

## II RESPONSABILE

Prot. 92897 /H10.02

Cuneo, 24/10/2018

(trasmessa esclusivamente via PEC)

Ill.mo Signor Sindaco del Comune di  
FOSSANO

[fossano@cert.ruparpiemonte.it](mailto:fossano@cert.ruparpiemonte.it)

---

Spett.le Assessorato Ambiente  
PROVINCIA di CUNEO

[protocollo@provincia.cuneo.legalmail.it](mailto:protocollo@provincia.cuneo.legalmail.it)

---

Spett.le Dipartimento Prevenzione  
Azienda ASL CN1 Cuneo

[aslcn1@legalmail.it](mailto:aslcn1@legalmail.it)

---

e p.c. Spett.le Regione Piemonte  
Assessorato Ambiente  
Settore Risanamento Atmosferico

Rif. DOQUI: B5.16 – ATTIVITA' ANNO 2017 – H10\_2017\_02113/ARPA.

### **Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi al monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Fossano nel periodo compreso dal 7 dicembre 2017 al 4 aprile 2018**

Con la presente si inviano le risultanze del monitoraggio della qualità dell'aria eseguito nel Comune di Fossano dal 7 dicembre 2017 al 4 aprile 2018. Al fine di ottemperare alle disposizioni normative vigenti e contribuire al risparmio energetico ed ambientale la presente nota sarà inviata esclusivamente via PEC; congiuntamente la relazione tecnica verrà messa a disposizione di tutta l'utenza alla pagina internet:

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

Distinti saluti

**Il Dirigente Responsabile  
della S.S. "Attività di Produzione Sud Ovest"  
Dott. Ivo Riccardi  
(firmato digitalmente)**

LB/lb

Allegati:  
Relazione tecnica (pagine 26, Allegato pagine 11)

**STRUTTURA COMPLESSA “Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest”**

**Struttura Semplice H.10.02 “Attività di Produzione Sud Ovest”**

**OGGETTO: *Monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Fossano nel periodo compreso dal 7 dicembre 2017 al 4 aprile 2018***

<b>Realizzazione del monitoraggio</b>	<b>Bardi Luisella Martini Sara Pellutiè Aurelio</b>	<b>Corino Flavio Pascucci Luca Tosco Marco</b>
<b>Redazione</b>	<b>Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Bardi Luisella</b>	
	<b>Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Martini Sara</b>	
<b>Verifica ed approvazione</b>	<b>Funzione: Responsabile Produzione Nome: Riccardi Ivo</b>	

**Arpa Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest – Struttura Semplice Attività di Produzione**

Via Vecchia di Borgo San Dalmazzo, 11 - 12100 Cuneo - Tel. 0171329211

[dip.cuneo@arpa.piemonte.it](mailto:dip.cuneo@arpa.piemonte.it) - PEC [dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it](mailto:dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it) – [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it)

# INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>ANALISI DEI DATI .....</b>	<b>5</b>
<b><i>BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub></i>.....</b>	<b>5</b>
<b><i>MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub></i>.....</b>	<b>10</b>
<b><i>BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE</i>.....</b>	<b>16</b>
<b><i>OZONO – O<sub>3</sub></i>.....</b>	<b>18</b>
<b>SITUAZIONE METEOROLOGICA .....</b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>24</b>
<b><i>ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna</i> .....</b>	<b>1</b>
<b><i>ALLEGATO II - Inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi</i> .....</b>	<b>3</b>
<b><i>Misura: indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante</i>.....</b>	<b>3</b>

## INTRODUZIONE

Il documento illustra le risultanze analitiche del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato nel comune di Fossano nel periodo compreso tra il 7 dicembre 2017 ed il 4 aprile 2018.

Il monitoraggio è stato eseguito nel sito messo a disposizione dall'Amministrazione comunale all'interno del parco cittadino di piazza Divisione Alpina Cuneense, in prossimità di un "recettore sensibile", un baby parking gestito da un'azienda Comunale, e a poche decine di metri dal centro storico e dal sito in cui, fino al maggio 2012, è stata attiva una stazione della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria. Tale sito, collocato ad almeno 30 m dalle strade principali, si può considerare di "fondo urbano" e, secondo quanto definito dal Decreto Legislativo 155/2010, adatto a valutare l'esposizione media della popolazione.

Il laboratorio mobile del Dipartimento Arpa di Cuneo permette di analizzare i principali inquinanti per i quali sono fissati dei limiti dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa (ozono O<sub>3</sub>, ossidi di azoto NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>, monossido di carbonio CO, biossido di zolfo SO<sub>2</sub>, benzene e materiale particolato PM<sub>10</sub>).

