

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO
Struttura Semplice "Attività di Produzione"

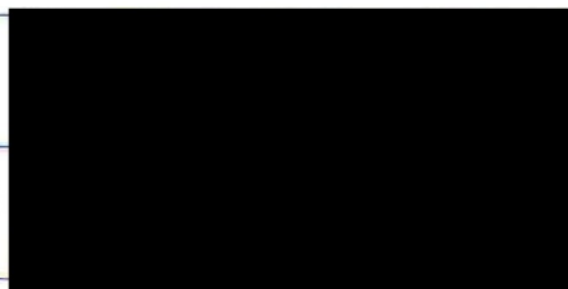
OGGETTO:

**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 (06 settembre – 09 ottobre 2011)



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





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>	<i>6</i>
<i>Il Laboratorio Mobile</i>	<i>8</i>
<i>Il quadro normativo</i>	<i>8</i>
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	13
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	<i>14</i>
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	<i>17</i>
<i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici</i>	<i>25</i>
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>	<i>45</i>
<i>Valutazione della qualità dell'aria -anno 2011.....</i>	<i>48</i>
Biossido d'azoto.	48
Particolato sospeso (PM ₁₀)	52
Particolato sospeso (PM _{2,5})	56
CONCLUSIONI	59
APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	61

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/m³) al microgrammo per metro cubo (µg/m³).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

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

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

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 un campionatore di particolato atmosferico PM₁₀, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

IL QUADRO NORMATIVO

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria impone dei limiti per quegli inquinanti che risultano essere quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 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 alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2010".

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 ante operam sono state calendarizzate in modo da acquisire informazioni ambientali in differenti condizioni meteorologiche; nello specifico è stata prevista una prima campagna nel periodo invernale 2010-2011, e altre tre campagne distribuite nell'anno 2011 (per le prime tre campagne sono già state redatte ed inviate le relative relazioni tecniche, mentre la presente relazione si riferisce alla quarta ed ultima campagna ante 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 Bonavero"

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 a cavallo tra estate ed autunno, con il posizionamento del laboratorio mobile in data 05 settembre fino al successivo 10 ottobre (36 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 06 settembre al 09 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 tra il 2010 e il 2011, sia intermini temporali che stagionali è possibile effettuare considerazioni di carattere più generale per taluni inquinanti: tali considerazioni sono riportate nel penultimo capitolo a pagina 48.

La stazione fissa di monitoraggio della qualità dell'aria posizionata in Piazza Garibaldi a Venaria, è stata dismessa a fine 2008, mentre la stazione di Grugliasco via Roma è stata spostata sempre nel medesimo comune in viale Radich, così 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 della 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)

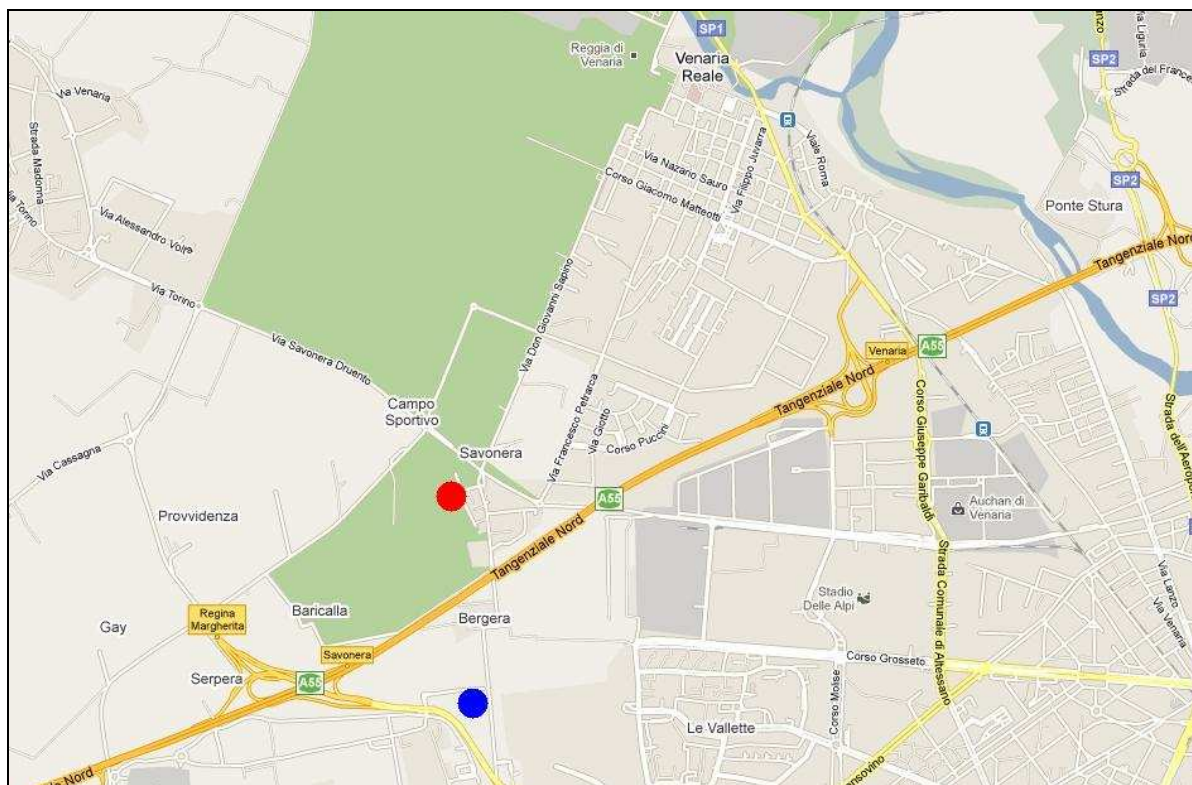


Figura 2 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Collegno – dettaglio del sito (punto evidenziato in rosso)

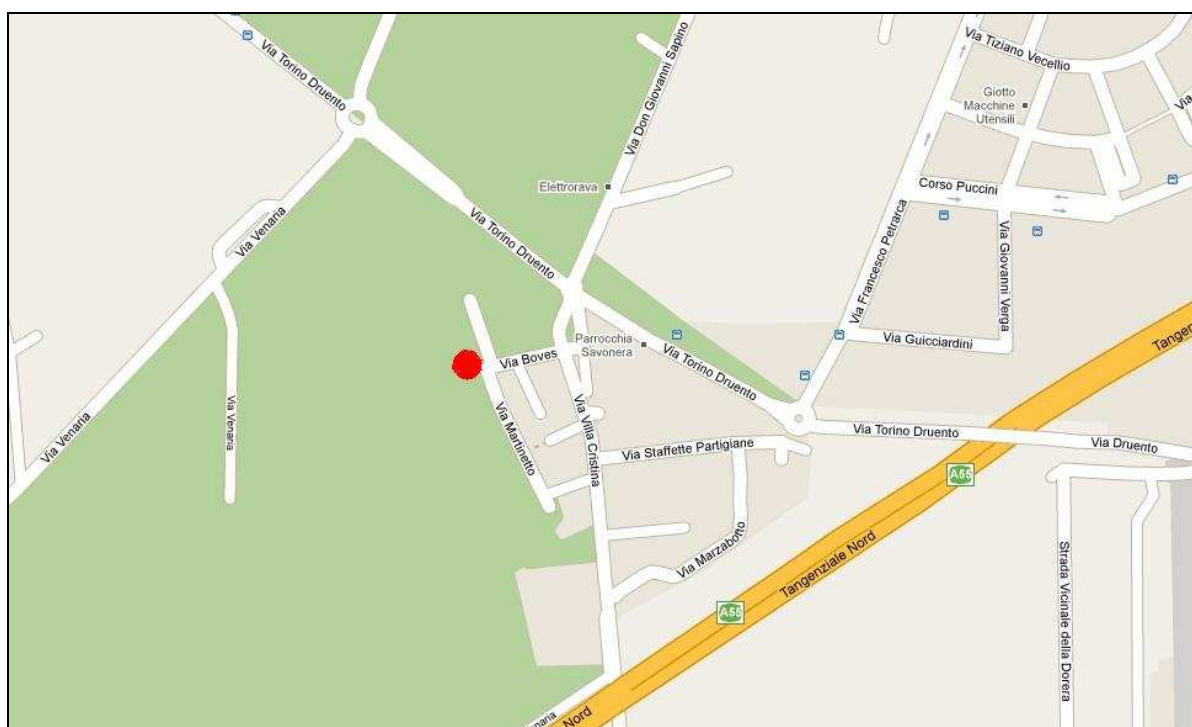


Figura 3 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Collegno – dettaglio del sito visto da satellite (punto evidenziato in rosso)



ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

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

I parametri 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 i parametri "precipitazioni" e "radiazione solare totale" vengono utilizzati i valori rilevati dalla stazione afferente alle rete meteo idrografica regionale Torino Reiss Romoli, 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 relativamente stabili.

Le giornate sono state caratterizzate da beltempo e temperature dell'aria elevate che hanno di fatto allungato la stagione estiva fino ai primi di ottobre. Gli unici momenti di instabilità atmosferica si sono verificati nella prima parte del monitoraggio con un paio di giorni nei quali ha piovuto (17 e 18 settembre), e gli ultimi due giorni della campagna caratterizzati da vento molto forte proveniente dal settore ovest – nordovest (07 e 08 ottobre).

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 quelle tipiche per il periodo tardo estivo, con valori massimi orari generalmente ricompresi tra 500 e 700 W/m². Solo il 18 settembre, giorno con un ridotto evento pluviometrico ma caratterizzato da nuvolosità, il valore massimo orario scende a 430 W/m² (per confronto nel periodo invernale nelle giornate di pieno sole si raggiungono valori di radiazione massimi di 400 W/m²). Il generale la campagna è stata contrassegnata da giornate di pieno sole.

La temperatura media di tutto il periodo (Figura 5) è stata di 19.1°C, ovvero in linea con il mese di marzo medio degli ultimi dieci anni. Interessante risulta l'escursione termica giornaliera che ha raggiunto valori anche superiori ai 15°C; nella prima parte della campagna i valori massimi giornalieri hanno superato spesso i 28°C (il 09 settembre si registrano 31,5°C alle ore 15), mentre nella seconda parte, dopo l'evento pluviometrico, i valori massimi si assestano tra i 26 ed i 27°C.

Il giorno successivo alla giornata di pioggia intensa (18 settembre) si registrano valori più bassi con un massimo giornaliero pari a 21°C ed una ridotta escursione termica tra la notte del 17 ed il 18 settembre. Analogamente nei giorni di fine campagna, interessati dalla presenza di vento forte si osserva un abbassamento dei massimi giornalieri che non superano i 20°C; in questo caso l'escursione termica giornaliera rimane accentuata con valori minimi notturni inferiori ai 5°C.

Per quanto riguarda l'umidità relativa (Figura 6) i valori massimi si sono raggiunti durante i giorni di pioggia, mentre in tutto il periodo monitorato si registrano valori minimi dell'umidità, nelle ore centrali della giornata, anche inferiori al 30%. Il valore più basso si registra il 07 ottobre quando, con l'arrivo di forti venti dal settore ovest-nordovest, si osserva una riduzione drastica dell'umidità relativa fino al 16% nelle ore centrali della giornata (valore minimo registrato in tutta la campagna di misura), e ad un abbassamento significativo della temperatura media come sopra evidenziato.

Durante la campagna il campo pressorio si è attestato generalmente tra i 980 ed i 1000 mbar (Figura 7); si osservano solo due momenti di bassa pressione in concomitanza con l'evento pluviometrico e con la presenza di vento.

I dati pluviometrici (Figura 8) della stazioni meteo di Torino Via Reiss Romoli (posta ad una distanza di circa 4 km dal sito di monitoraggio nel Comune di Collegno) indicano due giornate di pioggia, di cui una caratterizzata da pioggia intensa (42 mm il 17 settembre).

In generale la campagna è stata caratterizzata da una dinamicità atmosferica relativamente bassa e da condizioni meteorologiche sostanzialmente stabili nonostante la presenza, durante tutta la campagna, di brezza leggera. 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 25%, distribuite soprattutto nelle ore notturne. In particolare la V.V. è risultata generalmente inferiore a 2 m/s, tranne nei giorni alla fine della campagna (07 e 08 ottobre) dove si raggiungono valori di 11 m/s in presenza di venti che hanno modificato significativamente il quadro meteorologico in termini di temperatura e umidità relativa come sopra evidenziato (Figura 9).

Le elaborazioni relative alla direzione dei venti (Figura 10) indicano che buona parte degli episodi è compresa tra il settore WNW-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 WNW-N, e nella direzione ENE, mentre nelle ore notturne il vento proviene soprattutto dal settore NW-N. (Figura 11 e Figura 12).

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

Minima media giornaliera	83.1
Massima media giornaliera	247.2
Media delle medie giornaliere	178.1
Giorni validi	34
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	178.3
Massima media oraria	781.7
Ore valide	816
Percentuale ore valide	100%

Tabella 6– Temperatura (°C)

Minima media giornaliera	10.5
Massima media giornaliera	23.4
Media delle medie giornaliere	19.1
Giorni validi	34
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	19.1
Massima media oraria	31.5
Ore valide	816
Percentuale ore valide	100%

Tabella 7– Umidità relativa (%)

Minima media giornaliera	45.2
Massima media giornaliera	81.2
Media delle medie giornaliere	68.7
Giorni validi	34
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	68.7
Massima media oraria	98.0
Ore valide	816
Percentuale ore valide	100%

Tabella 8 – Pressione atmosferica (mbar)

Minima media giornaliera	974.3
Massima media giornaliera	995.1
Media delle medie giornaliere	986.1
Giorni validi	34
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	986.1
Massima media oraria	996.0
Ore valide	816
Percentuale ore valide	100%

Tabella 9 – Velocità vento (m/s)

Minima media giornaliera	0.50
Massima media giornaliera	3.47
Media delle medie giornaliere	0.84
Giorni validi	34
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.84
Massima media oraria	11.10
Ore valide	808
Percentuale ore valide	99%

