale ore valide | 64% |
| <u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u> | 0 |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u> | 0 |
| <u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u> | 0 |
| <u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u> | 0 |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u> | 0 |

Figura 13 – SO₂: andamento della concentrazione oraria

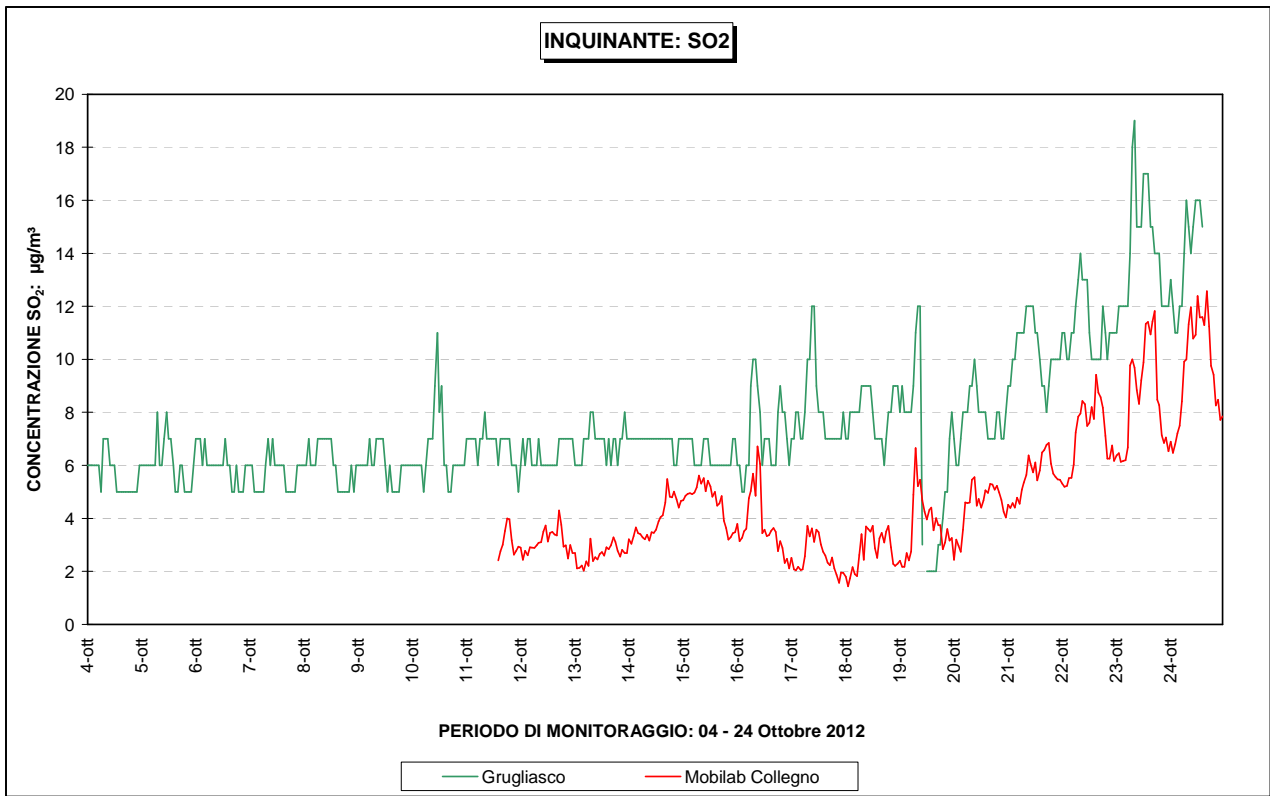
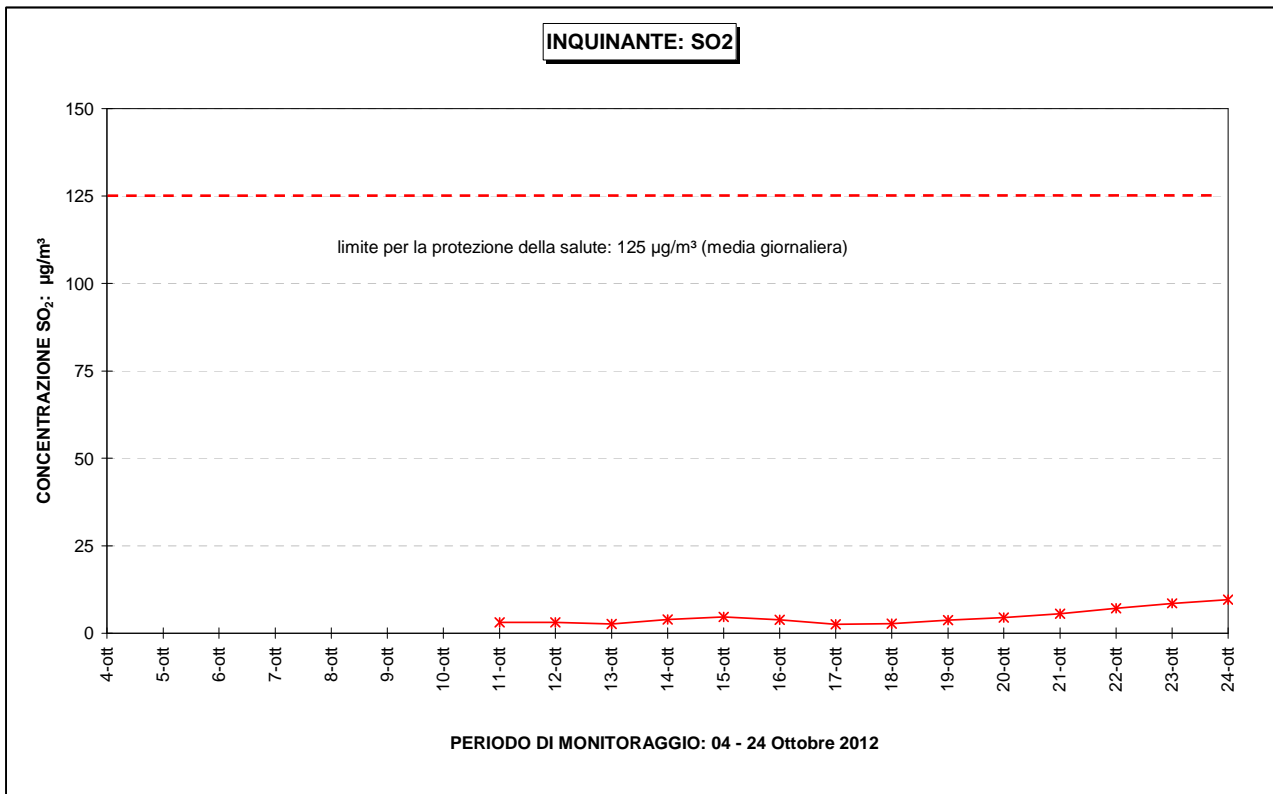


Figura 14 – SO₂: confronto con il limite di legge (media giornaliera)



Monossido di Carbonio

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

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

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

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

| | |
|---|----------|
| Minima media giornaliera | 0.3 |
| Massima media giornaliera | 0.4 |
| Media delle medie giornaliere | 0.4 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 0.4 |
| Massima media oraria | 0.6 |
| Ore valide | 503 |
| Percentuale ore valide | 100% |
| Minimo medie 8 ore | 0.3 |
| Media delle medie 8 ore | 0.4 |
| Massimo medie 8 ore | 0.5 |
| Percentuale medie 8 ore valide | 100% |
| <u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u> | 0 |
| <u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u> | 0 |

I dati misurati durante la campagna nel Comune di Collegno confermano quanto osservato su scala regionale in merito al rispetto dei limiti normativi. Infatti il DLgs 155 del 13/08/2010 prevede un limite di 10 mg/m^3 , calcolato come media su otto ore consecutive, il quale è ampiamente rispettato visto che il valore massimo su otto ore registrato è pari a $0,5 \text{ mg/m}^3$ (Figura 15), e tale limite non è raggiunto neppure su base oraria (il massimo valore orario è pari a $0,6 \text{ mg/m}^3$). In generale il monossido di carbonio presenta i valori massimi annuali nella stagione invernale: per confronto, durante la prima campagna di monitoraggio post operam, condotta dal 20 gennaio al 14 febbraio 2012, il valore massimo orario e la massima media su otto ore sono stati rispettivamente pari a $1,2 \text{ mg/m}^3$ e $2,0 \text{ mg/m}^3$, ovvero sempre molto al di sotto dei limiti normativi.

Nel grafico successivo (Figura 16) viene riportato il confronto con le stazioni fisse urbane di Torino-Rubino e Torino-Rebaudengo, rispettivamente di fondo e di traffico. Nel periodo indagato nessuna stazione ha raggiunto su base oraria il valore di 10 mg/m^3 , inoltre i valori rilevati a Collegno sono generalmente al di sotto dei valori delle due stazioni torinesi.

Figura 15 – CO: confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)

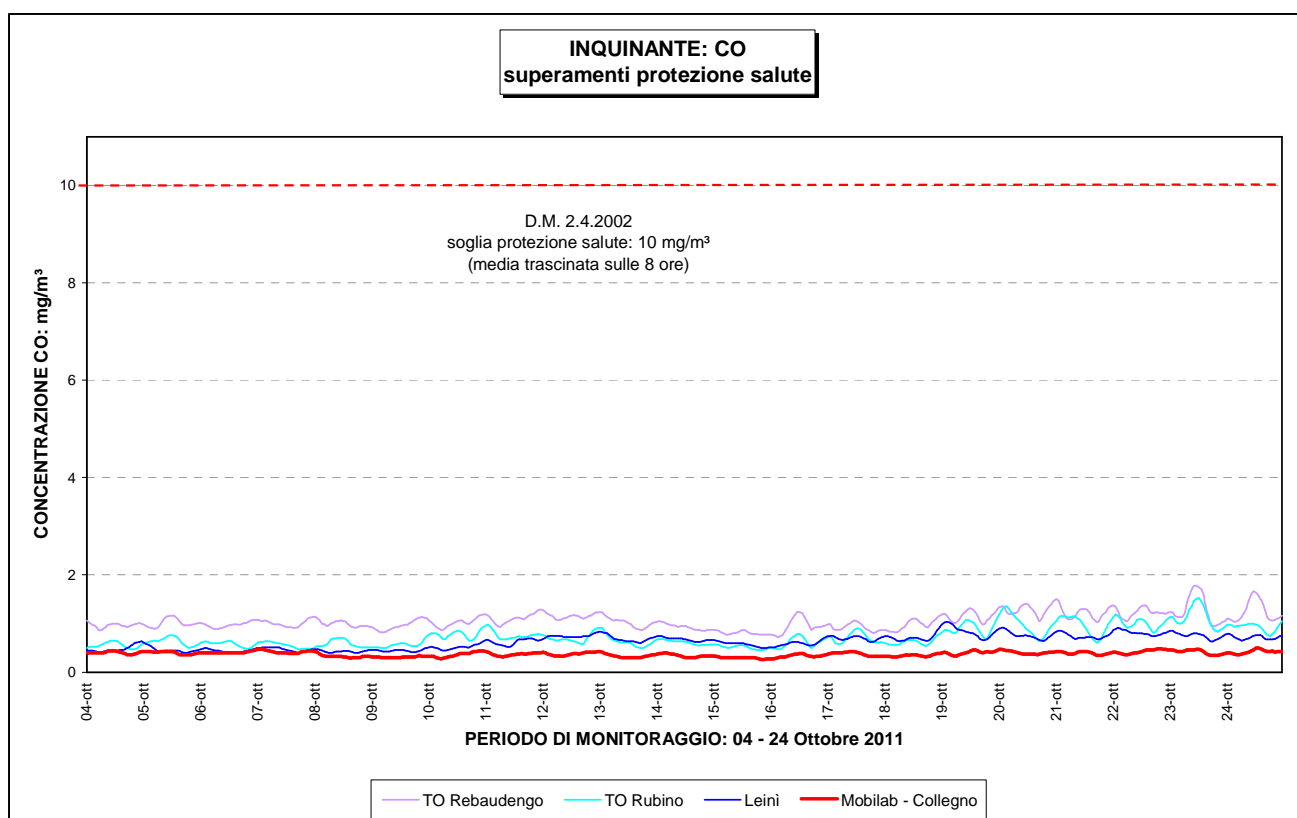
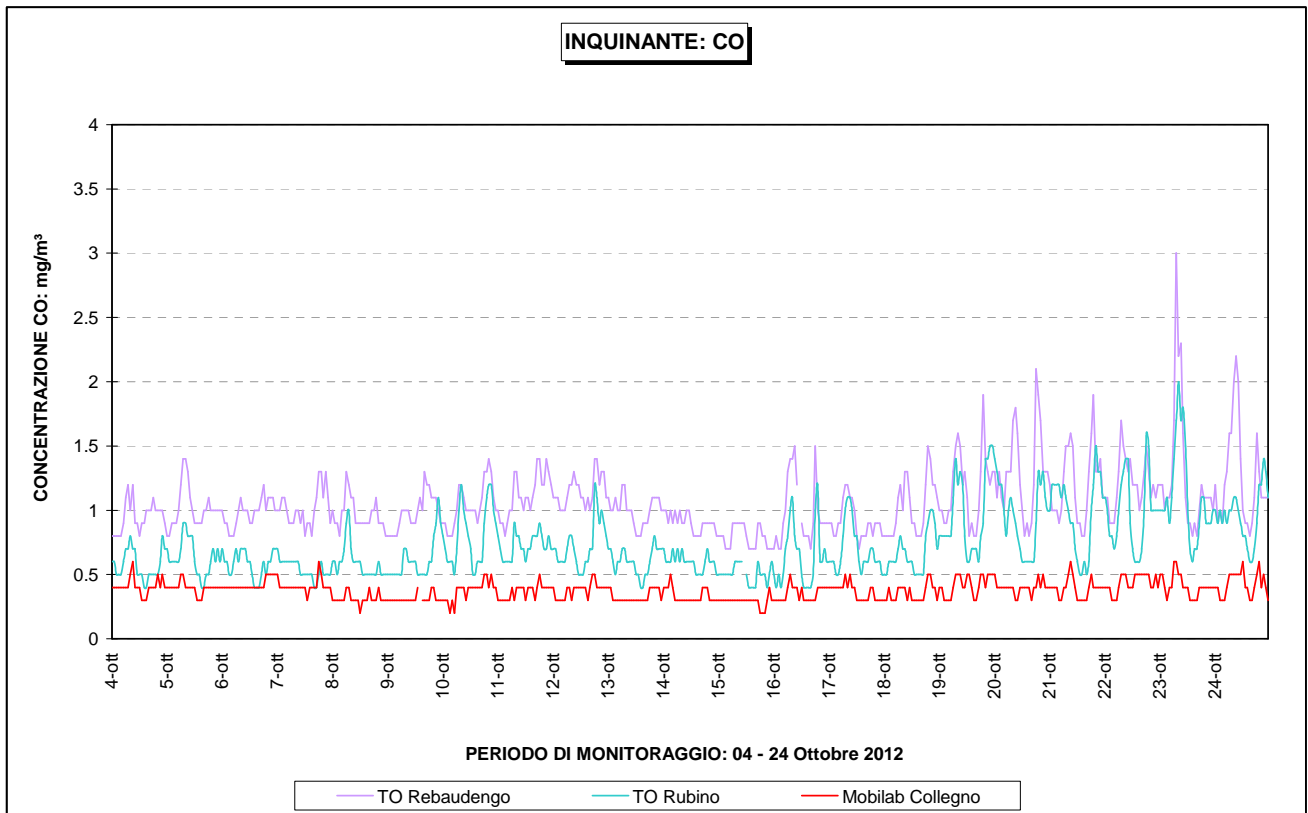


Figura 16 – CO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con le stazioni fisse di Torino-Rebaudengo e Torino-Rubino



Ossidi di Azoto

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

Per il **monossido di azoto** la normativa non prevede valori limite, ma questo inquinante viene comunque misurato in quanto partecipa ai fenomeni di inquinamento fotochimico e si trasforma in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono.