Nel seguito, dopo la mappa dove è indicata la posizione del sito di monitoraggio, una tabella riporta le indicazioni sul sito e sugli strumenti di misura utilizzati. Nel capitolo centrale sono presentati i principali risultati ottenuti per i singoli inquinanti monitorati della qualità dell'aria. In particolare i dati forniti dal laboratorio mobile sono stati confrontati con quelli registrati, nei medesimi periodi, dalle stazioni della rete fissa. Solamente da tale confronto è possibile trarre considerazioni sul rispetto di limiti normativi che hanno spesso l'intero anno civile come riferimento temporale. Nel capitolo successivo è descritta la situazione meteorologica del periodo di monitoraggio, in particolare per gli aspetti che più condizionano i livelli dell'inquinamento atmosferico, ed è presente un'analisi dei principali parametri meteorologici misurati nel sito dal laboratorio mobile e dalle stazioni della rete meteorografica regionale più prossime.

In allegato è riportata una reportistica con le principali informazioni statistiche di ogni inquinante monitorato (concentrazione media, massima oraria ecc...) e, ove possibile, il confronto con i limiti normativi. Un secondo allegato contiene delle schede descrittive delle caratteristiche di ciascuno degli inquinanti della qualità dell'aria monitorati, insieme ai riferimenti normativi in vigore.

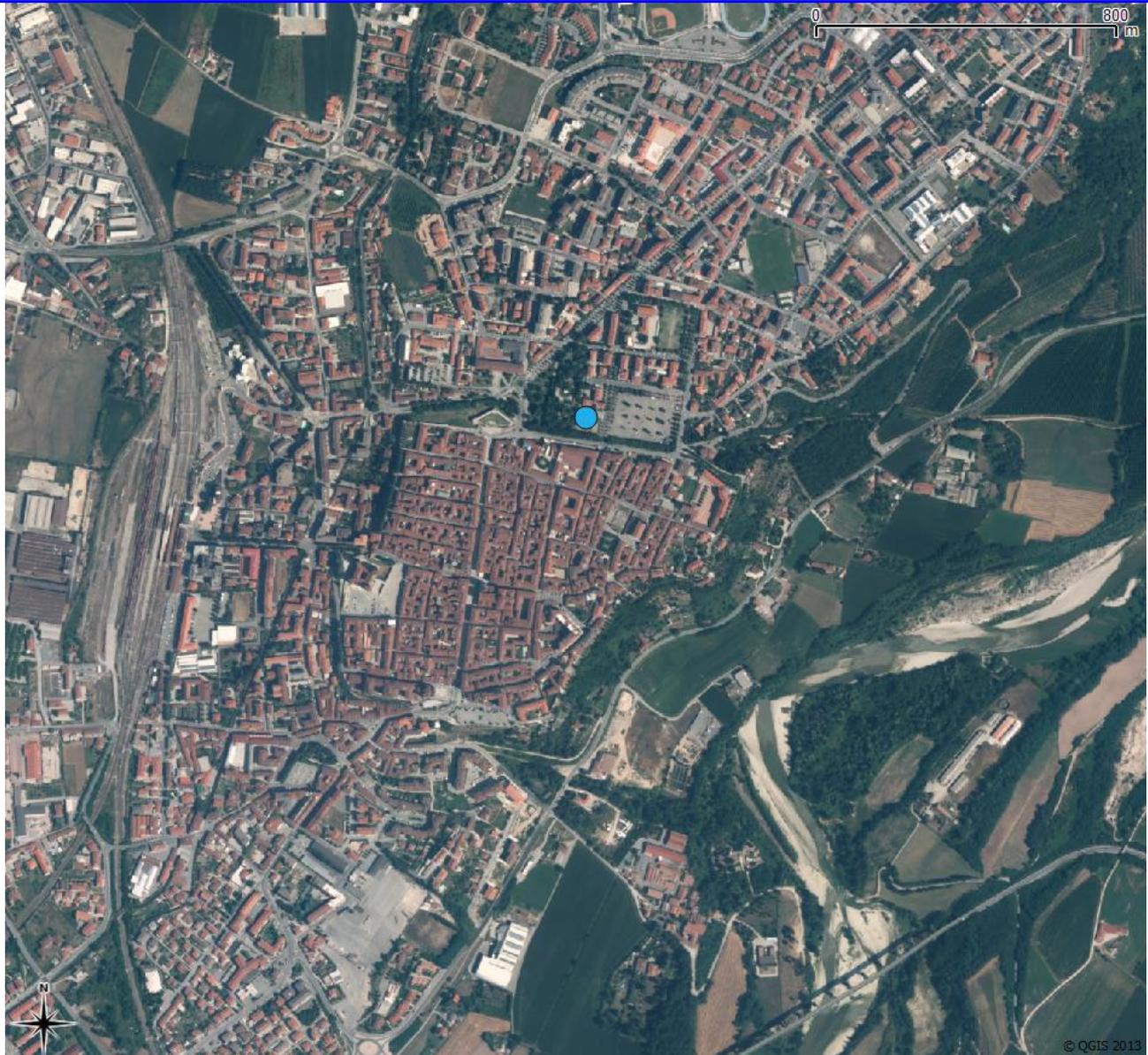
La maggior parte delle elaborazioni sono state realizzate con il software R, in particolare con il pacchetto Openair<sup>1</sup>, strumento open-source per l'analisi e l'elaborazione statistica dei dati di concentrazione di inquinanti in aria.