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

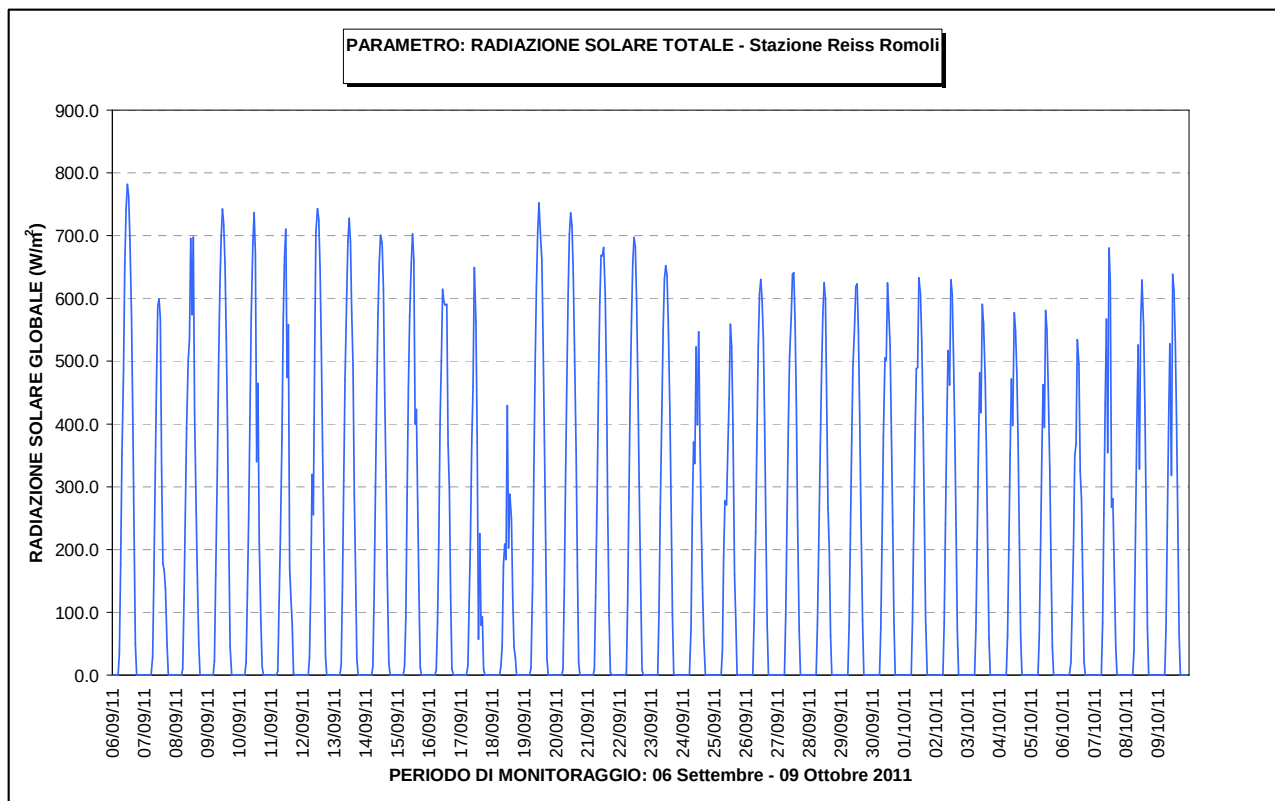


Figura 5 – Andamento della temperatura nel corso della campagna di monitoraggio

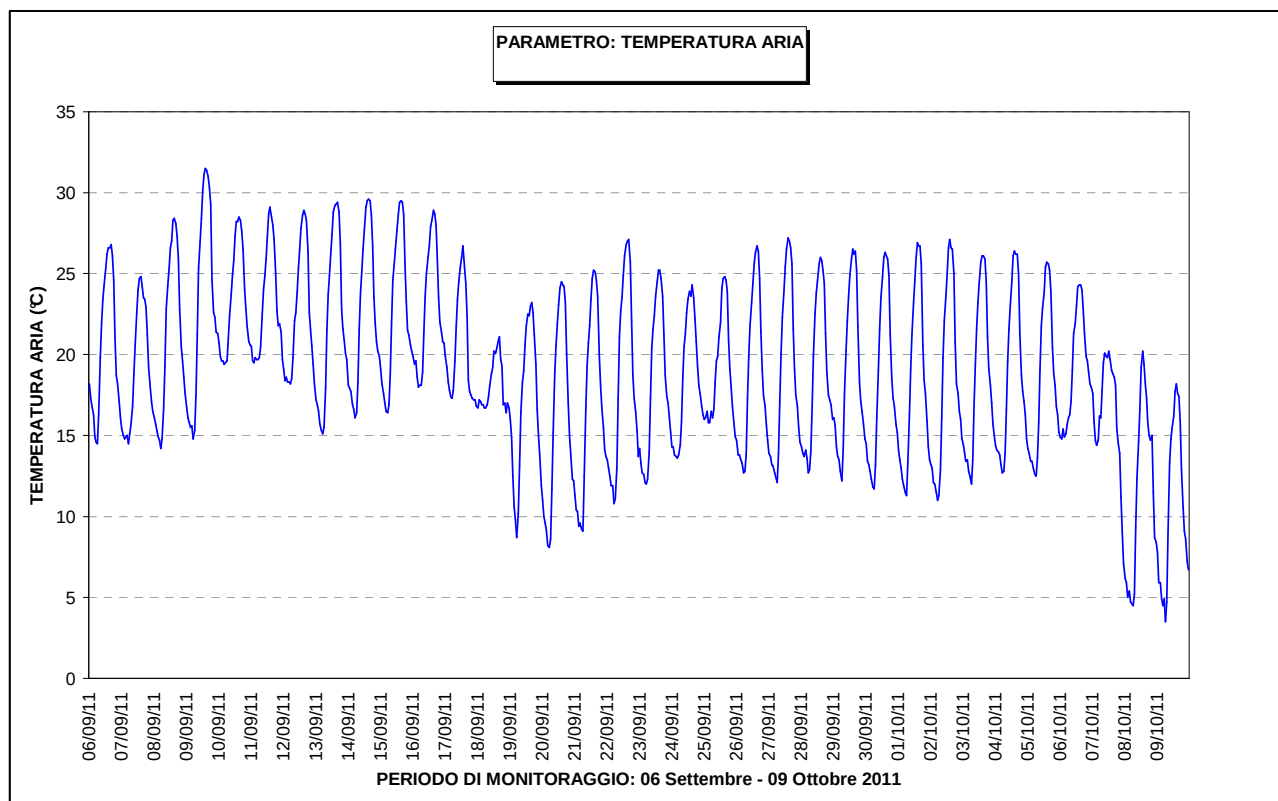


Figura 6 – Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio

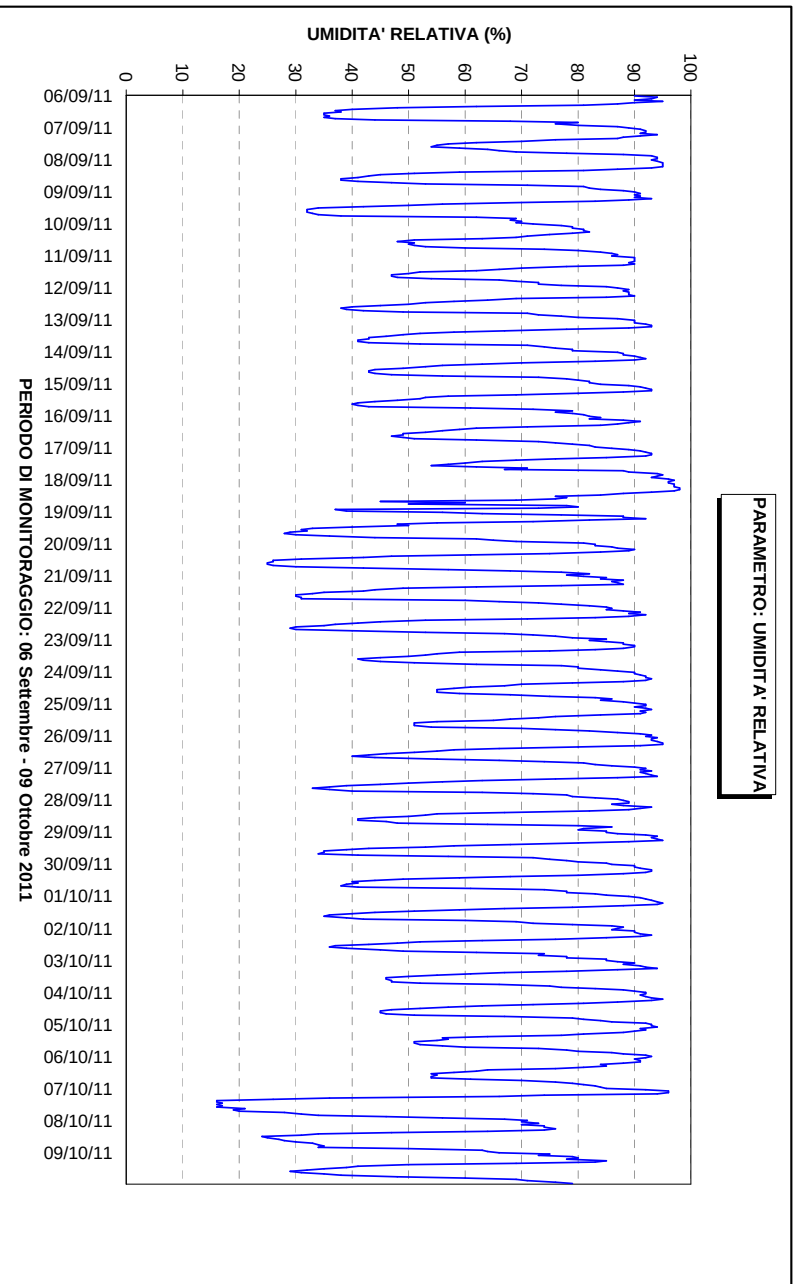


Figura 7 – Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

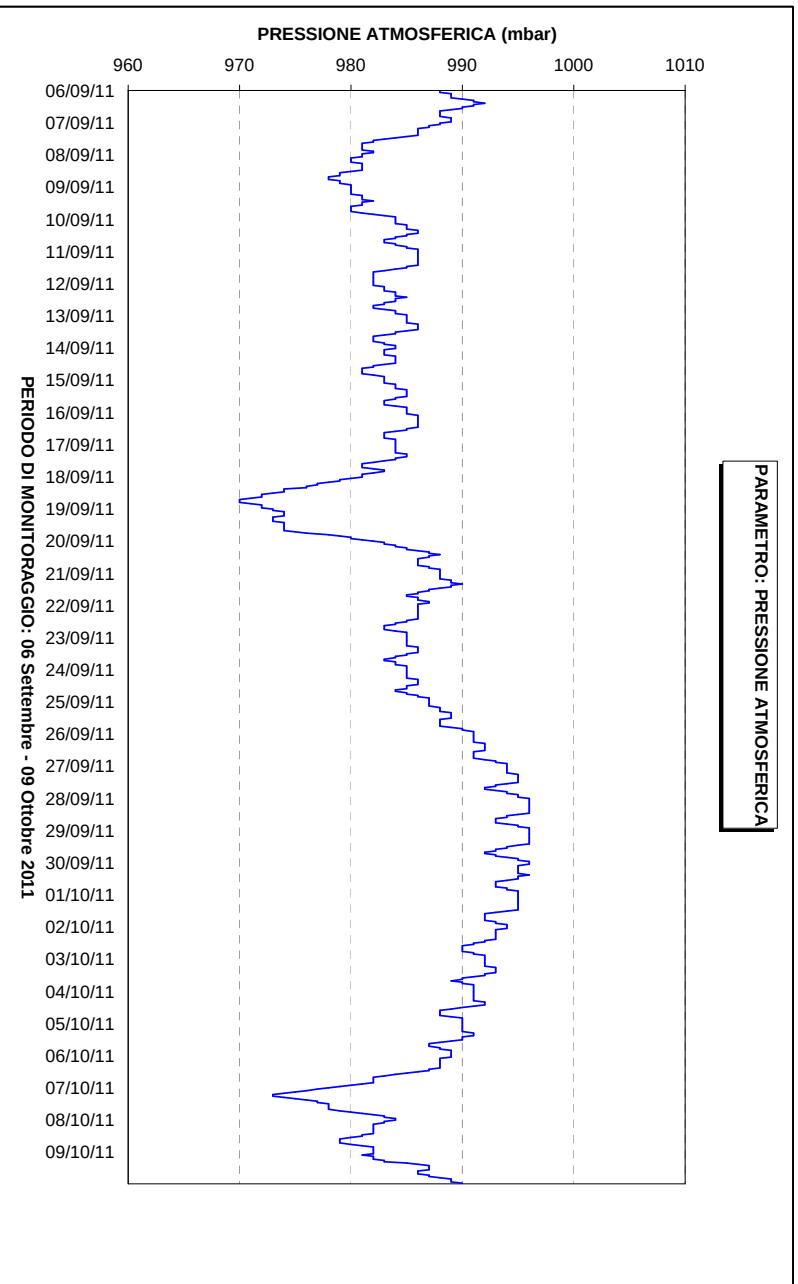


Figura 8 – Precipitazioni cumulate nel corso della campagna di monitoraggio – staz. Reiss Romoli

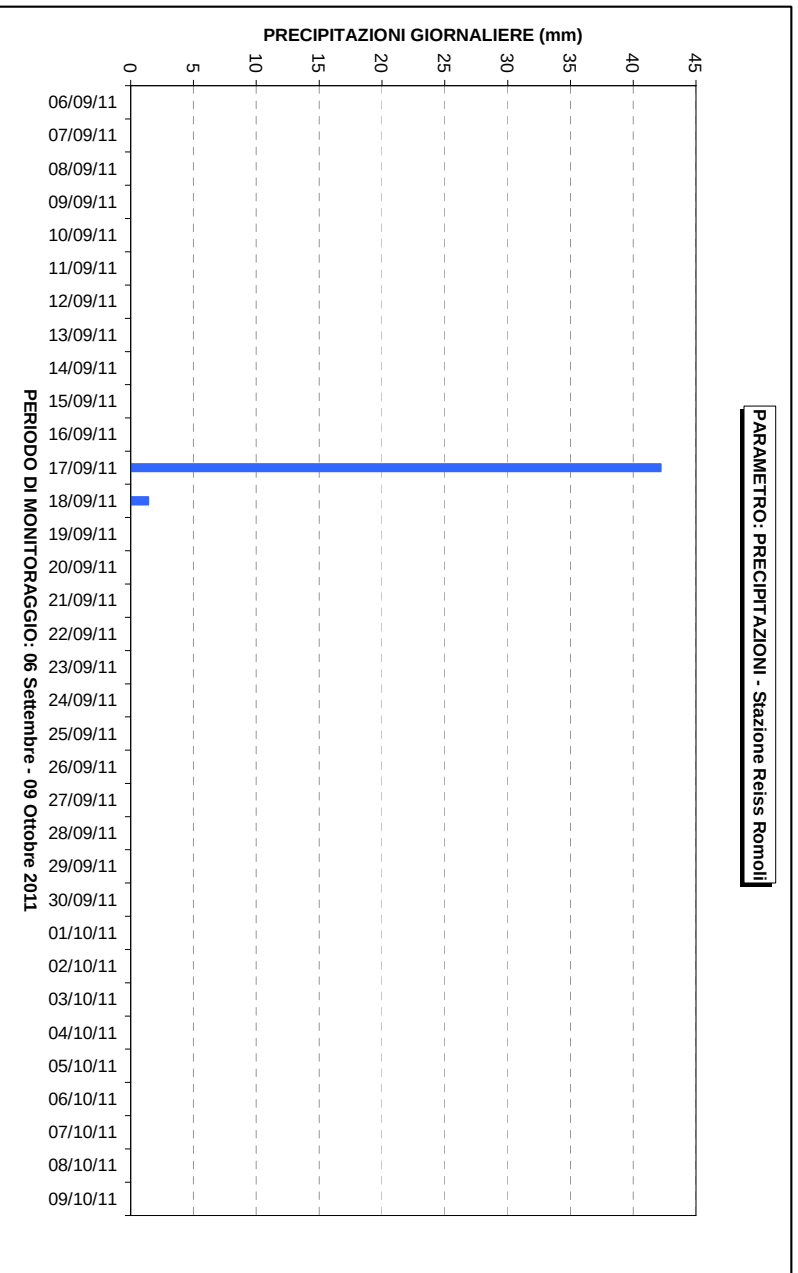


Figura 9 – Andamento della velocità dei venti nel corso della campagna di monitoraggio