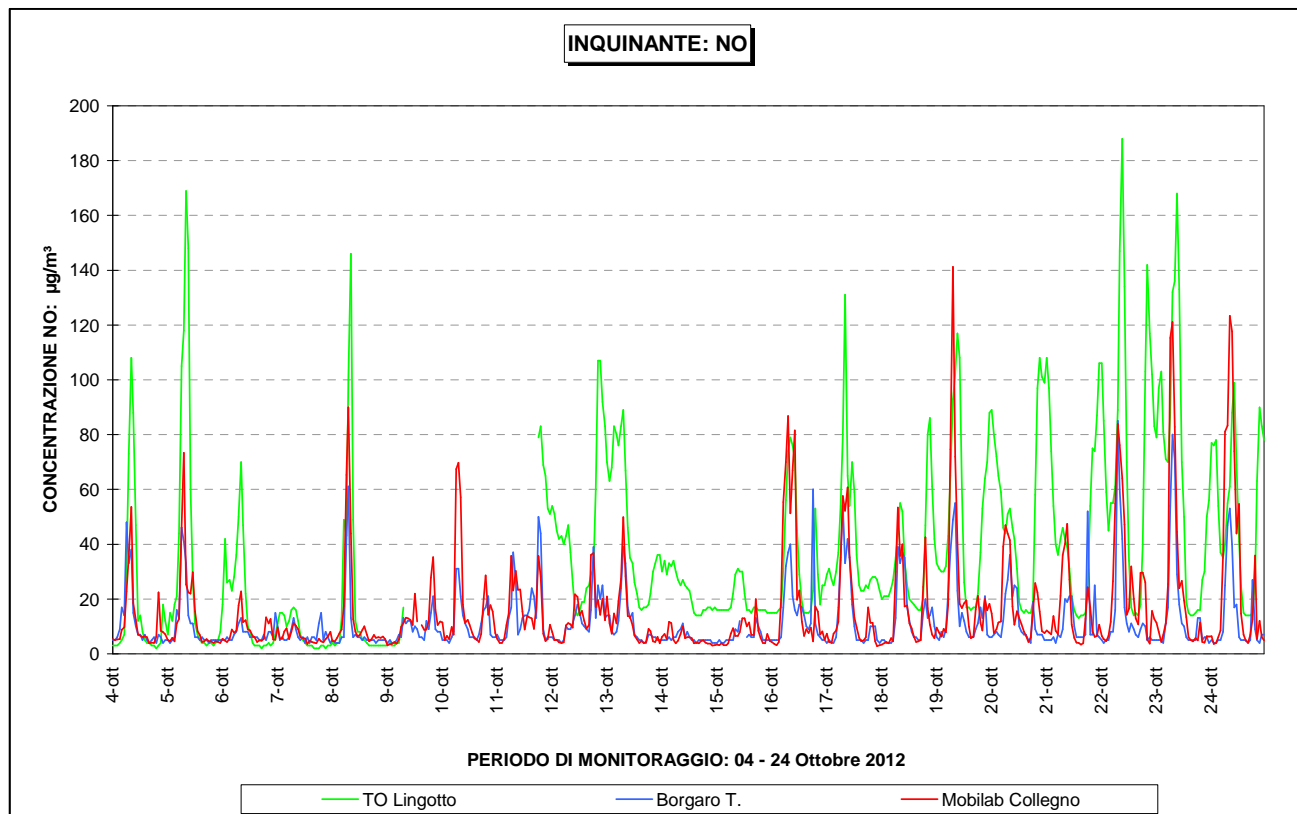
I livelli di NO nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Collegno (Tabella 12) sono risultati generalmente inferiori a 100 µg/m³, ad esclusione di tre giornate (19, 23, 24 ottobre) nelle quali per alcune ore sono stati raggiunti valori maggiori ma che non superano i 150 µg/m³. Il valore massimo è stato raggiunto il 19 ottobre con una media oraria pari a 141 µg/m³. I valori più bassi si registrano nei giorni in cui ha piovuto o era presente vento con velocità relativamente elevate (cfr. Figura 9).

La Figura 17 evidenzia come sia l'andamento, sia i livelli di monossido di azoto presso il sito di monitoraggio nel comune di Collegno siano in generale confrontabili con quelli della stazione fissa di monitoraggio ubicata nel comune di Borgaro e classificata come fondo suburbano: solo in alcune ore (in genere nei picchi giornalieri) si registrano valori più elevati a Collegno che sono da ascrivere a fenomeni di inquinamento locale (NO è un inquinante primario).

Tabella 12 – Dati relativi al monossido di azoto (NO) (µg/m³)

| | |
|-------------------------------|------|
| Minima media giornaliera | 6 |
| Massima media giornaliera | 32 |
| Media delle medie giornaliere | 16 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 16 |
| Massima media oraria | 141 |
| Ore valide | 503 |
| Percentuale ore valide | 100% |

Figura 17 – NO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



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

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

Nel corso della campagna nel Comune di Collegno, la concentrazione media oraria di NO₂ si è generalmente attestata al di sotto degli 80 µg/m³ (Figura 18), con una media oraria dell’intero periodo pari a 28 µg/m³, ad esclusione di due giornate, il 22 ed il 24 ottobre nelle quali sono state misurate concentrazioni orarie massime pari rispettivamente a 88 e 87 µg/m³. I fenomeni pluviometrici e la presenza di vento, che hanno caratterizzato la campagna di monitoraggio, hanno sicuramente contribuito alla riduzione delle concentrazioni di NO₂.

Durante la campagna non si è avuto alcun superamento del limite orario di 200 µg/m³ (che la normativa prevede che non venga superato più di 18 volte in un anno).

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

| | |
|--|----------|
| Minima media giornaliera | 16 |
| Massima media giornaliera | 45 |
| Media delle medie giornaliere | 28 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 28 |
| Massima media oraria | 88 |
| Ore valide | 504 |
| Percentuale ore valide | 100% |
| <u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u> | 0 |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u> | 0 |
| <u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u> | 0 |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u> | 0 |

Il livello medio orario di NO₂ misurato a Collegno nel periodo indagato è confrontabile con il livello misurato nella stazione di Borgaro e generalmente inferiore a quello riscontrato nella stazione di Torino-Lingotto. Osservando il grafico di Figura 19, che riporta il giorno medio (calcolato sul periodo esaminato, come indicato a pag.25), si nota che l’andamento del NO₂ nelle tre stazioni messe a confronto è caratterizzato da una “campana” che coinvolge alcune ore del mattino e da un picco che interessa le ore serali; i valori misurati a Collegno sono confrontabili con quelli di Borgaro e inferiori a TO-Lingotto.

La normativa in vigore prevede inoltre per il parametro ossidi di azoto totali, dato dalla somma del monossido e biossido ed espressi come biossido, un valore limite annuale per la protezione della vegetazione. Tale limite non è stato preso in considerazione in quanto si riferisce a siti remoti, lontani dai centri abitati e industrializzati.

Figura 18 – NO₂: confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio

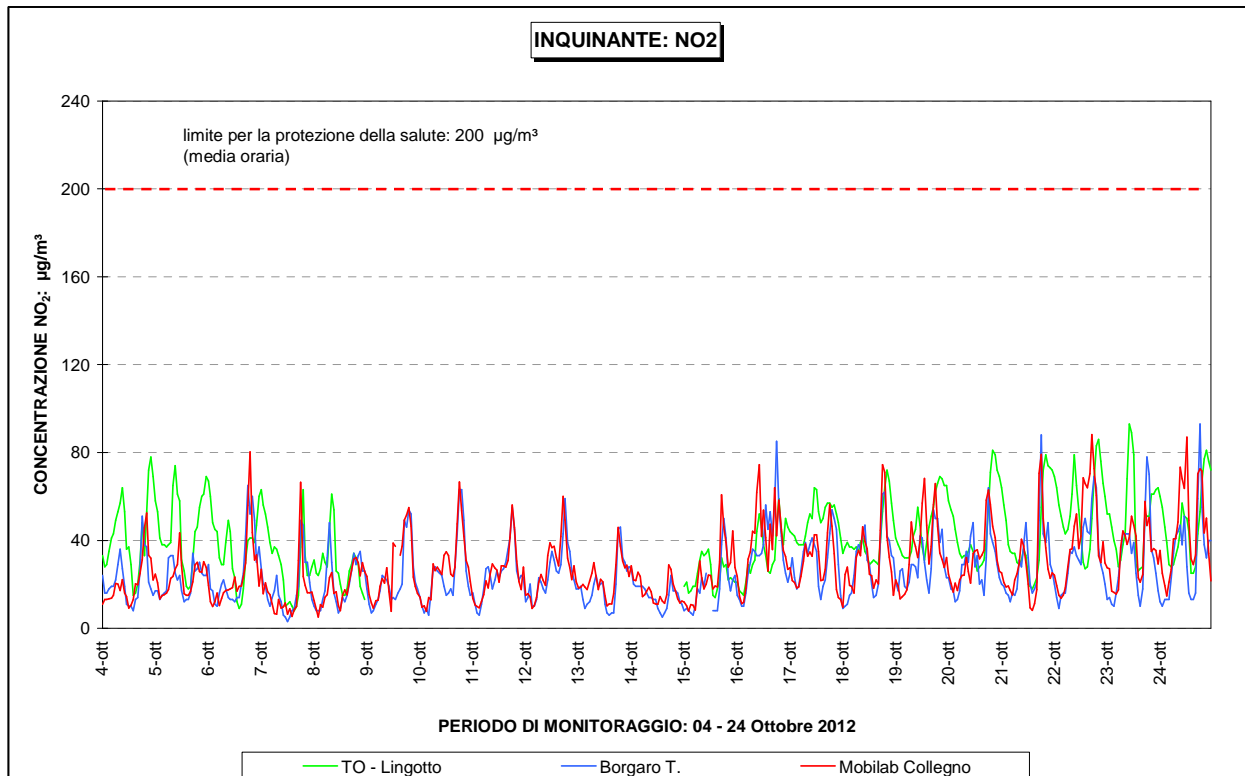
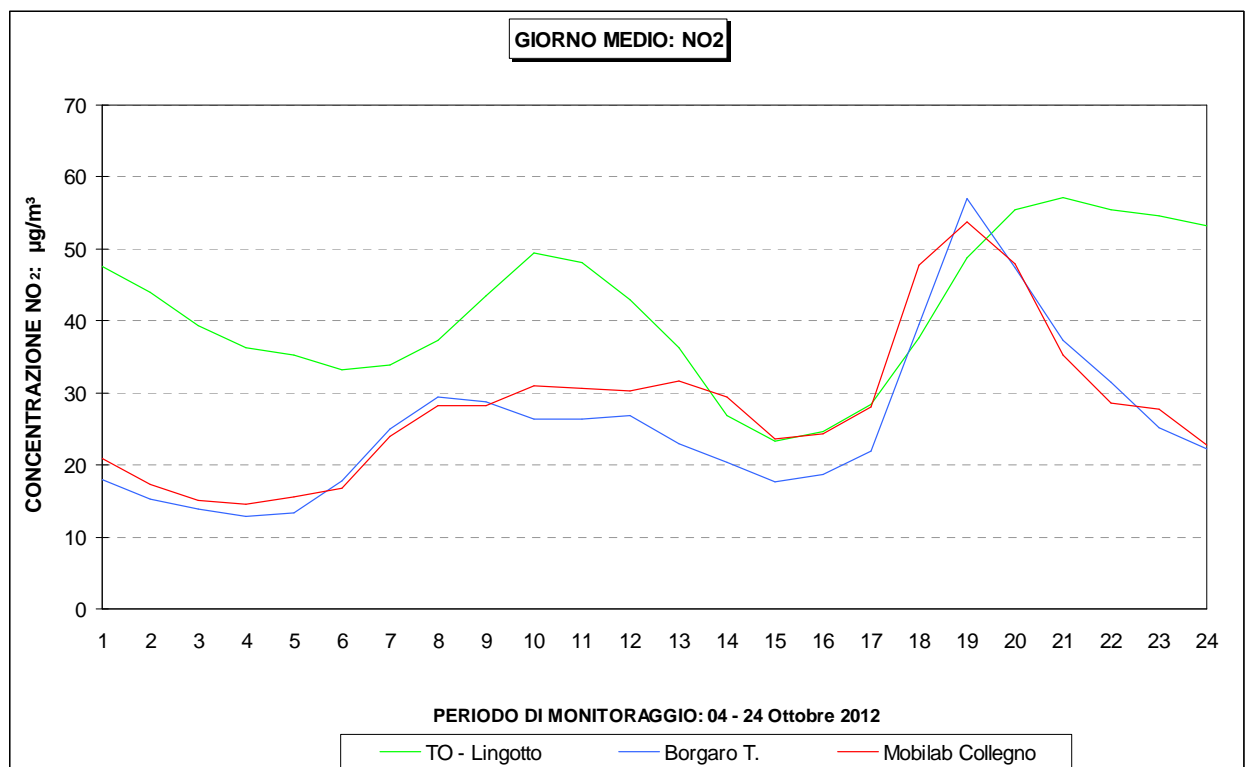


Figura 19 – NO₂: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



Benzene e Toluene

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

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

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

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

Il benzene è una sostanza classificata:

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

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

La normativa vigente (DLgs 155 del 13/8/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da rispettare dal 2010 in avanti. Durante la campagna di monitoraggio nel Comune di Collegno è stata determinata una concentrazione media pari a $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 14) ed in generale i valori sono ricompresi tra $0,3$ e $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un picco pari a $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrato il 7 ottobre. È importante sottolineare che l'inverno è il periodo più critico per tale inquinante, mentre si registrano valori decisamente più bassi nel periodo estivo, e che il limite imposto dalla normativa è calcolato su base annuale. Per confronto il valore medio rilevato presso la stazione di Torino Rubino, calcolato nel medesimo periodo della campagna a Collegno, è pari a $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre la media annuale, sempre riferita alla stazione di Rubino, per l'anno 2012, è pari a $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, al di sotto del limite normativo.