<sup>1</sup> Carslaw, D.C. and K. Ropkins (2012). "openair – an R package for air quality data analysis". Environmental Modelling & Software. Volume 27-28, pp. 52-61

Carslaw, D.C. (2015). "The openair manual – open-source tools for analysing air pollution data". Manual for version 1.1-4, King's College London

Comune

**FOSSANO**



*Ortofoto - sito di monitoraggio con il laboratorio mobile*

## LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Piazza Divisione Alpina Cuneense
Caratteristiche sito	Sito di fondo urbano
Coordinate UTM WGS84	X= 398951 m; Y= 4934006 m
Periodo	dal 7 dicembre 2017 al 4 aprile 2018



### Strumentazione Laboratorio mobile:

PARAMETRO MISURATO	STRUMENTO	MODELLO	METODO DI MISURA
NO – NO <sub>2</sub>	Analizzatore API	200E	Chemiluminescenza
CO	Analizzatore API	300E	Spettrometria a infrarossi
Benzene, Toluene, Xilene	Analizzatore SYNTECH SPECTRAS	GC955 BTX ANALYSER	Gascromatografia con rilevatore a fotoionizzazione
SO <sub>2</sub>	Analizzatore API	100E	Fluorescenza
O <sub>3</sub>	Analizzatore API	400E	Assorbimento UV
PM <sub>10</sub>	Analizzatore UNITECH	LSPM10	Nefelometria
PM <sub>10</sub>	Campionatore TCR TECORA	Charlie HV-Sentinel PM	Gravimetria
Velocità e direzione vento, radiazione solare globale, temperatura, umidità, pressione	Stazione meteorologica LSI-Lastem		

## ANALISI DEI DATI

### BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

Per gli ossidi di azoto la normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, dei limiti di concentrazione che riguardano il biossido: uno relativo alla media annuale, pari a 40 µg/m<sup>3</sup>, e l'altro alla media su un'ora, di 200 µg/m<sup>3</sup>, da non superare più di 18 volte per anno civile.

La sequenza temporale delle concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> misurate con il laboratorio mobile nel sito di Fossano dal 7 dicembre 2017 al 4 aprile 2018 è rappresentata nella figura sottostante insieme alle concentrazioni rilevate presso la stazione di fondo urbano di Alba - Tanaro. Nella figura successiva ne sono rappresentate le medie giornaliere.

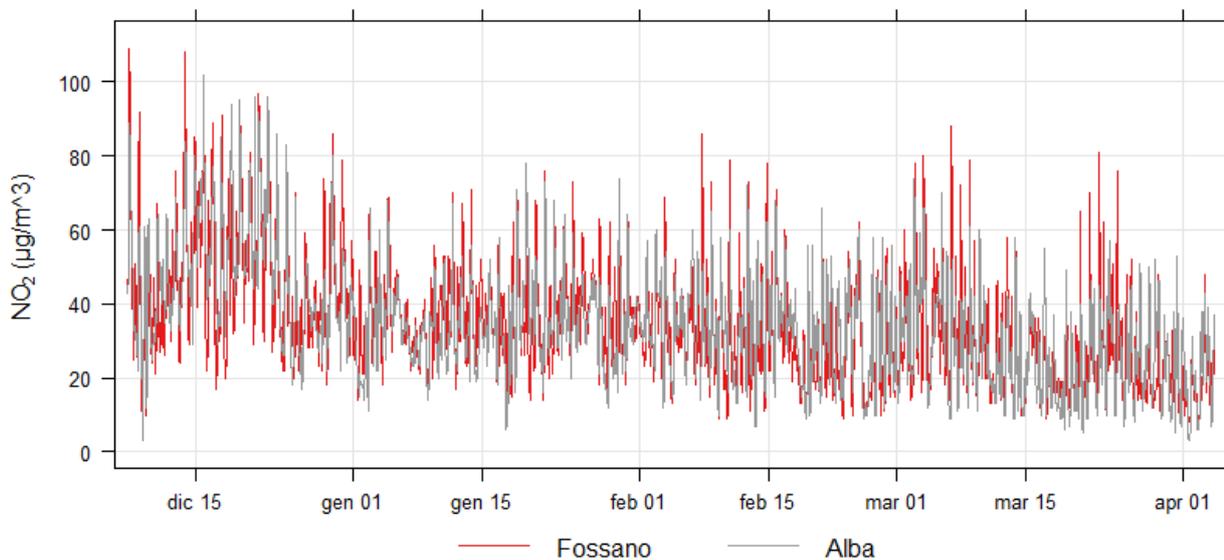


Figura 1) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Fossano e presso la stazione di Alba.

