

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 MATHI, Via Santa Lucia, 92**

RELAZIONE 1^a CAMPAGNA (15 dicembre 2011 – 20 gennaio 2012)



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Dott.ssa Annalisa Bruno	Data:	Firma:
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	Data:	Firma:



L'organizzazione della campagna di monitoraggio e la validazione dei dati sono state curate dai tecnici del Gruppo di Lavoro "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" del Dipartimento di Torino di Arpa Piemonte: dott.ssa Annalisa Bruno, sig. Giacomo Castrogiovanni, dott.ssa 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 ringraziano l'assessore e il personale degli Uffici Tecnici del Comune di Mathi per la collaborazione prestata.

INDICE

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	4
<i>L'aria e i suoi inquinanti</i>	5
<i>Il Laboratorio Mobile</i>	7
<i>Il quadro normativo</i>	7
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	12
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	13
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	16
<i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici</i>	23
Biossido di zolfo	24
Monossido di carbonio	26
Ossidi d'azoto	29
Benzene e toluene	33
Particolato sospeso (PM ₁₀)	35
Ozono	39
CONCLUSIONI	42
APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	43

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).

Nella

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

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

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2009", elaborata congiuntamente dalla Provincia di Torino e da Arpa Piemonte, e disponibile presso ARPA Piemonte e Provincia di Torino.

Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

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

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

 = fonti primarie
 = fonti secondarie

IL LABORATORIO MOBILE

Il controllo dell'inquinamento atmosferico nel territorio provinciale viene realizzato attraverso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate, laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di stazioni mobili gestite dalle sedi provinciali di Arpa Piemonte.

Il laboratorio mobile della Provincia di Torino è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di 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 ancora alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2009".

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 (O3) (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	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. 13/08/2010 n.155)	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
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-2005
PARTICELLE (PM ₁₀)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-2005
	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. 13/08/2010 n.155)

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 nel Comune di Mathi è stata promossa dalla Provincia di Torino in collaborazione con Arpa Piemonte - dipartimento di Torino, in seguito alle richieste dell'Amministrazione Comunale (prot. n. 503 del 06/02/2009 e seg.) di effettuare una valutazione specifica della qualità dell'aria nel proprio territorio ed in particolare nelle aree maggiormente impattate dal traffico veicolare commerciale.

È la seconda volta che viene svolta una valutazione specifica della qualità dell'aria del Comune di Mathi avendo Arpa già effettuato in passato due campagne di monitoraggio sul territorio mathiese, a marzo-aprile e a settembre 2005. La relazione conclusiva delle campagne svolte rilevava che le criticità del territorio mathiese erano comparabili con quelle di siti simili della provincia di Torino.

Gli inquinanti che presentavano dei superamenti erano ozono nel periodo estivo e PM₁₀ in entrambi i periodi di campionamento.

Per il periodo 2011-2012 Arpa Piemonte si è impegnata ad organizzare due campagne di monitoraggio con il Laboratorio Mobile della qualità dell'aria in momenti diversi dell'anno, in modo da acquisire informazioni ambientali in differenti condizioni meteo climatiche. Nello specifico, la prima campagna, oggetto della presente relazione, è stata programmata per il periodo dicembre 2011-gennaio 2012, mentre la seconda si collocherà tra giugno e luglio del 2012.

In data 22 novembre è avvenuto il sopralluogo preliminare alla realizzazione della prima campagna di misura, durante il quale si è deciso di considerare idoneo al posizionamento della stazione mobile il sito già utilizzato per le campagne di monitoraggio precedenti (anno 2005), le cui caratteristiche geografiche vengono riassunte di seguito:

SITO DI MISURA	PERIODO I campagna	INDIRIZZO	Coordinate UTM (S.R. WGS84)	
Mobilab Arpa	15/12/11 – 20/01/12	Via Santa Lucia, 92 - Mathi	EST: 385561	NORD: 5011615

Il luogo prescelto si trova in prossimità della zona industriale del paese, quella maggiormente interessata al traffico commerciale, principale fonte di preoccupazione per la qualità dell'aria da parte degli abitanti e dell'Amministrazione comunale mathiese.

Le **Figure 1** e **2** evidenziano sulla cartografia del comune di Mathi, il luogo scelto per il posizionamento del Mezzo Mobile di rilevazione della qualità dell'aria. Le **Figure 3** e **4** mostrano il dettaglio fotografico del sito di campionamento e del Laboratorio Mobile.

Il monitoraggio della prima campagna è stato condotto dal 15 dicembre 2011 al 20 gennaio 2012 maggio, quando il mezzo è stato spento e spostato in altro sito. Si noti che per ragioni tecniche le elaborazioni effettuate hanno preso in considerazione solo i giorni di campionamento completi; nello specifico i dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal 16 dicembre 2011 al 19 gennaio 2012.

Per una corretta interpretazione dei dati va sottolineato che le concentrazioni di inquinanti atmosferici rilevate dal laboratorio mobile in uno specifico sito sono riferire ai contributi dell'insieme delle fonti presenti, nonché all'eventuale trasporto da altre aree, in particolare per quanto riguarda inquinanti a carattere parzialmente o totalmente secondario, come biossido di azoto, PM₁₀ e ozono.

In linea generale, inoltre, si ricorda che i dati acquisiti nel corso delle singole campagne condotte con i Laboratori Mobili non permettono di effettuare una trattazione formale in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale, della situazione di inquinamento atmosferico relativa ai siti in esame.

Una trattazione completa, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (allegato I del DLgs 155/2010), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno, scelto a caso, di ogni settimana in modo che le misure siano uniformemente distribuite durante l'anno, oppure otto settimane di misurazione distribuite in modo regolare nell'arco dell'anno).

I dati presentati forniscono quindi, in questa prima fase elaborativa, unicamente un quadro generale della situazione di inquinamento atmosferico del sito in esame; il confronto con i dati rilevati negli stessi periodi della campagna dalle stazioni fisse della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria permette, inoltre, di effettuare considerazioni di tipo comparativo.

Al termine dell'effettuazione delle due campagne previste, tenuto conto della disponibilità effettiva di dati validi, potranno essere effettuate valutazioni più generali della qualità dell'aria del sito esaminato.

Figura 1 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Mathi (punto evidenziato in fucsia)

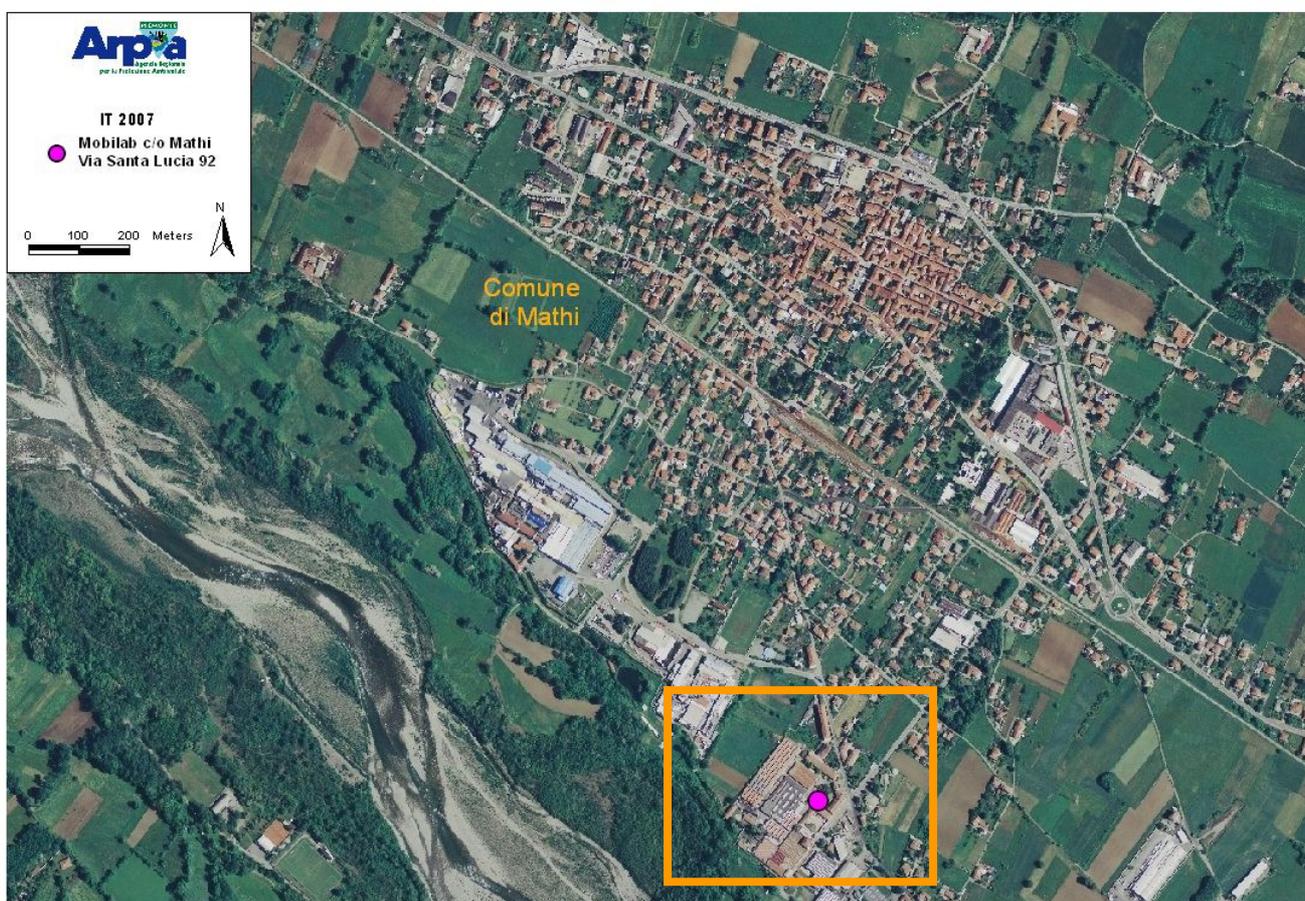


Figura 2 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Mathi – dettaglio del sito (punto evidenziato in fucsia)

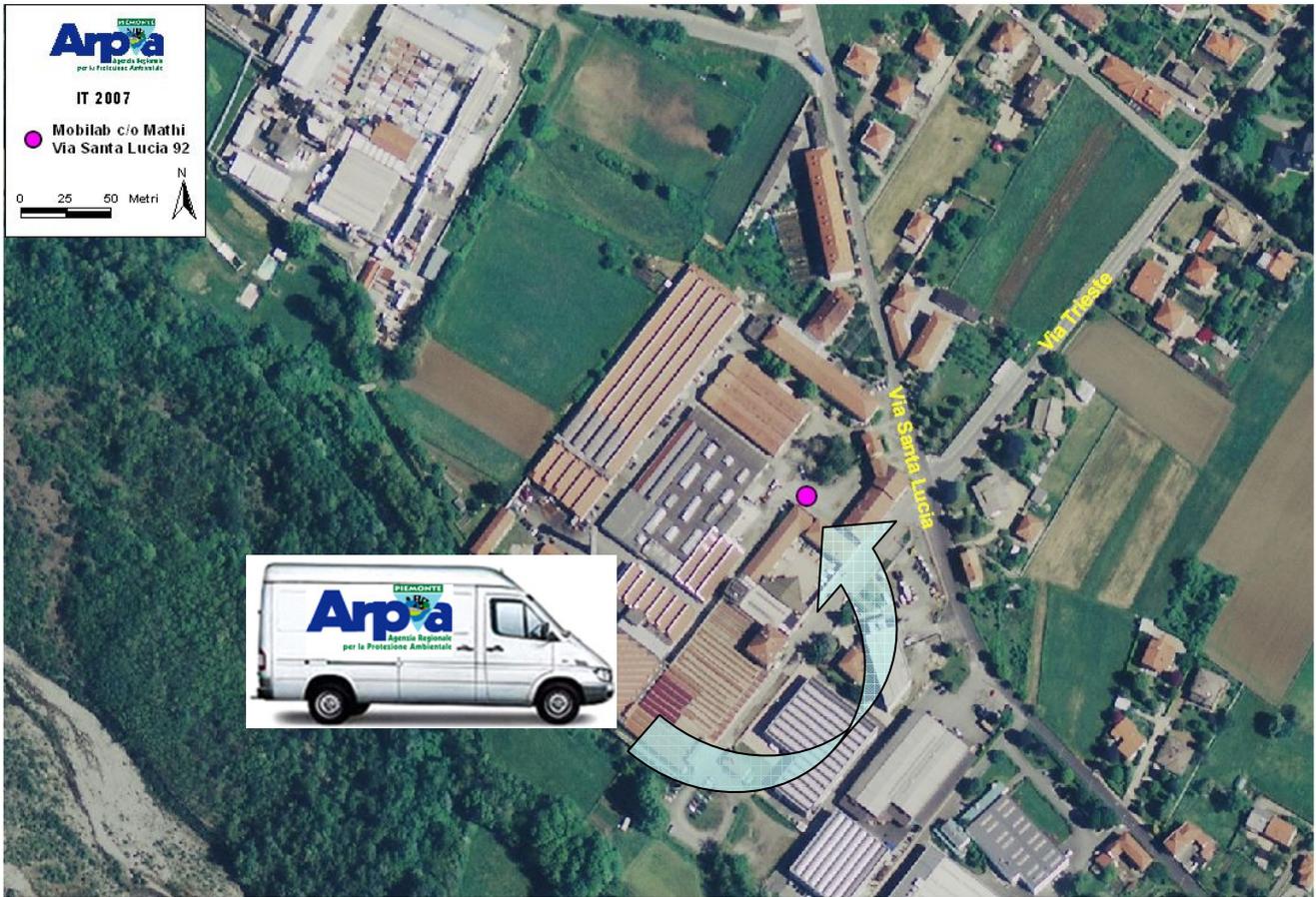


Figure 3 e Figura 4 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Mathi – dettaglio del sito e del Mobilab.