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

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

Per il toluene la massima media giornaliera è risultata essere di $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la massima media oraria di $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 15), entrambe ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

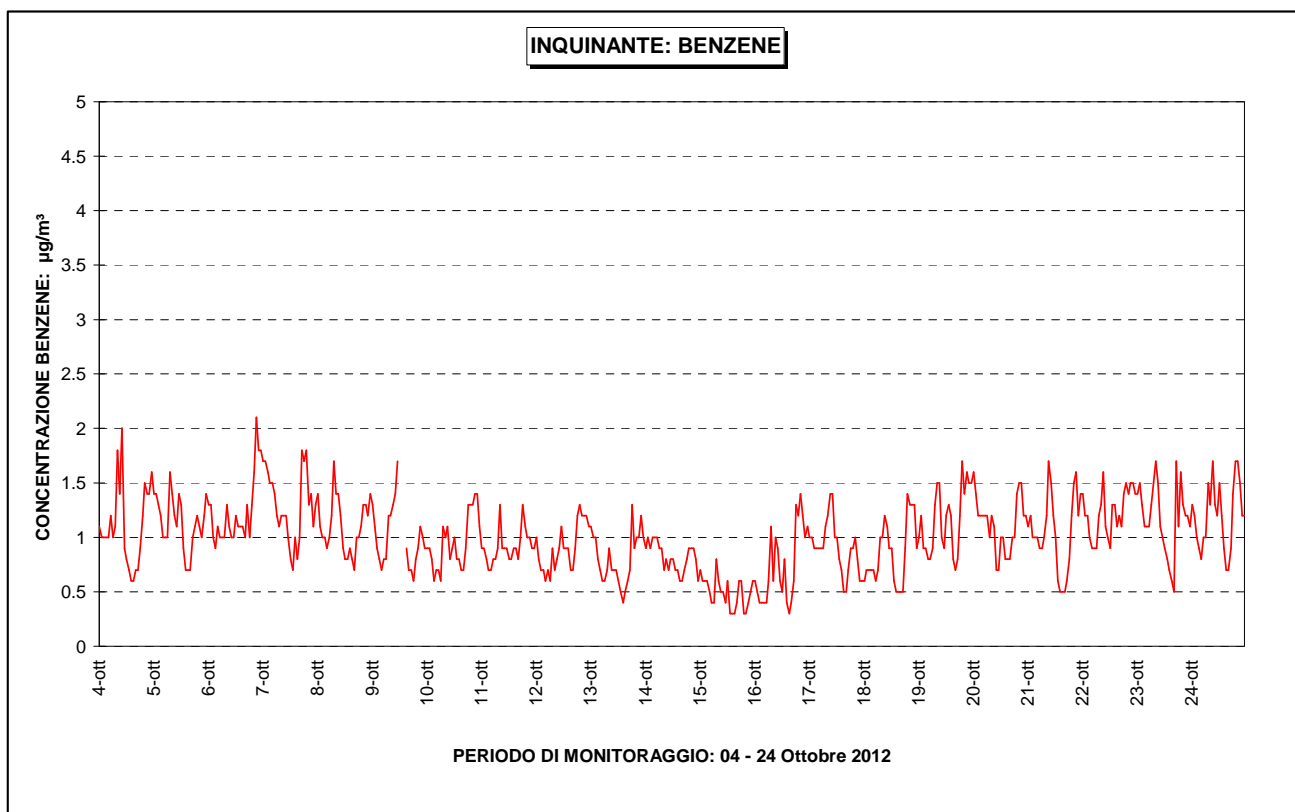
Tabella 14 – Dati relativi al benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| | |
|-------------------------------|------|
| Minima media giornaliera | 0.5 |
| Massima media giornaliera | 1.3 |
| Media delle medie giornaliere | 1.0 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 1.0 |
| Massima media oraria | 2.1 |
| Ore valide | 501 |
| Percentuale ore valide | 99% |

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

| | |
|-------------------------------|------|
| Minima media giornaliera | 0.9 |
| Massima media giornaliera | 6.0 |
| Media delle medie giornaliere | 3.4 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 3.4 |
| Massima media oraria | 16.6 |
| Ore valide | 501 |
| Percentuale ore valide | 99% |

Figura 20 – Benzene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio



Particolato Sospeso (PM10)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc... Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel.

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

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma, prima con il D.M. 60/2002 e successivamente con il D.Lgs 155/2010, ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM₁₀, cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi ed inoltre gli inquinanti adsorbiti sulla polvere possono venire a contatto con gli alveoli polmonari.

Inoltre il D.Lgs 155/2010 ha introdotto un limite anche per il PM_{2,5} (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolati come media annuale pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Durante la campagna sono state eseguite misure contemporanee di particolato fine PM₁₀ e di particolato PM_{2,5}: per entrambi i parametri sono disponibili 21 misurazioni su 21 giornate di monitoraggio (che corrispondono al 100% di dati validi). Il limite giornaliero del PM₁₀ pari a 50 µg/m³ (da non superare più di 35 volte per anno civile) è stato superato 6 volte. Le medie del periodo dei valori di particolato PM_{2,5} e PM₁₀ sono rispettivamente pari a 30 µg/m³ e 43 µg/m³.

Osservando la Figura 21, dove vengono riportati gli andamenti dei due inquinanti, si nota una buona correlazione tra PM₁₀ e PM_{2,5}; inoltre in Figura 22 si nota come gli andamenti del PM_{2,5} di Collegno e della stazione di Borgaro siano anch'essi confrontabili. Tale situazione indica che buona parte della frazione che costituisce il particolato atmosferico è di origine secondaria, e, in quanto tale, può aver avuto origine anche da emissioni di precursori in zone lontane rispetto al punto di campionamento.

In Figura 23 vengono confrontati i valori di PM₁₀ registrati a Collegno con quelli misurati nelle altre stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria: si nota, per il sito di Collegno, un andamento confrontabile con quello delle altre stazioni e in particolare i valori registrati sono generalmente prossimi a quelli della stazione fissa di Borgaro, classificata come suburbana di fondo, mentre sono superiori a quelli di Druento, stazione rurale di fondo.

Il periodo monitorato è stato caratterizzato da alcuni eventi pluviometrici, e dalla presenza, in alcune giornate, di vento con velocità superiori ai 2 m/s, che hanno contribuito alla riduzione del particolato atmosferico; l'abbassamento più significativo del valore medio giornaliero è stato registrato il 15 ottobre, giorno nel quale la velocità del vento oraria massima ha raggiunto i livelli più elevati (4 m/s).

Tabella 16 – Dati relativi al particolato sospeso PM₁₀ (µg/m³)

| | |
|---|----------|
| Minima media giornaliera | 12 |
| Massima media giornaliera | 63 |
| Media delle medie giornaliere | 43 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| <u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u> | 6 |

Figura 21 – Particolato sospeso PM₁₀ e PM_{2,5} : confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

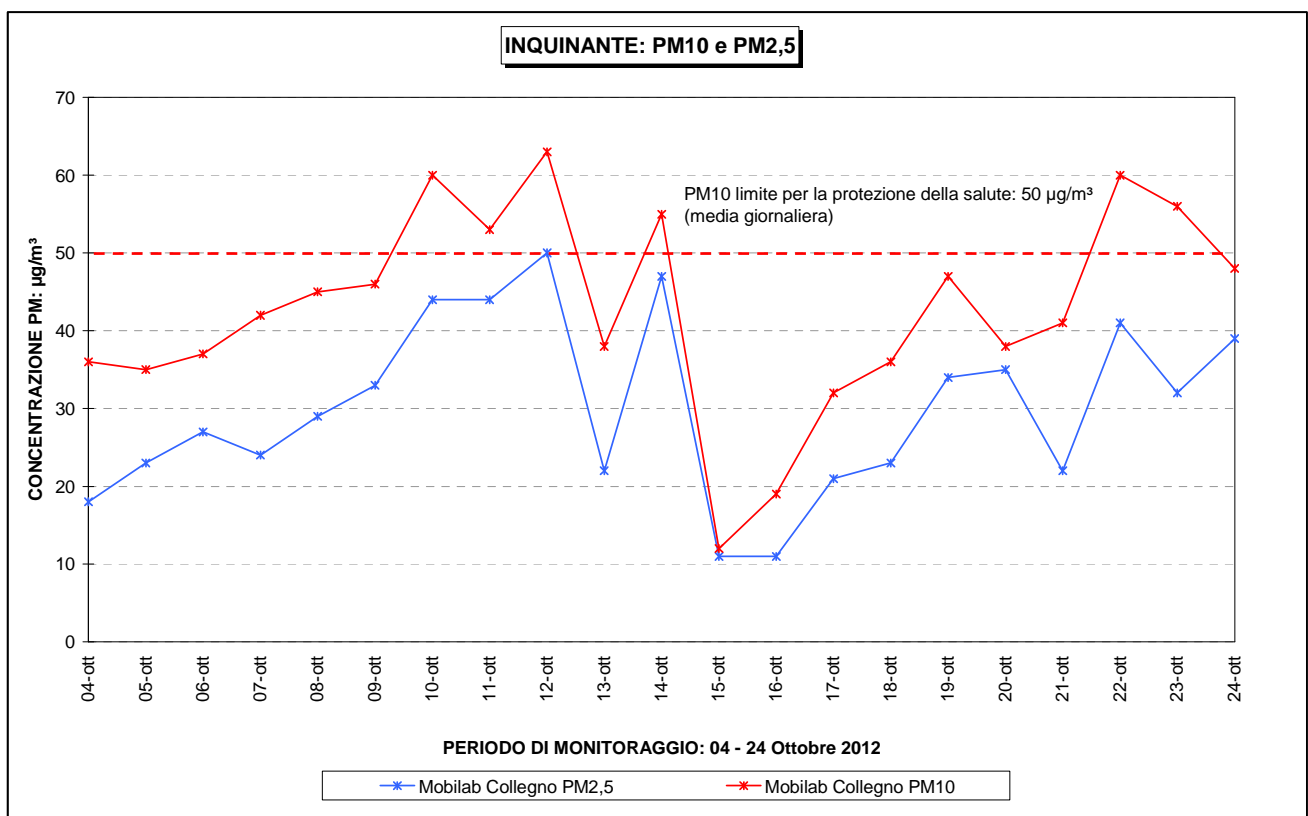


Figura 22 – Particolato sospeso PM_{2,5}: confronto con la stazione fissa di Borgaro.

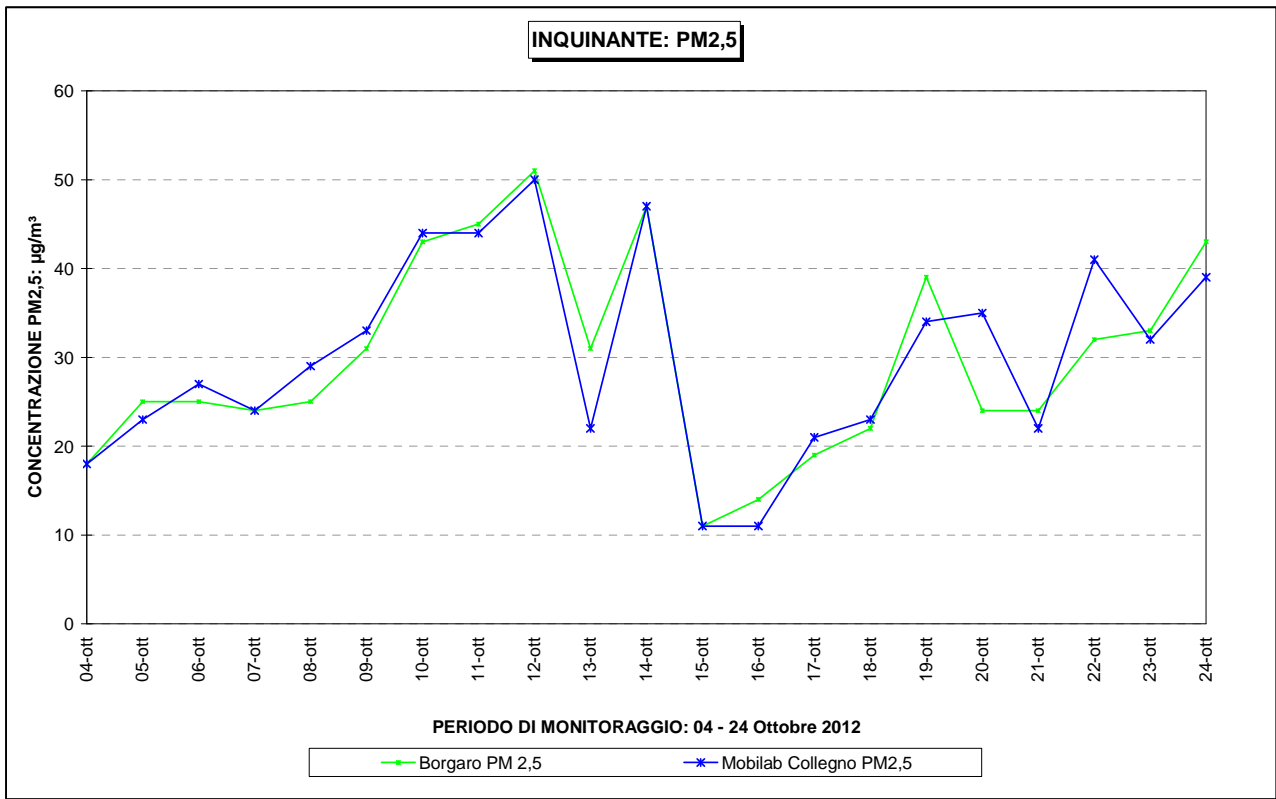


Figura 23 – Particolato sospeso PM₁₀: confronto con altre stazioni di monitoraggio