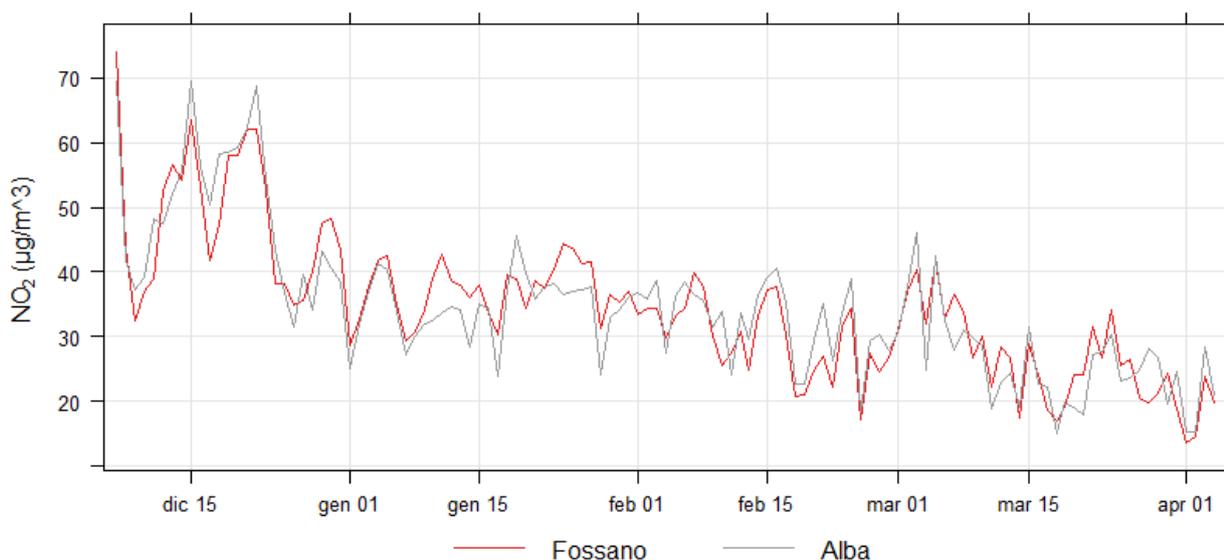


Figura 2) NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie giornaliere rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Fossano e presso la stazione di Alba.

Generalmente i livelli di concentrazione degli inquinanti in atmosfera dipendono fortemente dalle condizioni atmosferiche, pertanto, per poter valutare la qualità dell'aria in un sito, è fondamentale confrontare i dati ivi misurati con quelli rilevati nello stesso periodo dalle stazioni fisse della rete. Il biossido di azoto viene monitorato in tutte le stazioni della rete fissa della provincia di Cuneo le quali, ognuna rappresentativa di una realtà specifica, forniscono nell'insieme un intervallo di concentrazioni che ben descrive la qualità dell'aria media incidente sul territorio.

Nella figura 3 la distribuzione delle più di 2800 medie orarie di NO<sub>2</sub> rilevate dal laboratorio mobile durante il monitoraggio nel sito di Fossano, è rappresentata con grafico a box e confrontata con quelle ottenute, nello stesso periodo, da ciascuna stazione della rete fissa della qualità dell'aria della provincia.

Il box plot sintetizza la posizione di tutti i dati orari ottenuti nella campagna di misura: la scatola, che è il rettangolo centrale, contiene il 50% dei dati (compresi tra il 25° e il 75° percentile<sup>2</sup>), la linea orizzontale al suo interno è la mediana e la sua posizione all'interno della scatola evidenzia l'eventuale asimmetria (solo in caso di distribuzione simmetrica media e mediana coincidono); i segmenti che escono dalla scatola, i "baffi", delimitano la zona al di fuori della quale i valori sono definiti outliers (anomali) ed esprimono l'asimmetria della distribuzione dei dati degli inquinanti.

Nella tabella 1 sono riportati i valori delle concentrazioni medie, mediane e massime orarie di NO<sub>2</sub> relativi alla campagna di monitoraggio del laboratorio mobile, insieme ai valori ottenuti, nello stesso periodo, dalle stazioni della rete fissa. Nella tabella è indicata anche la tipologia delle diverse stazioni (TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale) definite secondo quanto stabilito dal Decreto Legislativo n. 155 del 2010.