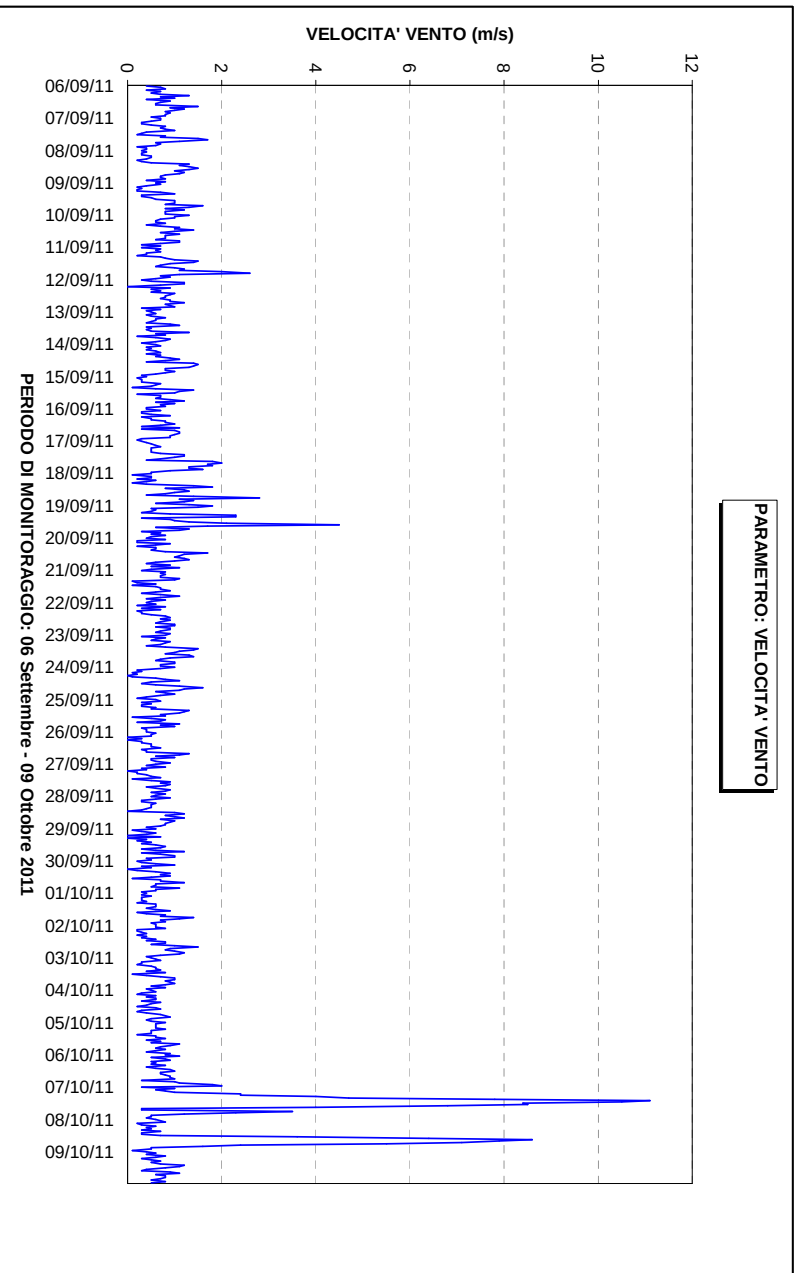


Figura 10 – Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio

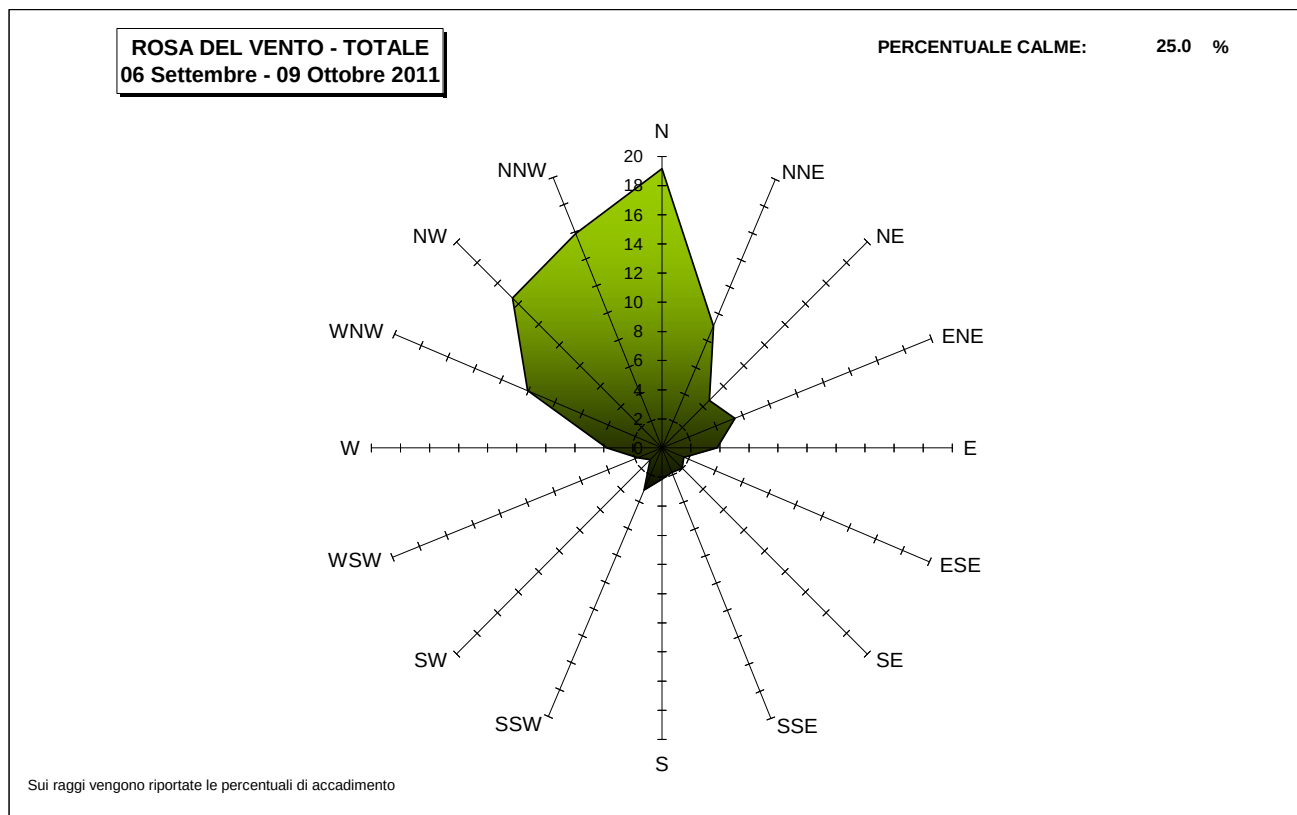


Figura 11 – Rosa dei venti diurna nel corso della campagna di monitoraggio

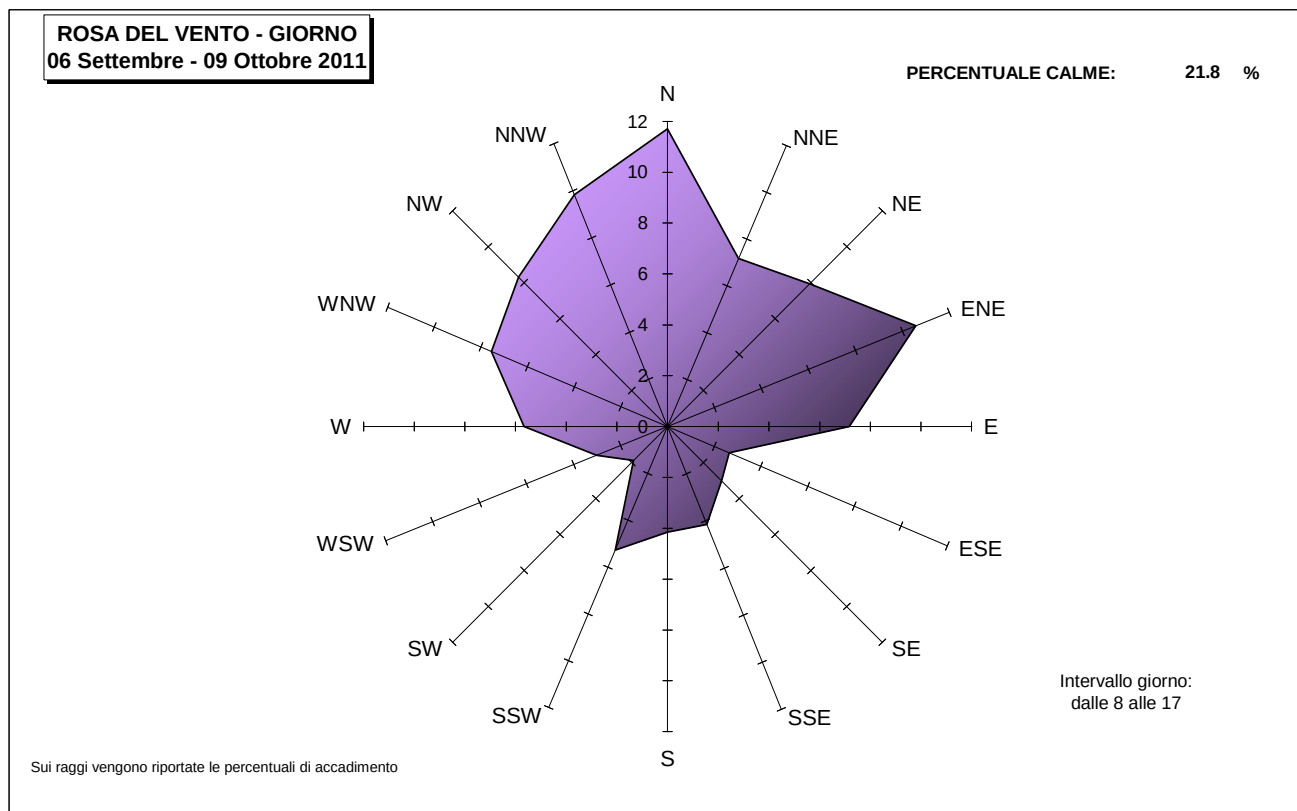
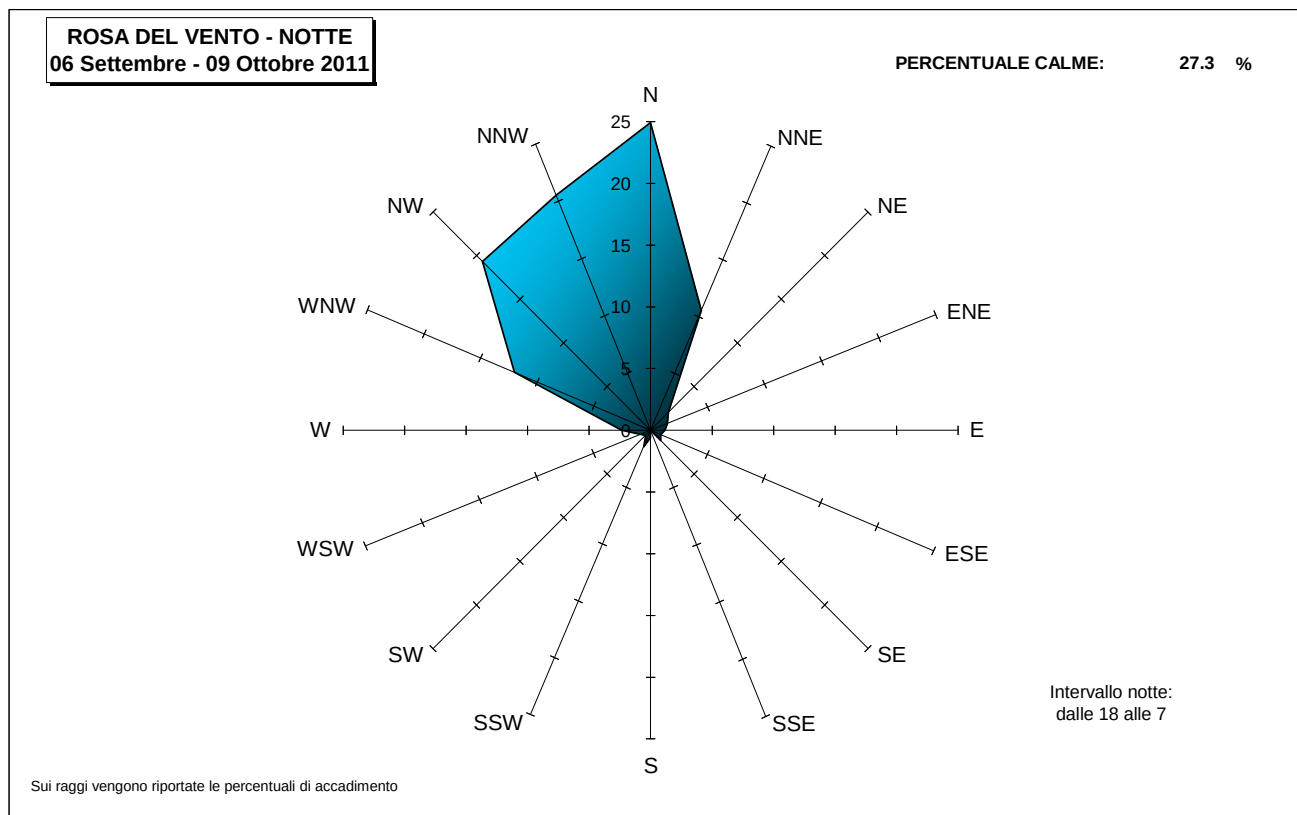


Figura 12 – Rosa dei venti notturna nel corso della campagna di monitoraggio



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_6H_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}
$C_6H_5CH_3$	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 e Figura 14).

Il massimo valore giornaliero (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), è pari a 7,0 µg/m³, di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. La massima media oraria è pari a 14,2 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 14 si evidenzia come i valori medi misurati a Collegno siano confrontabili con quelli rilevati dalla stazione fissa collocata nel comune di Grugliasco in viale Radich (definita come stazione urbana-commerciale di fondo); la differenza tra i due siti è legata ai valori orari minimi e massimi giornalieri di Collegno che si presentano rispettivamente minori e maggiori rispetto a Grugliasco.

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	2.6
Massima media giornaliera	7.0
Media delle medie giornaliere	5.6
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	59%
Media dei valori orari	5.6
Massima media oraria	14.2
Ore valide	622
Percentuale ore valide	76%
<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: confronto con il limite di legge (media giornaliera)

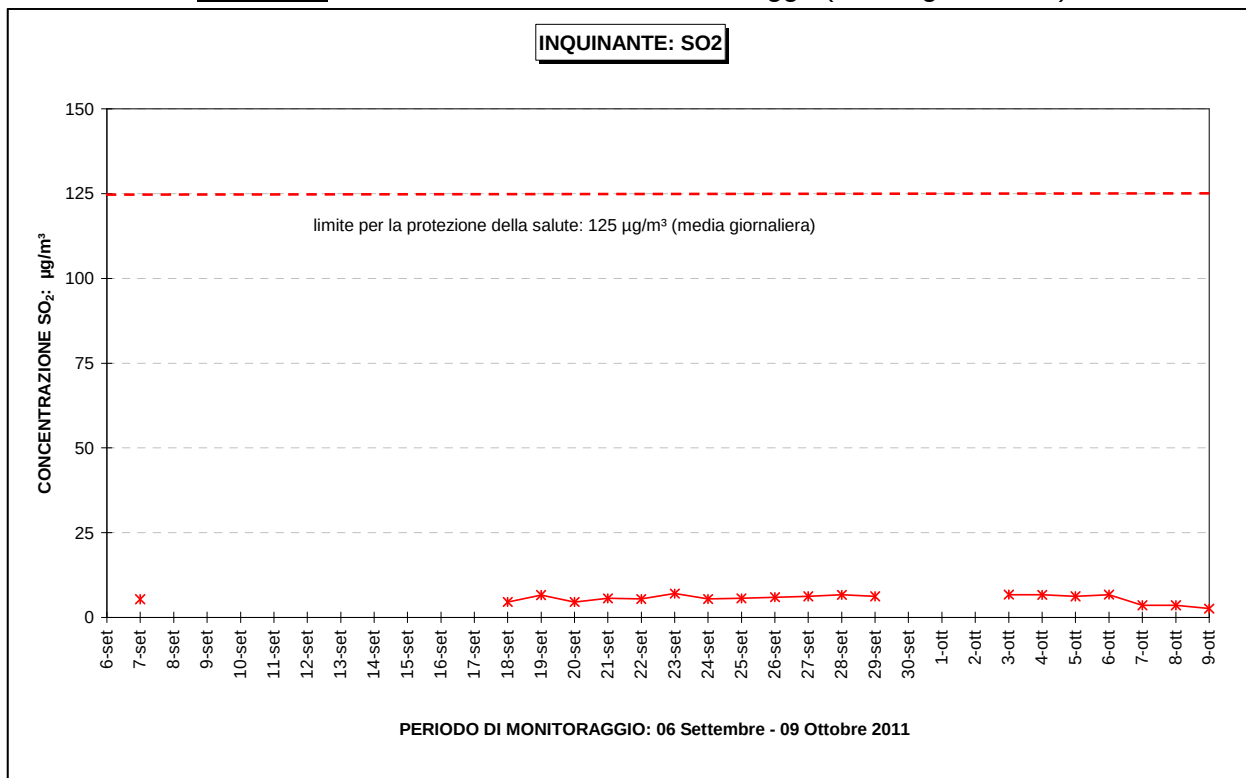
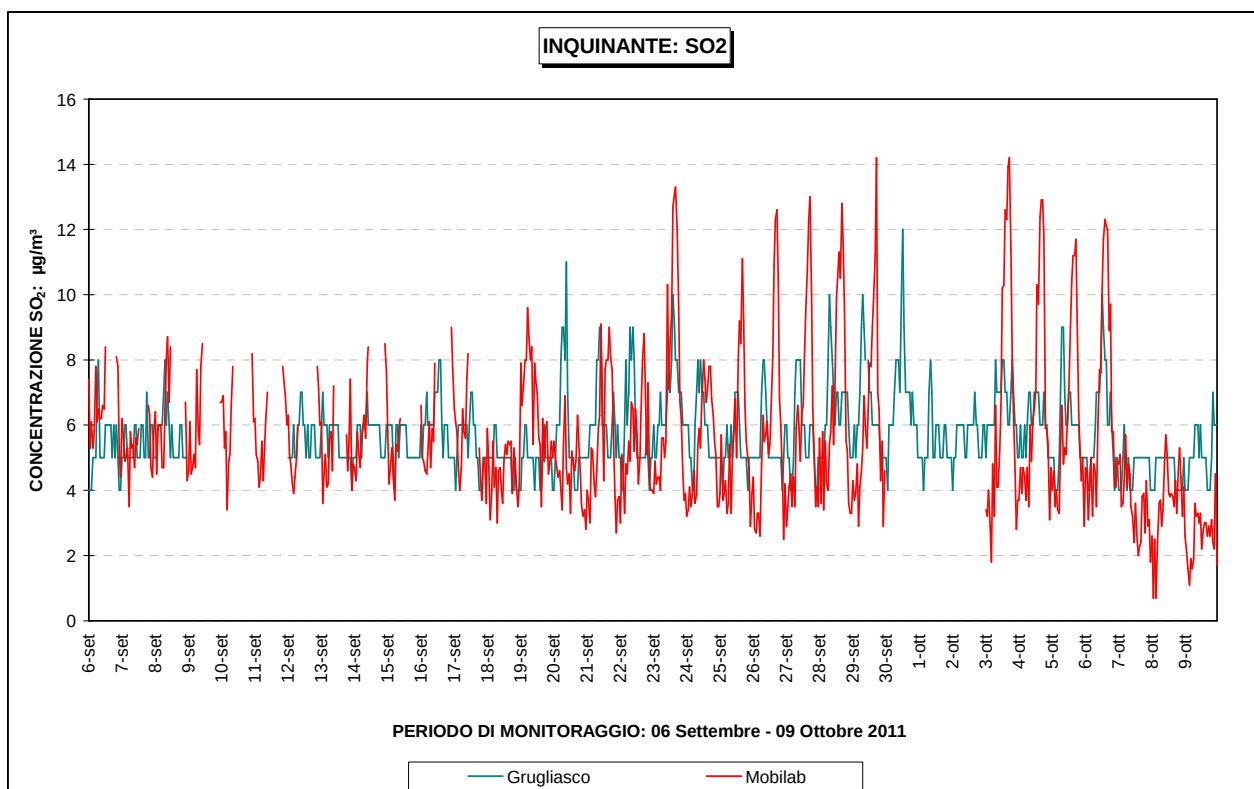


Figura 14 – SO₂: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni fisse



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	0.4
Massima media giornaliera	0.7
Media delle medie giornaliere	0.5
Giorni validi	34
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	1.5
Ore valide	816
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	0.3
Media delle medie 8 ore	0.5
Massimo medie 8 ore	1.0
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 1 mg/m^3 (Figura 15), e tale limite non è raggiunto neppure su base oraria (il massimo valore orario è pari a $1,5 \text{ mg/m}^3$). In generale il monossido di carbonio presenta i valori massimi annuali nella stagione invernale: per confronto, durante la prima campagna di monitoraggio ante operam, condotta dal 1 dicembre 2010 al 10 gennaio 2011, il valore massimo orario e la massima media su otto ore sono stati rispettivamente pari a $2,0 \text{ mg/m}^3$ e $1,9 \text{ mg/m}^3$, 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 osservato nessuna stazione ha raggiunto su base oraria il valore di 10 mg/m^3 , inoltre i valori rilevati a Collegno sono generalmente inferiori alla stazione di To-Rebaudengo, ma prossimi a quelli di TO-Rubino. I picchi di concentrazione oraria superiori a 1 mg/m^3 riscontrati nella prima parte del monitoraggio potrebbero essere legati a singoli episodi di inquinamento locali, amplificati dalla singolare stabilità meteorologica che ha caratterizzato la campagna: si tratta in ogni caso di concentrazioni di modesta entità che arrivano al massimo a $1,5 \text{ mg/m}^3$.