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 (**Tabella 5**) 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:

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

Tabella 5 – Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso della campagna di monitoraggio

	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	TEMPERATURA	UMIDITA' RELATIVA	PRESSIONE ATMOSFERICA	VELOCITA' VENTO
	W/m ²	°C	%	mbar	m/s
Minima media giornaliera	3.1	-0.4	28.1	955.8	0.48
Massima media giornaliera	77.3	9.7	86.4	988.4	3.42
Media delle medie giornaliere	58.7	4.2	52.7	973.7	1.62
Giorni validi	35	35	35	35	34
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	97%
Media dei valori orari	58.7	4.2	52.7	973.7	1.64
Massima media oraria	374.0	14.8	99.0	991.0	5.90
Ore valide	840	840	840	840	797
Percentuale ore valide	100%	100%	100%	100%	95%

La **Figura 5** mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) nel corso della campagna di monitoraggio. La durata e l'intensità dell'irraggiamento sono quelli tipici del periodo considerato, con valori massimi nelle ore centrali della giornata (300-350 W/m² ca.). Unica eccezione è rappresentata dal 2 gennaio 2012, giorno caratterizzato da moderate precipitazioni cui sicuramente è stata associata un'intensa copertura nuvolosa.

La temperatura media di tutto il periodo (**Figura 6**) è stata di 4.2 °C, superiore di circa 2 °C a quella registrata nella stazione di misura di Caselle T.se nello stesso intervallo di tempo. Il valore minimo orario si è raggiunto il 18 gennaio 2012 (-3.8 °C), mentre il valore massimo è stato rilevato il 10 gennaio con 14.6 °C. I valori sono comparabili con la stazione meteorologica di Torino Caselle situata a poco più di 10 chilometri in direzione sud- est.

L'umidità relativa in condizioni di stabilità atmosferica presenta un andamento inversamente proporzionale a quello della temperatura, con massimi concentrati nelle ore notturne e minimi nelle ore più calde della giornata. (**Figura 6**). Tale tendenza è maggiormente visibile all'inizio e alla fine della campagna di monitoraggio mentre nei giorni centrali di gennaio (6-12) i massimi notturni risultano notevolmente più bassi della media del periodo.

Nel corso della campagna il campo pressorio si è attestato tra i 950 ed i 990 mbar circa (**Figura 7**).

Durante tutto il periodo di monitoraggio si registrano solo un paio di eventi piovosi di modesta intensità; all'inizio (16 dicembre 2011) e a metà (02 gennaio 2012) della campagna di misura.

Velocità e direzione del vento danno in generale una chiara indicazione della dinamicità atmosferica del territorio indagato. I dati di velocità del vento registrati durante la campagna di misura nel comune di Mathi risultano mediamente elevati, ad indicare un certo dinamismo meteorologico. La percentuale di calme di vento (identificate convenzionalmente da una media oraria della velocità del vento inferiore a 0.5 m/s) è stata infatti esigua: il 15.3% di giorno e il 9.7% di notte. In particolare quasi la metà delle velocità del vento registrate sono state superiori a 1.5 m/s, valori caratteristici di un regime anemometrico di brezza leggera - le foglie si muovono - o brezza tesa – foglie e rametti risultano costantemente agitati.

Figura 5 - Andamento della radiazione solare globale nel corso della campagna di monitoraggio

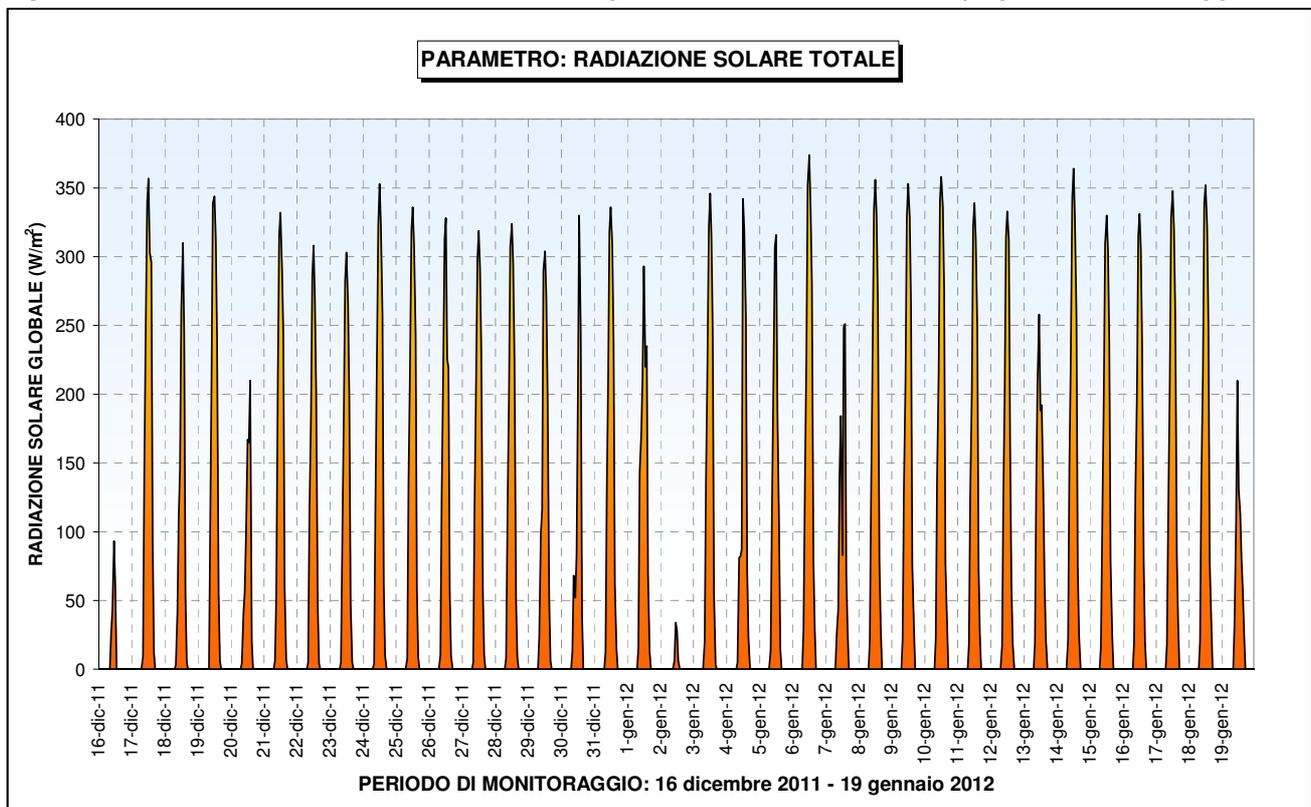


Figura 6 - Andamento di temperatura e umidità relativa durante la campagna di monitoraggio

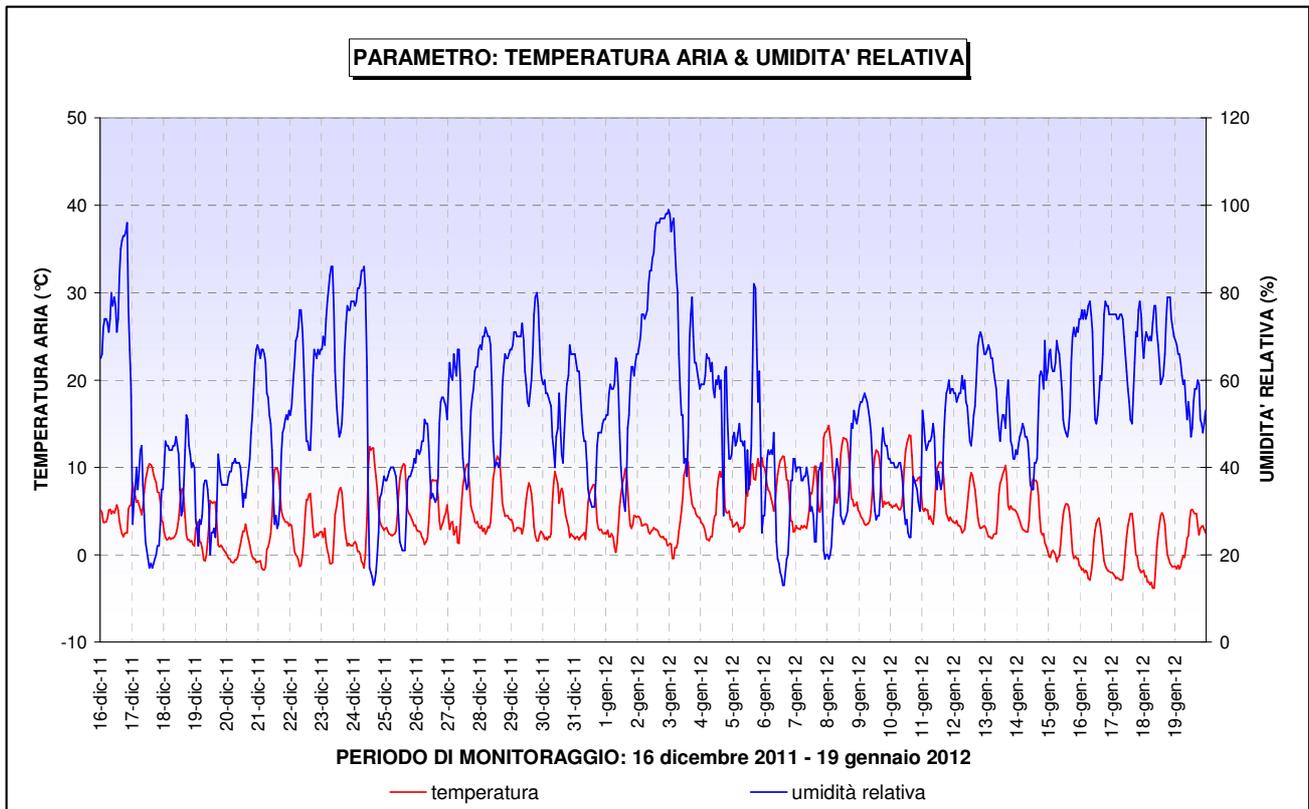


Figura 7 – Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

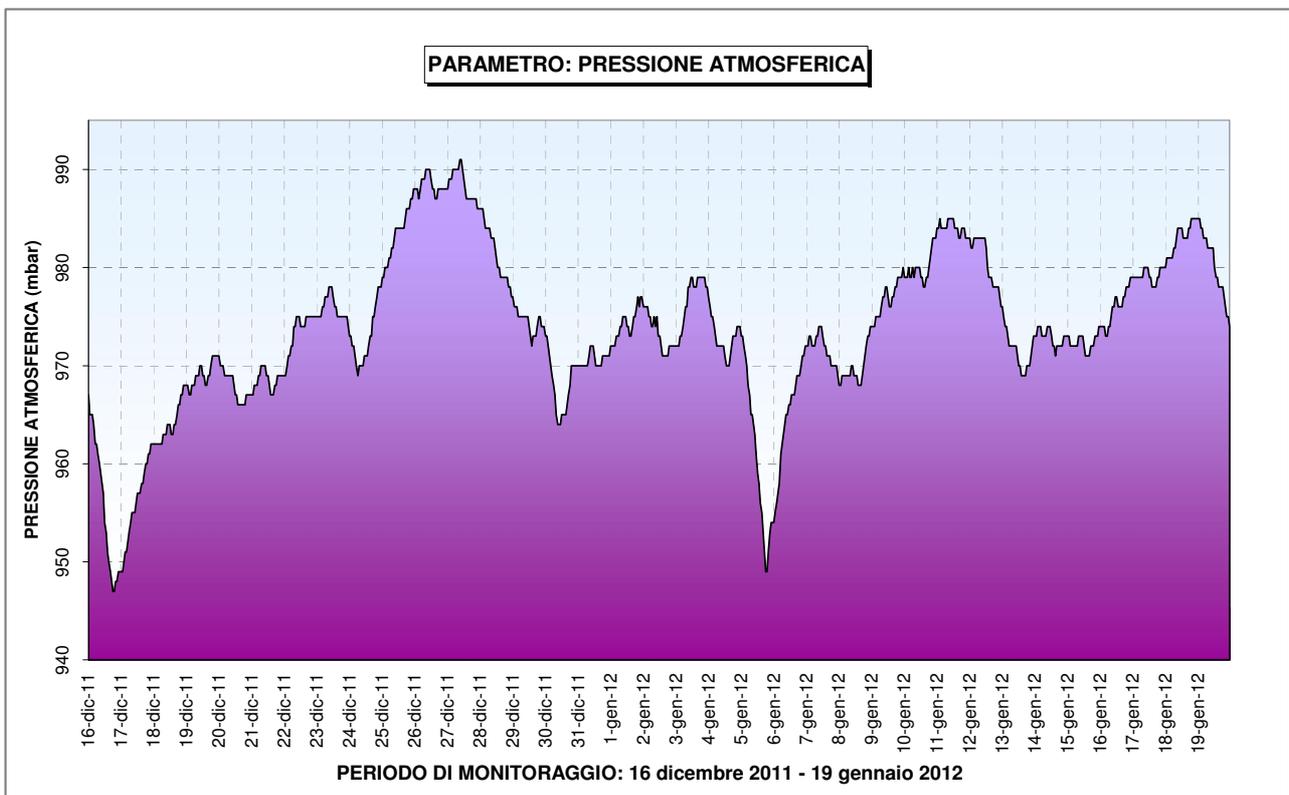
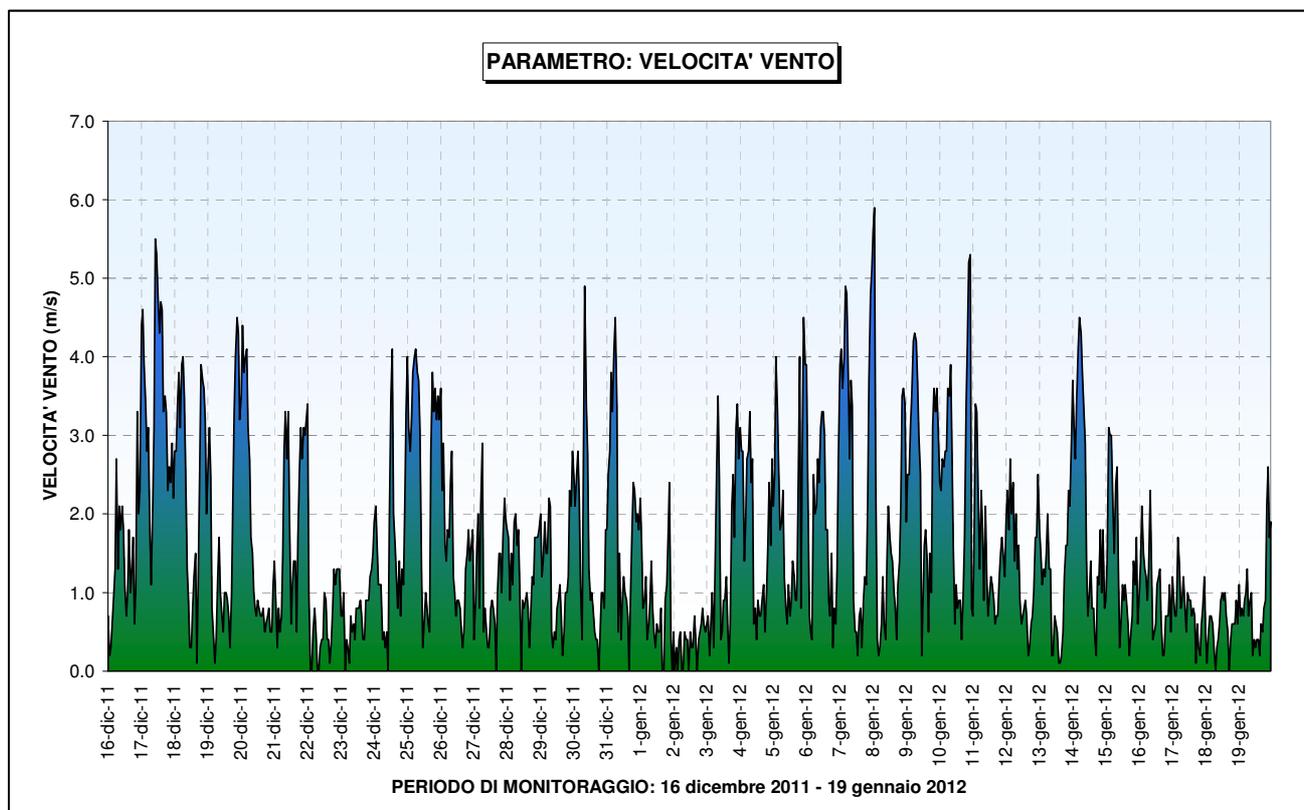