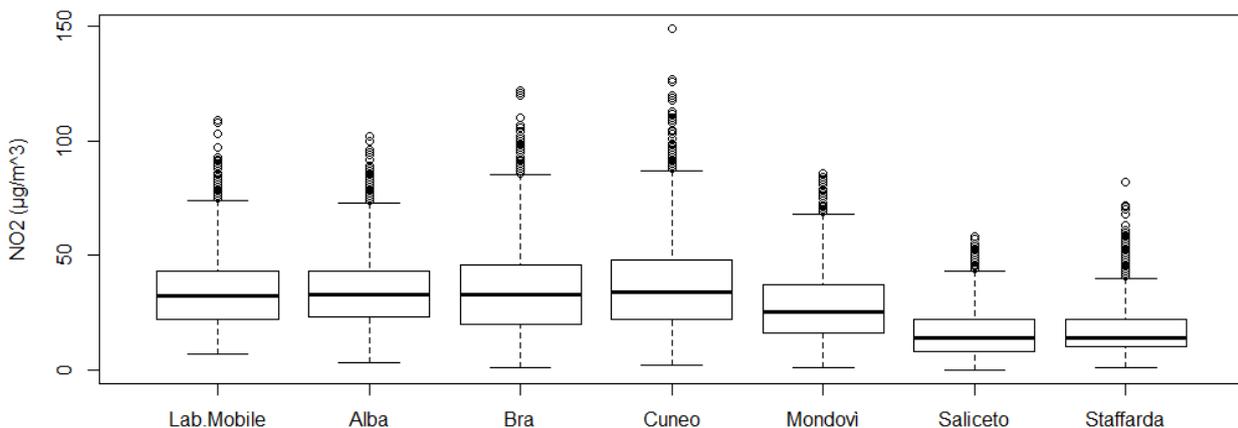


Figura 3) NO<sub>2</sub>: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Fossano e presso le stazioni della provincia di Cuneo (periodo 7 dicembre '17 ÷ 4 aprile '18)

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 7 dicembre '17 ÷ 4 aprile '18	Fossano	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	<b>34.4</b>	34.4	35.0	36.6	28.0	16.2	17.4
Mediana	32	33	33	34	25	14	14
Massimo	<b>109</b>	102	122	149	86	58	82

Tabella 1) NO<sub>2</sub>: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Fossano e presso le stazioni della provincia di Cuneo (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

<sup>2</sup> Percentile di ordine k (P<sub>k</sub>) è il numero che suddivide la successione dei valori ordinati in senso crescente in due parti, tali che i valori minori o uguali a P<sub>k</sub> siano una percentuale uguale a k%. La mediana corrisponde al 50° percentile.

Relativamente al periodo di monitoraggio il limite normativo orario è stato rispettato, infatti la concentrazione massima oraria è ampiamente inferiore al limite di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore limite da non superare più di 18 volte per anno civile). I box plot e gli indicatori evidenziano come, per il periodo in analisi, la distribuzione dei dati orari rilevati nel sito di piazza Divisione Alpina Cuneense a Fossano sia a livelli del tutto analoghi a quelli misurati presso le stazioni di Alba-Tanaro e Bra-Madonna dei Fiori. I test statistici confermano la confrontabilità in media dei dati di questi tre siti di misura.

La normativa per la qualità dell'aria stabilisce, ai fini della protezione della salute umana, oltre al limite sulle medie orarie, un limite relativo alla media annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Poiché le campagne di monitoraggio si riferiscono ad un intervallo di tempo limitato rispetto all'intero anno, fare un confronto diretto della concentrazione media con il limite annuale non è corretto. È però possibile stimare l'entità della media annuale facendo riferimento ai dati registrati dalle centraline della rete fissa. Per ciascuna delle sei stazioni della rete provinciale, le concentrazioni medie relative al periodo della campagna di misura a Fossano (riportate nella tabella 1) sono state rapportate alle concentrazioni medie dell'ultimo anno civile completo (2017) ed è stata calcolata la regressione lineare tra le sei coppie di dati ottenute. Nel grafico di figura 4 sono rappresentati i dati utilizzati insieme alla loro retta di regressione. Il test eseguito sul coefficiente R di Pearson indica la significatività della correlazione statistica. A partire dalla regressione lineare trovata è stata quindi stimata la seguente concentrazione media annuale, riferita all'ultimo anno completo di dati (2017), per il sito di misura di Fossano ed il rispettivo errore standard:

$$\text{NO}_2 (2017) = 26.5 \pm 6.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Tale valore indica il rispetto del limite normativo annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

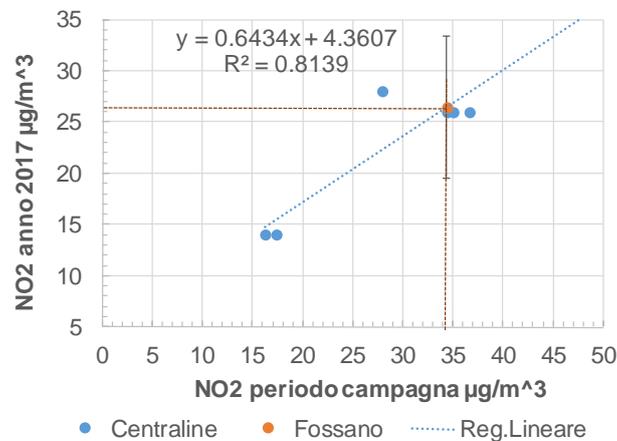


Figura 4)  $\text{NO}_2$ : stima della concentrazione media annuale nel sito di misura di Fossano mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2017.

I giorni medi e le settimane medie del biossido di azoto sono stati calcolati per ciascuno dei quattro mesi di monitoraggio nel sito di Fossano, e nelle figure 5 e 6 sono confrontati con quelli delle stazioni di fondo urbano di Alba e Cuneo. La fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

Sia i giorni che le settimane medie presentano i tipici andamenti ricorrenti condizionati dalle attività antropiche, che determinano un aumento delle concentrazioni durante le ore diurne, con picchi nelle ore di punta del traffico, particolarmente evidenti nelle ore serali (grafici dei giorni medi) ed una riduzione significativa nei giorni di fine settimana in tutti i mesi di misura (grafici delle settimane medie).