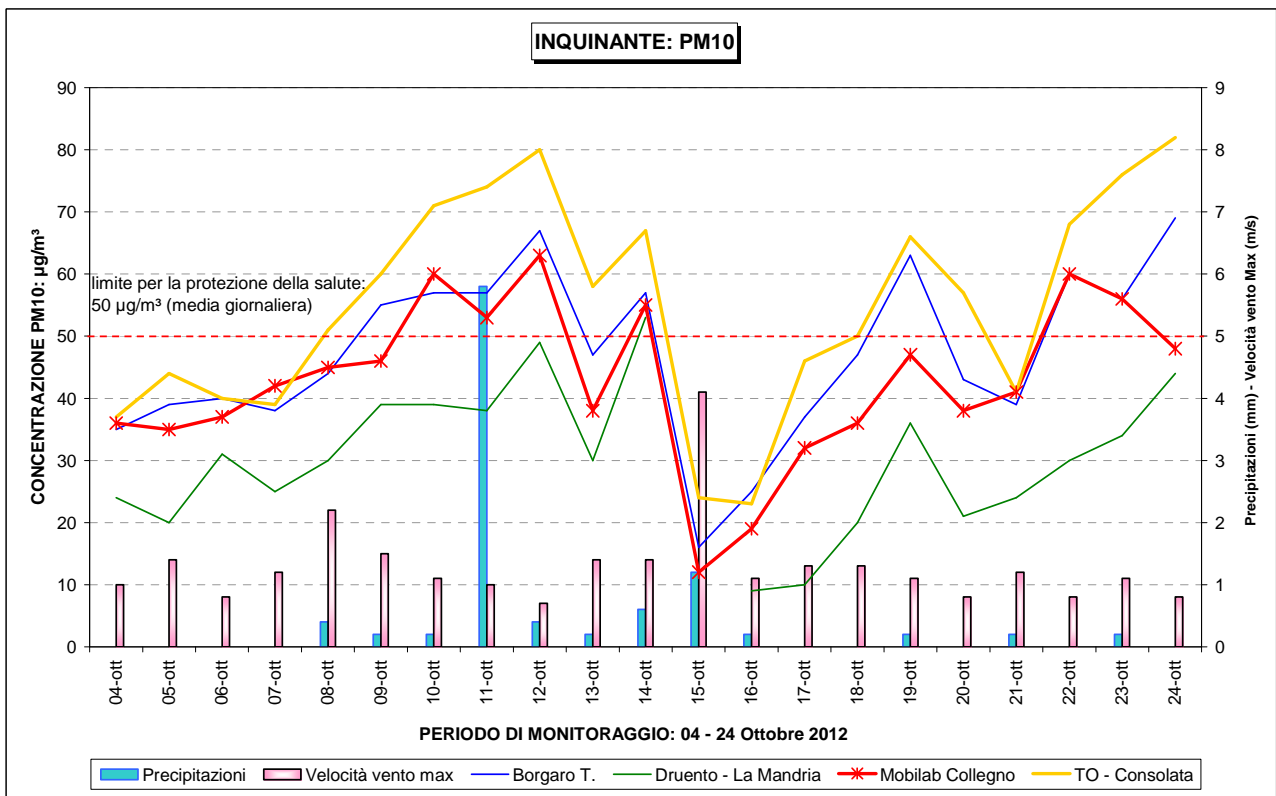


Tabella 17 – Media giornaliera del particolato sospeso PM₁₀ e PM_{2,5} (µg/m³)

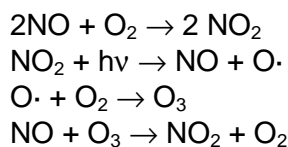
| DATA | Collegno Via Boves PM10 | Collegno Via Boves PM2.5 |
|---|----------------------------|-----------------------------|
| 04-ott | 36 | 18 |
| 05-ott | 35 | 23 |
| 06-ott | 37 | 27 |
| 07-ott | 42 | 24 |
| 08-ott | 45 | 29 |
| 09-ott | 46 | 33 |
| 10-ott | 60 | 44 |
| 11-ott | 53 | 44 |
| 12-ott | 63 | 50 |
| 13-ott | 38 | 22 |
| 14-ott | 55 | 47 |
| 15-ott | 12 | 11 |
| 16-ott | 19 | 11 |
| 17-ott | 32 | 21 |
| 18-ott | 36 | 23 |
| 19-ott | 47 | 34 |
| 20-ott | 38 | 35 |
| 21-ott | 41 | 22 |
| 22-ott | 60 | 41 |
| 23-ott | 56 | 32 |
| 24-ott | 48 | 39 |
| | | |
| | | |
| media | 43 | 30 |
| massimo | 63 | 50 |
| minimo | 12 | 11 |
| n° di superamenti livello giornaliero protezione della salute PM10 (50 µg/m ³) | 6 | - |

Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente. L'ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, che si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (VOC).

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

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



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

Nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Collegno i livelli di ozono sono generalmente risultati inferiori a 100 µg/m³ (Tabella 18 e Figura 24), pertanto non si sono registrati superamenti del livello di protezione della salute (120 µg/m³ calcolata come massima media trascinata sulle 8 ore), né superamenti del livello d'informazione (pari a 180 µg/m³ come media oraria) né, tantomeno, del livello di allarme (pari a 240 µg/m³ per almeno tre ore consecutive). La massima media oraria è stata di 101 µg/m³ mentre la media dell'intero periodo è pari a 25 µg/m³. Rispetto alla campagna precedente (luglio-settembre 2012), il valore medio dell'intero periodo è diminuito passando da 67 a 25 µg/m³ a conferma della forte stagionalità che caratterizza tale inquinante e quindi dalla sua dipendenza da fattori caratteristici della stagione calda quali la temperatura e la radiazione solare.

In Figura 24 viene riportato l'andamento orario della concentrazione di ozono, confrontata con la stazione fissa di Borgaro, dal quale risulta che i due siti sono in generale comparabili per quanto concerne l'andamento (se si escludono alcune giornate nelle quali i differenti livelli sono da attribuirsi alla formazione di ozono strettamente legata a condizioni locali).

Si osserva il tipico andamento giornaliero a campana in quasi tutte le giornate del monitoraggio: le minime medie giornaliere si registrano in corrispondenza delle giornate nelle quali ha piovuto o il cielo era coperto, oppure in seguito alla presenza di vento con velocità relativamente elevata che ha favorito il rimescolamento delle masse d'aria (15 ottobre).

In generale è opportuno sottolineare che nella stagione fredda l'ozono non presenta situazioni problematiche per la salute umana.

Tabella 18 – Dati relativi all’ozono (O₃) (µg/m³)

| | |
|--|----------|
| Minima media giornaliera | 8 |
| Massima media giornaliera | 40 |
| Media delle medie giornaliere | 25 |
| Giorni validi | 21 |
| Percentuale giorni validi | 100% |
| Media dei valori orari | 25 |
| Massima media oraria | 101 |
| Ore valide | 503 |
| Percentuale ore valide | 100% |
| Minimo medie 8 ore | 5 |
| Media delle medie 8 ore | 25 |
| Massimo medie 8 ore | 87 |
| Percentuale medie 8 ore valide | 100% |
| <u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u> | 0 |
| <u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u> | 0 |
| <u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u> | 0 |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u> | 0 |
| <u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u> | 0 |
| <u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u> | 0 |
| <u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u> | 0 |

Figura 24 – O₃: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge

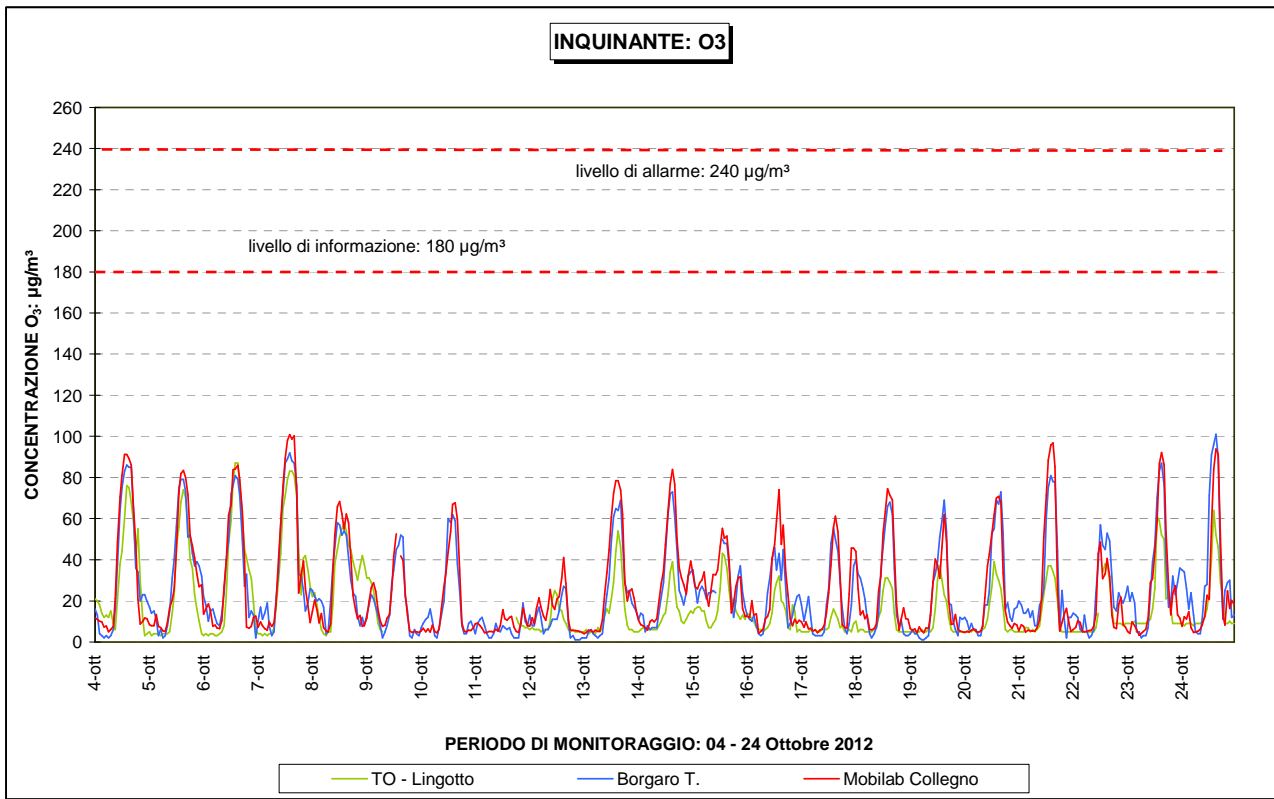
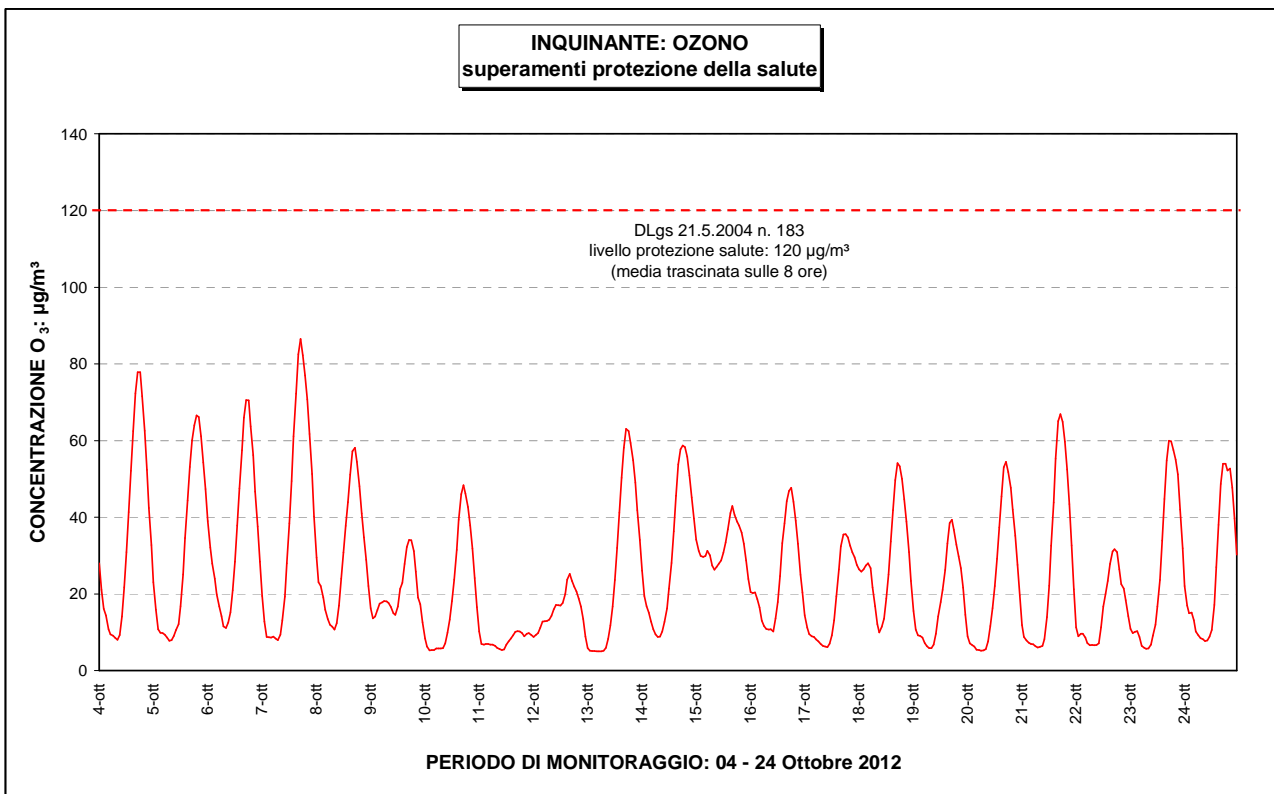


Figura 25 – O₃: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)



INFLUENZA DELLA DIREZIONE DEL VENTO SUI LIVELLI DEGLI INQUINANTI

In prossimità del sito di monitoraggio di via Boves è posto un asse viario ad elevato traffico veicolare rappresentato dalla Tangenziale di Torino; il punto di minima distanza è posto a circa 500 m nel settore SE-SSE. La zona dove si trova la centrale termoelettrica dista dal sito di monitoraggio poco più di 1 km (Figura 1). Allo scopo di determinarne l'influenza delle fonti di inquinamento sulla qualità dell'aria del sito in esame, i dati di concentrazione sono stati elaborati in modo da ottenere i livelli medi degli inquinanti in funzione della direzione di provenienza del vento; generalmente gli inquinanti che vengono utilizzati per tale elaborazione sono il monossido di azoto e biossido di zolfo, due inquinanti primari, per i quali è con buona approssimazione ipotizzabile l'assenza di trasformazioni significative nell'intervallo temporale tra il momento dell'emissione e quello in cui vengono misurati in aria ambiente. Per effettuare l'elaborazione vengono utilizzati esclusivamente i valori orari di NO e SO₂ per i quali la velocità media oraria del vento era superiore o uguale a 0,5 m/s.