Figura 8 - Andamento della velocità dei venti nel corso della campagna di monitoraggio



La **Figura 9** mostra inoltre l'andamento di alcuni parametri meteorologici e dell'ozono (vedi le elaborazioni relative agli inquinanti atmosferici) in un periodo limitato della campagna di misura. Il grafico evidenzia che nella notte tra il 7 e l'8 gennaio 2012 si assiste ad un probabile episodio di Föhn. Si tratta di un vento di caduta caldo e secco che si presenta sul versante sottovento di una catena montuosa quando una corrente d'aria, nel superare il rilievo perde parte della propria umidità in precipitazioni sul versante sopravvento. Temperature più elevate della media, alte velocità del vento (il valore massimo l'8 gennaio è di 5.9 m/s) e soprattutto abbassamento repentino dell'umidità dell'aria sono le condizioni meteorologiche caratteristiche di questo tipico vento alpino che può raggiungere anche ampie zone di pianura, come nel caso in esame.

Le elaborazioni relative alla direzione dei venti (**Figure 10, 11 e 12**) mostrano una situazione molto ben definita. Durante la notte il vento ha delle percentuali di accadimento molto alte e proviene da una sola direzione: nord ovest (quadrante NW). Di giorno si evidenziano invece due direzioni di provenienza distinte: dal settore NW - si tratta con ogni probabilità dello stesso vento notturno che spira anche nelle prime ore del mattino o al tramonto - e un vento di direzione opposta proveniente dal quadrante ESE. Le percentuali di accadimento di giorno sono comunque molto più basse di quelle registrate di notte. Difatti, nella rosa del vento totale (**Figura 10**), la componente diurna ESE scompare quasi del tutto. La direzione di provenienza dei venti principali dal quadrante nord ovest conferma quanto già emerso dalla campagna di monitoraggio effettuata da Arpa Piemonte nel 2005 nello stesso punto di misura. Dalla **Figura 13** si può notare infine che la zona industriale caratterizzata da una viabilità ad alto traffico commerciale (area cerchiata in rosso in figura), può influenzare solo marginalmente la qualità dell'aria del centro del paese, poiché si trova, per la maggior parte del tempo, sottovento rispetto all'abitato di Mathi.