Si può osservare come i livelli delle concentrazioni siano diminuiti nei diversi mesi avanzando verso la primavera, e come, in particolare nel mese di dicembre, oltre alle concentrazioni di picco, nei siti di Fossano ed Alba siano state elevate anche le concentrazioni di fondo, ovvero i livelli corrispondenti alle ore o ai giorni con minimo di attività antropica. Questa analogia con i dati della stazione di Alba, indica come il sito di Fossano risenta del ristagno degli inquinanti che caratterizza maggiormente la zona nord della provincia di Cuneo.

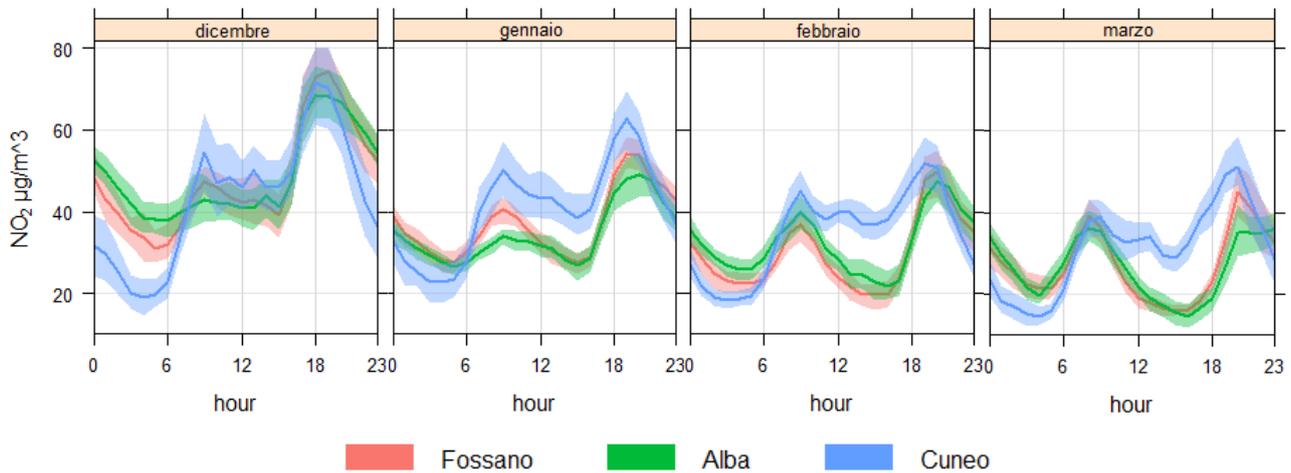


Figura 5) NO<sub>2</sub>: giorni medi della campagna di monitoraggio di Fossano e delle stazioni fisse di Alba e Cuneo suddivisi per mesi.

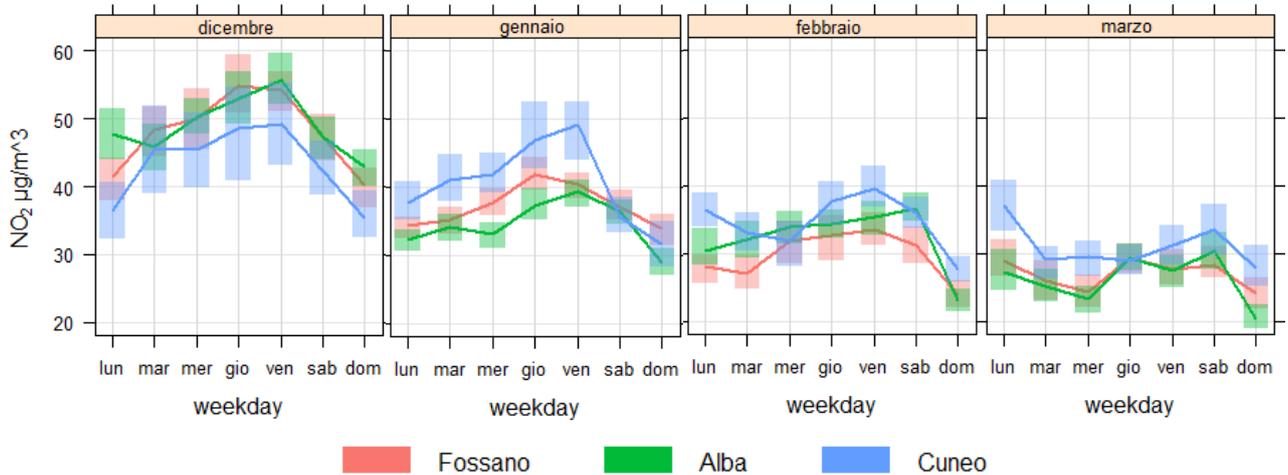


Figura 6) NO<sub>2</sub>: settimane medie della campagna di monitoraggio di Fossano e delle stazioni fisse di Alba e Cuneo suddivisi per mesi.