Per il monossido di azoto si osservano mediamente valori più elevati nel caso di venti con provenienza dalle direzioni WSW e NW ed in misura minore dal settore ESE-S (Figura 26), anche se va sottolineato che le differenze di concentrazione lungo le varie direzioni risultano comunque limitate. Viceversa per il biossido di zolfo non si osservano direzioni prevalenti lungo le quali è maggiore l'afflusso di tale inquinante. In generale è opportuno notare che per alcune direzioni di provenienza del vento la frequenza degli accadimenti è molto bassa e quindi i corrispondenti livelli di inquinante possono avere una rappresentatività poco significativa (cfr. Figura 10).

L'eventuale influenza dell'elevato traffico veicolare che caratterizza la Tangenziale di Torino sulla qualità dell'aria del sito in esame è stato analizzato anche attraverso il confronto dell'andamento del giorno medio del monossido di azoto e biossido di zolfo, nel caso in cui il sito risulti sottovento rispetto alla tangenziale (venti tra E e SW) e quando risulta sopravento alla stessa (venti tra WSW e ENE); tale elaborazione è mostrata in Figura 27 e in Figura 29. Per il monossido di azoto si nota un diagramma completo del livello di concentrazione nella situazione di sopravento, mentre la curva che descrive la condizione di sottovento risulta incompleta nelle ore più significative: di conseguenza non è possibile effettuare confronti tra le due condizioni (nelle ore mancanti la velocità del vento è risultata sempre inferiore a 0,5 m/s, pertanto i relativi valori di concentrazione di NO sono stati esclusi dal calcolo della media).

Per il biossido di zolfo invece, considerata l'entità delle concentrazioni in gioco, non si evidenziano sostanziali differenze tra le due condizioni di sottovento-sopravento. In generale per queste elaborazioni è opportuna una nota di cautela: vista la breve durata del monitoraggio, per alcune ore del giorno la frequenza degli accadimenti può essere molto sbilanciata verso una delle due situazioni, sottovento o sopravento, quindi i corrispondenti livelli di inquinante possono avere una rappresentatività poco significativa. Ad esempio rispetto al totale delle ore disponibili per l'elaborazione dei dati di NO, solo il 20% di queste ultime rappresenta il sito di Collegno in condizioni di sottovento, mentre il restante 80% è riferito alle condizioni di sopravento. Va inoltre considerato che, di norma, il regime dei venti, per quanto riguarda sia l'intensità che la direzione di provenienza, può presentare variazioni significative in termini di stagionalità.

Si sottolinea che non è possibile, con i soli dati del monitoraggio, attribuire un peso percentuale ai contributi delle singole sorgenti presenti nell'area di studio; pertanto a tale proposito si rimanda all'analisi modellistica che è in corso all'interno del progetto, la quale prenderà in considerazione anche il contributo della centrale Torino Nord, e che sarà oggetto di specifica relazione tecnica.

Figura 26 – Concentrazioni di NO in funzione della direzione di provenienza del vento nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Collegno

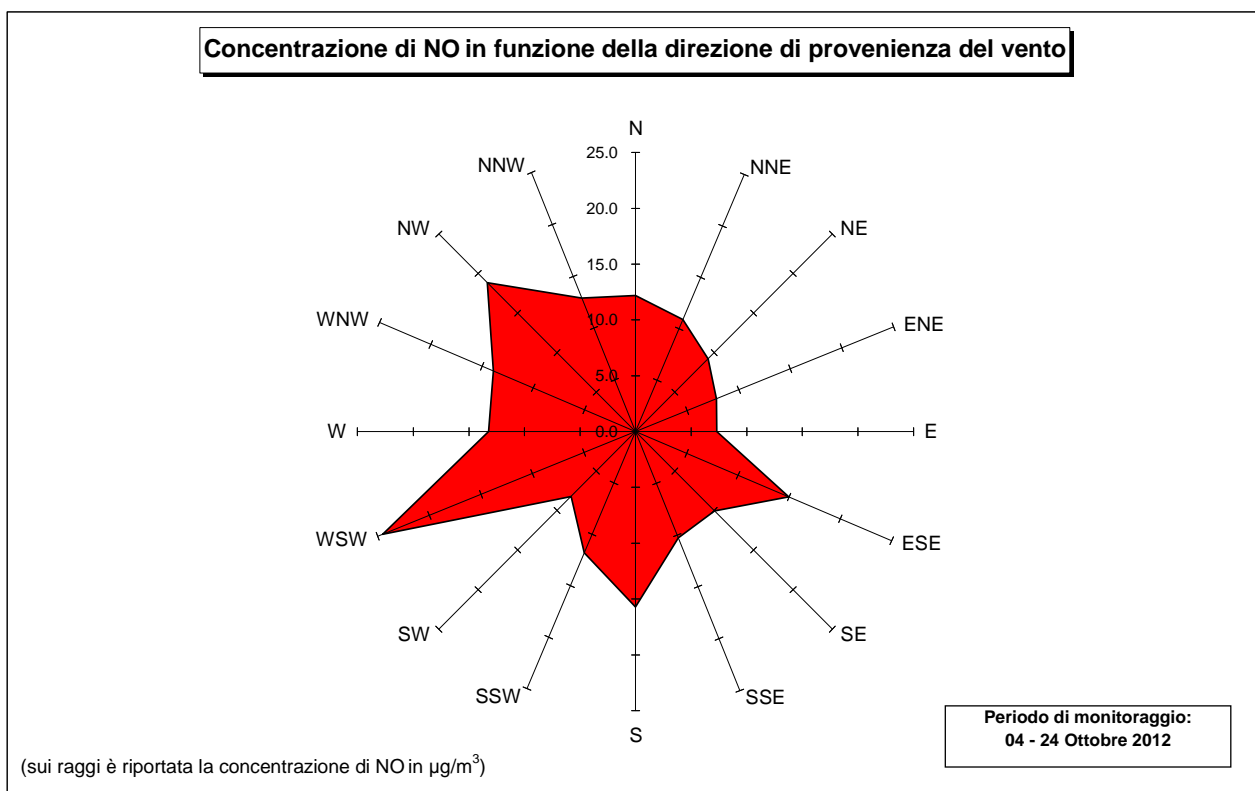


Figura 27 – Andamento del giorno medio di NO per condizioni del sito di monitoraggio sopravento e sottovento alla Tangenziale

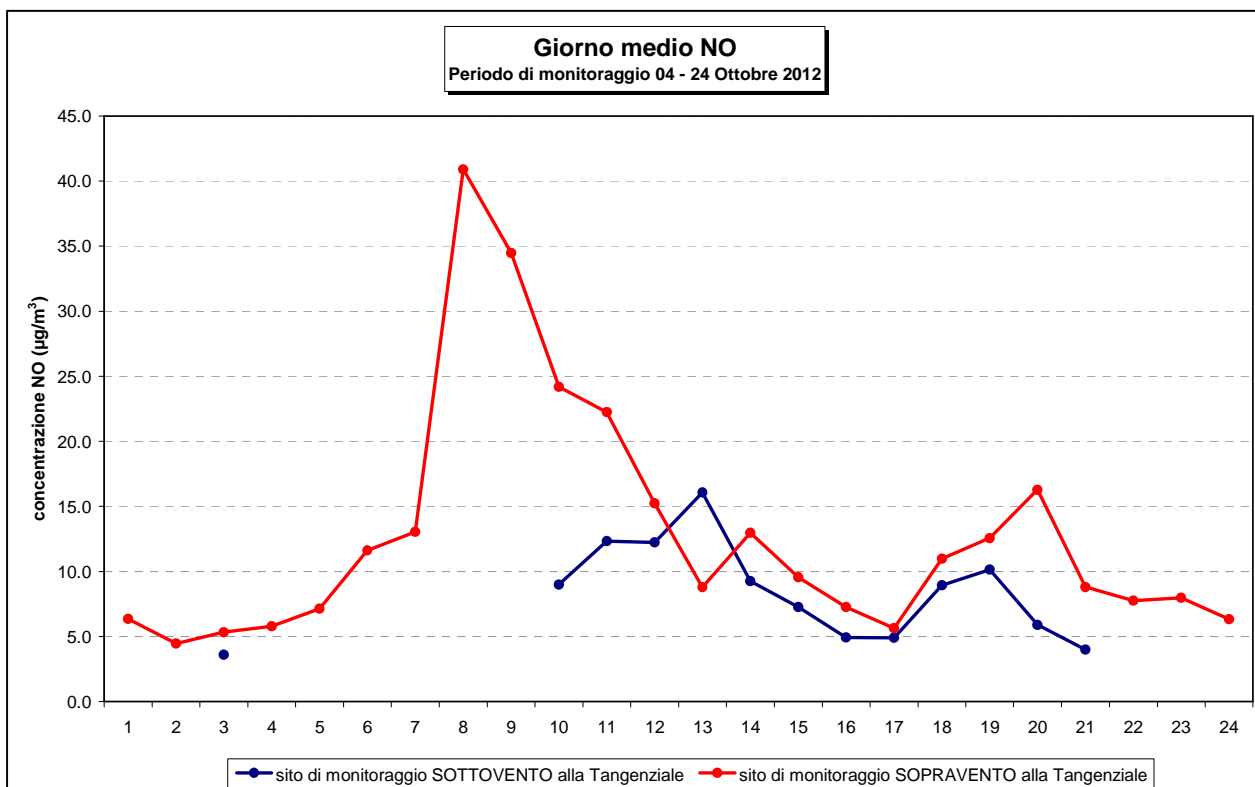


Figura 28 – Concentrazioni di SO₂ in funzione della direzione di provenienza del vento nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Collegno

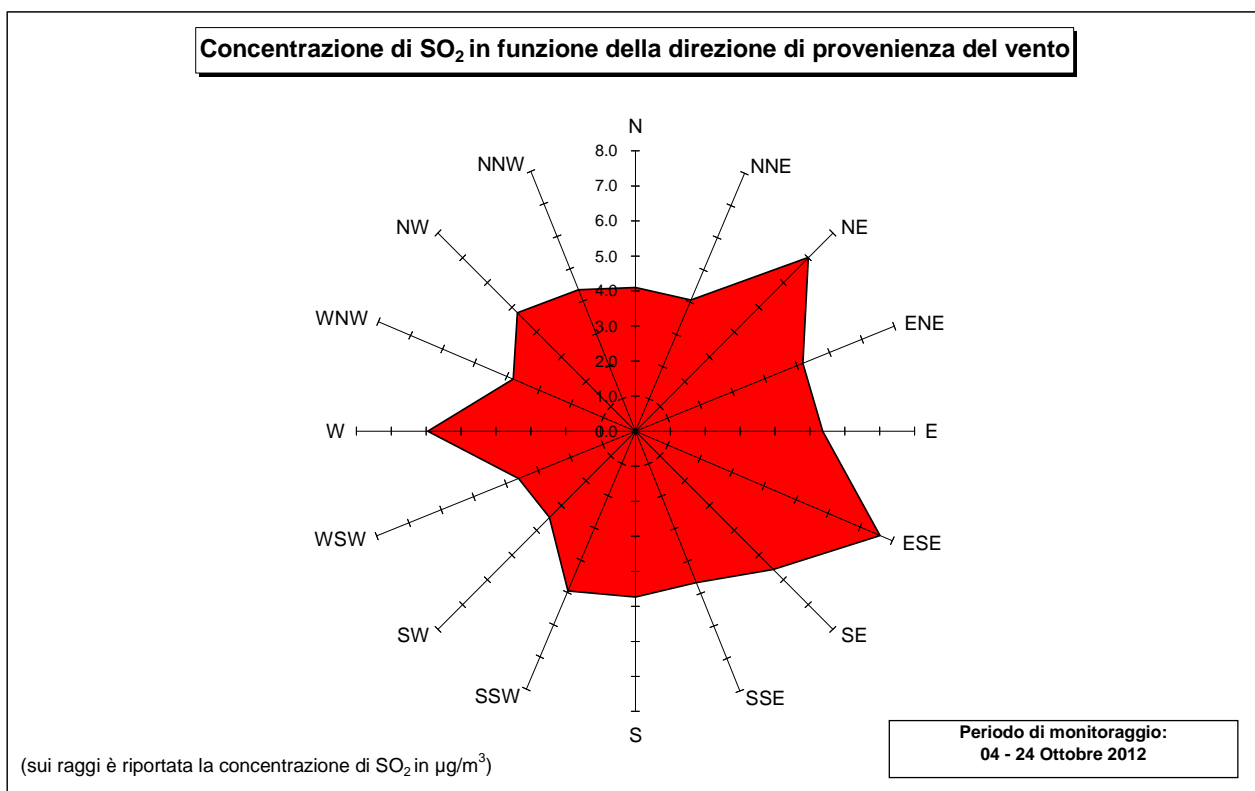
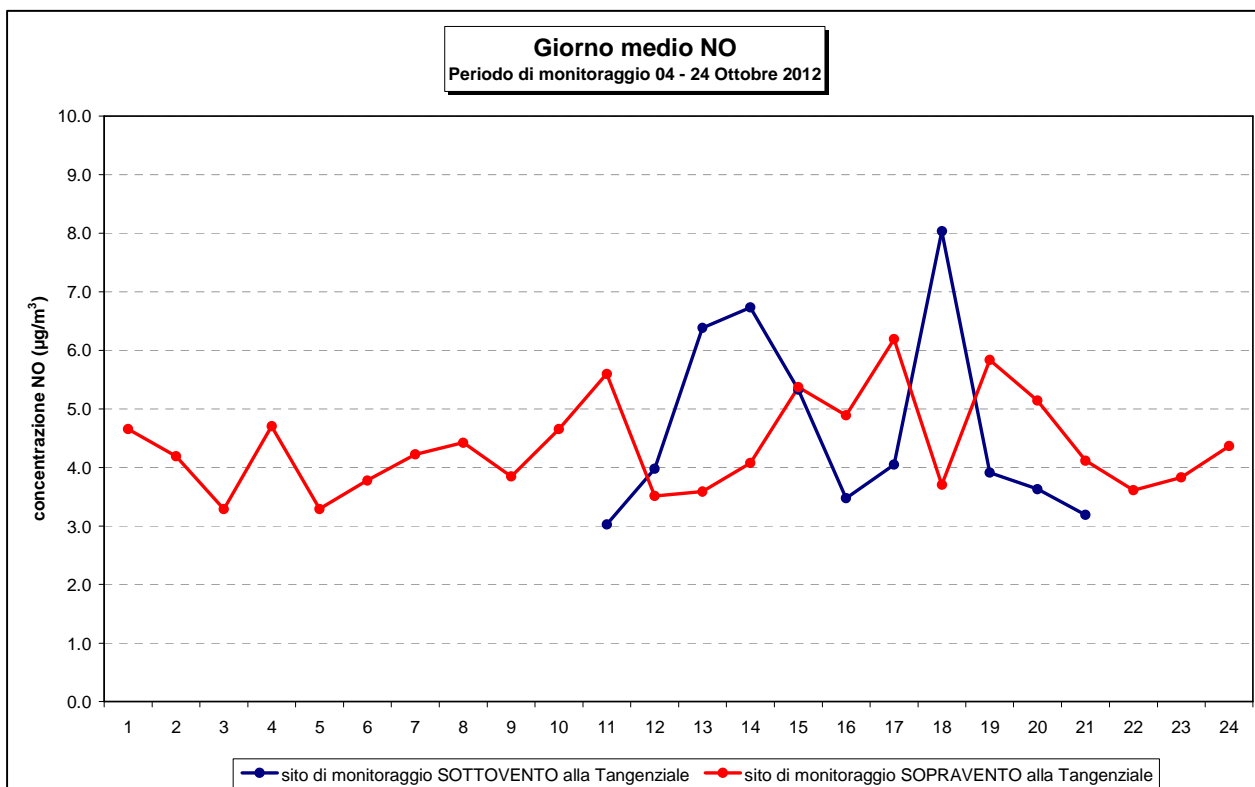