Figura 9 – Episodio di Foëhn durante la campagna di monitoraggio

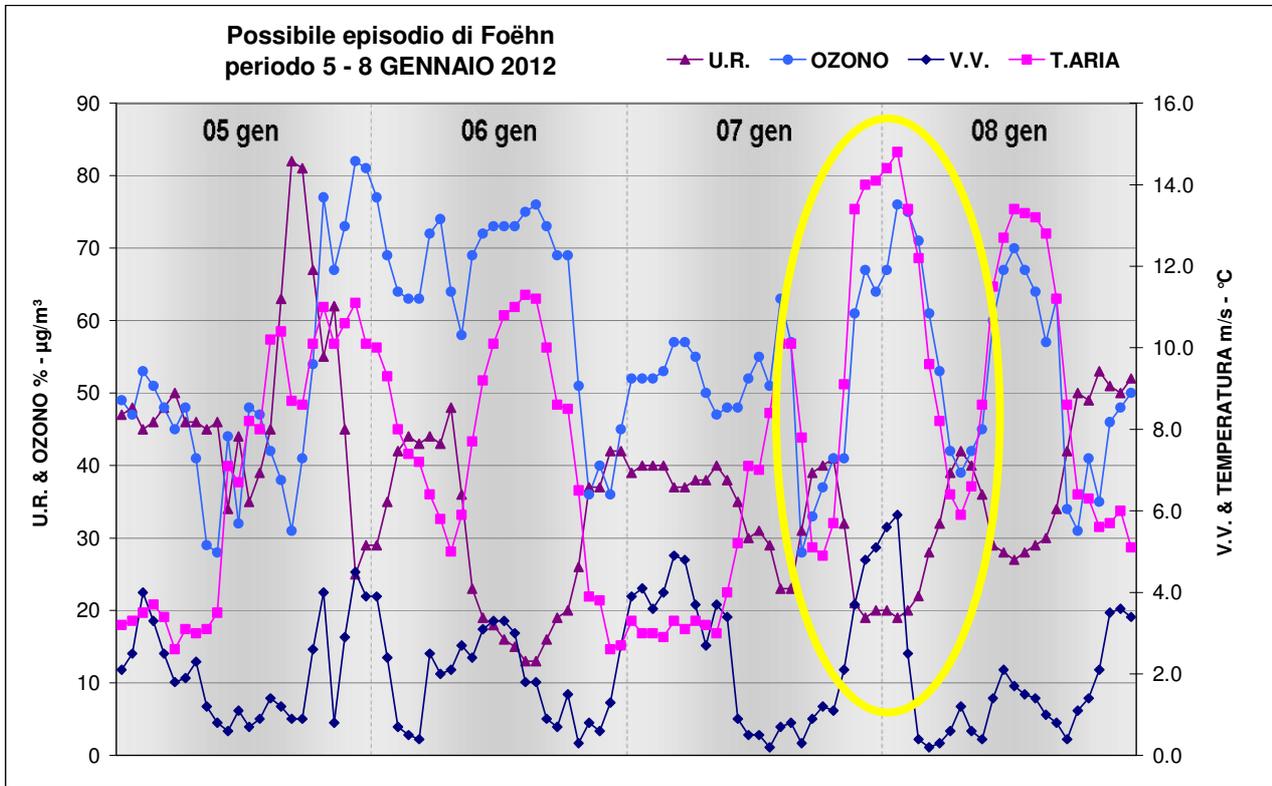


Figura 10 – Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio

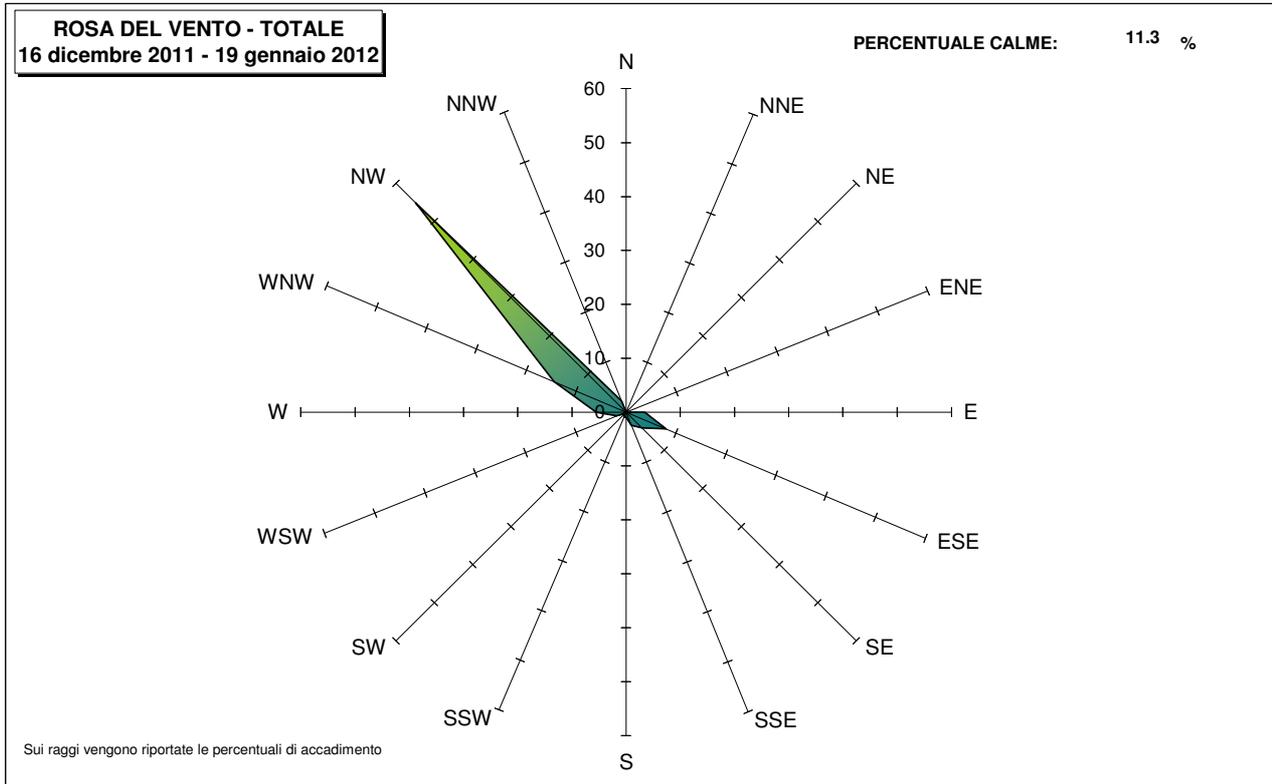


Figura 11 - Rosa dei venti diurna nel corso della campagna di monitoraggio

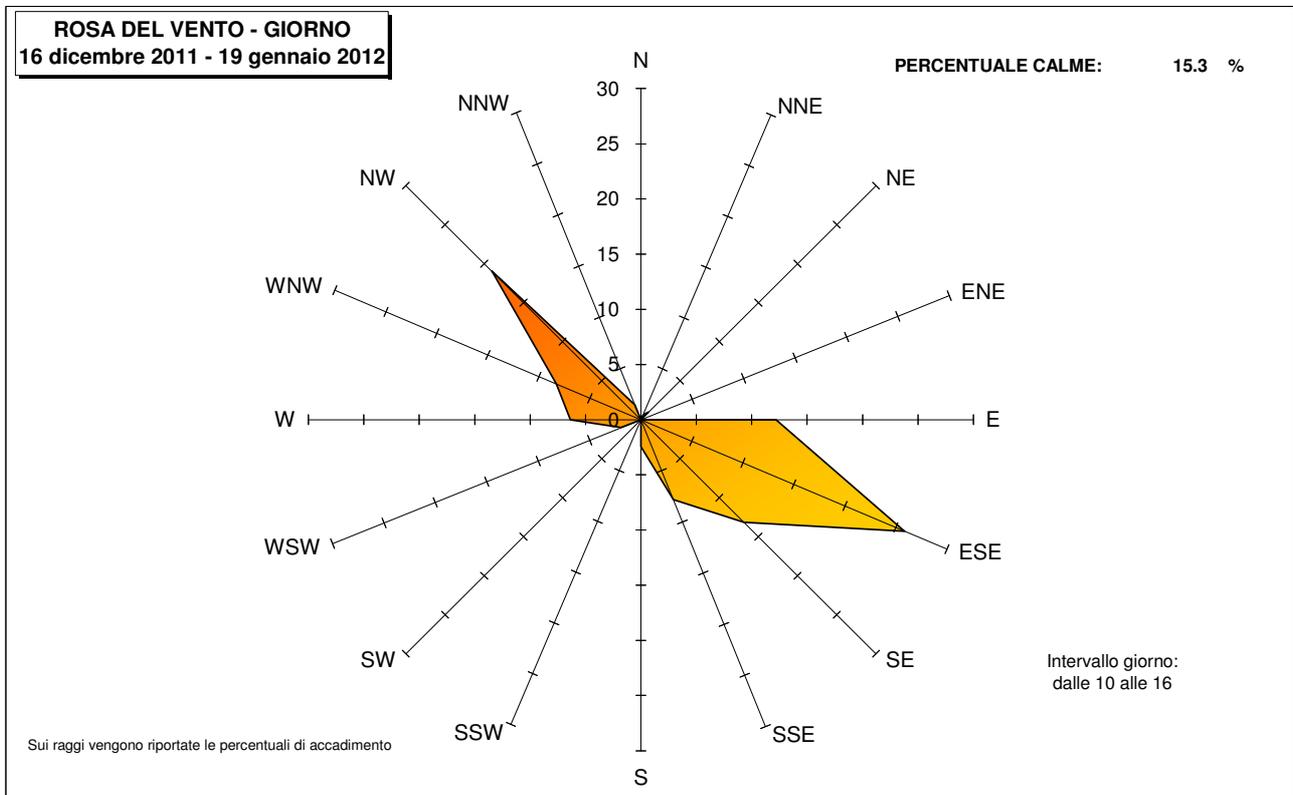


Figura 12 - Rosa dei venti notturna nel corso della campagna di monitoraggio

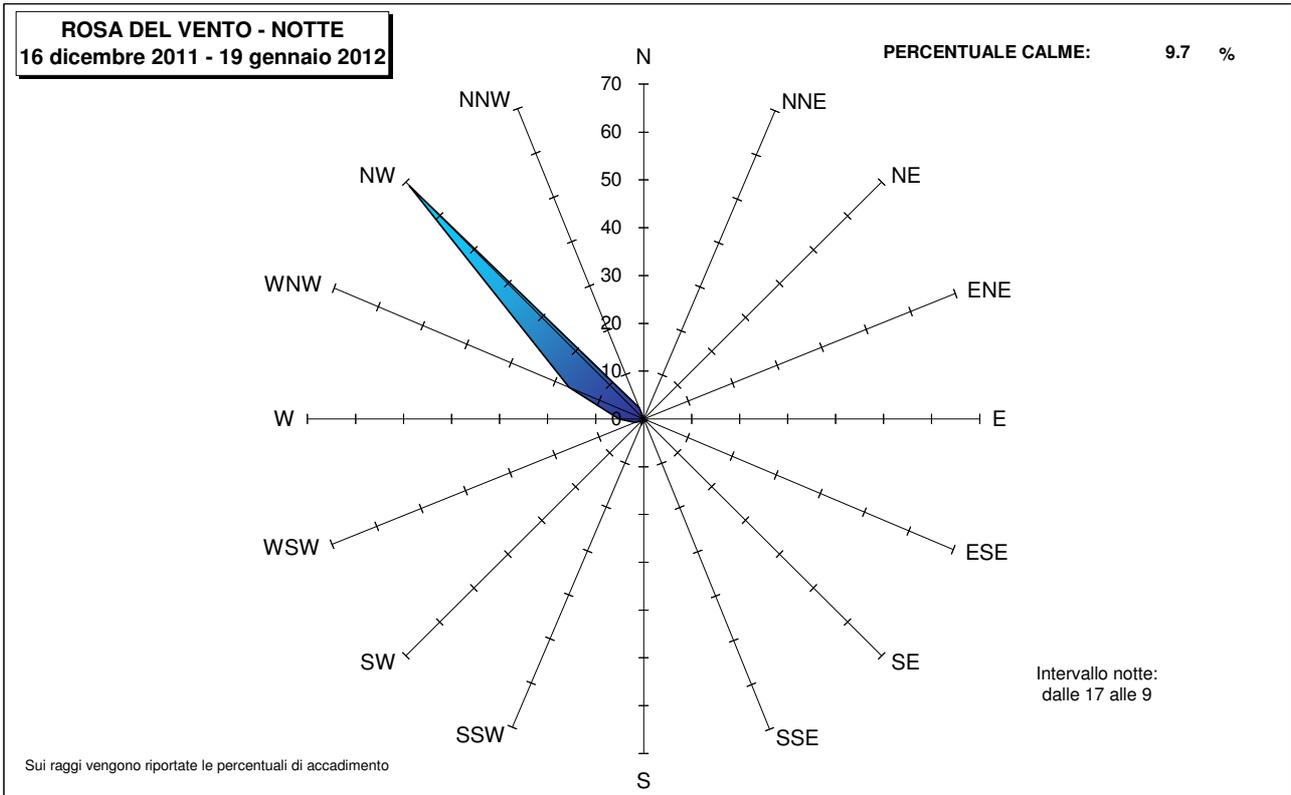


Figura 13 - Direzione principale dei venti nelle ore diurne (freccie arancioni) e notturne (freccia blu).



ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche delle concentrazioni registrate dagli analizzatori strumentali nel periodo di campionamento e gli eventuali superamenti dei limiti di legge degli inquinanti.

Si riportano di seguito i parametri misurati e le loro formule chimiche, utilizzate come abbreviazioni:

Benzene	C_6H_6	$\mu g/m^3$
Biossido di azoto	NO_2	$\mu g/m^3$
Biossido di zolfo	SO_2	$\mu g/m^3$
Monossido di azoto	NO	$\mu g/m^3$
Monossido di carbonio	CO	mg/m^3
Ozono	O_3	$\mu g/m^3$
Particolato sospeso PM_{10}	PM_{10}	$\mu g/m^3$
Toluene	$C_6H_5CH_3$	$\mu g/m^3$

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 fossili (ad esempio gasolio, olio combustibile e carbone) nei quali lo zolfo è presente come impurità. Una ridotta percentuale di biossido di zolfo nell'aria (6÷7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare da veicoli a motore diesel.

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente: a causa del riscaldamento domestico, infatti, i valori massimi si raggiungono durante la stagione invernale. Fino a pochi anni fa, il biossido di zolfo era considerato uno degli inquinanti atmosferici più problematici, a causa delle elevate concentrazioni rilevate nell'aria e degli effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. Negli ultimi anni, da quando la normativa ha imposto la limitazione del contenuto di zolfo nei combustibili, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante le cui concentrazioni sono scese ben al di sotto dei limiti di legge.

I livelli orari e giornalieri del biossido di zolfo misurato nel Comune di Mathi con il laboratorio mobile, sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi (**Tabella 6, Figura 14 e Figura 15**). Il massimo valore giornaliero (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), è pari a 8.11 µg/m³, di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. La massima media oraria è pari a 13.33 µg/m³, viene quindi rispettato anche il livello orario per la protezione della salute fissato a 350 µg/m³ dal D.Lgs. 155/2010. Nella **Figura 15** sono stati messi a confronto gli andamenti di SO₂ della stazione mobile posizionata a Mathi con i dati di due stazioni di traffico urbano delle rete fissa di monitoraggio: Grugliasco e Torino - via della Consolata. L'andamento di SO₂ del laboratorio mobile ricalca quello delle stazioni scelte come riferimento sebbene i valori massimi registrati a Mathi siano, come atteso, decisamente inferiori ai quelli misurati nelle due cabine monitoraggio di confronto, in particolare rispetto alla stazione situata in centro a Torino.

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 oramai da diversi anni sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi.

Tabella 6 – Dati relativi al biossido di zolfo (SO₂) (µg/m³)

Minima media giornaliera	4.60
Massima media giornaliera	8.11
Media delle medie giornaliere (b):	6.44
Giorni validi	35
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	6.44
Massima media oraria	13.33
Ore valide	837
Percentuale ore valide	100%
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)	0
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)	0
Numero di superamenti livello allarme (500)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)	0

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

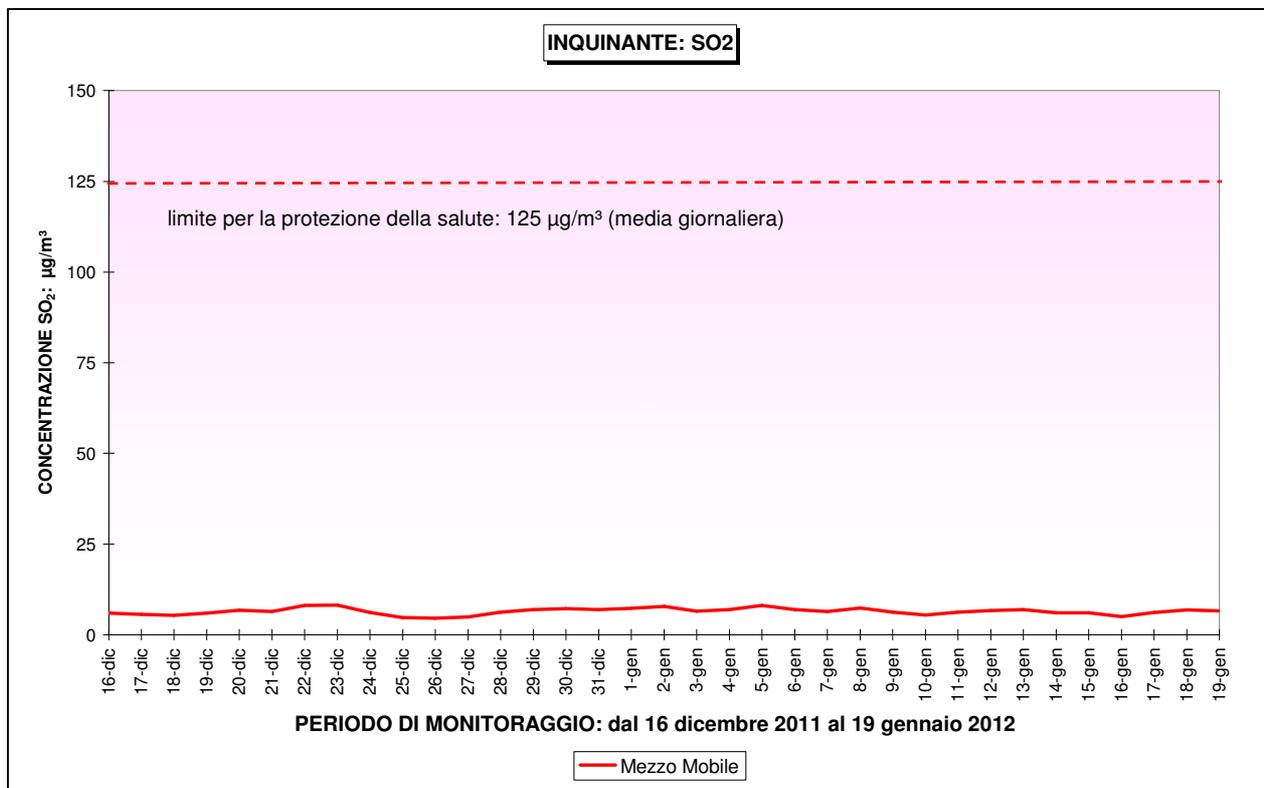
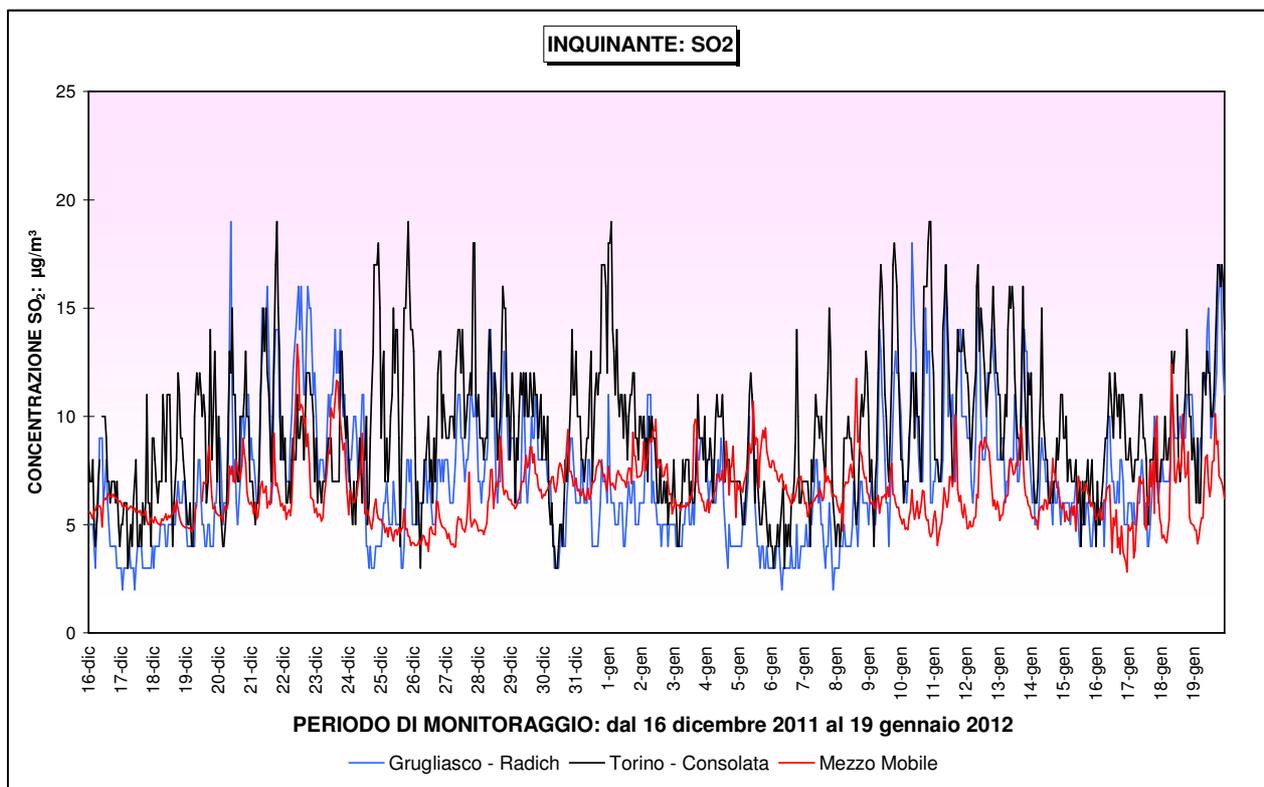


Figura 15 – SO₂: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni fisse



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. Si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera e infatti, a differenza degli altri inquinanti, in questo caso l'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3).