Al momento dell'emissione dai processi di combustione, gli ossidi di azoto sono costituiti principalmente dal monossido di azoto (NO), che viene poi in parte ossidato in biossido di azoto. Le concentrazioni del monossido di azoto misurate a Fossano sono rappresentate con grafico a box plot nella figura seguente e confrontate con quelle misurate presso le stazioni fisse. Il confronto evidenzia per il sito di piazza Divisione Alpina Cuneense livelli di concentrazioni contenuti rispetto ad altre stazioni della rete che sono direttamente influenzate dalle emissioni del traffico veicolare a causa della maggiore vicinanza all'asse stradale. Ciò conferma la classificazione del sito come "fondo urbano".

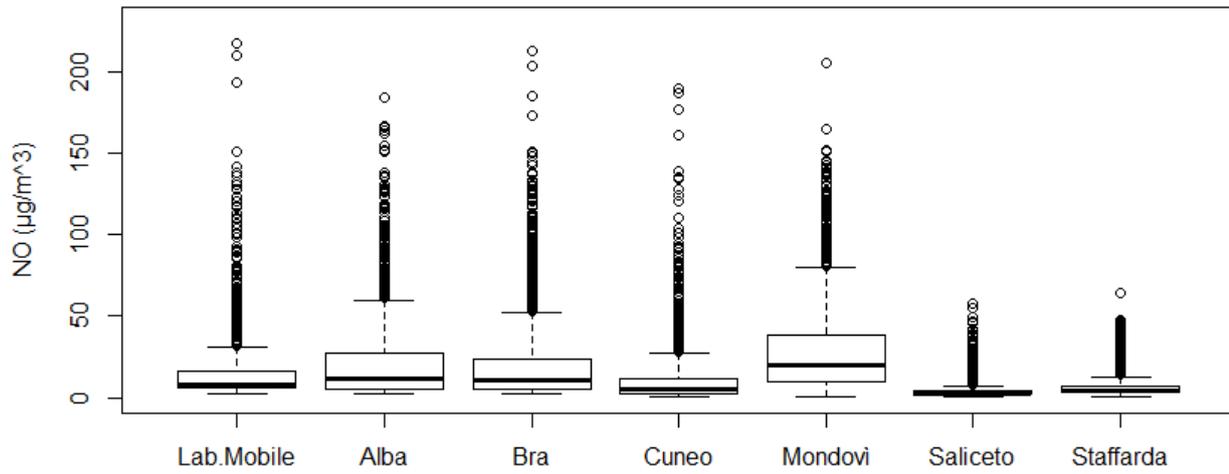


Figura 7) NO: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Fossano e presso le stazioni della provincia di Cuneo (periodo 7 dicembre '17 ÷ 4 aprile '18)

## MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub>

La normativa vigente per la qualità dell'aria prevede la determinazione della concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub> eseguita con metodo gravimetrico (condizionamento e pesatura dei filtri con bilancia di precisione prima e dopo il campionamento). Sul laboratorio mobile, oltre ad un campionario gravimetrico, è presente uno strumento che utilizza la metodica nefelometrica, che si basa sulla determinazione dell'intensità della luce diffusa dagli aerosol e consente di ottenere misure con cadenza oraria.

Nella figura 8 le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate nel sito del comune di Fossano, sono confrontate con l'intervallo di concentrazioni definito dai dati rilevati dalle stazioni della rete fissa della provincia di Cuneo in cui il particolato viene misurato.

Nel grafico è indicato il limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> che la normativa prevede non venga superato per più di 35 giorni all'anno. Sono riportati inoltre i millimetri di precipitazione giornaliera cumulata registrati dalla stazione meteorologica di Fossano – Madonna di Loreto ed un indicatore di presenza di Foehn nel territorio regionale.

Da questo grafico si può osservare come le variazioni delle concentrazioni giornaliere registrate nel sito di piazza Divisione Alpina Cuneense a Fossano siano coerenti con gli andamenti dei dati del PM<sub>10</sub> della rete fissa provinciale, e i valori ricadano per lo più nell'intervallo di valori definito da queste stazioni.

La coerenza tra gli andamenti che si verifica anche a livello regionale è legato alle caratteristiche che contraddistinguono il particolato sottile, in particolare al lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) di questo inquinante che ne consente il trasporto su grandi distanze e lo rende ubiquitario su vasta scala. Questa peculiarità fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. Concentrazioni maggiori sono riscontrate, proprio per questo, nei periodi freddi dell'anno; in particolare, i periodi invernali con situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, favoriscono l'accumulo delle polveri e sono perciò caratterizzati da concentrazioni elevate, mentre nei mesi estivi la consistente altezza dello strato di rimescolamento dell'atmosfera consente la diluizione degli inquinanti in volumi molto più ampi e pertanto determina valori di concentrazione più bassi. Precipitazioni atmosferiche e vento forte sono generalmente fenomeni efficaci di rimozione delle polveri sottili.