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

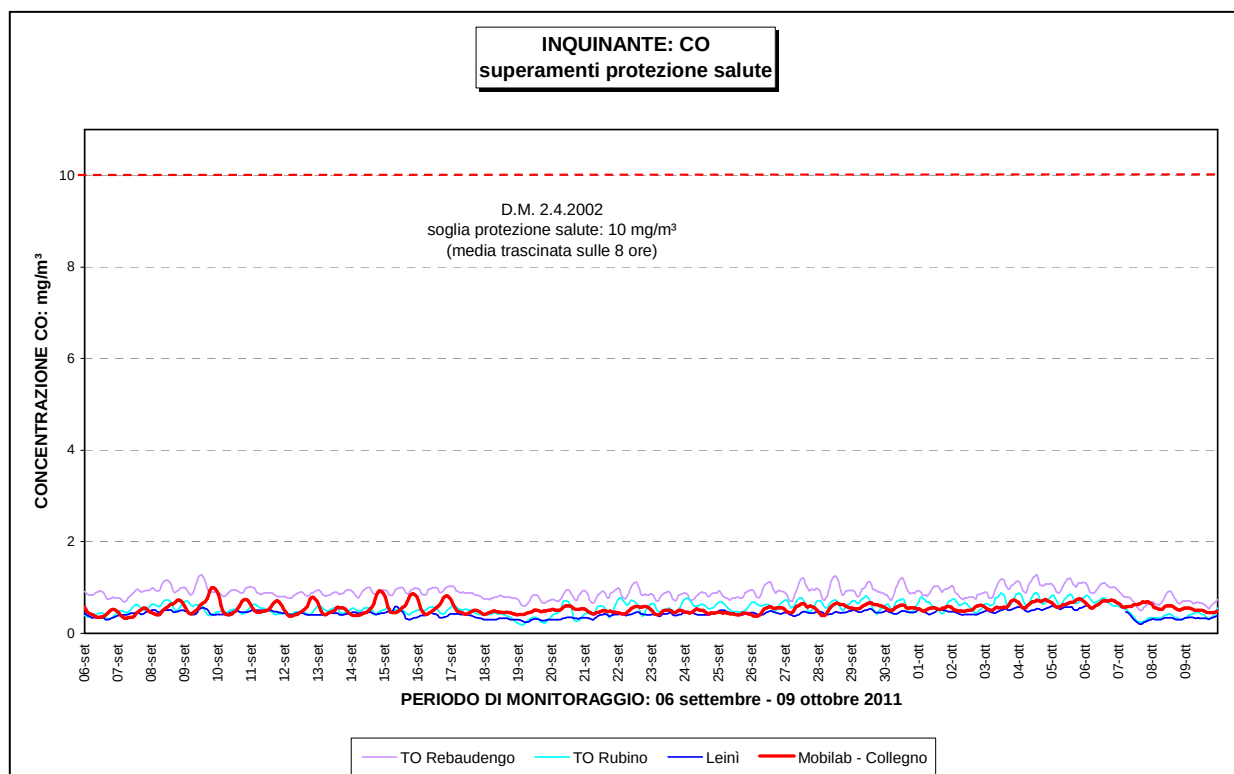
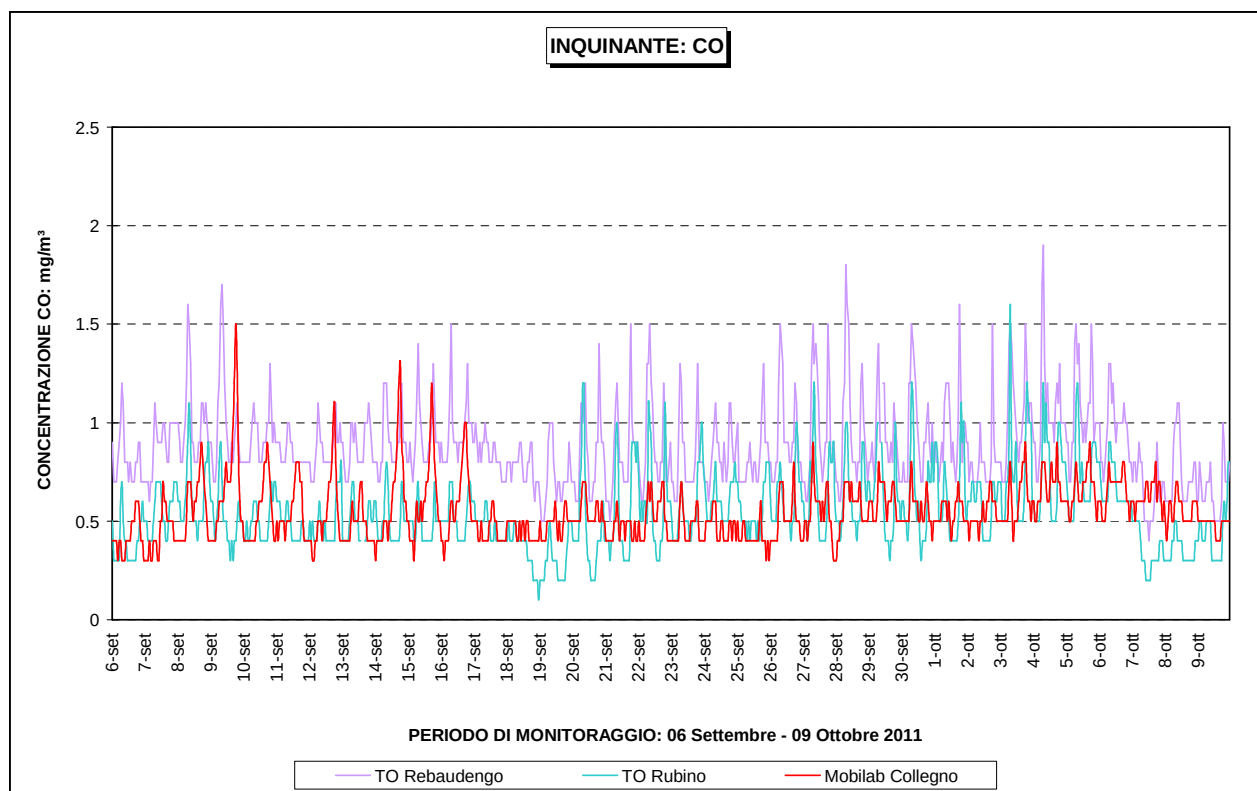


Figura 16 – CO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con le stazioni fisse di Torino-Rebaudengo e Torino-Rubino



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.

L'andamento del NO nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Collegno (Figura 17) è caratterizzato dalla presenza di picchi di concentrazione molto elevati, se confrontati con la stazione di Borgaro Torinese classificata come fondo urbano. Dal grafico dell'andamento del giorno medio, riportato in Figura 18, si evidenzia come le medie orarie più elevate siano concentrate tra le ore 7 e 10. In alcune giornate il sito di Collegno presenta valori massimi orari che superano i corrispondenti valori della stazione di Lingotto. Considerando che il monossido di azoto è un inquinante primario, per il quale è con buona approssimazione ipotizzabile l'assenza di trasformazioni significative nell'intervallo temporale tra il momento dell'emissione e quello in cui viene misurato in aria ambiente, i valori registrati indicano un inquinamento locale associato ad una elevata stabilità atmosferica che ha caratterizzato la campagna di misura, la quale ha favorito il permanere dell'inquinante in atmosfera (cfr. con sezione "Elaborazione dati Meteorologici" pag.17).

Il valore orario massimo rilevato è pari a 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ registrato il 27 settembre alle ore 8:00, mentre il valore medio dell'intero periodo è pari a 13,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tali valori risultano comunque contenuti se confrontati con i valori registrati nella prima campagna invernale, dove il dato massimo orario e la media della campagna erano rispettivamente pari a 332 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 52,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La stazione di confronto di Borgaro Torinese (classificata come fondo suburbano) presenta in questa campagna andamento analogo a quello del sito di monitoraggio a Collegno (Figura 17) solo nei minimi giornalieri.

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

Minima media giornaliera	5.4
Massima media giornaliera	24.0
Media delle medie giornaliere	13.4
Giorni validi	34
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	13.4
Massima media oraria	180.0
Ore valide	816
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

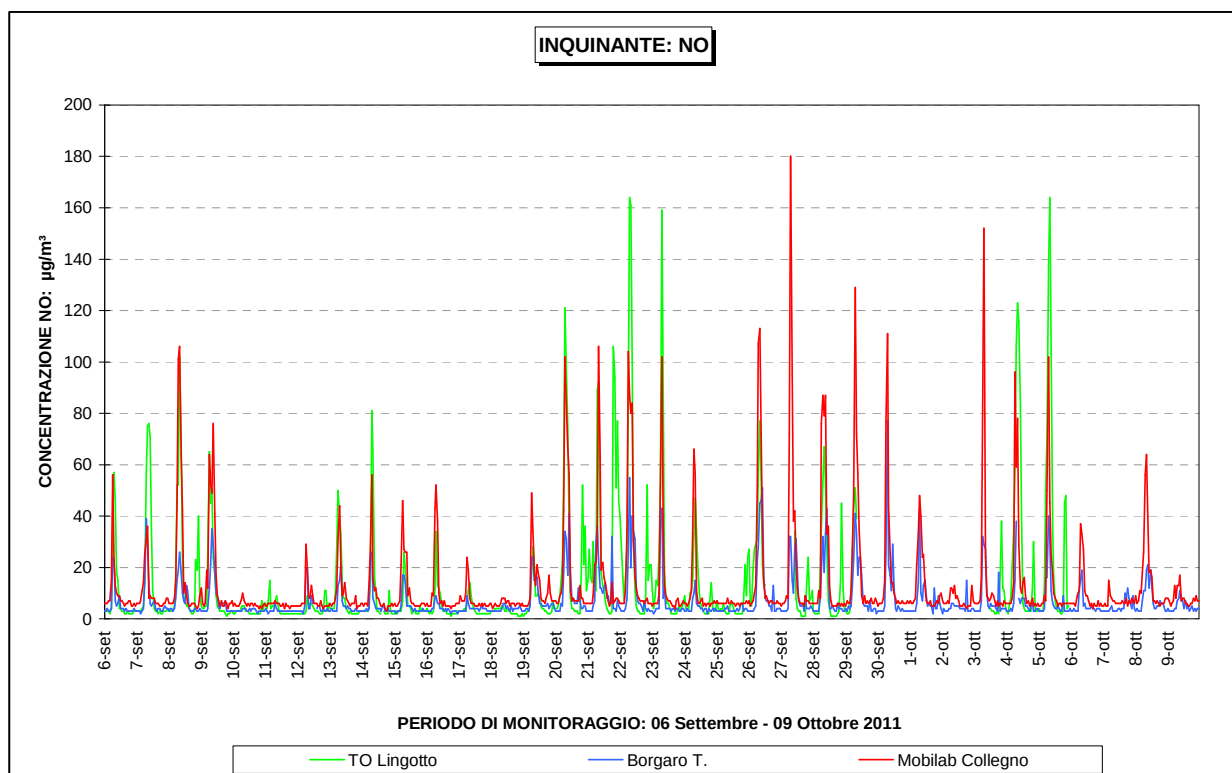
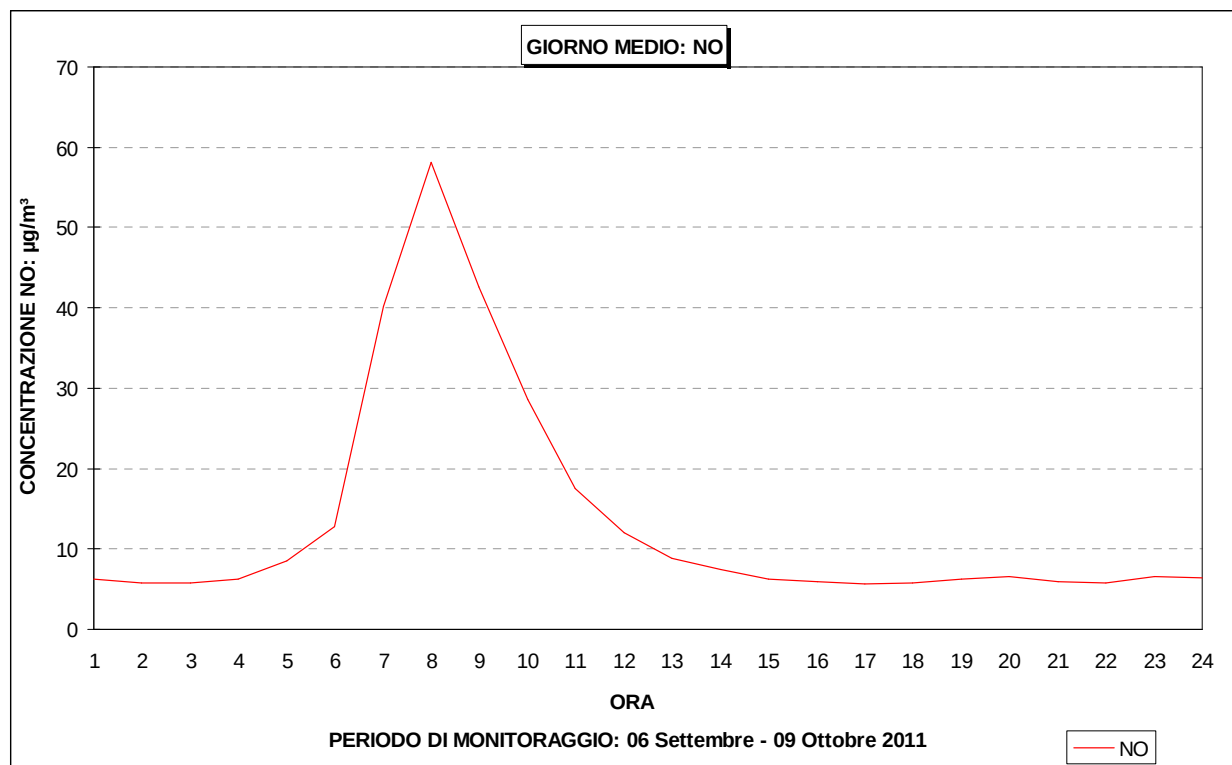


Figura 18 – NO: andamento giorno medio



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 19), con una media dell'intero periodo pari a 28 µg/m³. La media oraria più elevata è stata registrata il 28 settembre con 96 µg/m³. Per confronto nella campagna invernale la media dell'intero monitoraggio era pari a 46 µg/m³ mentre nella campagna estiva (giugno 2011) tale valore risultava pari a 18 µg/m³.

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), cosa peraltro prevedibile in quanto il periodo più critico per tale inquinante è la stagione invernale.

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

Minima media giornaliera	14.3
Massima media giornaliera	42.5
Media delle medie giornaliere	28.4
Giorni validi	34
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	28.4
Massima media oraria	96.2
Ore valide	816
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 al livello misurato nella stazione di Borgaro: quest'ultima presenta in alcuni giorni massimi orari più elevati. Il livello risulta invece nettamente inferiore a quello riscontrato nella stazione di Torino-Lingotto.

Osservando il grafico di Figura 20, 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 diverse ore del mattino e da un picco serale; i valori misurati a Collegno sono generalmente sovrapponibili a quelli osservati nella stazione di Borgaro.

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

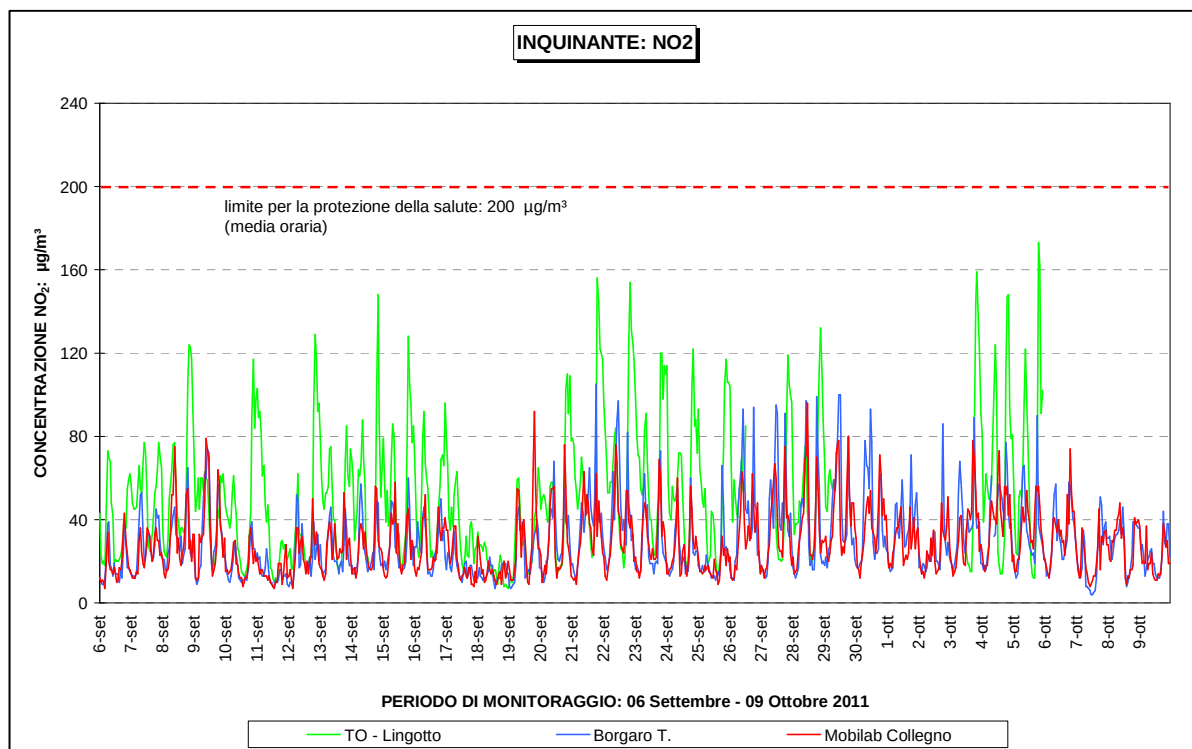
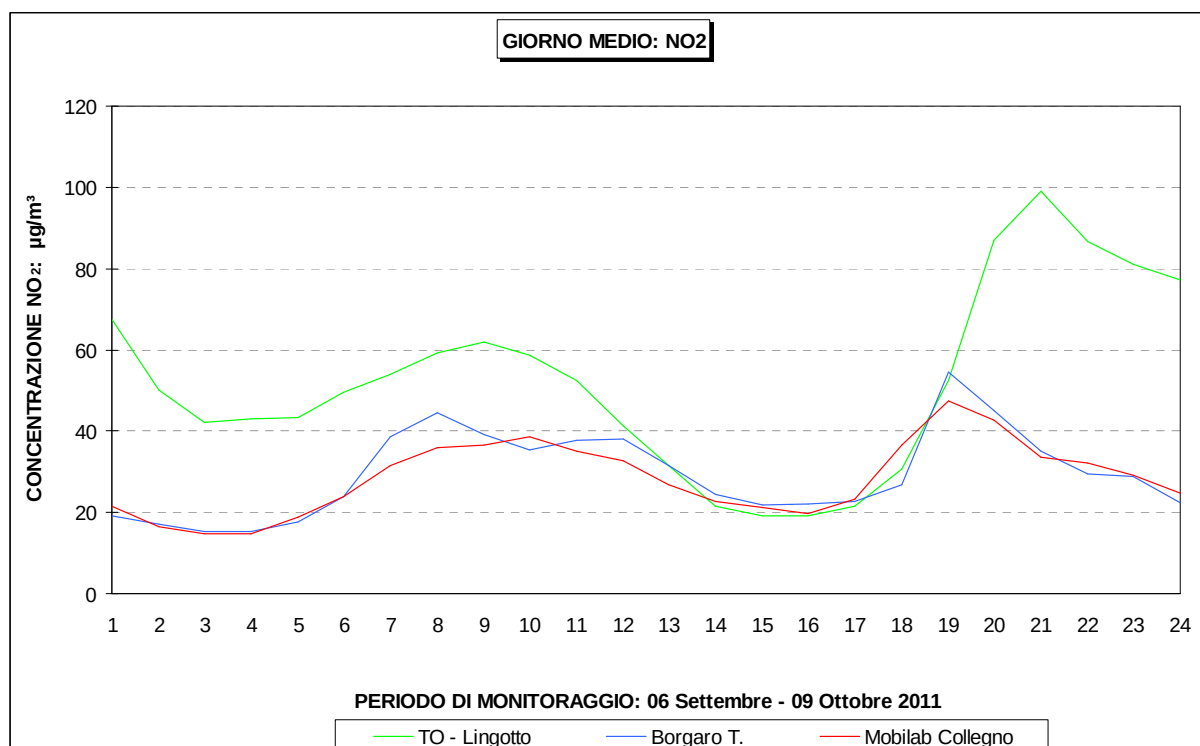


Figura 20 – NO₂: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



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.