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

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

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

Tabella 7 – Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m^3)

Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.9
Media delle medie giornaliere (b):	0.6
Giorni validi	31
Percentuale giorni validi	89%
Media dei valori orari	0.6
Massima media oraria	2.2
Ore valide	763
Percentuale ore valide	91%
Minimo medie 8 ore	0.1
Media delle medie 8 ore	0.6
Massimo medie 8 ore	1.3
Percentuale medie 8 ore valide	90%
<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 Mathi confermano quanto osservato su scala regionale in merito al rispetto dei limiti normativi. Il DLgs 155 del 13/08/2010 prevede un limite di 10 mg/m^3 , calcolato come media su otto ore consecutive: tale limite viene ampiamente rispettato dal sito in esame il cui valore massimo su otto ore è pari a 1.3 mg/m^3 (**Tabella 7** e **Figura 16**). Nelle **Figure 17** e **18** viene riportato il confronto con le stazioni fisse della rete regionale di monitoraggio di Oulx e Torino-Consolata, due stazioni residenziali di traffico rispettivamente suburbano e urbano. Dai grafici si nota che i valori di CO registrati dal Laboratorio Mobile a Mathi sono comparabili con l'andamento della stazione di traffico suburbano e nettamente inferiori (come atteso) a quelli della stazione torinese di traffico urbano.

Figura 16 – CO: confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)

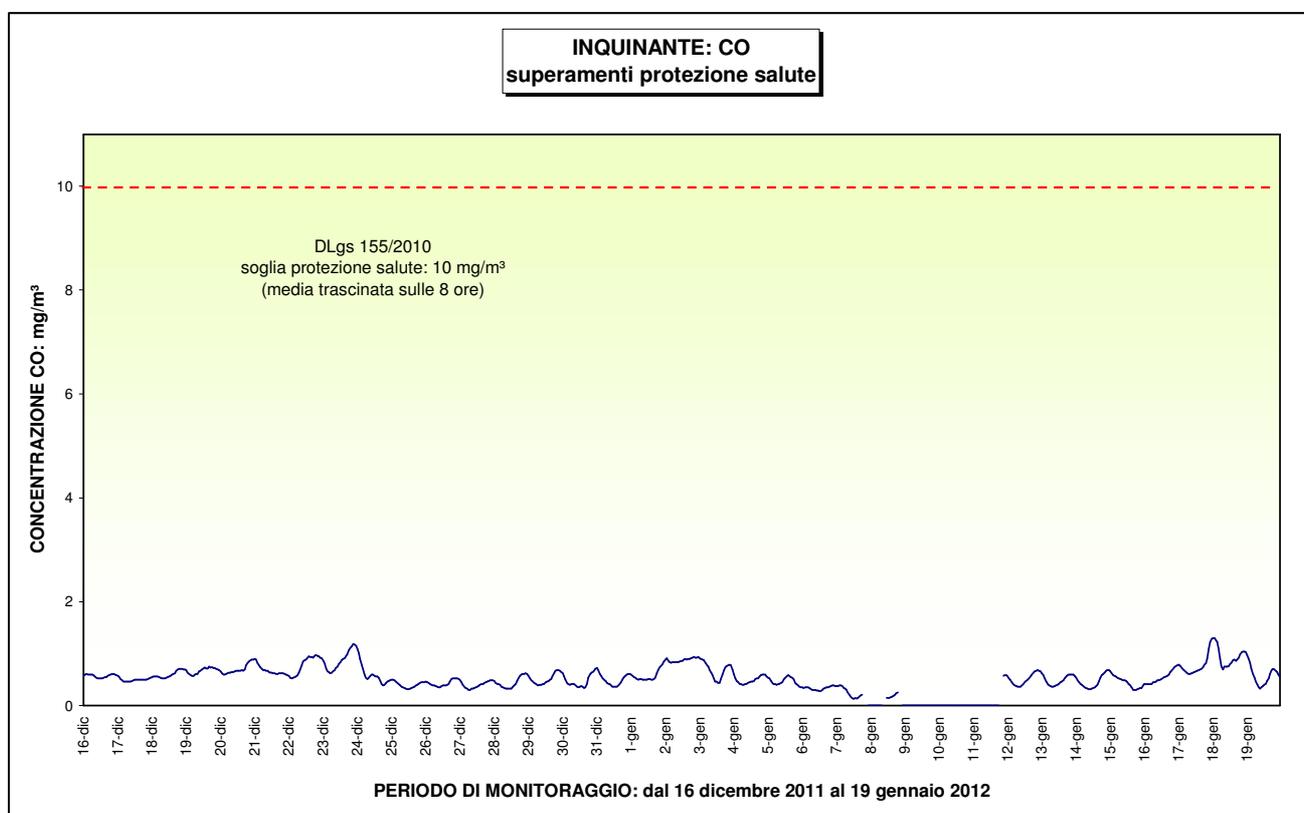


Figura 17 – CO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con le stazioni fisse di Oulx e Torino Consolata

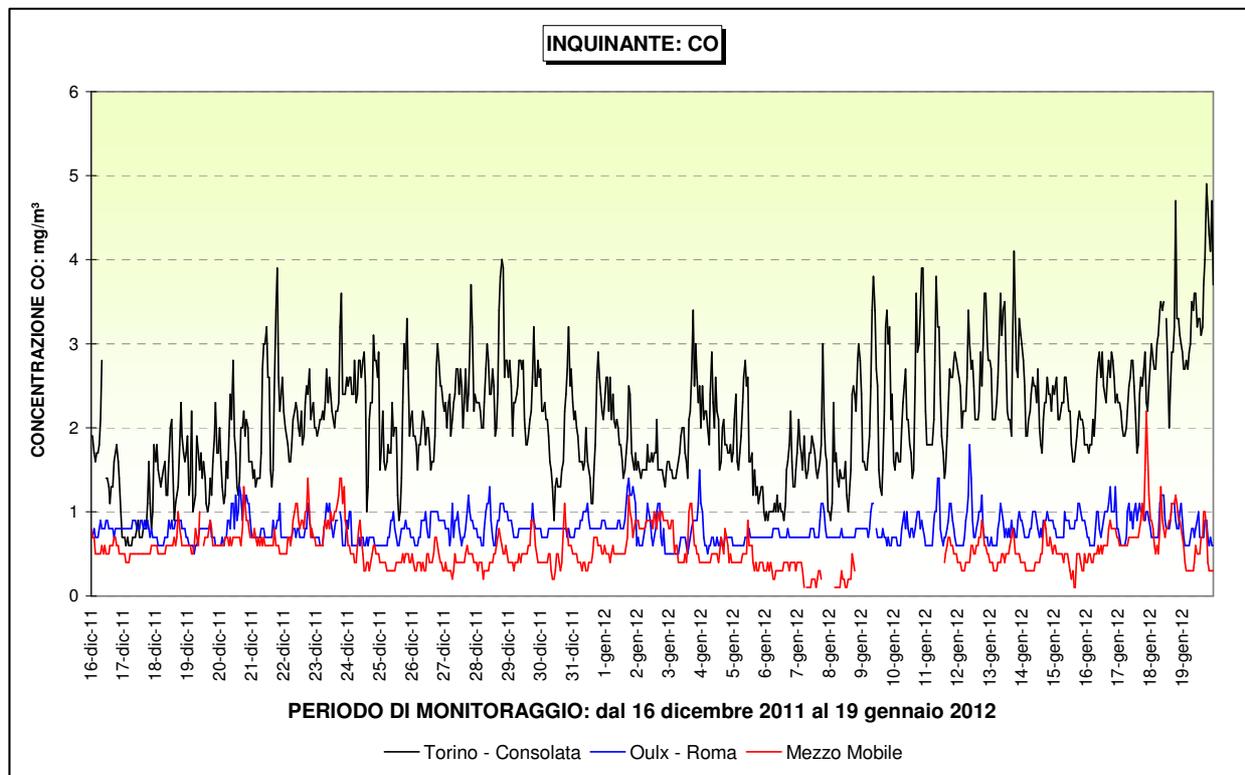
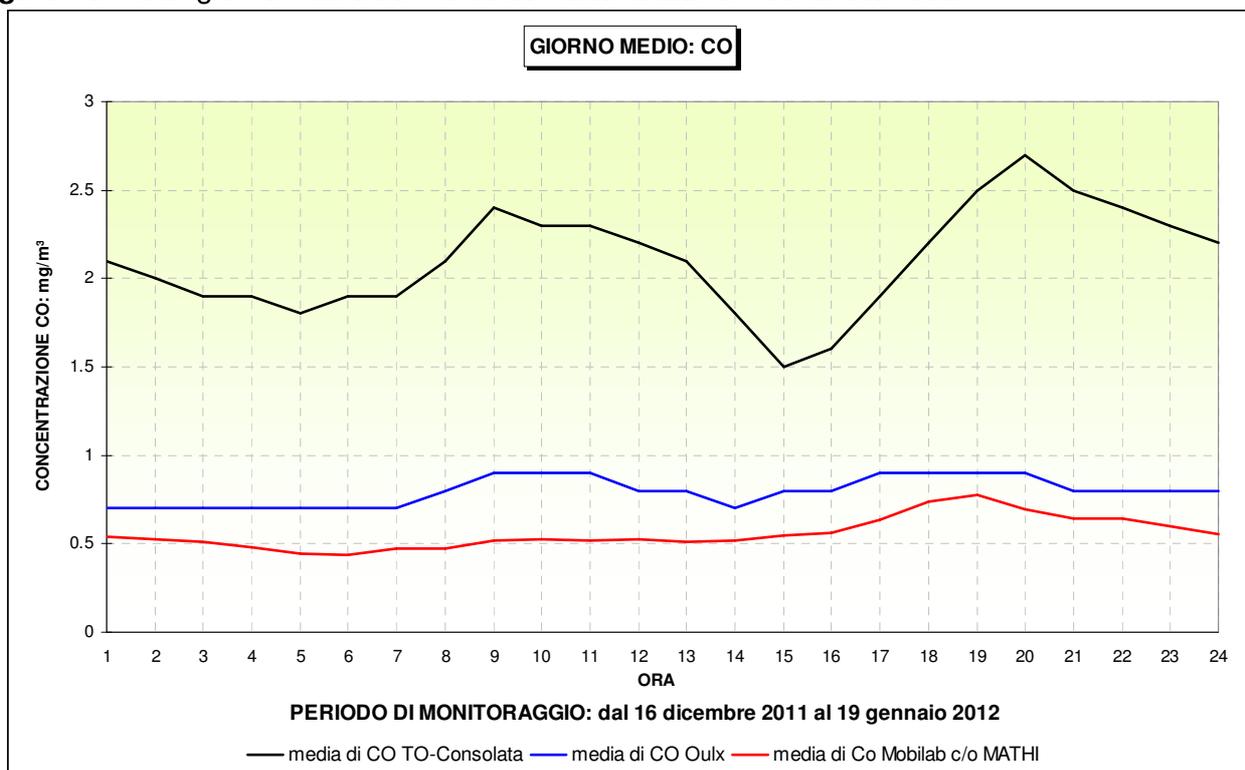


Figura 18 – CO: giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa.



Ossidi di Azoto

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

Benché la normativa non preveda valori limite di concentrazione nell'aria, il **monossido di azoto** (NO), viene comunque misurato perché, trasformandosi in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono, rappresenta uno dei precursori dell'inquinamento fotochimico.

Nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Mathi il livello di NO (**Figure 19 e 20**) risulta in linea con i valori del periodo e con l'andamento registrato nella stazione di fondo rurale della rete regionale di monitoraggio (Venaria - La Mandria) e molto inferiore ai dati della stazione di misura di traffico urbano (Torino Consolata). La massima media oraria registrata è pari a 143.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e il valore medio dell'intera campagna è di 15.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 8**); gli ossidi di azoto sono inquinanti a carattere prevalentemente invernale per cui nella seconda campagna di monitoraggio che si svolgerà nel periodo estivo si troveranno con ogni probabilità valori inferiori a quelli registrati tra dicembre e gennaio. Il grafico del giorno medio mostra inoltre che tutte le stazioni di misura presentano massimi nelle stesse ore del mattino e della sera, a dimostrazione del fatto che in assenza di altri processi combustivi in atto, la fonte principale di NO è il traffico veicolare.

Tabella 8 – Dati relativi al monossido di azoto (NO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	5.0
Massima media giornaliera	42.7
Media delle medie giornaliere	15.0
Giorni validi	35
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	15.0
Massima media oraria	143.2
Ore valide	839
Percentuale ore valide	100%