Figura 29 – Andamento del giorno medio di SO₂ per condizioni del sito di monitoraggio sopravvento e sottovento alla Tangenziale



VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA - ANNO 2012

La presente campagna di monitoraggio rappresenta l'ultima attività di monitoraggio della qualità dell'aria del sito di Collegno post operam, ovvero dopo l'avvio della centrale termoelettrica costruita in zona Savonera. L'insieme di tutti i dati raccolti nel corso delle quattro campagne di monitoraggio rappresenta quasi il 30% dei dati che compongono un anno di misurazioni.

Le campagne di fatto sono iniziate a gennaio 2012 e terminate ad ottobre 2012, ma, considerando la loro omogenea distribuzione temporale e la loro rappresentatività in termini di stagionalità e fenomeni atmosferici ed essa collegati, i dati raccolti possono essere utilizzati nel loro insieme per caratterizzare il sito su lungo periodo, in pieno accordo a quanto indicato nell'Allegato I del DLgs 155/2010. Per le misure indicative effettuate mediante campagne con stazioni mobili l'Allegato succitato prevede infatti otto settimane di misura distribuite equamente durante l'anno mentre nel caso in questione le campagne hanno coperto complessivamente un periodo circa doppio.

Di seguito vengono presentate delle elaborazioni che mettono in relazione i dati misurati presso il sito di Collegno con altre stazioni fisse, afferenti alla rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria, e conseguentemente la valutazione complessiva della qualità dell'aria del sito in esame. Tali elaborazioni riguardano i parametri biossido di azoto e particolato fine PM₁₀ e PM_{2,5}.

Biossido di azoto (NO₂)

Tra i limiti che la normativa vigente prevede per il biossido di azoto vi sono:

- valore limite orario per la protezione della salute umana pari a 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte per anno civile.
- valore limite annuale per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³.

Tabella 19 – Dati relativi al biossido di azoto (NO₂ in µg/m³) per l'anno 2012, per le stazioni di Borgaro e TO-Lingotto – (vedi nota al fondo della tabella)

| PARAMETRO | Borgaro T.se | TO- Lingotto |
|--|-----------------|-----------------|
| Ore valide: | 8405 | 7860 |
| Percentuale ore valide: | 96% | 89% |
| Giorni validi: | 347 | 319 |
| Percentuale giorni validi: | 95% | 87% |
| Massimo valore orario | 189 | 196 |
| <u>Media dei valori orari:</u> | 32 | 43 |
| <u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u> | 0 | 0 |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u> | 0 | 0 |
| <u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u> | 0 | 0 |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u> | 0 | 0 |

Nota: le elaborazioni della Tabella 19 sono state eseguite con dati aggiornati alla data del 12/02/13

Per valutare il rispetto del limite orario sono necessarie le medie orarie di un intero anno civile, mentre nel caso del monitoraggio a Collegno l'insieme dei dati disponibili è relativo a quattro campagne che complessivamente coprono circa 16 settimane, pertanto non è possibile verificare direttamente il rispetto di tale limite. In alternativa è possibile confrontare i dati di Collegno con le stazioni fisse di Borgaro Torinese e Lingotto, e tenendo conto delle relazioni esistenti tra i due siti formulare delle ipotesi sul numero di superamenti del valore di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nei grafici indicati come Figura 30 e Figura 31 vengono riportati i valori orari di NO_2 misurati a Collegno, a Borgaro e a TO-Lingotto, rispettivamente nelle quattro campagne di monitoraggio presentate consecutivamente, e nell'intero anno 2012 (per le stazioni Borgaro e Lingotto si precisa che i dati utilizzati nei grafici e nelle elaborazioni della Tabella 19 riferiti all'anno 2012, sono aggiornati alla data del 12/02/13 e che potrebbero subire variazioni a seguito del completamento del processo di certificazione dei dati attualmente in corso).

I valori registrati presso il sito di Collegno sono confrontabili con la stazione fissa di Borgaro, mentre sono generalmente inferiori, soprattutto nei massimi giornalieri, alla stazione fissa di Lingotto (cosa peraltro già evidenziata nelle precedenti relazione tecniche delle singole campagne).

Nell'anno 2012 entrambe le stazioni di confronto, Borgaro e TO-Lingotto, non hanno presentato alcun superamento della soglia limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il valore massimo orario registrato a Borgaro è pari a $189 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre a Lingotto tale valore sale a $196 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dalle suddette considerazioni è del tutto verosimile ipotizzare che per l'anno 2012 presso il sito di Collegno non vi sia stato alcun superamento del valore limite orario per la protezione della salute umana pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 30 – NO_2 : andamento orario e confronto con i limiti di legge nelle quattro campagne di monitoraggio post operam

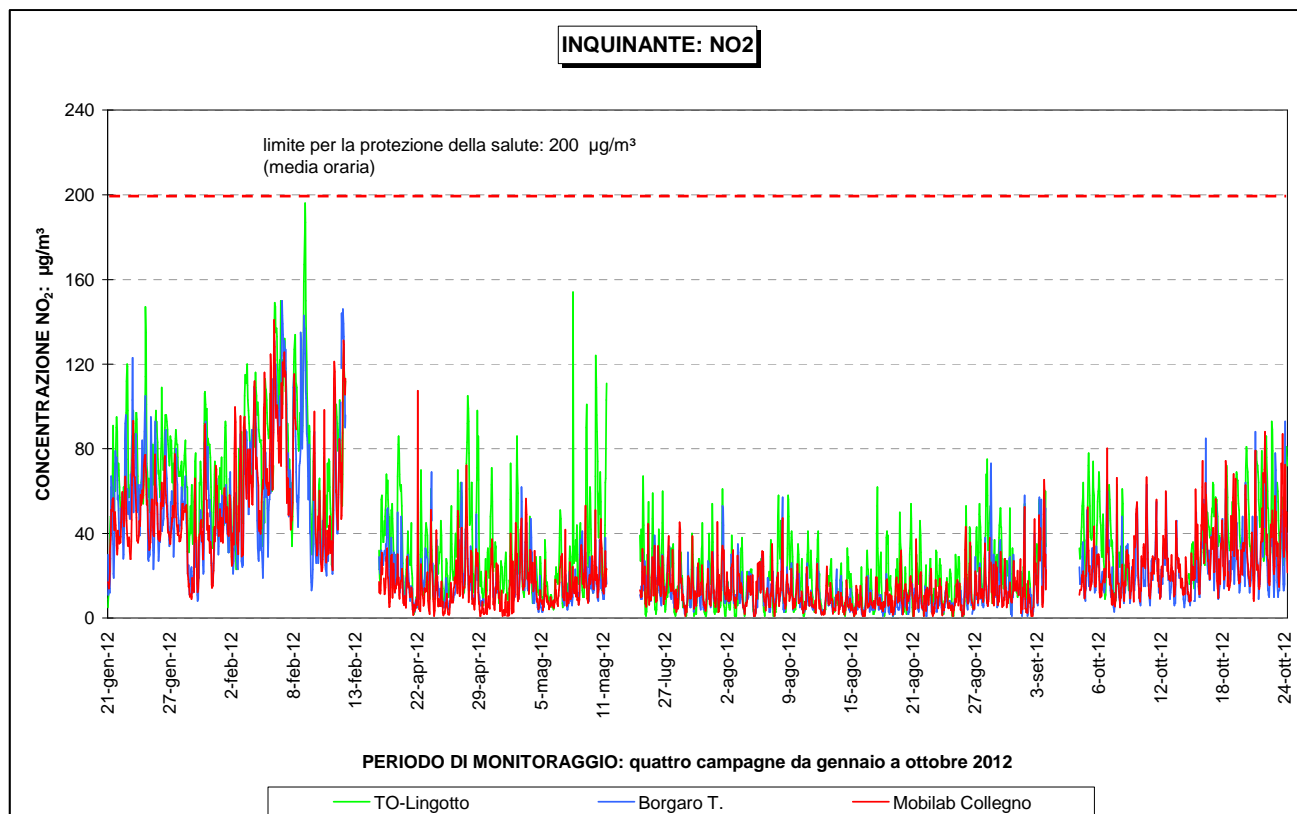
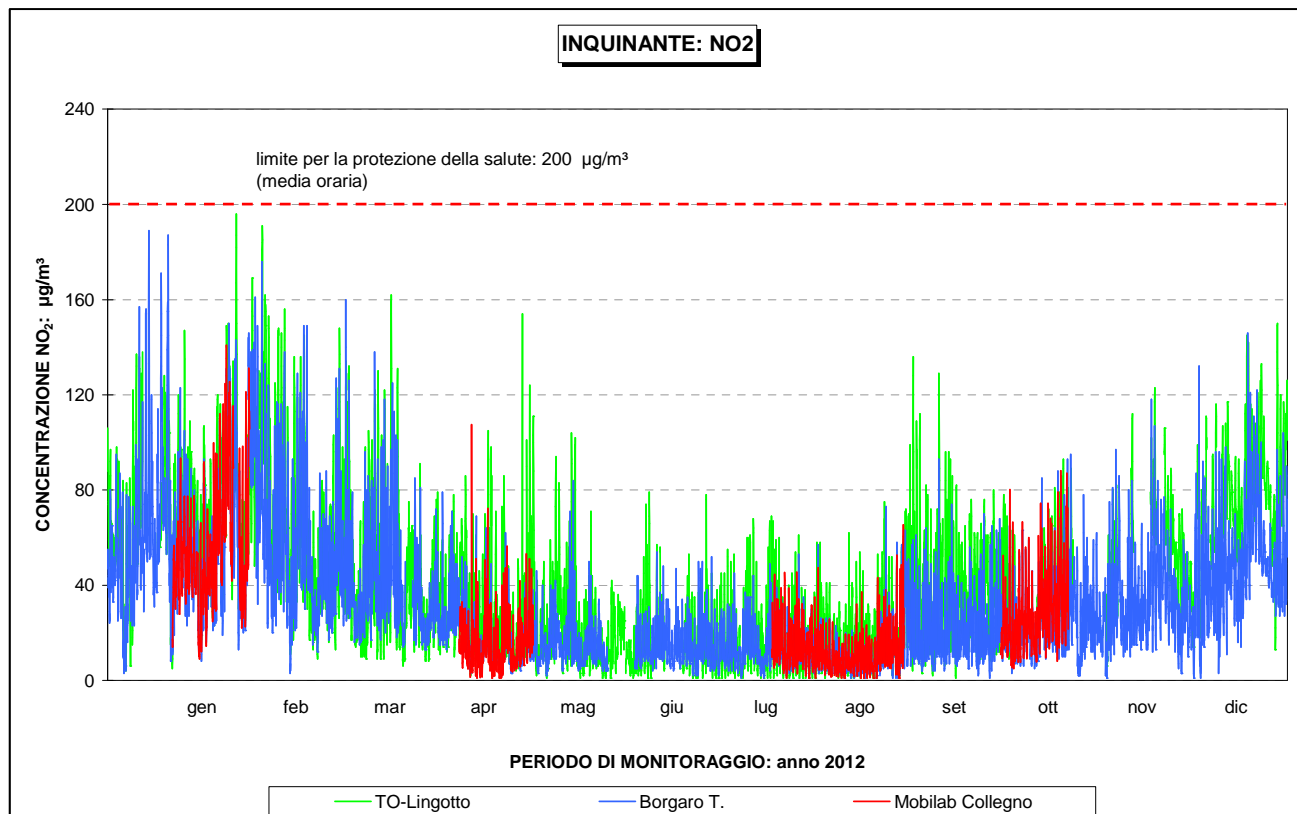


Figura 31 – NO₂: andamento orario e confronto con i limiti di legge nell'anno 2012



Analogamente al limite normativo orario anche per il limite annuale di 40 µg/m³ non è possibile in termini formali un verifica diretta del rispetto di tale soglia, in quanto la durata del monitoraggio, pari a circa sedici settimane, non è confacente alle richieste della normativa che prevede appunto i dati di un intero anno.