Si osserva che durante la campagna di monitoraggio nel Comune di Collegno è stata determinata una concentrazione media pari a $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 14) ed in generale i valori sono ricompresi tra $0,5$ e $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un picco pari a $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrato il 4 ottobre. Per tale inquinante il periodo più critico è sicuramente l'inverno, mentre si registrano valori decisamente più bassi nel periodo estivo: il limite imposto dalla normativa è calcolato su base annuale. Per confronto nella campagna invernale si era registrata una media dell'intero periodo pari a $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 $7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la massima media oraria di $16,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 15), entrambe ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

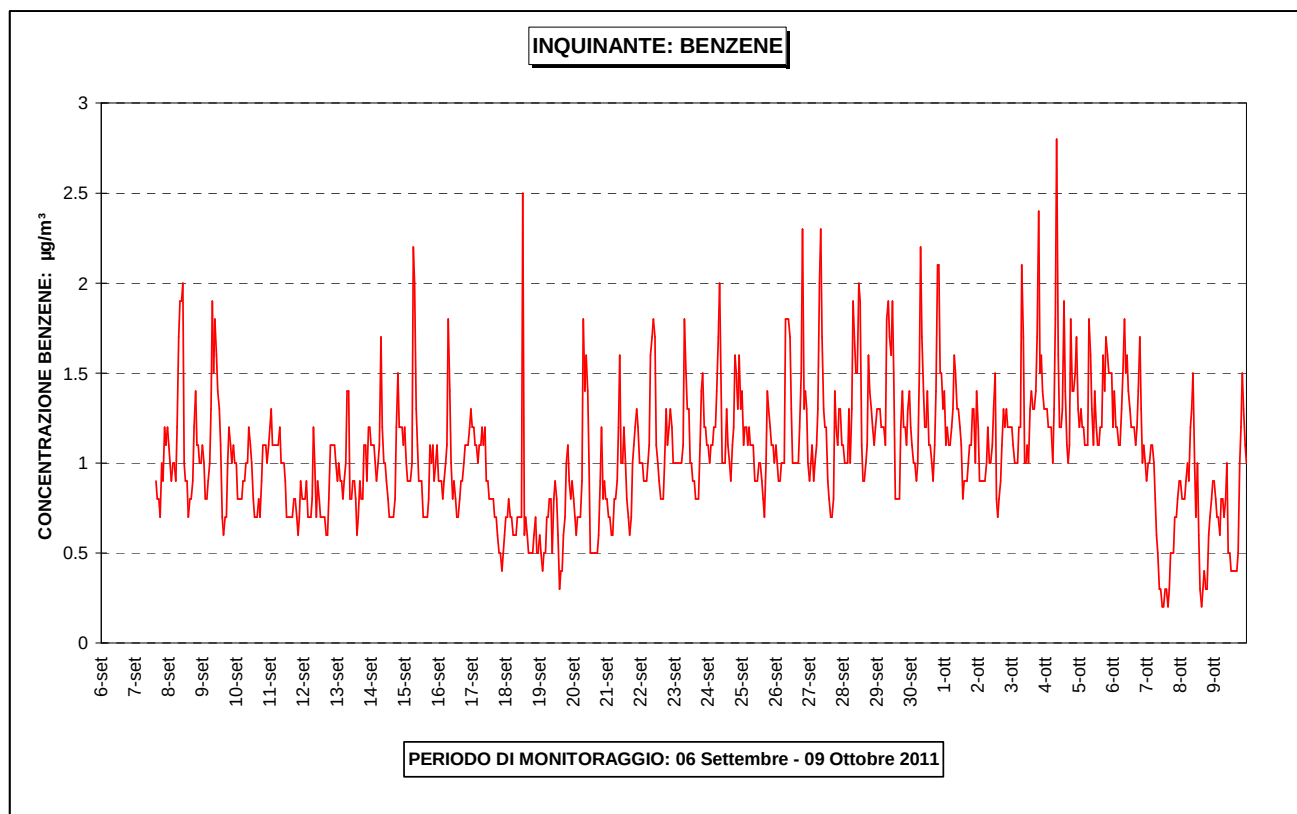
Tabella 14 – Dati relativi al benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	0.6
Massima media giornaliera	1.4
Media delle medie giornaliere	1.0
Giorni validi	32
Percentuale giorni validi	94%
Media dei valori orari	1.1
Massima media oraria	2.8
Ore valide	777
Percentuale ore valide	95%

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

Minima media giornaliera	3.6
Massima media giornaliera	7.4
Media delle medie giornaliere	5.4
Giorni validi	32
Percentuale giorni validi	94%
Media dei valori orari	5.4
Massima media oraria	16.4
Ore valide	772
Percentuale ore valide	95%

Figura 21 – 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 il primo parametro sono disponibili 33 misurazioni su 34 (che corrispondono al 97% di dati validi), mentre per il secondo ne sono disponibili 31 (che corrispondono al 91% 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 due volte. Le medie del periodo dei valori di particolato PM_{2,5} e PM₁₀ sono rispettivamente pari a 31,3 µg/m³ e 21,5 µg/m³.

Osservando la Figura 22, dove vengono riportati gli andamenti dei due inquinanti, si nota una buona correlazione tra PM₁₀ e PM_{2,5}; inoltre in Figura 23 si nota come gli andamenti del PM_{2,5} di Collegno e della stazione di Borgaro siano anch'essi confrontabili. Tale situazione indica che una parte significativa 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 24 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 prossimi a quelli della stazione fissa di Borgaro, classificata come suburbana di fondo, mentre sono generalmente superiori a quelli di Druento, stazione rurale di fondo.

Il periodo monitorato è stato caratterizzato da un evento pluviometrico intenso il 17 settembre e da forte vento il 07 e 08 ottobre, condizioni queste che hanno contribuito fortemente alla riduzione del particolato atmosferico nei giorni immediatamente successivi agli eventi; se si escludono questi due episodi, la campagna è stata caratterizzata da stabilità atmosferica che ha limitato la dispersione degli inquinanti nell'atmosfera.

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

Minima media giornaliera	12.0
Massima media giornaliera	57.0
Media delle medie giornaliere	31.3
Giorni validi	33
Percentuale giorni validi	97%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	2

Figura 22 – Particolato sospeso PM₁₀ e PM_{2,5} : confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

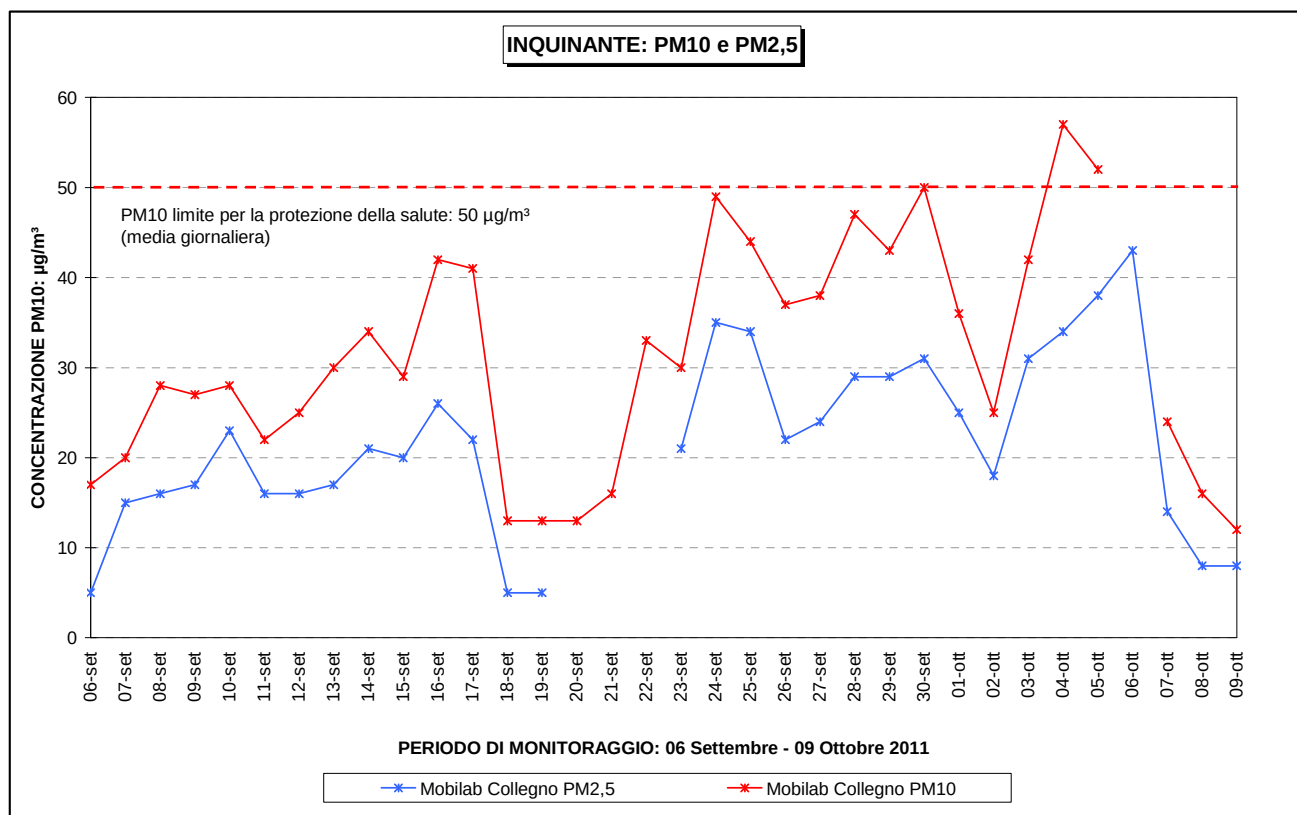


Figura 23 – Particolato sospeso PM_{2,5}: confronto con la stazione fissa di Borgaro.

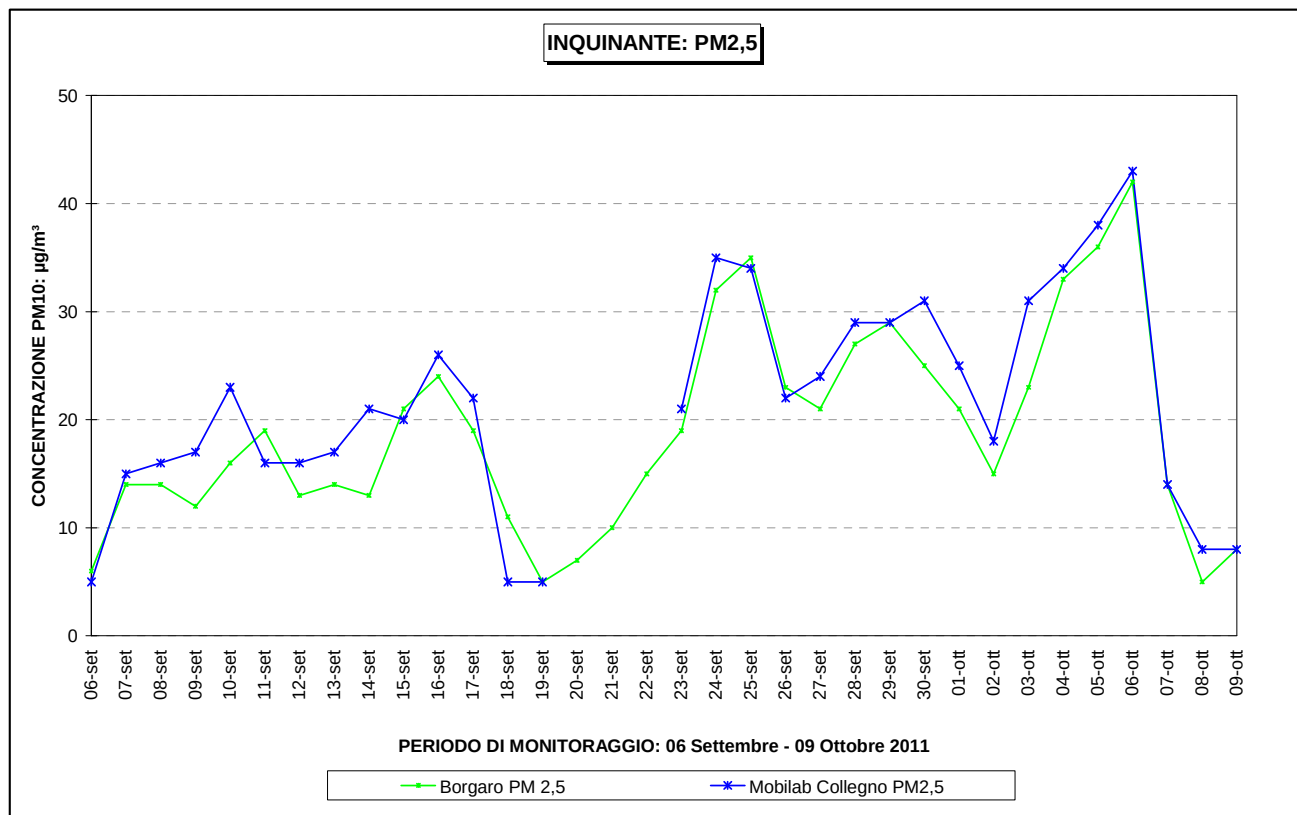


Figura 24 – Particolato sospeso PM₁₀: confronto con altre stazioni di monitoraggio

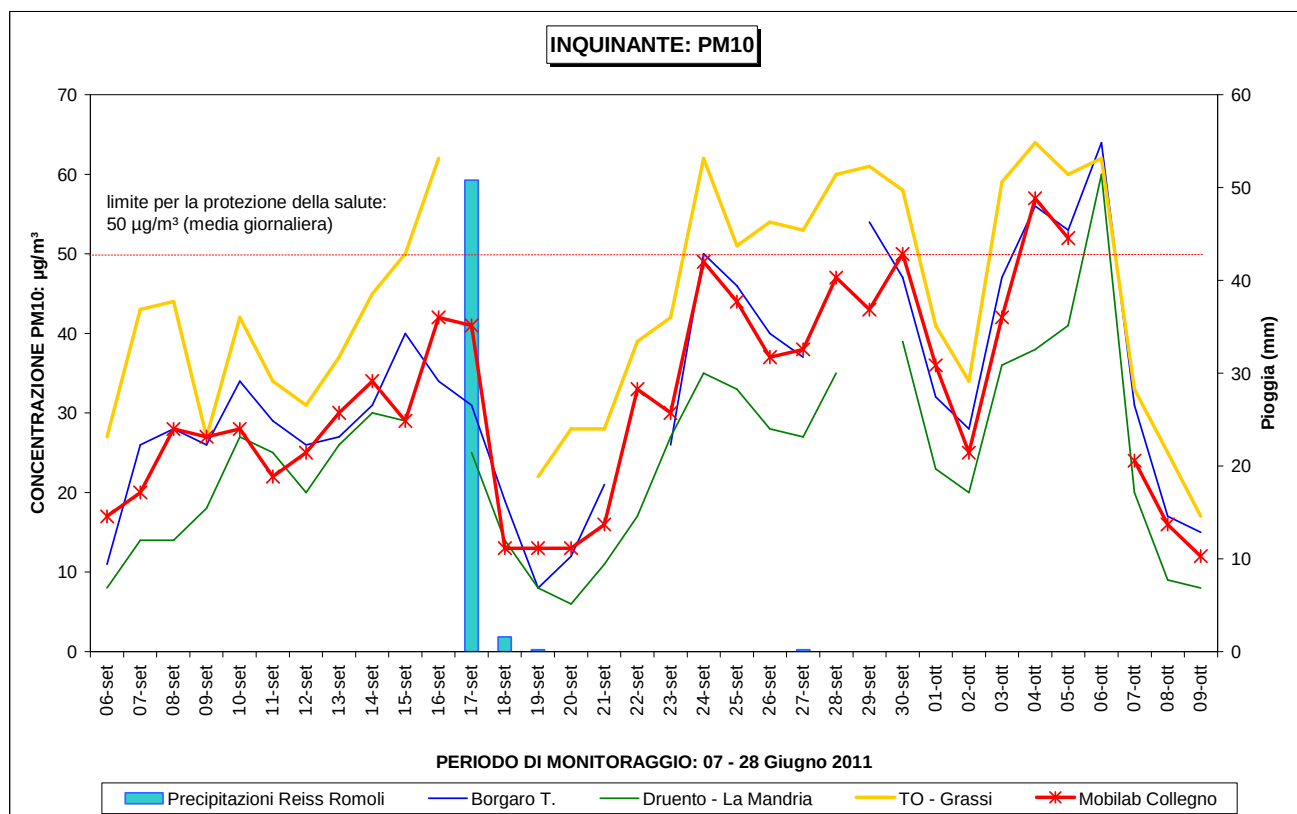


Tabella 17 – Media giornaliera del particolato sospeso PM₁₀ e PM_{2,5} (µg/m³)

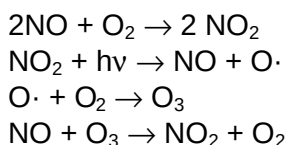
DATA	Collegno Via Boves PM10	Collegno Via Boves PM2.5
06-set	17	5
07-set	20	15
08-set	28	16
09-set	27	17
10-set	28	23
11-set	22	16
12-set	25	16
13-set	30	17
14-set	34	21
15-set	29	20
16-set	42	26
17-set	41	22
18-set	13	5
19-set	13	5
20-set	13	
21-set	16	
22-set	33	
23-set	30	21
24-set	49	35
25-set	44	34
26-set	37	22
27-set	38	24
28-set	47	29
29-set	43	29
30-set	50	31
01-ott	36	25
02-ott	25	18
03-ott	42	31
04-ott	57	34
05-ott	52	38
06-ott		43
07-ott	24	14
08-ott	16	8
09-ott	12	8
media	31,3	21,5
massimo	57	43
minimo	12	5
n° di superamenti livello giornaliero protezione della salute PM10 (50 µg/m ³)	2	-

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).