Figura 19 – NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni di misura

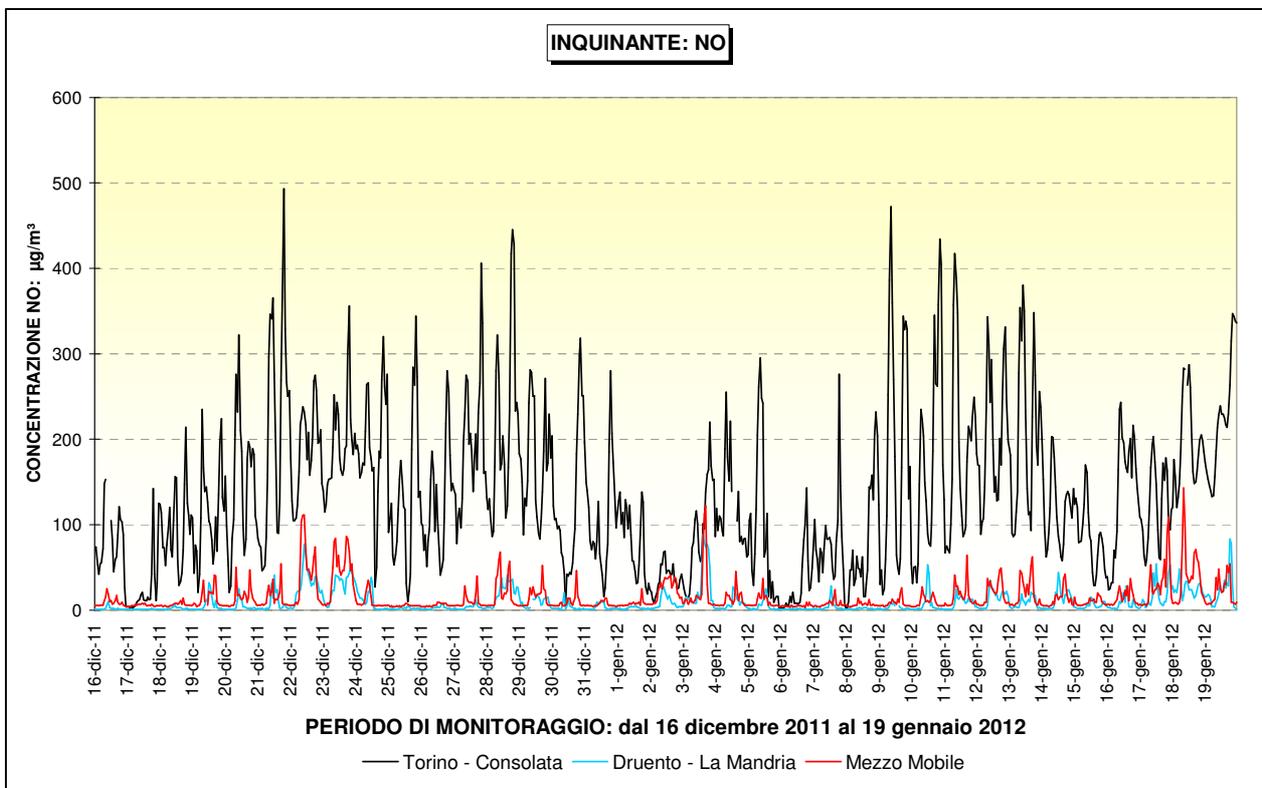
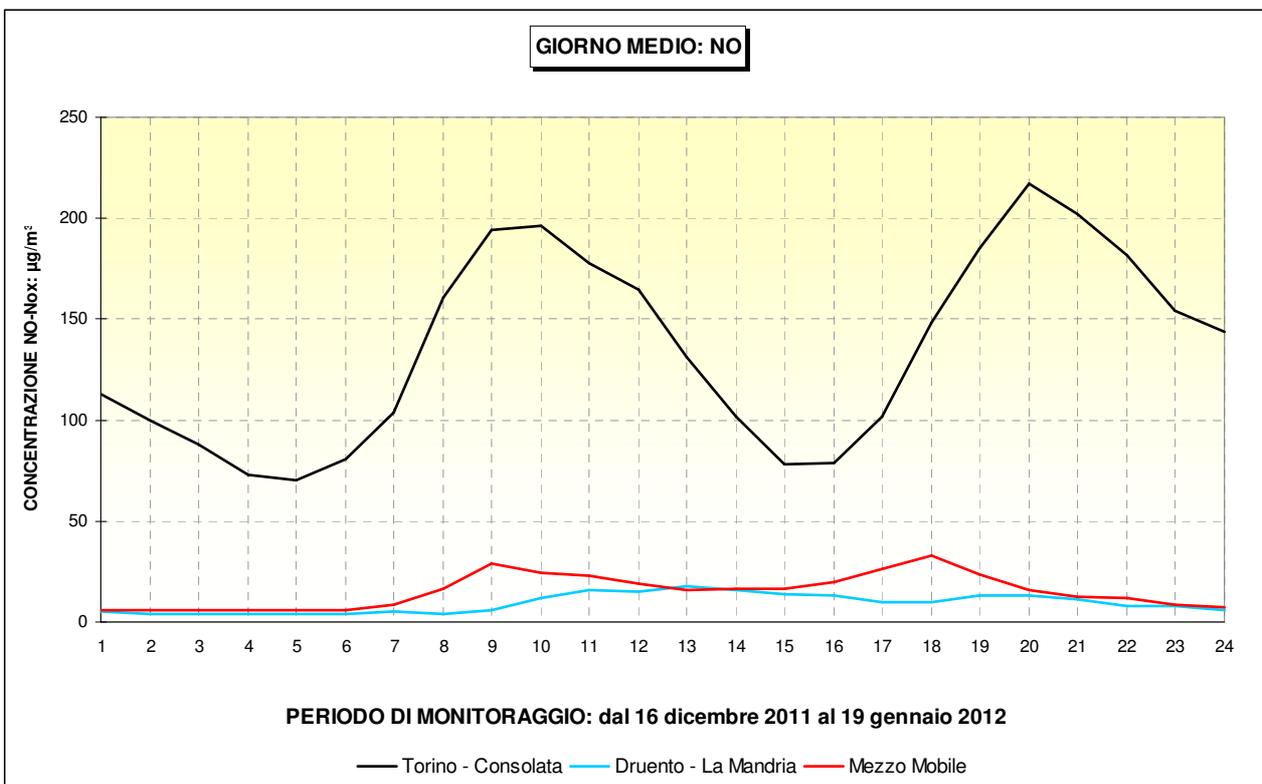


Figura 20 – NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni di misura



Il **biossido di azoto** (NO_2) è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici più pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché, in presenza di forte irraggiamento solare, entra a far parte del ciclo di una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di “smog fotochimico”.

La formazione di NO_2 è piuttosto complessa, in quanto si tratta di un inquinante di origine mista, in parte originato direttamente dai fenomeni di combustione e in parte prodotto indirettamente dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto (NO) nell'ambito di un insieme complesso di reazioni fotochimiche.

Durante la campagna di monitoraggio non si è avuto alcun superamento del limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (la normativa prevede che non venga superato più di 18 volte in un anno). Il livello medio orario di NO_2 misurato a Mathi nel periodo indagato è pari a $29.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale concentrazione è confrontabile con il livello misurato nella stazione di Druento, una stazione di fondo rurale all'interno del Parco Regionale della Mandria (**Tabella 9** e **Figura 21**).

Osservando il grafico di **Figura 22**, che riporta il giorno medio (calcolato con le modalità indicate a pag.23), si nota che l'andamento del NO_2 in tutte le stazioni a confronto, è caratterizzato da una campana che coinvolge diverse ore del mattino e da un picco serale, sempre più alto di quello mattutino.

Ulteriori considerazioni riguardo all'inquinante NO_2 verranno fatte alla fine della seconda campagna di monitoraggio in cui si valuterà il rispetto del limite annuale per la protezione della salute di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come prescritto dal D.Lgs 155 del 13/08/2010.

Tabella 9 – Dati relativi al biossido di azoto (NO_2) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	7.9
Massima media giornaliera	56.4
Media delle medie giornaliere (b):	29.6
Giorni validi	35
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	29.6
Massima media oraria	93.3
Ore valide	839
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

Figura 21 – NO₂ : confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio

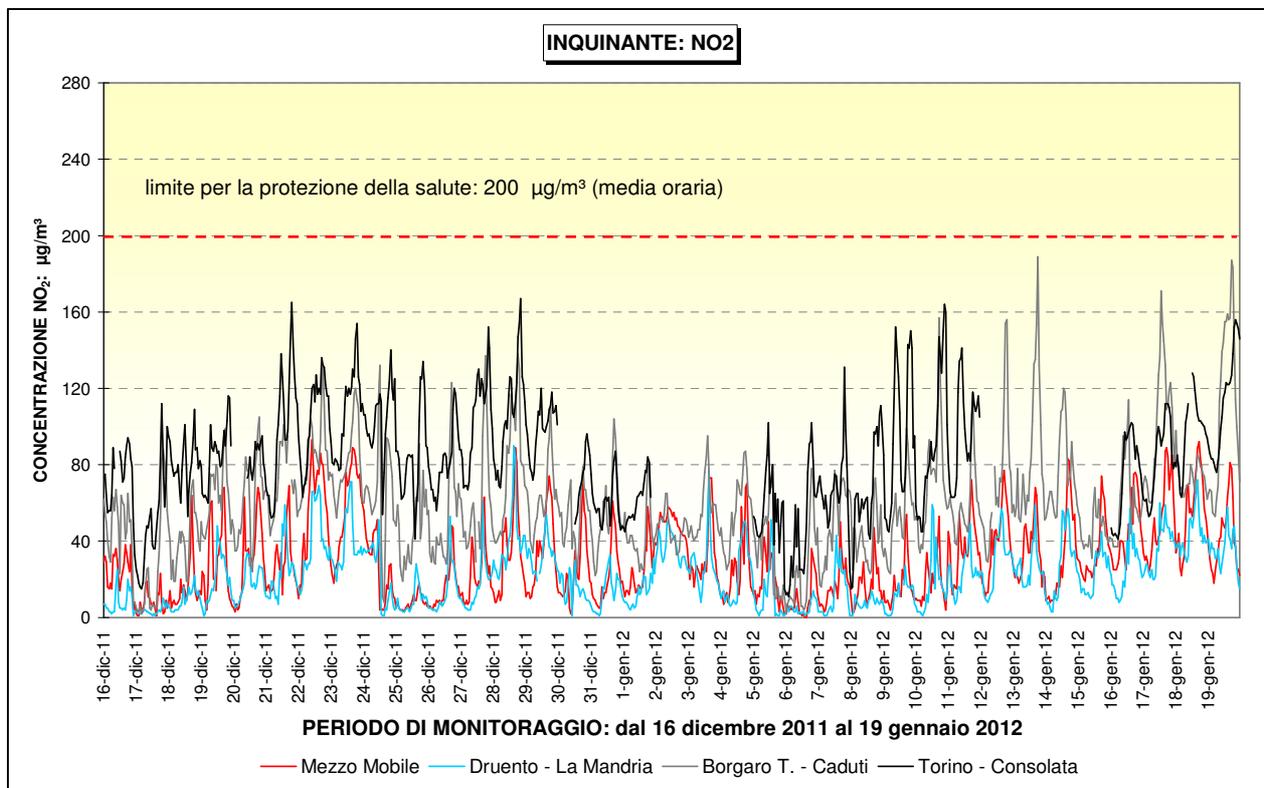
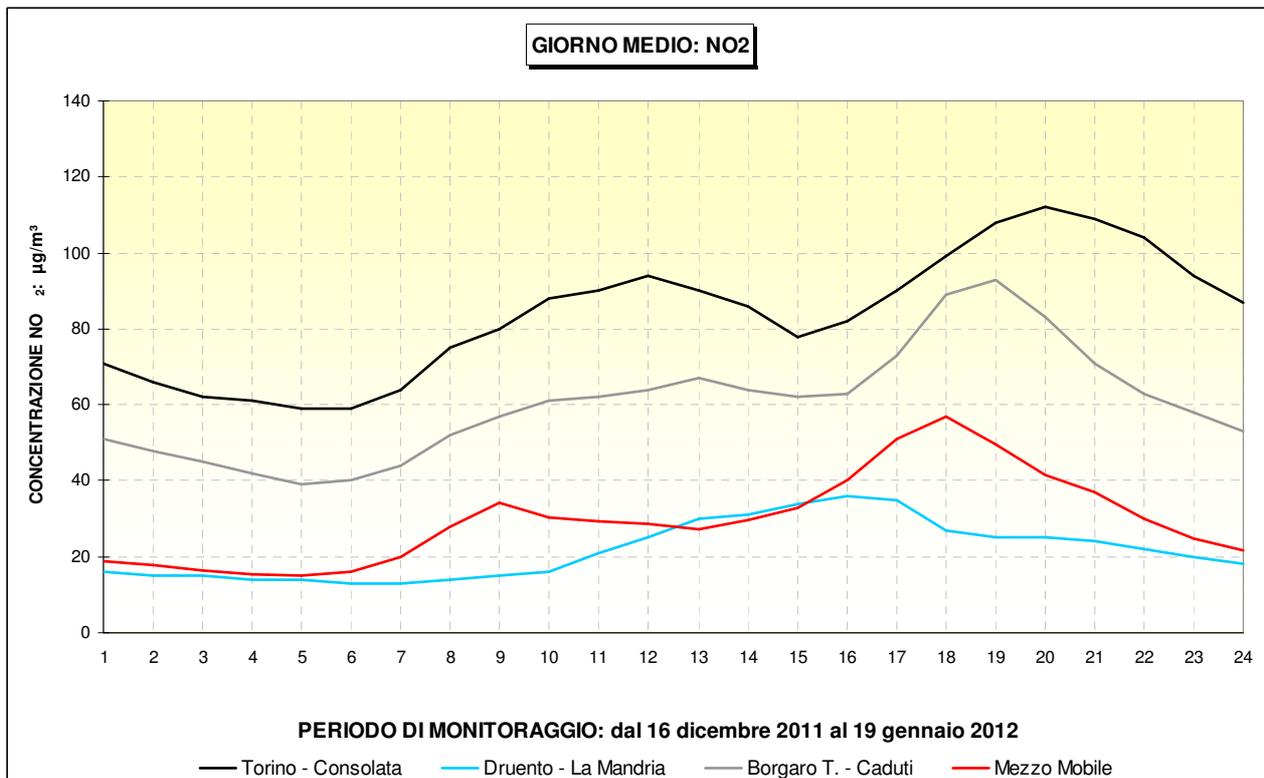


Figura 22 – NO₂ : andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



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 dall'Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

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

Il benzene è una sostanza classificata:

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

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule. In seguito a esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo. Un'esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità 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 (D.Lgs 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. Il confronto con il limite di legge sarà possibile solo una volta terminata anche la seconda campagna di misura.

Durante il monitoraggio nel Comune di Mathi è stata determinata una concentrazione media di benzene di $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 10**) ed in generale i valori delle medie orarie sono ricompresi tra 0.6 e $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con 21 valori orari superiori al limite annuo di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Figura 23**). Si fa notare comunque che l'inverno è il periodo più critico per tale inquinante, con ogni probabilità la concentrazione media finale a conclusione delle due campagne di misura sarà molto più bassa del valore attuale.