Si può però considerare un valore stimato di media annuale ricavato dal rapporto fra la media dei valori orari delle quattro campagne, e un fattore ottenuto come descritto nella nota sotto riportata. In altri termini si ipotizza l'esistenza di una relazione matematica tra i dati realmente misurati a Collegno e quelli delle altre stazioni di confronto durante le quattro campagne, e successivamente si estende tale relazione ai dati dell'anno 2012, ottenendo così un valore stimato di media annuale per il sito di Collegno. Tale approccio si fonda sulle ipotesi che tra i siti presi in esame esistono delle correlazioni non di tipo esclusivamente casuale (come già osservato nel corso delle singole relazioni tecniche), e che le campagne di monitoraggio, essendo correttamente distribuite nel corso dell'anno sia in termini temporali che stagionali, offrono una base dati che ben rappresenta le diverse condizioni della qualità dell'aria presso il sito di Savonera.

NOTA

Si calcola la media oraria per la stazione di Collegno relativa a tutte e quattro le campagne ante operam (m_c); analogamente si calcola media oraria per le stazioni di Borgaro e Lingotto utilizzando sempre i dati orari che si riferiscono alle quattro campagne di monitoraggio (m_p). Dal rapporto tra la media annuale delle stazioni di confronto (M_p) e la media delle campagne (m_p) si ottiene il fattore moltiplicativo che permette il passaggio dal dato di Collegno reale (quattro campagne di misura) a quello stimato riferito all'anno 2012.

$$M_c = (M_p / m_p) \times m_c$$

dove

m_c : media periodo campagne NO₂ di Collegno

M_c : media anno 2012 NO₂ di Collegno

m_p : media periodo campagne NO₂ di Borgaro (o Lingotto)

M_p : media anno 2012 NO₂ di Borgaro (o Lingotto)

Applicando la procedura sopra descritta si ottiene la media annuale di NO₂ per il sito di Collegno; la procedura è stata applicata due volte, utilizzando come stazione di riferimento in un caso Borgaro, nell'altro TO-Lingotto. In entrambe le elaborazioni, che vengono riportate nelle tabelle successive, la media annuale stimata del sito di Collegno, per il 2012, risulta inferiore al limite annuale degli ossidi di azoto pari a 40 µg/m³.

Tabella 20 – NO₂: stima della media annuale di Collegno rispetto a Borgaro

| NO ₂ in µg/m ³ | Mobilab - Collegno | Borgaro T.se |
|---|----------------------|--------------|
| Media dei valori orari delle campagne di monitoraggio | 25,0 | 26,5 |
| Media annuale - 2012 | --- | 32 |
| Media annuale stimata - 2012 | 30 | --- |
| Valore limite annuale | 40 µg/m ³ | |

Tabella 21– NO₂: stima della media annuale di Collegno rispetto a TO-Lingotto

| NO ₂ in µg/m ³ | Mobilab - Collegno | TO-Lingotto |
|---|----------------------|-------------|
| Media dei valori orari delle campagne di monitoraggio | 25,0 | 36,8 |
| Media annuale - 2012 | --- | 43 |
| Media annuale stimata - 2012 | 29 | --- |
| Valore limite annuale | 40 µg/m ³ | |

Particolato sospeso - PM₁₀

Analogamente a quanto valutato per il biossido di azoto, anche per il particolato fine è possibile effettuare una stima del valore medio annuale per il sito di Collegno da confrontare con il valore limite annuale imposto dalla normativa.

Nei grafici che seguono (Figura 32 e Figura 33) vengono riportati i valori di PM₁₀ misurati nelle quattro campagne ante operam, confrontati con altre stazioni fisse della rete di rilevamento: la stazione di Borgaro classificata come suburbana di fondo e quella di Druento definita come stazione rurale di fondo (per tali stazioni si precisa che i dati utilizzati nelle tabelle, nei grafici e nelle elaborazioni, riferiti all'anno 2012, sono aggiornati alla data del 12/02/13 e che potrebbero subire variazioni a seguito del completamento del processo di certificazione dei dati attualmente in corso).

Dai grafici si nota che il sito di Collegno presenta andamento confrontabile con Borgaro e valori generalmente inferiori a Druento, se si esclude il periodo estivo quando a Collegno si registrano valori più bassi di entrambe le stazioni (come già evidenziato nelle relazioni tecniche di ogni singola campagna).

Tabella 22 – Dati relativi al particolato sospeso (PM₁₀ in µg/m³) per l'anno 2012, per le stazioni di Borgaro, Druento e TO-Grassi – (vedi nota al fondo della tabella)

| PARAMETRO | Borgaro T.se | Druento – La Mandria |
|---|--------------|----------------------|
| Giorni validi: | 313 | 356 |
| Percentuale giorni validi: | 86% | 97% |
| Media delle medie mensili: | 41 | 28 |
| <u>Media delle medie giornaliere:</u> | 42 | 28 |
| <u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u> | 90 | 45 |
| Data del 35simo superamento livello giornaliero protezione della salute (50) | 14-feb | 17-mar |

Nota: le elaborazioni della Tabella 22 sono state eseguite con dati aggiornati alla data del 12/02/13

Figura 32 – PM₁₀: andamento orario e confronto con i limiti di legge nelle quattro campagne di monitoraggio post operam

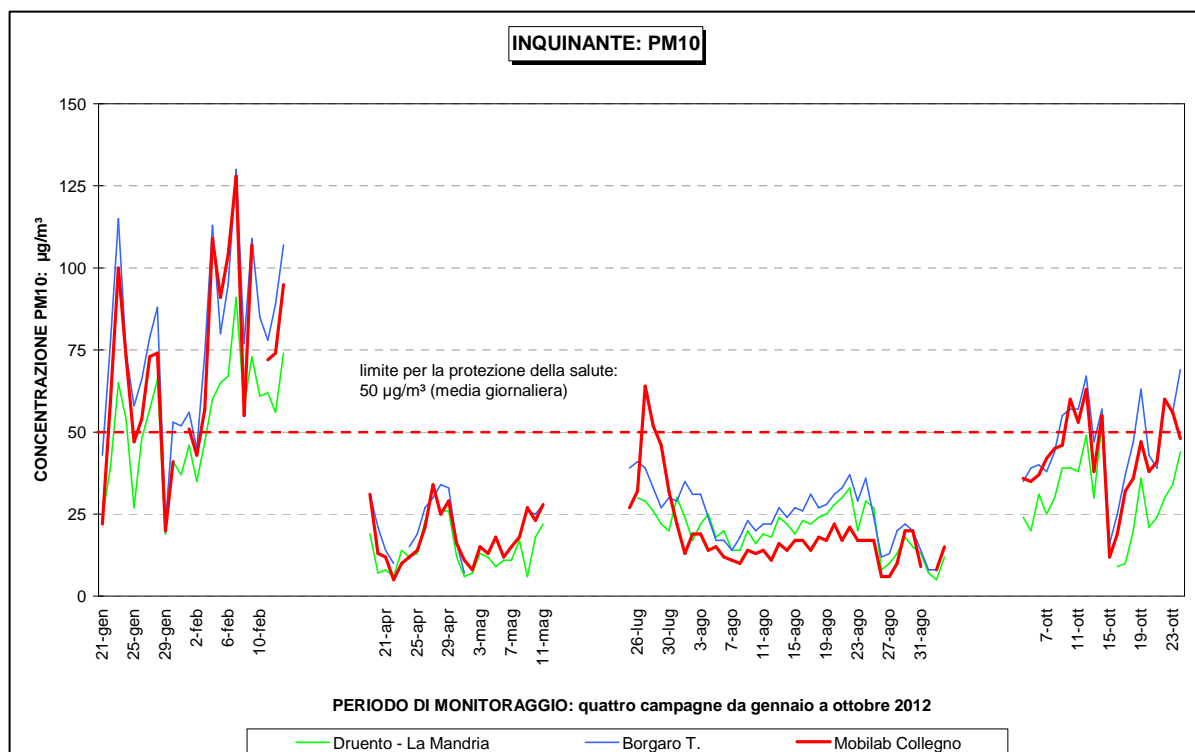
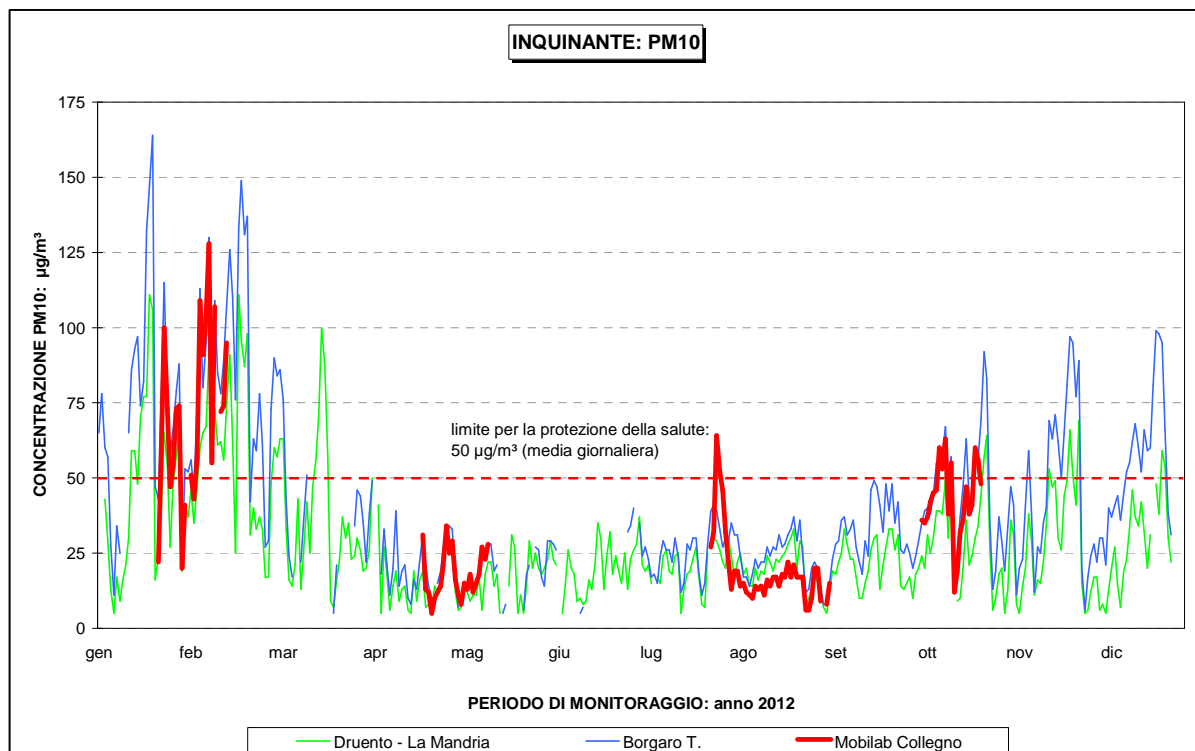


Figura 33 – PM₁₀: andamento orario e confronto con i limiti di legge nell'anno 2012



Il valore stimato di media annuale viene ricavato dal rapporto fra la media dei valori orari delle quattro campagne, e un fattore ottenuto come descritto nella nota sotto riportata.

NOTA

Si calcola la media oraria per la stazione di Collegno relativa a tutte e quattro le campagne ante operam (m_c); analogamente si calcola media oraria per le stazioni di Borgaro e Druento utilizzando sempre i dati orari che si riferiscono alle quattro campagne di monitoraggio (m_p). Dal rapporto tra la media annuale delle stazioni di confronto (M_p) e la media delle campagne (m_p) si ottiene il fattore moltiplicativo che permette il passaggio dal dato di Collegno reale (quattro campagne di misura) a quello stimato riferito all'anno 2012.

$$M_c = (M_p / m_p) \times m_c$$

dove

m_c : media periodo campagne PM_{10} di Collegno

M_c : media anno 2012 PM_{10} di Collegno

m_p : media periodo campagne PM_{10} di Borgaro (o Druento)

M_p : media anno 2012 PM_{10} di Borgaro (o Druento)

Applicando la procedura sopra descritta si ottiene la media annuale di PM_{10} per il sito di Collegno; la procedura è stata applicata due volte, utilizzando come stazione di riferimento in un caso Borgaro, e nell'altro Druento (Tabella 23, Tabella 24). In questa elaborazione, a differenza della relazione precedente riferita ai dati del 2011, non è stata presa in considerazione la stazione fissa di TO-Grassi, in quanto la percentuale di dati validi disponibile per l'anno 2012 risulta troppo bassa e di conseguenza i dati non sono sufficientemente rappresentativi. I valori di media annuale stimata che si ottengono nelle due simulazioni sono rispettivamente pari a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tali valori, che risultano confrontabili tra loro e confermano la robustezza della stima, sebbene risultino al di sotto del limite normativo, indicano che il sito di Collegno presenta condizioni critiche in merito al rispetto del valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$: questo significa che, in generale, il rispetto del limite a Collegno dipende fortemente dalle condizioni meteorologiche, in particolare da quelle invernali dove sono più alti i valori di particolato.

Per quanto concerne la stima del numero di giornate nelle quali viene superato il limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore limite giornaliero per la protezione della salute umana da non superare più di 35 volte all'anno), le informazioni disponibili non permettono, per il sito di Collegno, una stima diretta ed immediata di tale numero è comunque possibile notare, per le due stazioni fisse di confronto, numerosi superamenti del limite giornaliero, che vanno ben oltre la soglia limite annuale pari a 35 (Tabella 22). In particolare per la stazione di Druento, che presenta generalmente valori più bassi del sito di Collegno, sono stati rilevati, nel 2012, ben 45 giorni di superamento: da tali premesse è verosimile ipotizzare che anche per il sito di Collegno tale limite annuale non sia stato rispettato.

Tabella 23 – PM₁₀: stima della media annuale di Collegno rispetto a Borgaro

| PM ₁₀ in µg/m ³ | Mobilab - Collegno | Borgaro T.se |
|---|----------------------|--------------|
| Media dei valori orari delle campagne di monitoraggio | 34,1 | 41,5 |
| Media annuale - 2012 | --- | 42 |
| Media annuale stimata - 2012 | 35 | --- |
| Valore limite annuale | 40 µg/m ³ | |

Tabella 24 – PM₁₀: stima della media annuale di Collegno rispetto a Druento – La Mandria

| PM ₁₀ in µg/m ³ | Mobilab - Collegno | Druento – La Mandria |
|---|----------------------|----------------------|
| Media dei valori orari delle campagne di monitoraggio | 34,1 | 28,2 |
| Media annuale - 2012 | --- | 28 |
| Media annuale stimata - 2012 | 34 | --- |
| Valore limite annuale | 40 µg/m ³ | |

Particolato sospeso - PM_{2,5}

Il Decreto Legislativo n.155 del 13/08/2010 introduce il limite annuale anche per il particolato PM_{2,5}: la soglia da rispettare è stata fissata ad un valore di media annuale pari a 25 µg/m³, intesa come valore obiettivo al quale attenersi a partire dal 2010 (e quindi già in vigore), e che diventerà valore limite a tutti gli effetti a partire dal 1 gennaio 2015. Di seguito viene proposta una elaborazione per la stima del valore medio annuale di PM_{2,5} per il sito di Collegno.