Tabella 18 – Dati relativi all'ozono (O_3) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	38.5
Massima media giornaliera	88.1
Media delle medie giornaliere	59.6
Giorni validi	34
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	59.6
Massima media oraria	160.3
Ore valide	816
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	16.7
Media delle medie 8 ore	59.6
Massimo medie 8 ore	137.5
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	24
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	7
<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

La campagna è stata caratterizzata da condizioni di stabilità atmosferica con bel tempo e temperature particolarmente elevate che hanno favorito la formazione di ozono. Nel corso del monitoraggio i livelli di ozono sono generalmente risultati superiori a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nei massimi giornalieri), con un abbassamento dei valori medi in corrispondenza dei giorni nei quali si sono verificate condizioni di instabilità atmosferica (il 17 settembre con un evento pluviometrico significativo e il 07 e 08 ottobre caratterizzati da forte vento - Figura 25); sono stati registrati 7 superamenti del livello di protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata come massima media trascinata sulle 8 ore), mentre nessun superamento del livello d'informazione (pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria), né del livello di allarme (pari a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per almeno tre ore consecutive). La massima media oraria è stata di $160,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (registrata il 14 settembre).

Nelle precedenti campagne invernali (dicembre 2010 e marzo 2011), il valore medio dell'intero periodo era pari rispettivamente a $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in dicembre 2010 e $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a marzo 2011, mentre nella campagna di giugno e in quella di settembre (quest'ultima oggetto della presente relazione) il valore medio è complessivamente aumentato, e vale rispettivamente $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a giugno e $59,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a settembre. Osservando la Figura 26 si evidenzia come il primo periodo della campagna autunnale sia stato caratterizzato da giornate con temperature medie giornaliere elevate che hanno favorito la formazione di ozono facendo registrare proprio in questa prima parte del monitoraggio il maggior numero di superamenti del livello di protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata come massima media trascinata sulle 8 ore): riassumendo viene confermata la forte stagionalità che caratterizza tale inquinante e quindi la sua dipendenza da fattori caratteristici della stagione calda quali la temperatura e la radiazione solare.

In Figura 25 viene riportato l'andamento orario della concentrazione di ozono, confrontato con la stazione fissa di Borgaro dal quale risulta che i dati tra quest'ultima e il sito di Collegno sono comparabili per quanto concerne l'andamento.

Figura 25 – O_3 : andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge

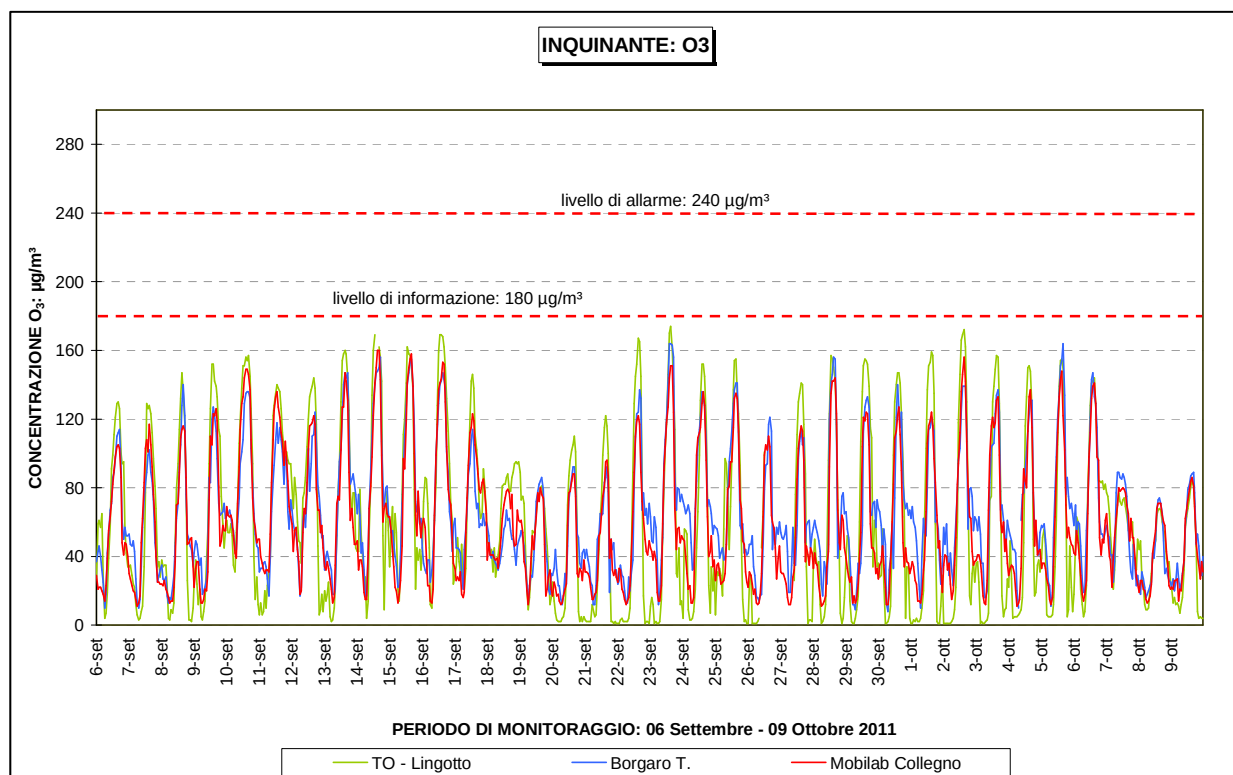


Figura 26 – O₃: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)

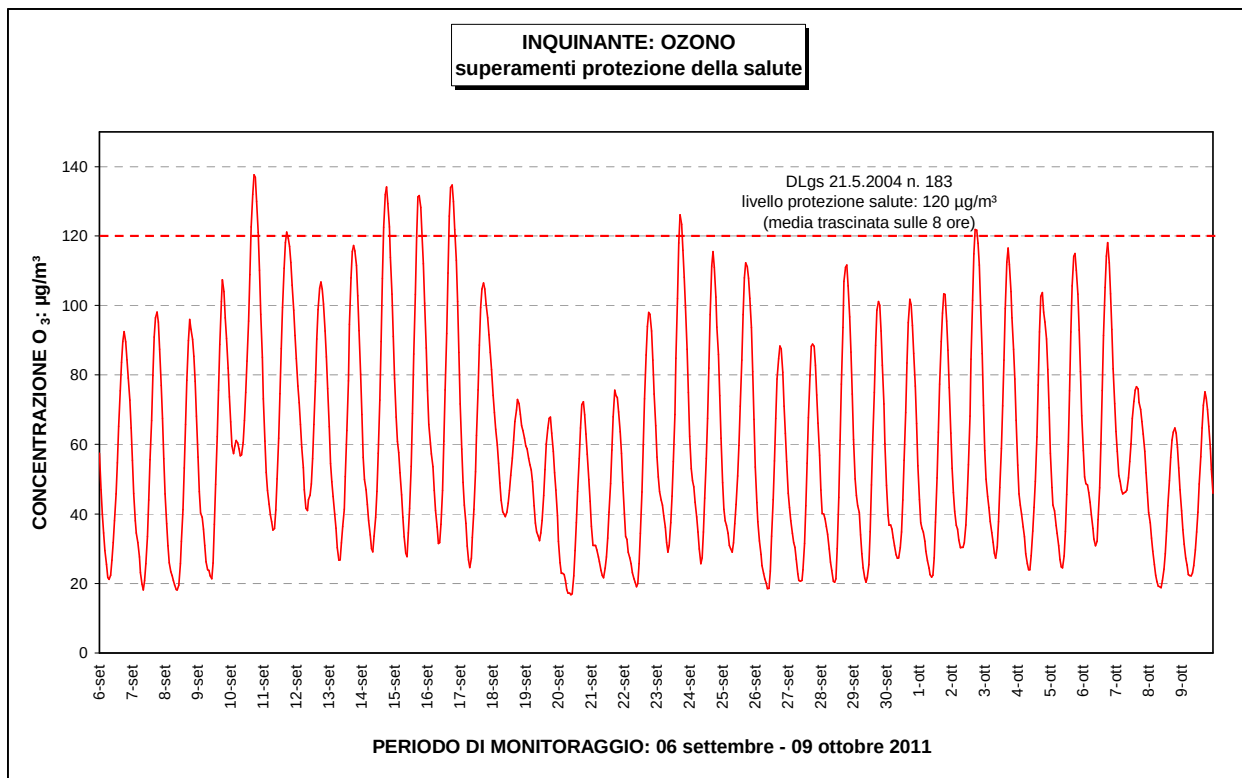
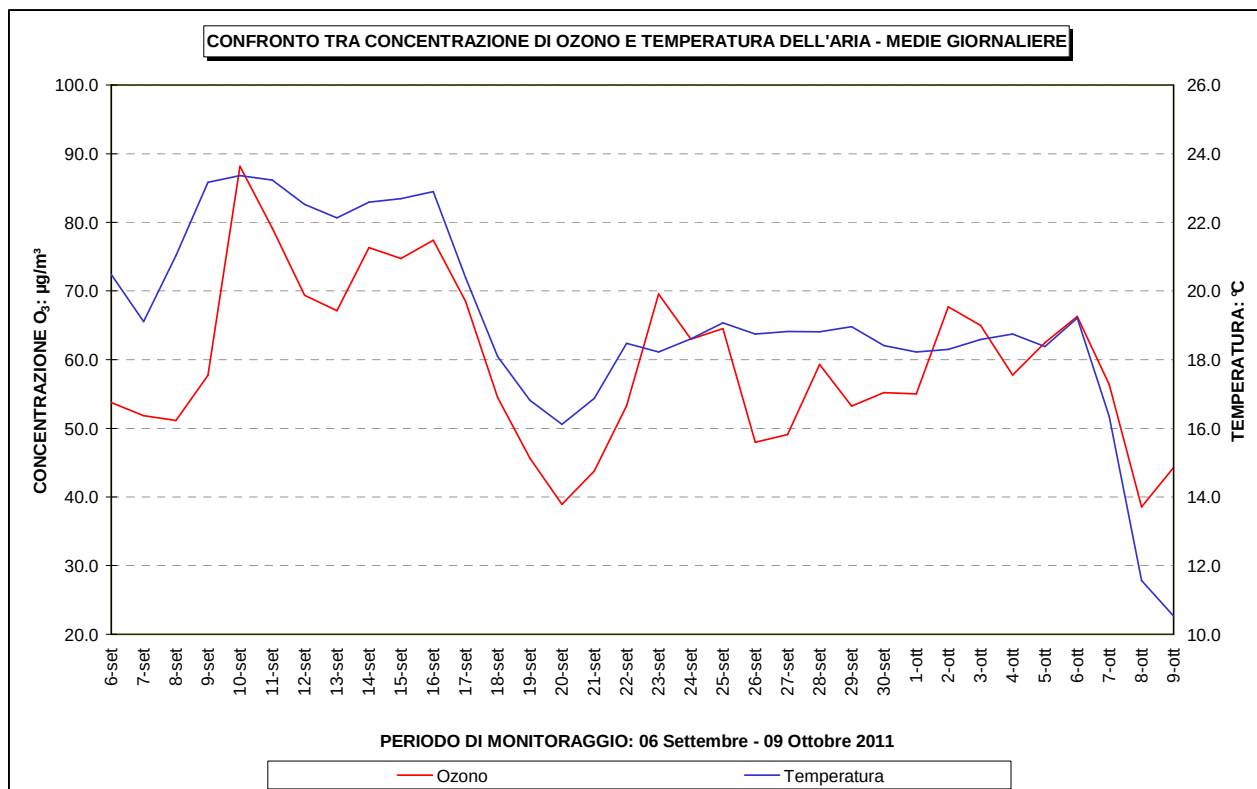


Figura 27 O₃: confronto tra concentrazione di ozono e temperatura dell'aria (medie giornaliere)



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 verrà costruita 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 concentrazioni medie orario per le quali la velocità media oraria del vento era superiore o uguale a 0,5 m/s.

Per una valutazione corretta dei dati risulta necessario premettere che la campagna di monitoraggio è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche di stabilità atmosferica, con velocità del vento contenute e di conseguenza una percentuale di calme di vento elevata (25%) che si traduce in una ridotta disponibilità di dati per le valutazioni (la velocità del vento deve essere superiore o uguale a 0,5 m/s). Inoltre, la rosa dei venti che descrive il sito di Collegno nel periodo in esame (vedi Figura 10), mostra come il settore prevalente sia quello compreso tra WNW-N, pertanto l'influenza della tangenziale sul sito di Collegno risente della forte mancanza dei dati definiti sottovento.

Per il monossido di azoto, elaborato in funzione della rosa dei venti, si evidenzia che l'influenza della tangenziale risulta molto meno accentuata rispetto alle campagne precedenti. Si osservano mediamente valori più elevati nel caso di venti con provenienza dalle direzioni sud (S) e sud-ovest (SW), ma in termini assoluti tali valori risultano di modesta entità (Figura 28): se venisse utilizzata come scala di rappresentazione la medesima scala utilizzata nella relazione di dicembre 2010, periodo più critico per il monossido di azoto, la rosa che ne risulterebbe sarebbe estremamente ridotta (Figura 29). Ciò evidenzia con maggiore chiarezza rispetto alla Figura 28 che le differenze tra le concentrazioni lungo le direzioni della rosa dei venti sono molto più limitate di quelle rilevate nella citata campagna di dicembre 2010. Per il biossido di zolfo non si evidenziano direzioni particolari lungo le quali è maggiore l'afflusso di tale inquinante (Figura 31). 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).

La possibile influenza dell'elevato traffico veicolare che caratterizza la Tangenziale di Torino sulla qualità dell'aria del sito in esame, è stata inoltre analizzata confrontando l'andamento del giorno medio del monossido di azoto, nel caso in cui il sito risulti sottovento rispetto alla tangenziale (venti tra E e SW) e quando risulta sopravvento alla stessa (venti tra WSW e ENE); tale elaborazione è mostrata in Figura 30. Il grafico mostra che le due condizioni di sopravvento e sottovento non sono coerenti tra loro per quanto riguarda l'andamento (le curve sono simili solo nella seconda parte della giornata), inoltre sembra che tra le 8 e le 9 i livelli maggiori di NO si abbiano per venti che provengono dal settore definito sopravvento; in realtà per i dati in condizioni di sottovento che vanno dalle ore 5 alle ore 9 è presente un singolo valore di concentrazione di NO per ogni ora (per le 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) e quindi, in ultima analisi, non è possibile, con i dati a disposizione, definire l'incidenza della tangenziale rispetto al sito monitorato.

Per il biossido di zolfo non è stata eseguita l'elaborazione relativa all'influenza della tangenziale a causa del ridotto numero di dati disponibili.

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 sopravvento, 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 16% di queste ultime rappresenta il sito di Collegno in condizioni di sottovento, mentre il restante 84% è riferito alle condizioni di sopravvento. 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.

Figura 28 – Concentrazioni di NO in funzione della direzione di provenienza del vento nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Collegno

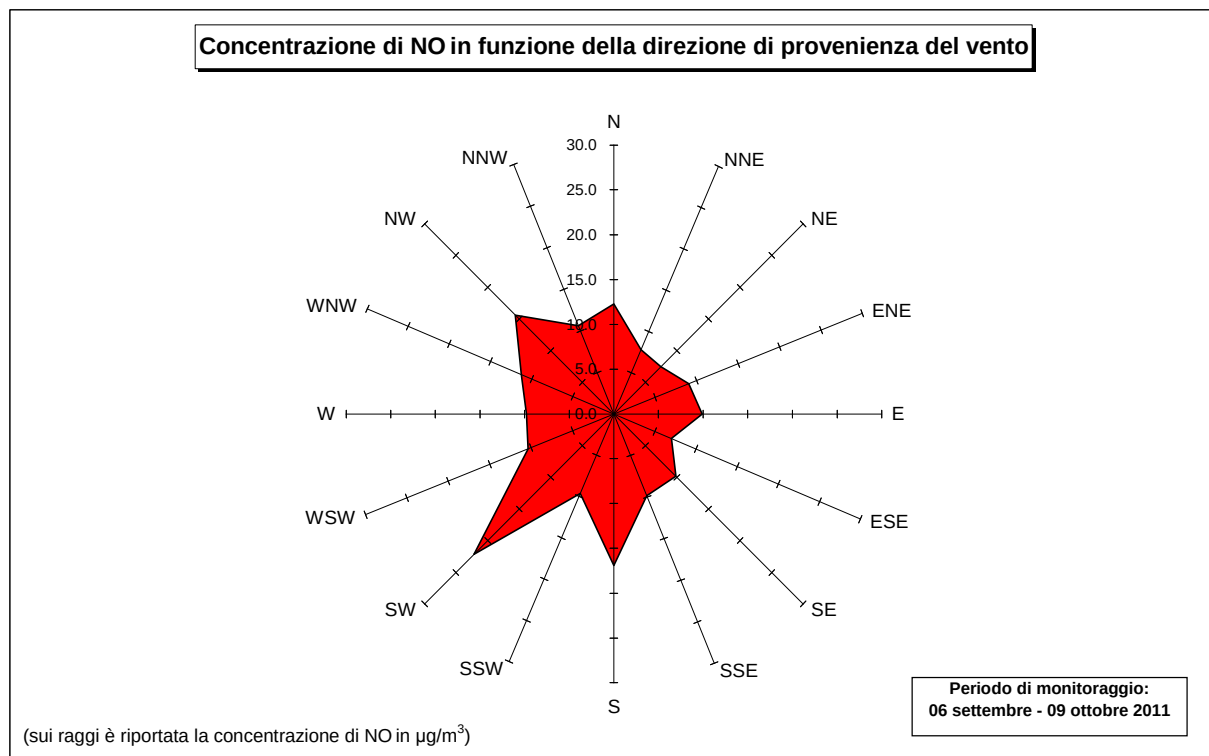


Figura 29 – Concentrazioni di NO in funzione della direzione di provenienza del vento nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Collegno – con stessa scala di rappresentazione utilizzata nel grafico analogo della relazione di Dicembre 2010