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

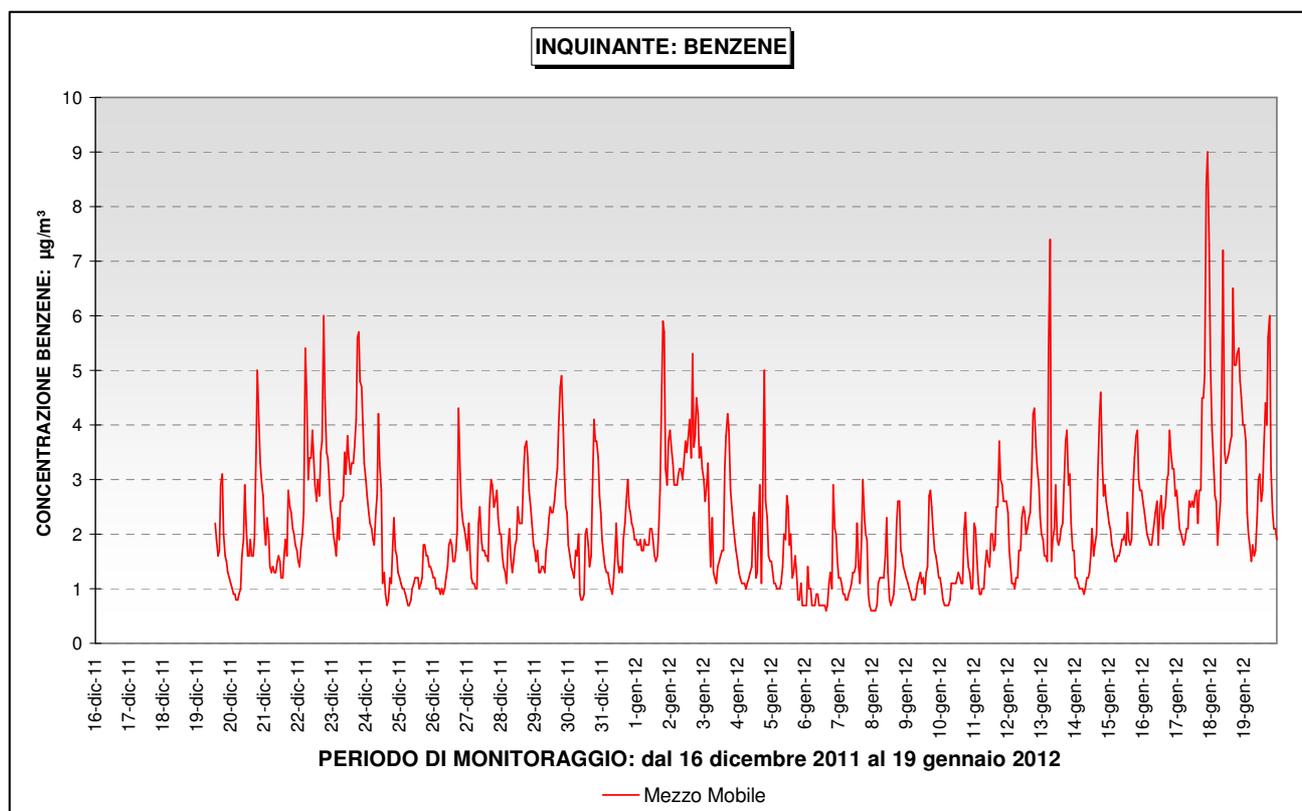
Gli effetti del toluene sono stati studiati soprattutto in relazione all'esposizione lavorativa e sono stati dimostrati casi di disfunzioni del sistema nervoso centrale, ritardi nello sviluppo e anomalie congenite, oltre a sbilanci ormonali in donne e uomini.

Nella prima campagna di Mathi la massima media giornaliera di toluene è pari a $8.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre la massima media oraria è di $18.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in entrambi i casi si tratta di concentrazioni ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS (**Tabella 10**).

Tabella 10 – Dati relativi al benzene e al toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Benzene	Toluene
Minima media giornaliera	1.1	3.3
Massima media giornaliera	4.1	8.5
Media delle medie giornaliere	2.2	5.0
Giorni validi	31	31
Percentuale giorni validi	89%	89%
Media dei valori orari	2.2	5.0
Massima media oraria	9.0	18.4
Ore valide	755	755
Percentuale ore valide	90%	90%

Figura 23 – Benzene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio



Particolato Sospeso (PM10)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme del materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc. Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, 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 potendo penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra la concentrazione di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciati negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma, prima con il DM 60/2002 e successivamente con il DLgs 155/2010, ha previsto dei limiti solo per il particolato PM₁₀, la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Si tratta della componente più pericolosa del particolato perché in grado di raggiungere facilmente la trachea e i bronchi, dove gli inquinanti adsorbiti sulla polvere possono venire a contatto con gli alveoli polmonari.

Il DLgs 155/2010 introduce un limite anche per il PM_{2.5} (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolato come media annuale di 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Durante la campagna nel comune di Mathi sono state eseguite misure di particolato fine PM₁₀, per il quale sono disponibili 33 giorni di monitoraggio effettivo, dal 17 dicembre 2011 al 19 gennaio 2012, con un dato mancante il primo gennaio. Durante il periodo di campionamento ci sono stati 10 superamenti del limite giornaliero del PM₁₀ di 50 µg/m³ (da non superare più di 35 volte per anno civile). La media dei valori di particolato PM₁₀ è di 34.8 µg/m³. (**Figura 24**).

In **Figura 25** vengono confrontati i valori di PM₁₀ registrati a Mathi con quelli misurati nelle stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria di Torino Consolata, Borgaro e Druento - La Mandria: dal grafico si può notare che i valori misurati dal Mezzo Mobile seguono un andamento sovrapponibile a quello della stazione di fondo rurale di Druento, mentre risultano inferiori sia ai dati di Torino Consolata (come atteso) sia ai dati della centralina di Borgaro, situata in un'area suburbana di carattere residenziale.

La **Tabella 12** e la **Figura 26** evidenziano inoltre che il valore medio di PM₁₀ registrato dal Laboratorio Mobile nel comune di Mathi si colloca tra i più bassi della provincia di Torino durante il periodo di campionamento in esame, di poco inferiore a quello della stazione di fondo rurale di Druento.

Per fare una stima del valore medio annuo del PM₁₀ nel territorio mathiese bisognerà aspettare i risultati della seconda campagna di monitoraggio, tuttavia appare chiaro che visti i dati del periodo invernale, certamente il più critico per le polveri sottili, difficilmente il PM₁₀ supererà il limite annuale di 40 µg/m³.

Tabella 11 – Dati relativi al particolato sospeso PM₁₀ (µg/m³) presso il sito di monitoraggio

Minima media giornaliera	5.0
Massima media giornaliera	102.0
Media delle medie giornaliere	34.8
Giorni validi	33
Percentuale giorni validi	94%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	10

Figura 24 – Particolato sospeso PM₁₀ : confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

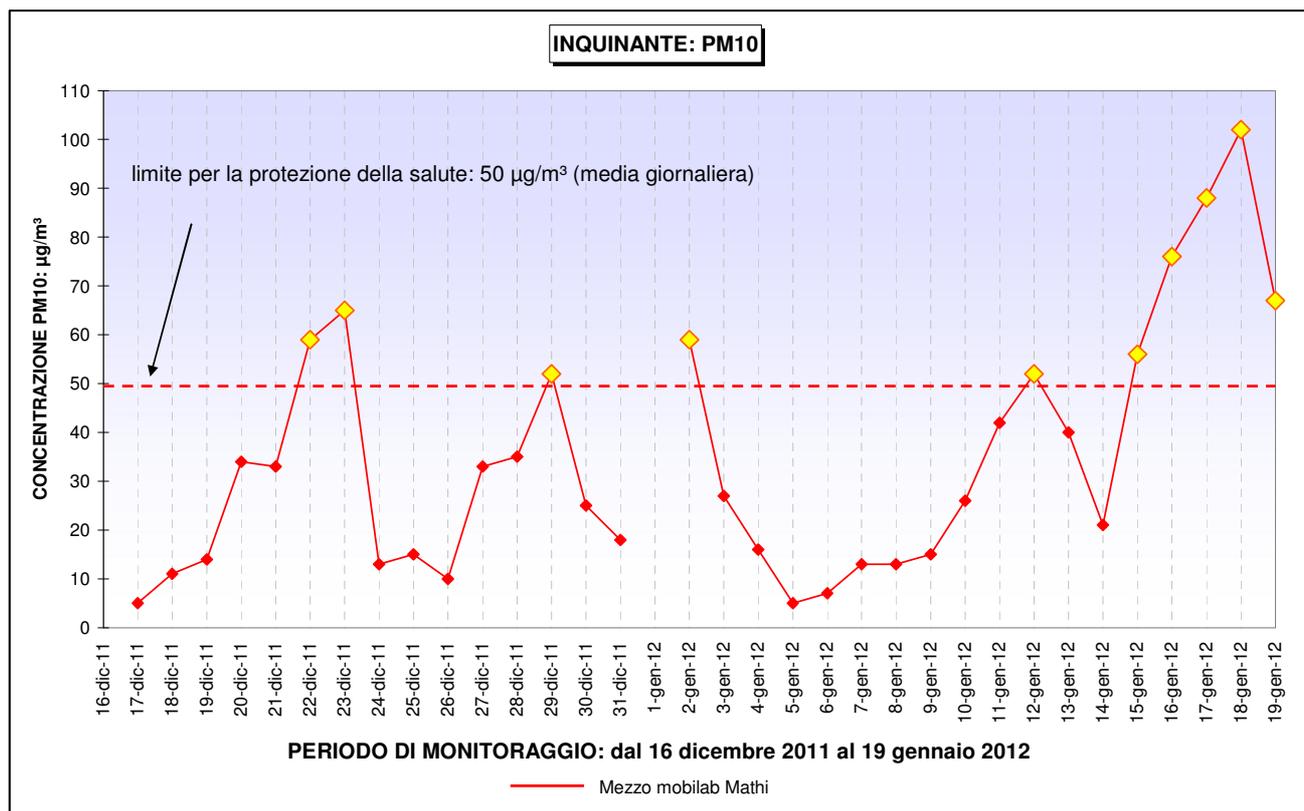


Figura 25 – Particolato sospeso PM₁₀: confronto con altre stazioni di monitoraggio

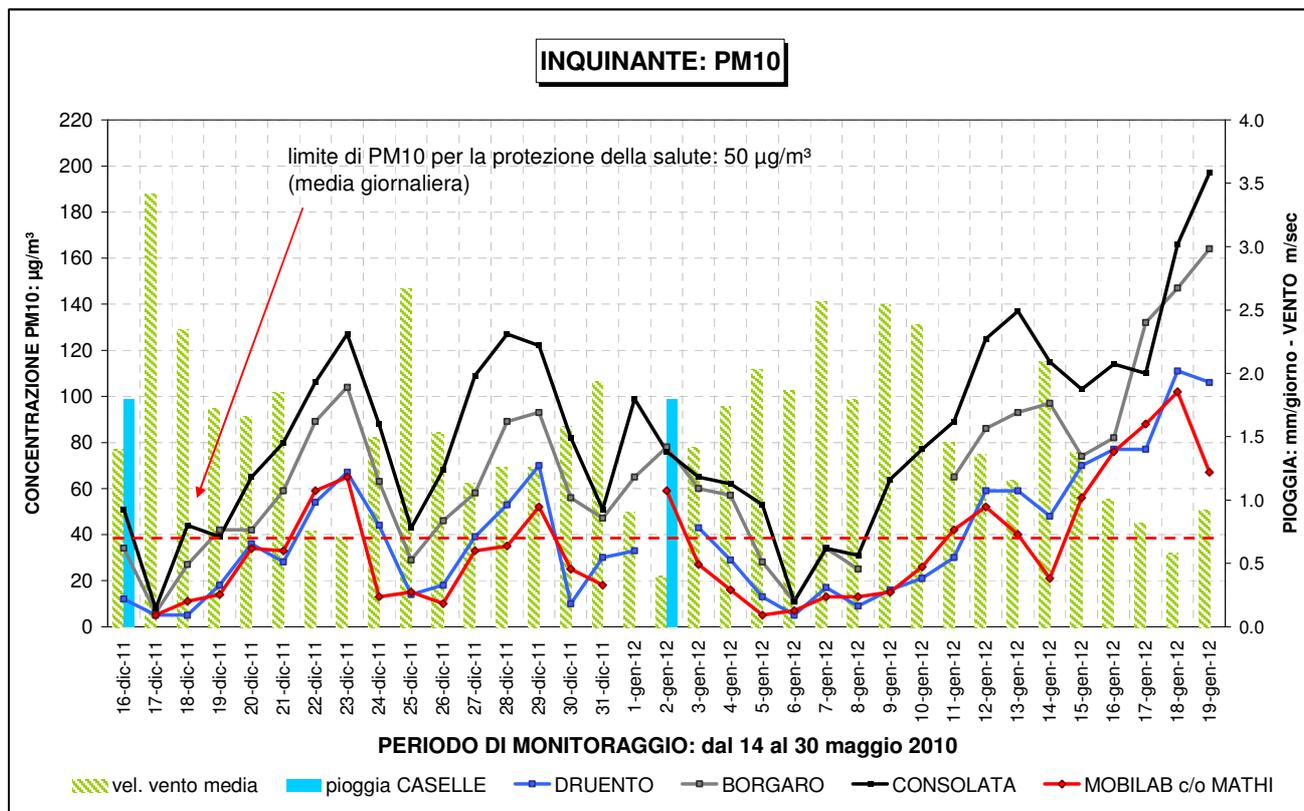
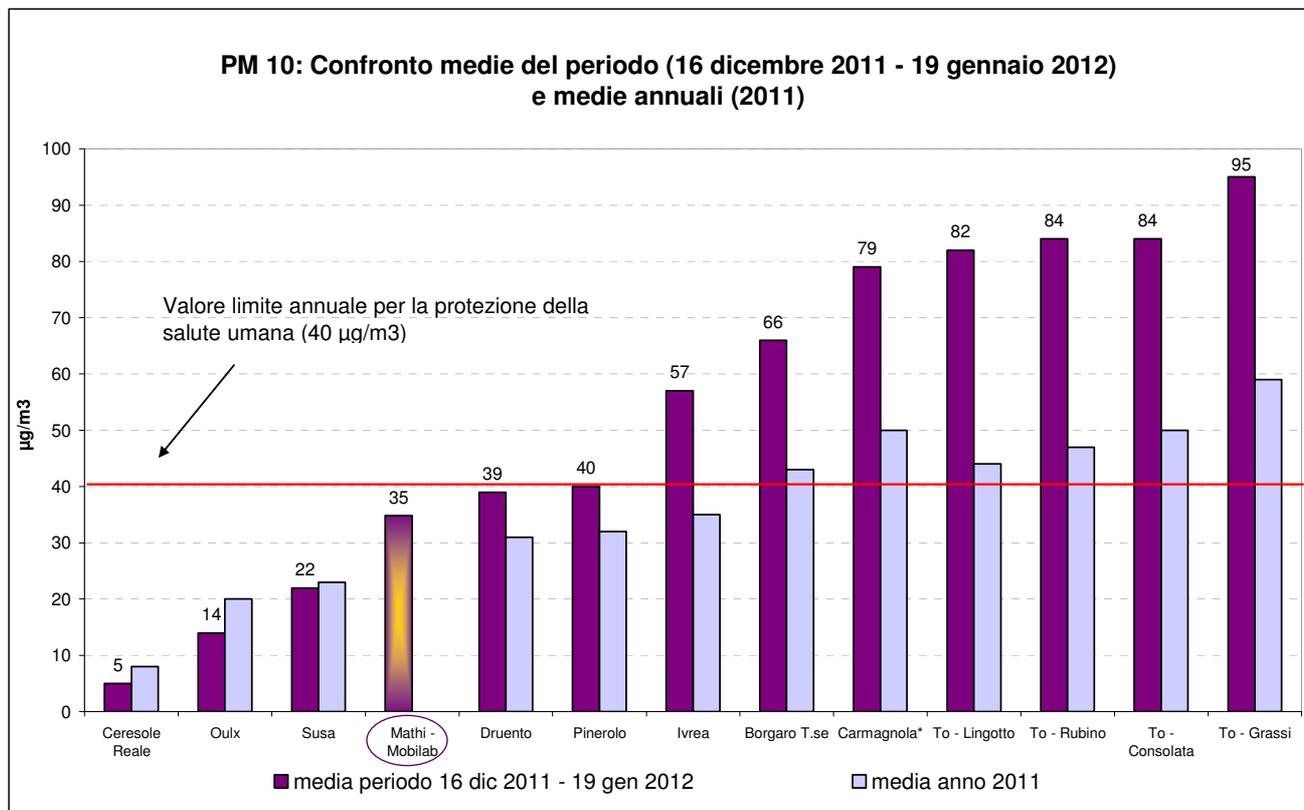