Nei grafici che seguono (Figura 34 e Figura 35), vengono riportati i valori di PM_{2,5} misurati nelle quattro campagne ante operam, confrontati con la stazione fissa di Borgaro, classificata come suburbana di fondo (per tale stazione si precisa che i dati utilizzati nelle tabelle, nei grafici e nelle elaborazioni, riferiti all'anno 2012, sono aggiornati alla data del 12/02/13 e che potrebbero subire variazioni a seguito del completamento del processo di certificazione dei dati attualmente in corso).

Dai grafici si nota che il sito di Collegno presenta andamento confrontabile con Borgaro (come già evidenziato nelle relazioni tecniche di ogni singola campagna) e quindi quest'ultima stazione può essere utilizzata come riferimento per la stima della media annuale.

Tabella 25 – Dati relativi al particolato sospeso (PM_{2,5} in µg/m³) per l'anno 2012, per la stazione di Borgaro (vedi nota al fondo della tabella)

| PARAMETRO | Borgaro T.se |
|--------------------------------|--------------|
| Giorni validi: | 345 |
| Percentuale giorni validi: | 94% |
| Media delle medie mensili: | 30 |
| Media delle medie giornaliere: | 31 |

Nota: le elaborazioni della Tabella 25 sono state eseguite con dati aggiornati alla data del 12/02/13

Figura 34 – PM_{2,5}: andamento orario nelle quattro campagne di monitoraggio post operam

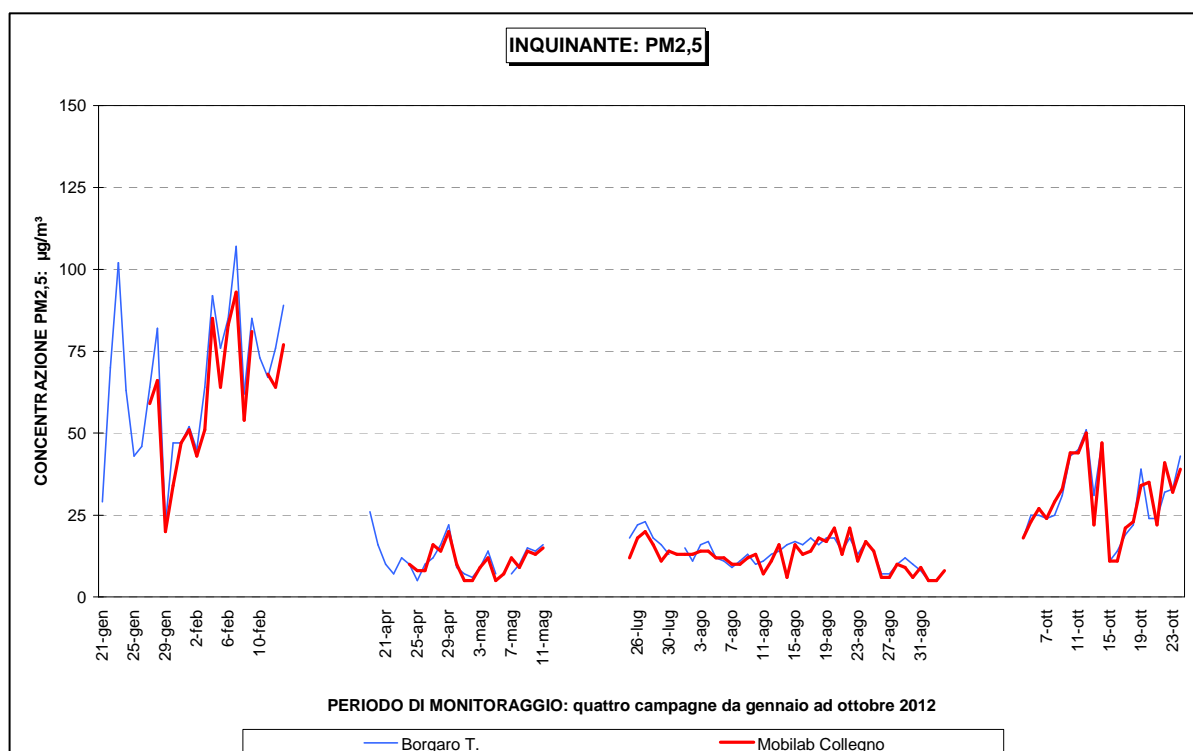
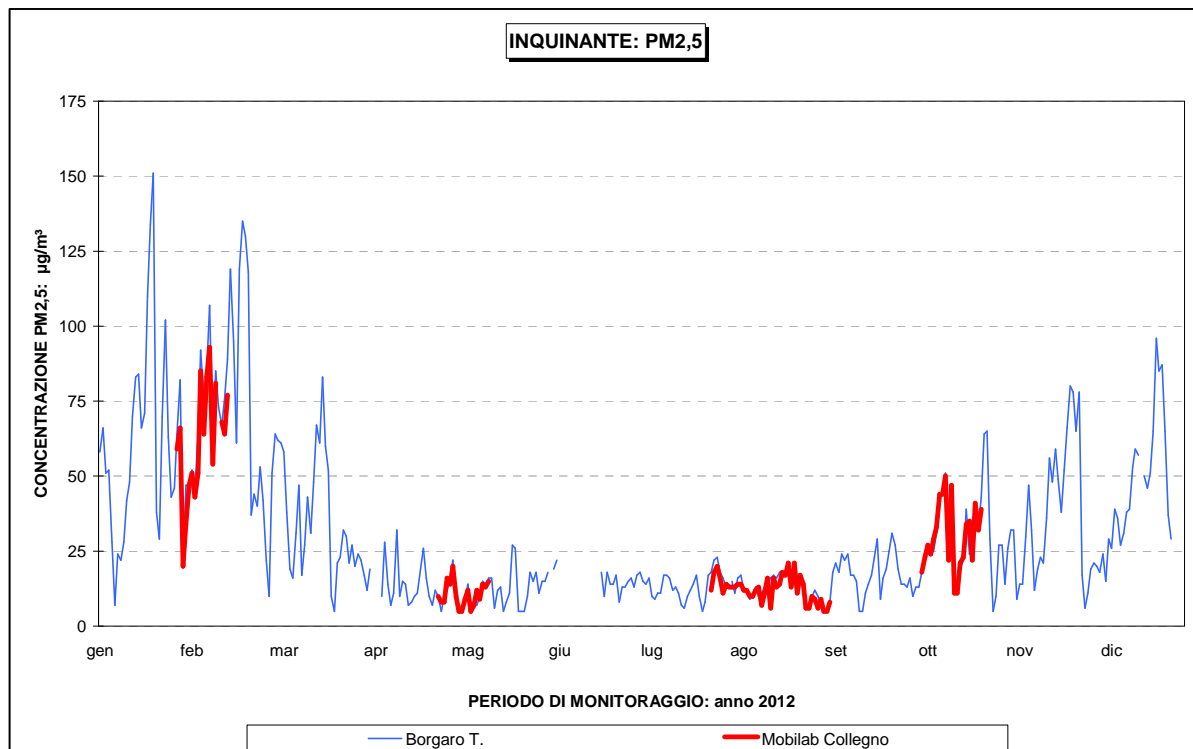


Figura 35 – PM_{2,5}: andamento orario nell'anno 2012



Il valore stimato di media annuale viene ricavato dal rapporto fra la media dei valori orari delle quattro campagne, e un fattore ottenuto come descritto nella nota sotto riportata.

NOTA

Si calcola la media oraria per la stazione di Collegno relativa a tutte e quattro le campagne ante operam (m_c); analogamente si calcola media oraria per la stazione di Borgaro utilizzando sempre i dati orari che si riferiscono alle quattro campagne di monitoraggio (m_p). Dal rapporto tra la media annuale delle stazioni di confronto (M_p) e la media delle campagne (m_p) si ottiene il fattore moltiplicativo che permette il passaggio dal dato di Collegno reale (quattro campagne di misura) a quello stimato riferito all'anno 2012.

$$M_c = (M_p / m_p) \times m_c$$

dove

m_c : media periodo campagne PM_{2,5} di Collegno

M_c : media anno 2012 PM_{2,5} di Collegno

m_p : media periodo campagne PM_{2,5} di Borgaro

M_p : media anno 2012 PM_{2,5} di Borgaro

Applicando la procedura sopra descritta si ottiene la media annuale PM_{2,5} per il sito di Collegno (Tabella 26): il valore che si ottiene nella simulazione è pari a 27 µg/m³ e quindi il sito di Collegno non rispetta, per l'anno 2012, il valore obiettivo annuale di 25 µg/m³.

E' importante sottolineare due aspetti cruciali che coinvolgono il particolato PM_{2,5}: il primo riguarda i vincoli normativi nel senso che il valore obiettivo, che è attualmente in vigore, si tramuterà dal 2015 in avanti in valore limite, e quindi la soglia dei 25 µg/m³ non sarà più solo un traguardo a cui tendere ma un livello fissato che non dovrà essere superato. Il secondo aspetto importante riguarda la natura chimico-fisica del PM_{2,5}: esso è un inquinante costituito in buona parte da composti di origine secondaria, e la sua origine può avvenire anche da emissioni di precursori in zone lontane rispetto al punto di campionamento. Questo significa che per rispettare il valore limite annuale fissato nel 2015 sarà necessario intraprendere delle azioni politiche di riduzione dell'inquinamento su una scala territoriale ben più ampia della singola area comunale.

Tabella 26 – PM_{2,5}: stima della media annuale di Collegno rispetto a Borgaro

| PM _{2,5} in µg/m ³ | Mobilab - Collegno | Borgaro T.se |
|--|----------------------|--------------|
| Media dei valori orari delle campagne di monitoraggio | 24,4 | 28,2 |
| Media annuale - 2012 | --- | 31 |
| Media annuale stimata - 2012 | 27 | --- |
| Valore obiettivo annuale dal 2010 (valore limite dal 1° gennaio 2015) | 25 µg/m ³ | |

CONCLUSIONI

Lo stato della qualità dell'aria emerso per il comune di Collegno a seguito della campagna di monitoraggio condotta con l'utilizzo del Laboratorio Mobile rispecchia quanto osservato in siti simili della provincia di Torino.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per tutti e tre gli inquinanti (biossido di zolfo, biossido di azoto e ozono), per i quali la normativa prevede tale tipo di limite; sono inoltre stati rispettati i valori limite per la protezione della salute umana per il biossido di zolfo, il monossido di carbonio, il biossido di azoto e l'ozono, ovvero tutti gli inquinanti per i quali sono previsti dalla normativa specifici valori di riferimento, ad eccezione del particolato atmosferico PM₁₀. Infatti per quest'ultimo sono stati registrati 6 superamenti del livello giornaliero per la protezione della salute umana (media giornaliera 50 µg/m³). I dati disponibili evidenziano che la frazione che compone il PM₁₀ è costituita per una percentuale significativa da particolato di tipo secondario.

Nel loro insieme i dati presentati mostrano una situazione con criticità non trascurabili in particolare per quanto riguarda il particolato; in effetti sebbene la campagna sia stata condotta in autunno, e non nel periodo invernale, sono stati rilevati già alcuni superamenti del limite per la protezione della salute. Questo conferma la notevole influenza dei meccanismi di diluizione e rimozione ad opera dei fenomeni meteorologici nel determinare i livelli degli inquinanti atmosferici, e specularmente come condizioni di relativa stabilità atmosferica possono comportare condizioni sfavorevoli anche in periodi non particolarmente critici come ad esempio l'autunno. Nel corso della campagna, gli unici fenomeni rilevanti che hanno contribuito ad abbassare i livelli di particolato si hanno a metà campagna con la presenza di pioggia e soprattutto vento.

Rispetto all'incidenza della Tangenziale di Torino sul sito in esame, le particolari condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato la campagna non permettono di stabilire se la tangenziale rappresenta o meno una fonte particolarmente significativa di inquinanti nel periodo monitorato; solo la campagna invernale 2012 presenta una significativa evidenza in questo senso. Per una valutazione di dettaglio si rimanda alla simulazione modellistica prevista dal progetto che permetterà di stimare il peso relativo delle diverse fonti di emissione presenti nell'area.

La valutazione complessiva della qualità dell'aria, riferita all'anno 2012, indica che il sito di Collegno non presenta particolari criticità per quanto concerne il biossido di azoto: le stime sul valore medio annuale indicano sia il non superamento del limite per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³, sia il rispetto del limite orario per la protezione della salute umana pari a 200 µg/m³ (da non superare più di 18 volte l'anno).

Per quanto riguarda il particolato atmosferico PM₁₀ la stima del valore annuale indica per il 2012 il rispetto del valore limite pari a 40 µg/m³: va osservato che tale situazione dipende fortemente dalle condizioni meteorologiche che caratterizzano l'anno osservato, in particolare dalle condizioni invernali (per confronto il valore medio annuale stimato riferito al 2011 indica una forte probabilità di superamento dei 40 µg/m³). Viceversa è verosimile ipotizzare che durante il 2012 sia stato superato il limite giornaliero, ossia vi siano state ben più di 35 giornate nelle quali la concentrazione di PM₁₀ superava i 50 µg/m³.

Per quanto concerne il PM_{2,5} la stima della media annuale mostra come il sito abbia superato nell'anno 2012 il valore obiettivo pari a 25 µg/m³, e quindi il limite annuale che sarà in vigore dal 2015 in avanti, potrà essere rispettato solo se verranno adottate politiche di riduzione dell'inquinamento su vasta scala territoriale.

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

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

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO₂ nell'aria ambiente.

 - ✓ Campo di misura: 0 ÷ 2000 ppb;
 - ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 1 ppb.

- **Ossidi di azoto** **MONITOR EUROPE ML 9841B**

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

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

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

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

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

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

Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.

 - ✓ Campo di misura: 0 ÷ 200 ppm;
 - ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 ppm.

- **Particolato sospeso PM10** **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 EPA.
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.

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

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

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

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