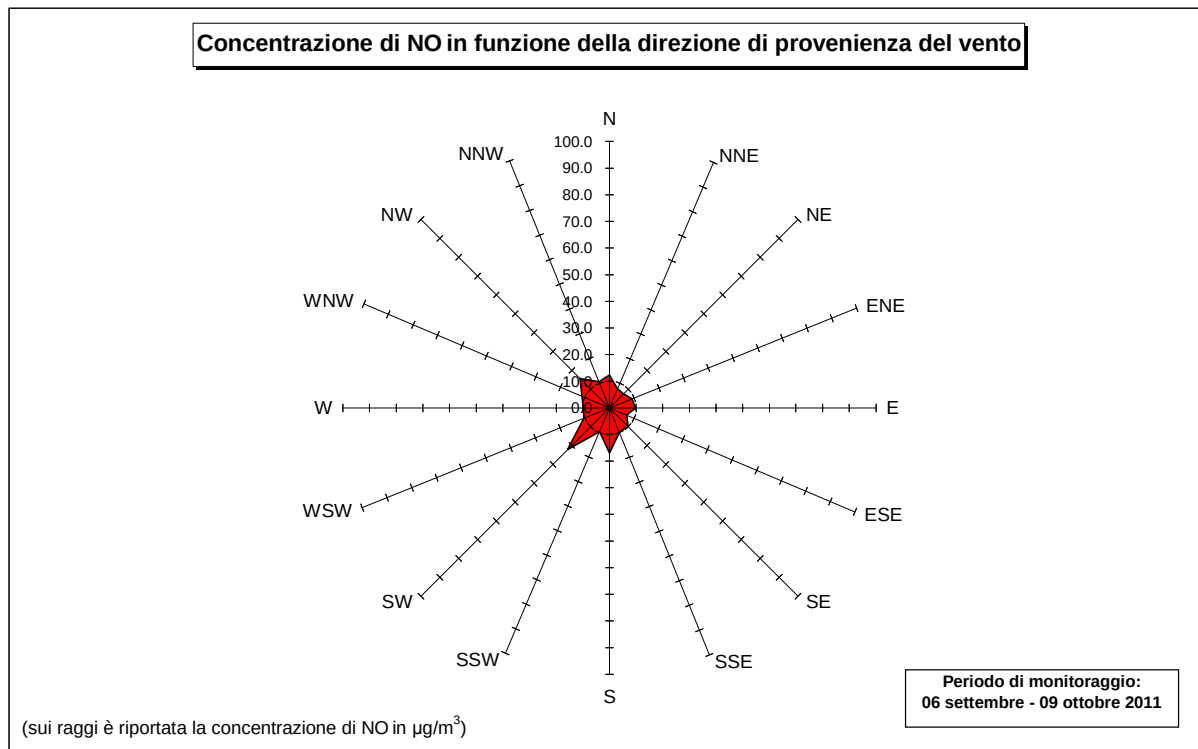


Figura 30 – Andamento del giorno medio di NO per condizioni del sito di monitoraggio sopravento e sottovento alla Tangenziale

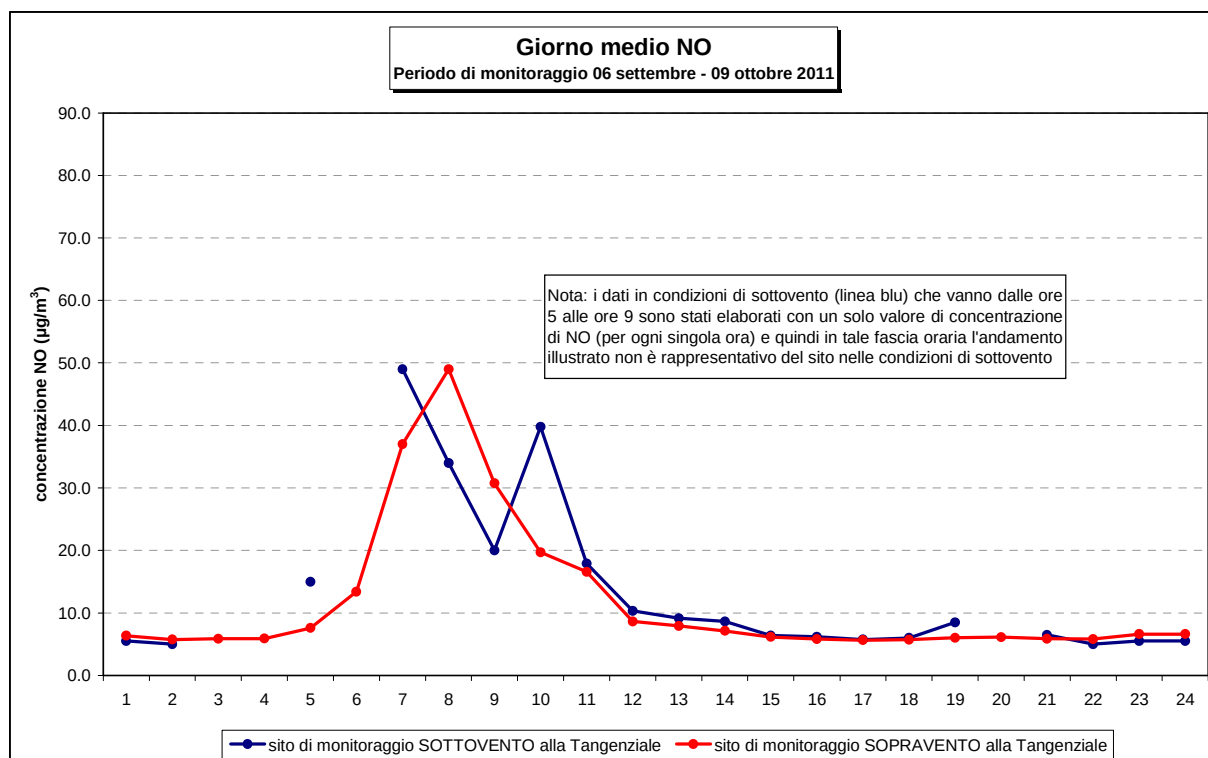
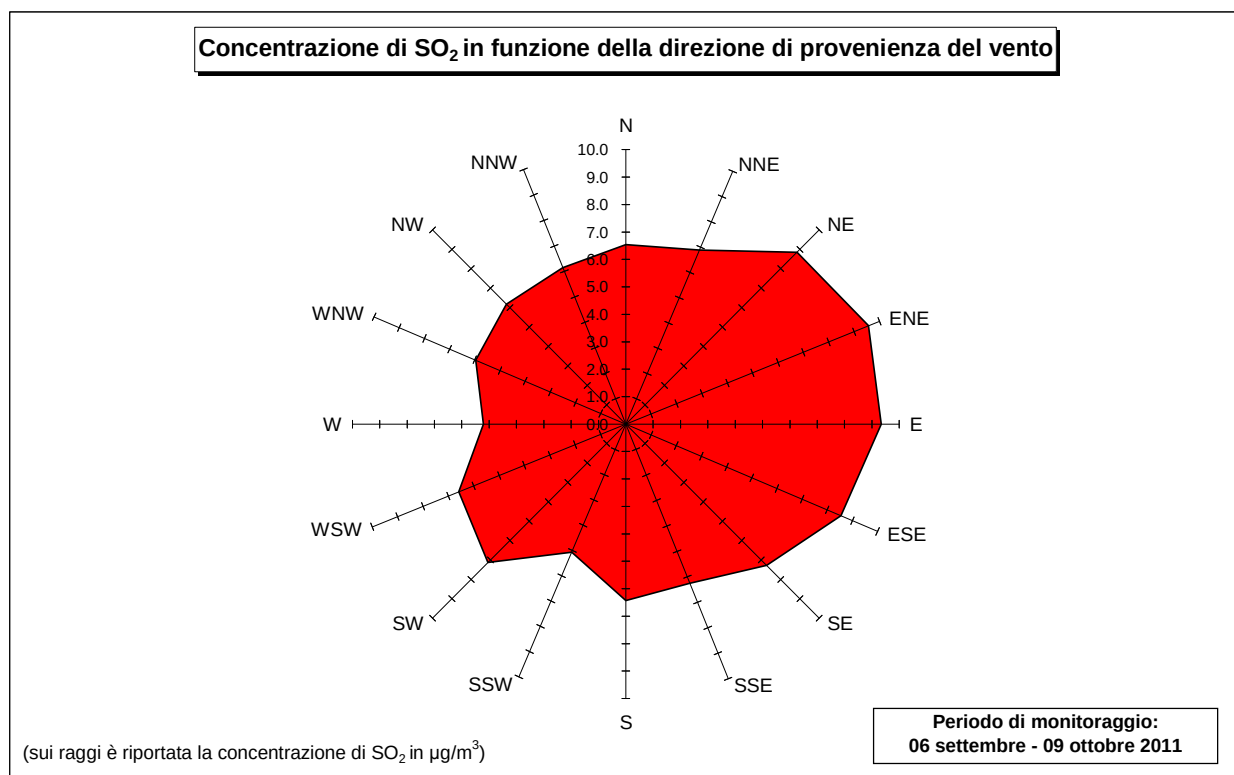


Figura 31 – Concentrazioni di SO₂ in funzione della direzione di provenienza del vento nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Collegno



VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA - ANNO 2011

La presente campagna di monitoraggio rappresenta l'ultima attività di monitoraggio della qualità dell'aria del sito di Collegno ante operam, ovvero prima dell'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 nel dicembre del 2010 e terminate ad ottobre 2011, 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 2011, per le stazioni di Borgaro e TO-Lingotto – (vedi nota al fondo della tabella)

PARAMETRO	Borgaro T.se	TO- Lingotto
Ore valide:	8494	8195
Percentuale ore valide:	97%	94%
Giorni validi:	353	337
Percentuale giorni validi:	97%	92%
Massimo valore orario	179	217
<u>Media dei valori orari:</u>	34	51
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	4
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0	2
<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 07/03/12

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 32 e Figura 33 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'anno 2011 (per le stazioni Borgaro e Lingotto si precisa che i dati utilizzati nei grafici e nelle elaborazioni della Tabella 19 riferiti all'anno 2011, sono aggiornati alla data del 07/03/12 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 2011 la stazione di Borgaro non ha presentato alcun superamento della soglia limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre nella stazione Lingotto sono stati rilevati quattro superamenti, avvenuti in due giornate dell'anno (07 febbraio e 28 dicembre). il valore massimo orario registrato a Borgaro è pari a $179 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre a Lingotto tale valore sale a $217 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dalle suddette considerazioni è del tutto verosimile ipotizzare che per l'anno 2011 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 32 – NO_2 : andamento orario e confronto con i limiti di legge nelle quattro campagne di monitoraggio ante operam

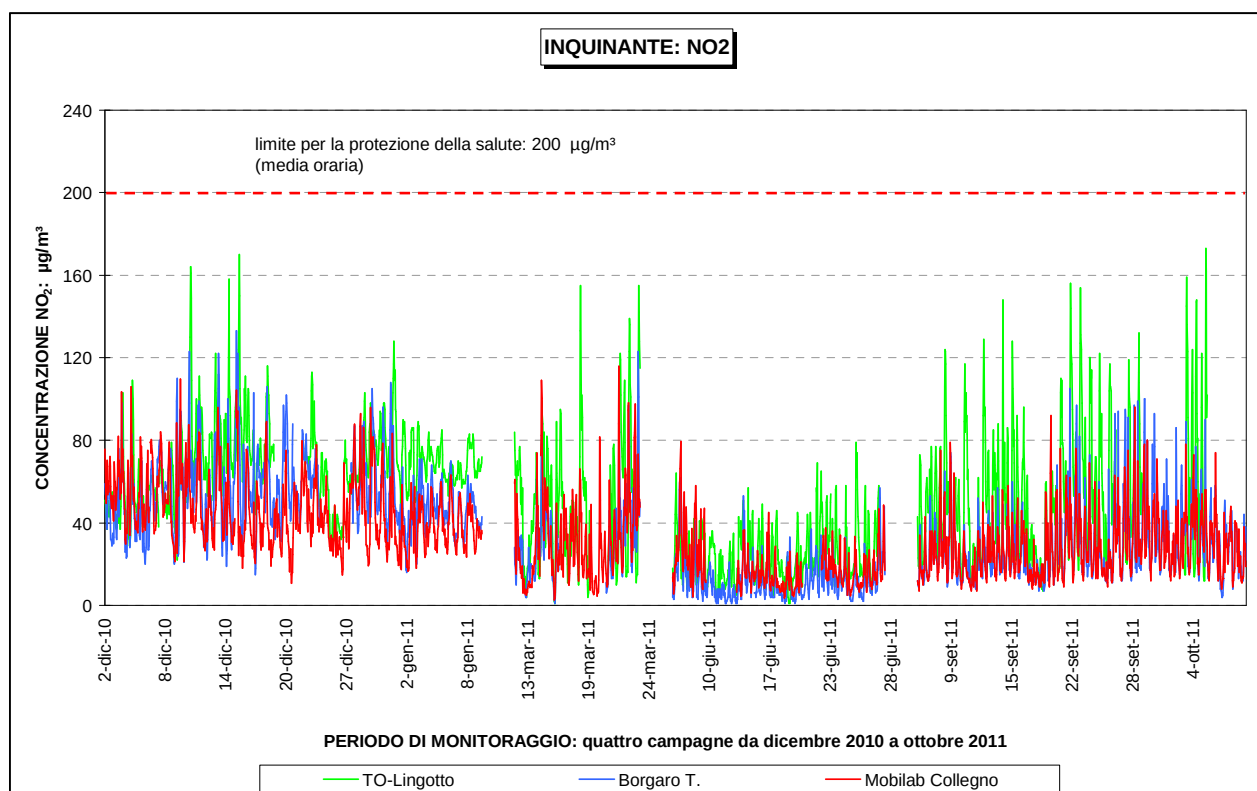
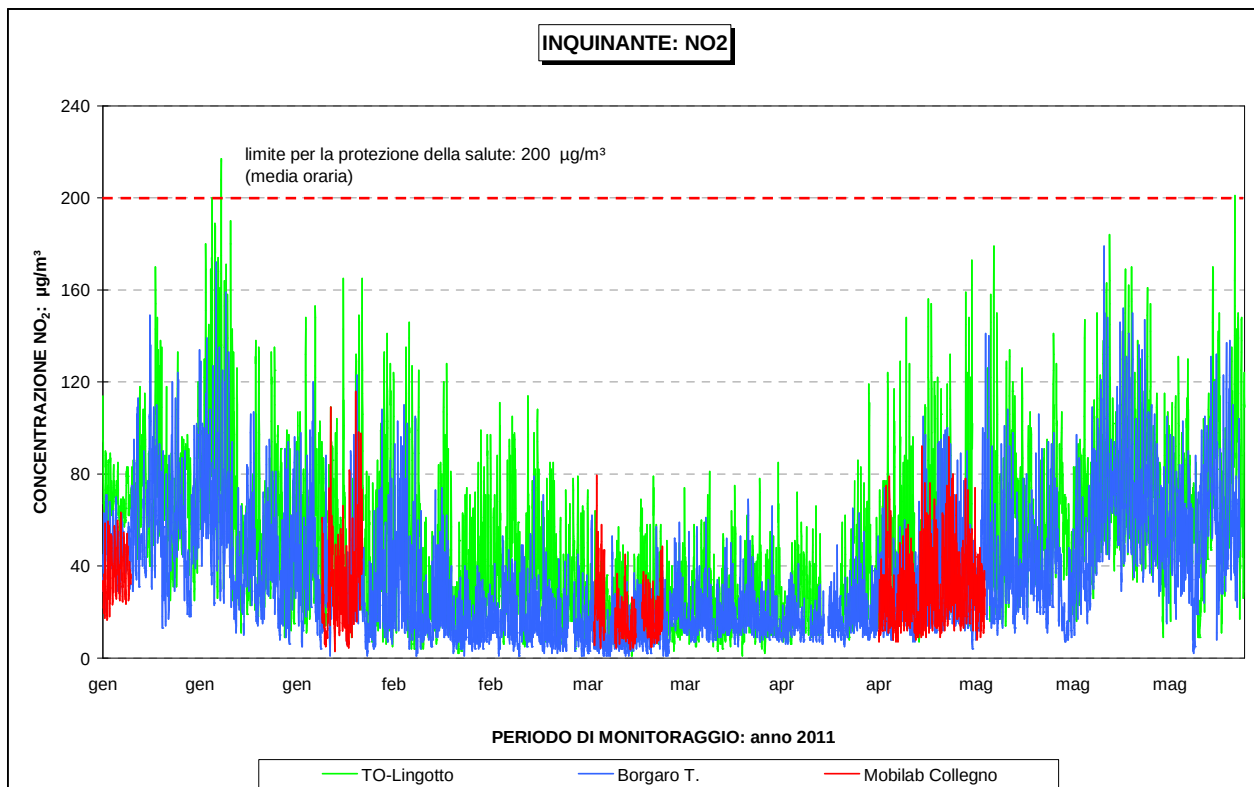


Figura 33 – NO₂: andamento orario e confronto con i limiti di legge nell'anno 2011



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 2011, 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 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_o); 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 2011.

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

dove

m_c : media periodo campagne NO_2 di Collegno

M_c : media anno 2011 NO_2 di Collegno

m_p : media periodo campagne NO_2 di Borgaro (o Lingotto)

M_p : media anno 2011 NO_2 di Borgaro (o Lingotto)

Applicando la procedura sopra descritta si ottiene la media annuale di NO_2 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 2011, risulta inferiore al limite annuale degli ossidi di azoto pari a $40 \mu g/m^3$.

Tabella 20 – NO_2 : stima della media annuale di Collegno rispetto a Borgaro

NO_2 in $\mu g/m^3$	Mobilab - Collegno	Borgaro T.se
Media dei valori orari delle campagne di monitoraggio	33,6	35,2
Media annuale - 2011	---	34
Media annuale stimata - 2011	32	---
Valore limite annuale	$40 \mu g/m^3$	

Tabella 21– NO_2 : stima della media annuale di Collegno rispetto a TO-Lingotto

NO_2 in $\mu g/m^3$	Mobilab - Collegno	TO-Lingotto
Media dei valori orari delle campagne di monitoraggio	33,6	51,4
Media annuale - 2011	---	51
Media annuale stimata - 2011	33	---
Valore limite annuale	$40 \mu g/m^3$	

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 34 e Figura 35) 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, Druento definita come stazione rurale di fondo, e Torino-Grassi che rappresenta le condizioni urbane di traffico (per tali stazioni si precisa che i dati utilizzati nelle tabelle, nei grafici e nelle elaborazioni, riferiti all'anno 2011, sono aggiornati alla data del 09/03/12 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, mentre rimane sempre ben al di sotto dei livelli misurati a TO-Grassi (come già evidenziato nelle relazioni tecniche di ogni singola campagna).