Tabella 12 – Particolato sospeso PM₁₀ confronto medie anno 2011 e medie del periodo di campionamento PM₁₀ nella provincia di Torino

Stazioni di misura	Media periodo 16 dicembre 2011 – 19 gennaio 2012 [µg/m ³]	Media anno 2011 [µg/m ³]
Ceresole Reale	5	8
Oulx	14	20
Susa	22	23
Mathi - Mobilab	35	
Druento	39	31
Pinerolo	40	32
Ivrea	57	35
Borgaro T.se	66	43
Carmagnola*	79	50*
To - Lingotto	82	44
To - Rubino	84	47
To - Consolata	84	50
To - Grassi	95	59

* dal 11/11/11 la stazione di monitoraggio ha cambiato ubicazione all'interno dello stesso comune di Carmagnola

Figura 26 – Particolato sospeso PM₁₀: confronto medie anno 2011 e medie del periodo nella provincia di Torino.



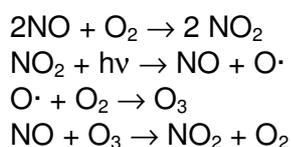
Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente.

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

Le concentrazioni più elevate di ozono si raggiungono nella stagione calda quando la radiazione solare e la temperatura media dell'aria raggiungono i valori più alti dell'anno.

In forma semplificata, 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 misura nel comune di Mathi, la media dei valori orari di ozono è stata di $37.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una massima media oraria di $82.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In **figura 27** viene riportata la concentrazione oraria di ozono a Mathi e nelle stazioni fisse di Lingotto e Druento: i tre siti presentano un andamento del tutto comparabile durante il periodo di campionamento, benché i massimi registrati dal Laboratorio Mobile a Mathi risultino in alcuni giorni più alti delle altre stazioni di riferimento. È possibile inoltre evidenziare che in alcune giornate del periodo di misura per tutte le stazioni selezionate il livello di ozono si abbassa rispetto all'andamento generale. Ciò è particolarmente evidente nei giorni 2-3 gennaio 2012 quando su tutto il territorio provinciale diminuisce sensibilmente l'irraggiamento solare in seguito a condizioni di instabilità atmosferica e moderate precipitazioni (vedi elaborazione dati meteo).

Durante la campagna non c'è mai stato alcun superamento dei limiti normativi previsti: il livello di protezione della salute su medie di 8 ore ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$), l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e il livello d'informazione, pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria (**Figure 27 e 28**). D'altronde è la stagione estiva il periodo critico in cui la concentrazione di ozono può raggiungere valori molto alti e superare più volte i limiti di legge. La normativa attualmente in vigore (D.Lgs 155/2010) prevede che a partire 2010 il valore di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non venga superato per più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni¹.

Nel caso della campagna di misura nel comune di Mathi non sarà possibile applicare completamente questo limite normativo avendo a disposizione al massimo un paio di mesi di misurazioni - il fatto che non si registrino più di 25 superamenti nel periodo di indagine non significa infatti che un campionamento esteso a tutto l'anno non avrebbe comunque portato ad uno sfioramento del limite di legge. In ogni caso bisognerà attendere gli esiti della campagna di monitoraggio estiva per valutare il peso specifico di questo inquinante nell'ambito della qualità dell'aria complessiva del territorio in esame.

¹ Il primo valore di confronto verrà quindi calcolato nel 2013 in riferimento al triennio 2010-2012. (D.Lgs. 155/2010 All VII.2 nota(1))

L'ozono d'altronde, data la sua origine secondaria, è un inquinante ubiquitario: nei siti più periferici e remoti sono possibili fenomeni di trasporto e accumulo sia dell'ozono sia dei precursori emessi nelle aree antropizzate.

Tabella 13 – Dati relativi all'ozono (O₃) (µg/m³)

Minima media giornaliera	8.1
Massima media giornaliera	68.0
Media delle medie giornaliere (b):	37.8
Giorni validi	35
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	37.8
Massima media oraria	82.9
Ore valide	839
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	6.3
Media delle medie 8 ore	37.9
Massimo medie 8 ore	75.0
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>N. superam. dell'obiettivo a lungo termine 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 27 – O₃: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge

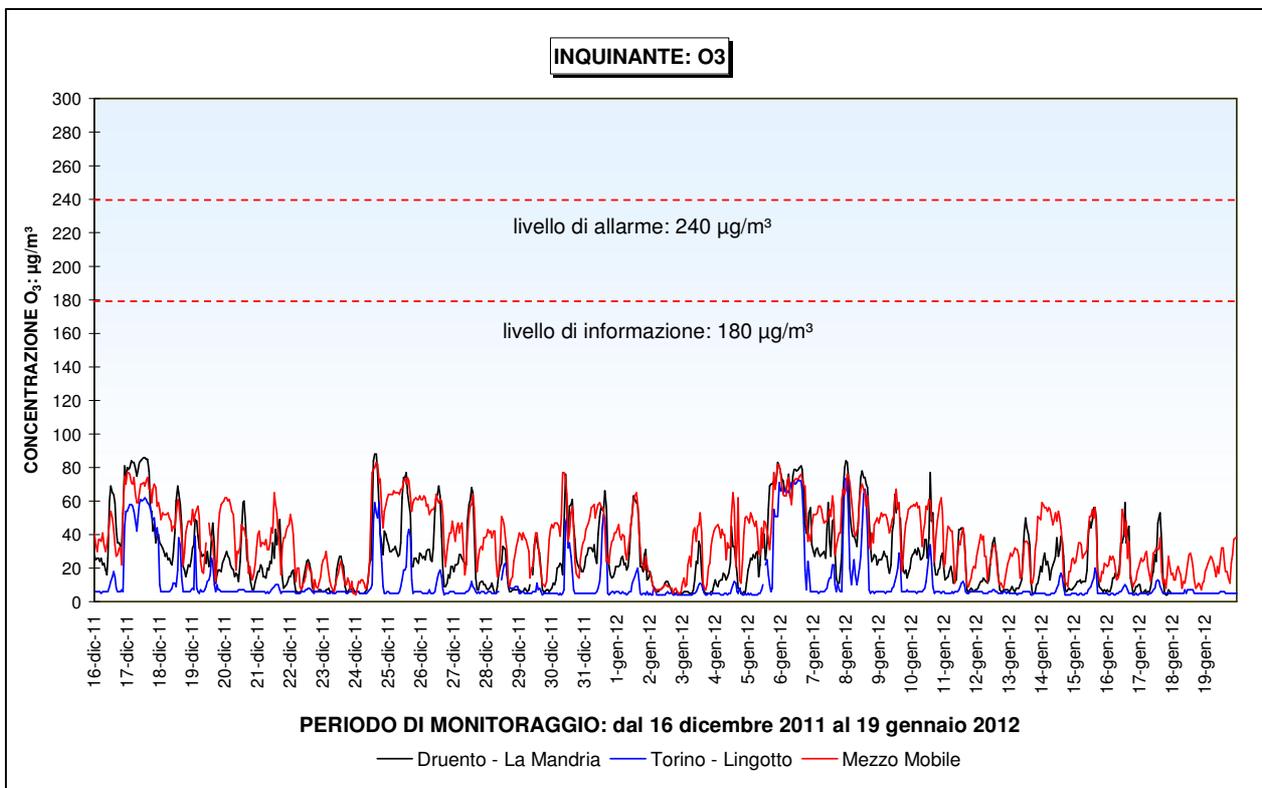
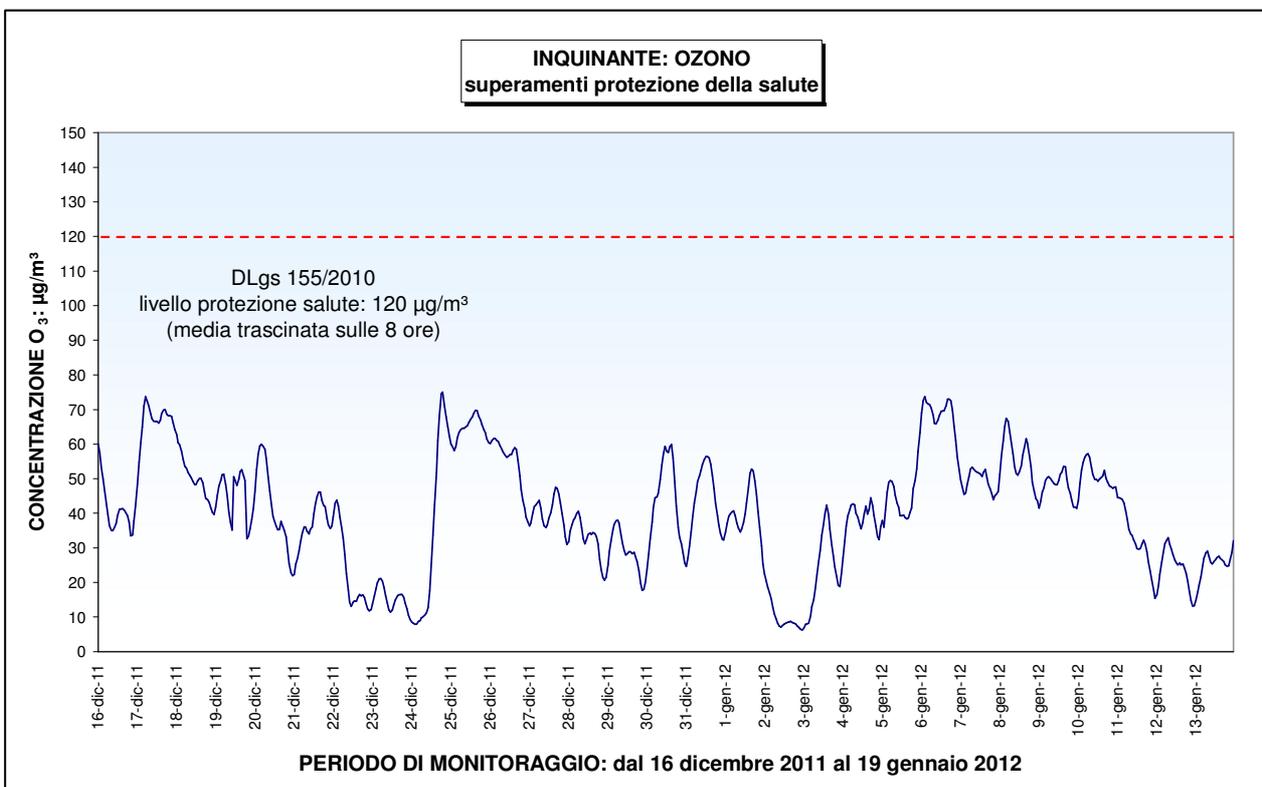


Figura 28 – O₃: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)



CONCLUSIONI

Lo stato della qualità dell'aria emerso per il comune di Mathi 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, mentre per il parametro PM₁₀ ci sono stati 10 superamenti del livello di protezione della salute calcolato come media giornaliera (50 µg/m³), sforamenti concentrati soprattutto negli ultimi giorni di misura (15-18 gennaio 2012). Come già detto nel capitolo dedicato, i dati della campagna di Mathi risultano comunque tra i più bassi della provincia di Torino, in linea con i valori registrati dalla centralina di Druento, situata nel parco della Mandria e rappresentativa di un fondo rurale naturale.

Complessivamente in questa prima campagna di monitoraggio gli andamenti dei principali inquinanti atmosferici presentano condizioni di criticità relativamente ridotte; i valori di concentrazione sono confrontabili e in genere inferiori a quelli registrati dalle stazioni di misura della rete provinciale più prossime al territorio mathiese. Il dato è confortante soprattutto se si considera che il periodo di monitoraggio indagato è generalmente quello caratterizzato dai livelli più elevati dei diversi inquinanti, fatta eccezione per l'ozono che presenta i suoi massimi nella stagione estiva. Ci si può ragionevolmente attendere che i valori della prossima campagna di misura mediati con quelli del periodo invernale non porteranno ad un aumento dei valori annuali relativi.

Per ciò che concerne i dati relativi al flusso di traffico veicolare all'intorno del punto di campionamento, infine, si ritiene necessario aspettare gli esiti delle misurazioni che verranno svolte anche nella prossima campagna di monitoraggio per presentare i risultati sui volumi di traffico complessivo nell'area in esame.

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**

Gasromatografo 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