Tabella 22 – Dati relativi al particolato sospeso (PM₁₀ in µg/m³) per l'anno 2011, per le stazioni di Borgaro, Druento e TO-Grassi – (vedi nota al fondo della tabella)

PARAMETRO	Borgaro T.se	Druento – La Mandria	TO-Grassi
Giorni validi:	342	361	336
Percentuale giorni validi:	94%	99%	92%
Media delle medie mensili:	43	31	60
<u>Media delle medie giornaliere:</u>	43	31	59
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	107	63	158
Data del 35simo superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	14feb	19-ott	06-feb

Nota: le elaborazioni della Tabella 22 sono state eseguite con dati aggiornati alla data del 09/03/12

Figura 34 – PM₁₀: andamento orario e confronto con i limiti di legge nelle quattro campagne di monitoraggio ante operam

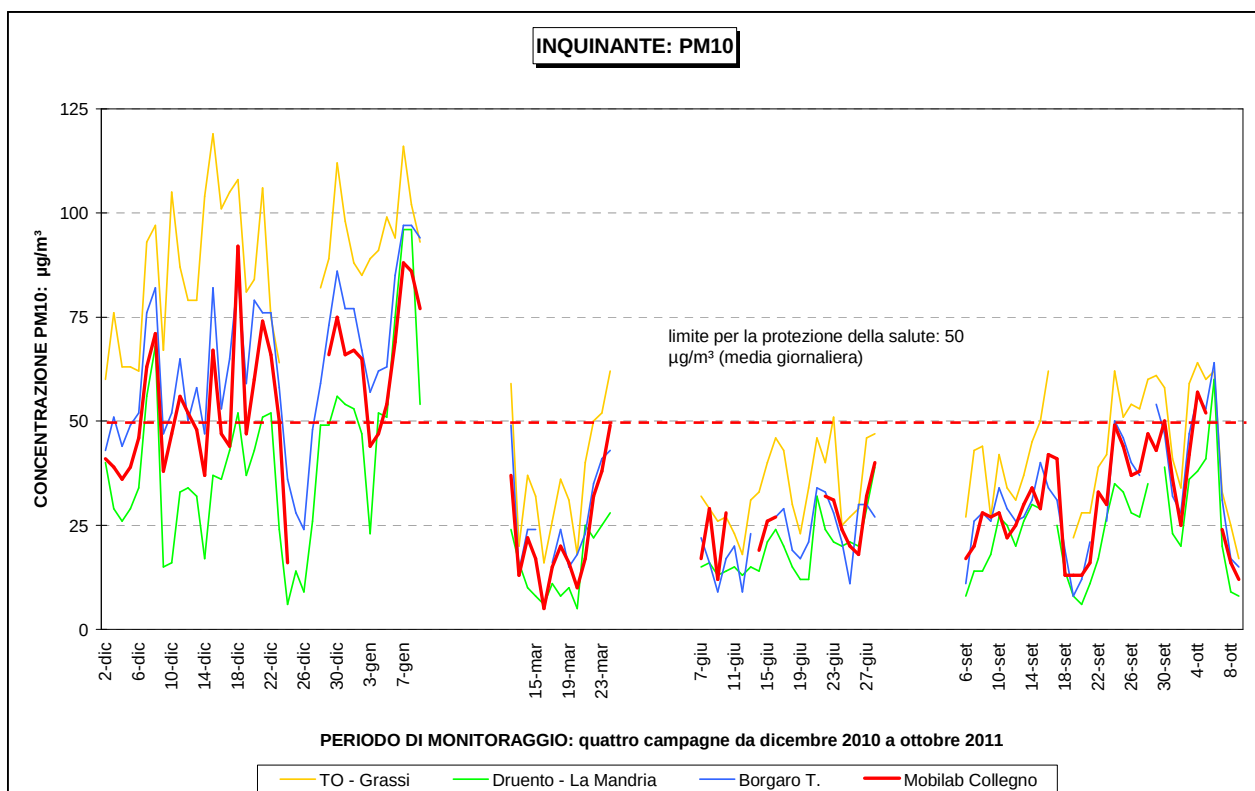
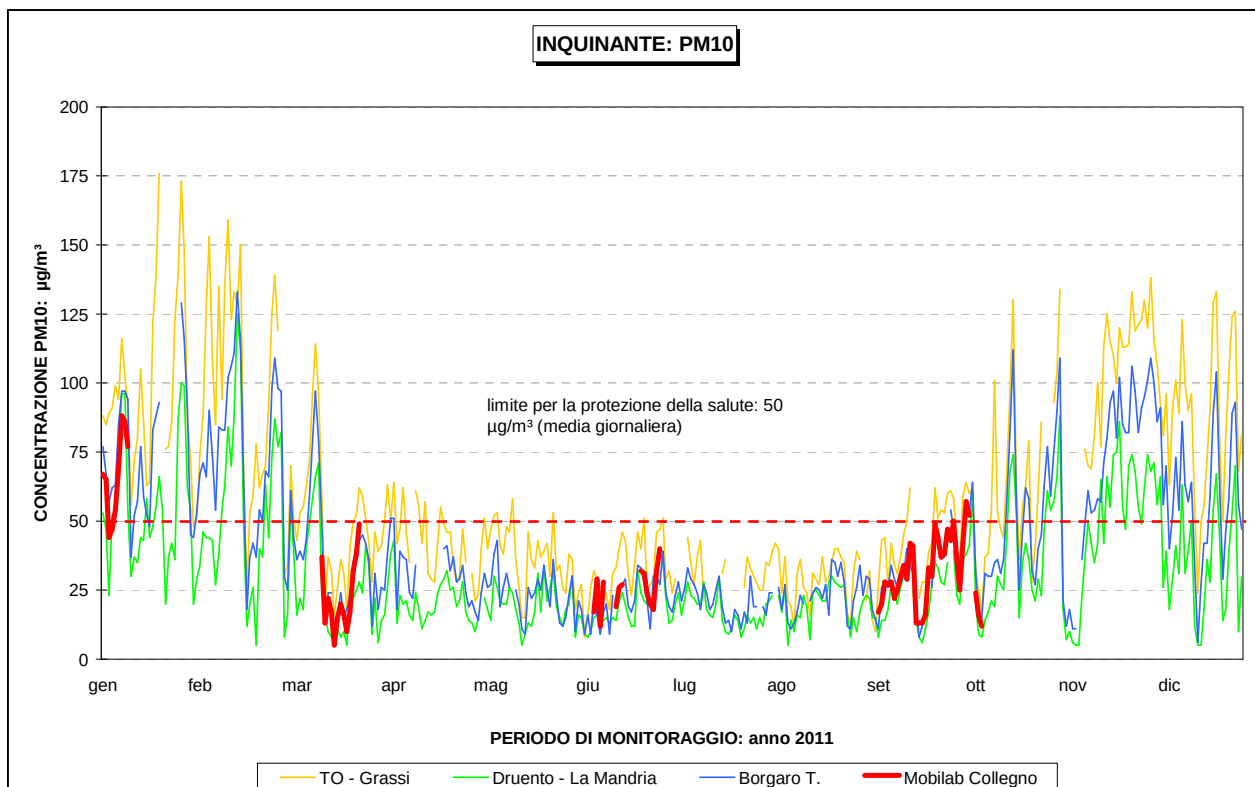


Figura 35 – PM₁₀: andamento orario e confronto con i limiti di legge nell'anno 2011



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, Druento e TO-Grassi 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 2011.

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

dove

m_c : media periodo campagne PM_{10} di Collegno

M_c : media anno 2011 PM_{10} di Collegno

m_p : media periodo campagne PM_{10} di Borgaro (o Druento, o TO-Grassi)

M_p : media anno 2011 PM_{10} di Borgaro (o Druento, o TO-Grassi)

Applicando la procedura sopra descritta si ottiene la media annuale di PM_{10} per il sito di Collegno; la procedura è stata applicata tre volte, utilizzando come stazione di riferimento in un caso Borgaro, nell'altro Druento ed infine TO-Grassi (Tabella 23, Tabella 24 e Tabella 25). I valori di media annuale stimata che si ottengono nelle tre simulazioni sono rispettivamente pari a $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tali valori, che risultano confrontabili tra loro e confermano la robustezza della stima, 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: per tale scopo sarebbero necessari un approfondimento ed una analisi statistica specifici, che eventualmente ci si riserva di approfondire nel prosieguo del progetto. E' comunque possibile notare, per le tre 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 2011, ben 63 giorni di superamento: da tali premesse è verosimile ipotizzare che anche per il sito di Collegno tale soglia annuale non sia stata rispettata.

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	38,1	41,7
Media annuale - 2011	---	43
Media annuale stimata - 2011	39	---
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	38,1	28,4
Media annuale - 2011	---	31
Media annuale stimata - 2011	42	---
Valore limite annuale	40 µg/m ³	

Tabella 25 – PM₁₀: stima della media annuale di Collegno rispetto a TO-Grassi

PM ₁₀ in µg/m ³	Mobilab - Collegno	TO-Grassi
Media dei valori orari delle campagne di monitoraggio	38,1	56,2
Media annuale - 2011	---	59
Media annuale stimata - 2011	40	---
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 36** e **Figura 37**), 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 2011, sono aggiornati alla data del 02/04/12 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 26 – Dati relativi al particolato sospeso (PM_{2,5} in µg/m³) per l'anno 2011, per la stazione di Borgaro (vedi nota al fondo della tabella)

PARAMETRO	Borgaro T.se
Giorni validi:	363
Percentuale giorni validi:	99%
Media delle medie mensili:	33
<u>Media delle medie giornaliere:</u>	33

Nota: le elaborazioni della Tabella 26 sono state eseguite con dati aggiornati alla data del 02/04/12

Figura 36 – PM_{2,5}: andamento orario nelle quattro campagne di monitoraggio ante operam

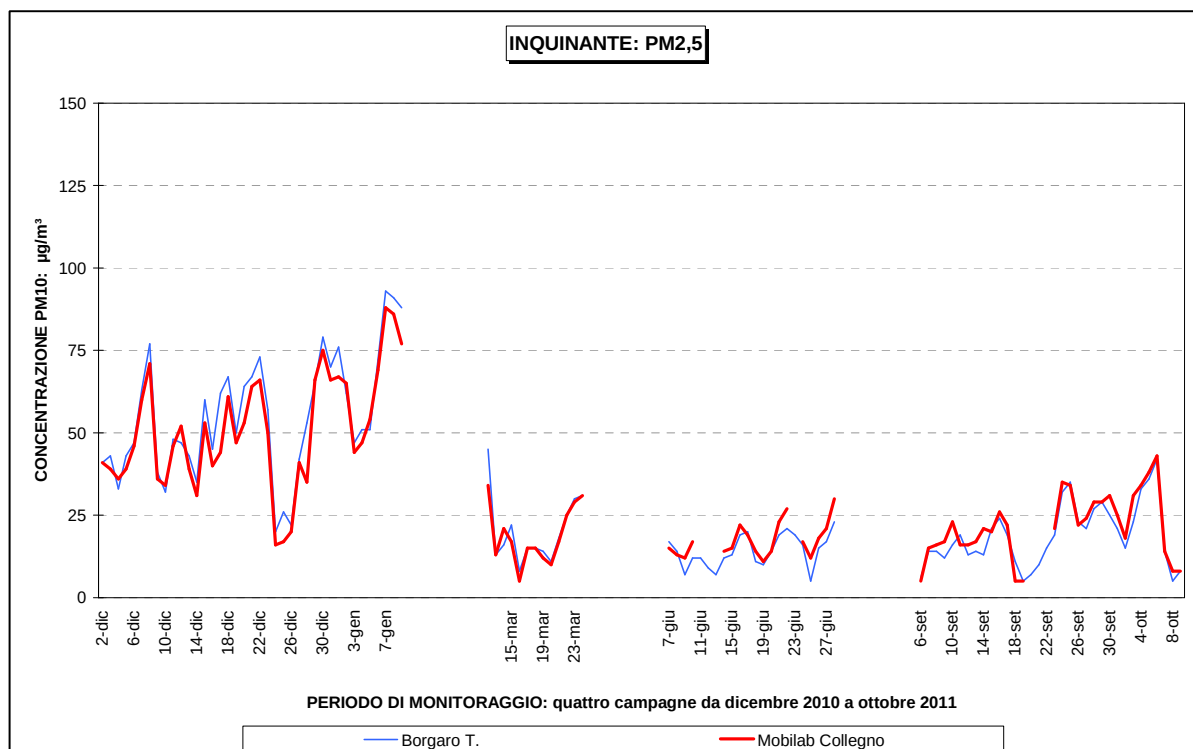
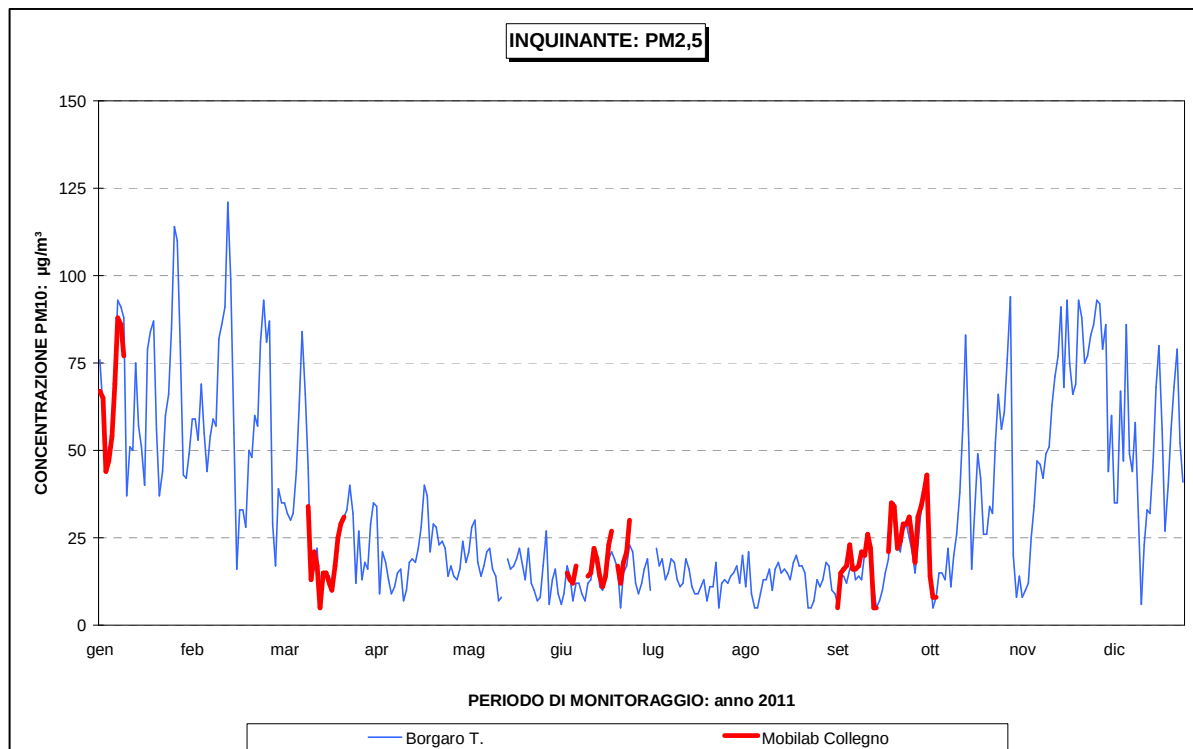


Figura 37 – PM_{2,5}: andamento orario nell'anno 2011



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 2011.

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

dove

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

M_c : media anno 2011 PM_{2,5} di Collegno

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

M_p : media anno 2011 PM_{2,5} di Borgaro

Applicando la procedura sopra descritta si ottiene la media annuale $PM_{2,5}$ per il sito di Collegno (Tabella 27): il valore che si ottiene nella simulazione è pari a $34 \mu g/m^3$ e quindi il sito di Collegno non rispetta, per l'anno 2011, il valore obiettivo annuale di $25 \mu g/m^3$.

E' importante sottolineare due aspetti cruciali che coinvolgono il particolato $PM_{2,5}$: il primo riguarda la questione normativa 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 $25 \mu g/m^3$ 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 27 – $PM_{2,5}$: stima della media annuale di Collegno rispetto a Borgaro

PM_{10} in $\mu g/m^3$	Mobilab - Collegno	Borgaro T.se
Media dei valori orari delle campagne di monitoraggio	31,8	31,1
Media annuale - 2011	---	33
Media annuale stimata - 2011	34	---
Valore obiettivo annuale dal 2010 (valore limite dal 1° gennaio 2015)	$25 \mu g/m^3$	

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 il benzene, ovvero tutti gli inquinanti per i quali sono previsti dalla normativa specifici valori di riferimento, ad eccezione del particolato atmosferico PM₁₀ e dell'ozono. Infatti per questi ultimi sono stati registrati rispettivamente 2 superamenti del livello giornaliero per la protezione della salute (50 µg/m³) e 7 superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120 µg/m³ calcolata come massima media trascinata sulle otto).

Nel loro insieme i dati presentati mostrano una situazione con criticità non trascurabili. Tale situazione trae la sua origine dalla stabilità atmosferica riscontrata nel periodo di monitoraggio; gli unici fenomeni meteorologici rilevanti si hanno a metà campagna con un evento pluviometrico significativo e a fine campagna con la presenza di forte vento. Tali fenomeni hanno contribuito direttamente o indirettamente ad abbassare le concentrazioni sia di particolato che di ozono. Si conferma pertanto la notevole influenza dei meccanismi di diluizione e rimozione ad opera dei fenomeni meteorologici nel determinare i livelli degli inquinanti atmosferici. Per quanto concerne l'ozono va sottolineato che si tratta di un fenomeno di inquinamento atmosferico che nei mesi estivi interessa tutto il territorio provinciale e regionale e non quindi caratteristico del sito in esame; trattandosi di un inquinante secondario, e quindi non emesso direttamente da fonti antropiche e che può avere origine anche in zone lontane rispetto al sito di misura, la sua gestione e la conseguente riduzione devono essere attuate attraverso politiche ad ampia scala territoriale.

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 rappresenti o meno una fonte particolarmente significativa di inquinanti nel periodo monitorato; tuttavia esaminando il quadro complessivo dell'intero monitoraggio ante operam è possibile affermare che la tangenziale rappresenta, in generale, una fonte di inquinamento atmosferico soprattutto nei mesi invernali.

La valutazione complessiva della qualità dell'aria, riferita all'anno 2011, indica che il sito di Collegno non presenta particolari criticità per quanto concerne il biossido di azoto: le stime sul valore medio annuale indicano il non superamento del limite per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³, ed 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, il sito mostra una possibile criticità nel superamento del valore limite annuale pari a 40 µg/m³, ovvero il rispetto di tale limite dipende fortemente dalle condizioni meteorologiche che caratterizzano l'anno osservato, in particolare dalle condizioni invernali. Inoltre è verosimile ipotizzare che durante il 2011 sia stato superato anche 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 2011 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