Il monitoraggio di Fossano è stato svolto nel periodo dell'anno generalmente più critico per l'inquinamento da polveri sottili, tuttavia la scorsa stagione invernale è stata caratterizzata da un buon dinamismo meteorologico, pertanto, le frequenti precipitazioni, anche a carattere nevoso, e gli episodi di Foehn che si sono verificati hanno garantito una "periodica" rimozione degli inquinanti dall'aria. Nel grafico di figura 8 si può osservare come l'assenza di lunghi periodi di stabilità anticiclonica abbia limitato l'accumulo degli inquinanti e non si siano quindi verificati periodi con molti giorni consecutivi di superamento del limite giornaliero e neppure siano stati raggiunti livelli particolarmente elevati di concentrazione. L'unico episodio, particolarmente critico, in cui le concentrazioni misurate dalle stazioni provinciali hanno superato i 100 µg/m<sup>3</sup> si è verificato tra il 23 ed il 26 gennaio ed ha coinvolto buona parte delle regioni del bacino padano. Nel sito di misura di Fossano le concentrazioni di PM<sub>10</sub> hanno raggiunto il valore massimo di 97 µg/m<sup>3</sup> nel giorno 25.

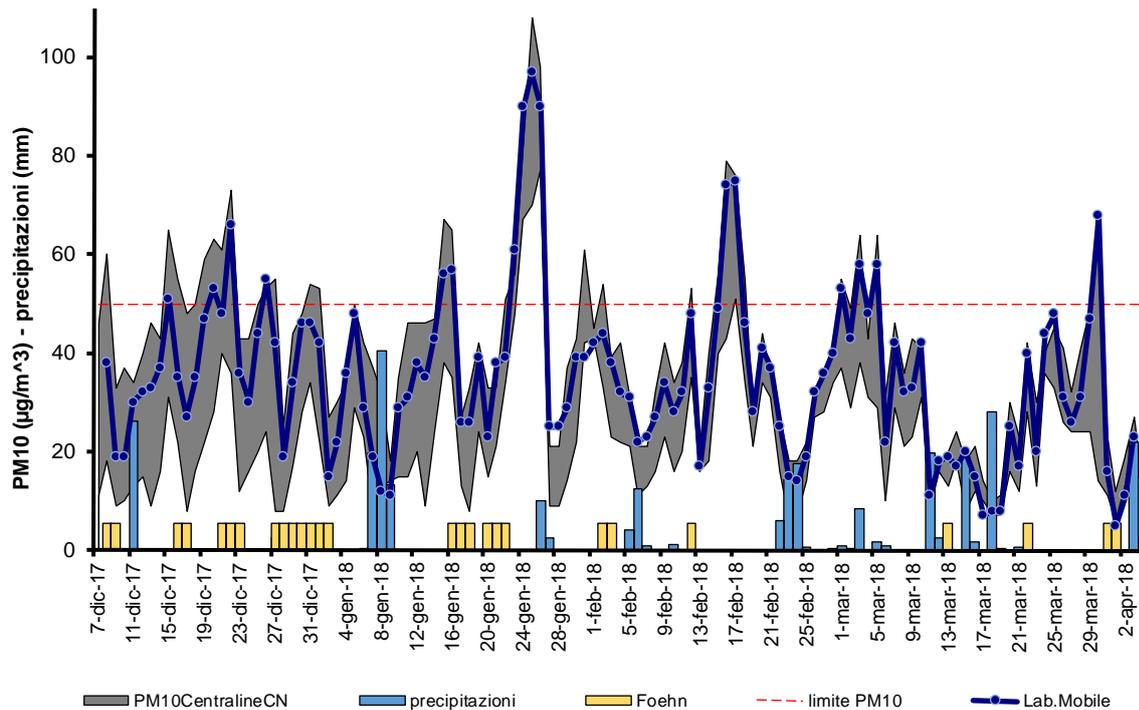


Figura 8)  $PM_{10}$ : concentrazioni medie giornaliere rilevate a Fossano; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo; precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Fossano – Madonna di Loreto ed episodi di Foehn.

La distribuzione delle 117 concentrazioni giornaliere di  $PM_{10}$  ottenute nel sito di piazza Divisione Alpina Cuneense a Fossano, è rappresentata, nella figura della pagina seguente, con grafico a box e confrontata con quelle ottenute, negli stessi periodi, da ciascuna centralina della rete fissa della provincia di Cuneo e dalle stazioni di fondo e di traffico della città di Alessandria ed Asti (purtroppo per problemi strumentali non è stato possibile il confronto con la stazione di fondo di Asti D'Acquisto). Nella tabella presente sotto la figura per ogni punto di misura sono riportati: numero di superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere di  $PM_{10}$  e numero di dati disponibili.

Per poter valutare tali dati occorre considerare che, nella provincia di Cuneo, l'inquinamento da polveri sottili è caratterizzato da livelli che peggiorano procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura, con situazioni "aggravate" nei punti maggiormente esposti ad emissioni locali intense, per lo più dovute al traffico veicolare. La zona di pianura della provincia, nella quale si colloca anche la città di Fossano, costituisce infatti l'estremo ovest della pianura Padana e pertanto risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano. La zona sud della provincia di Cuneo, rispetto a quella a nord, è tuttavia caratterizzata da una maggior ventilazione, che permette una migliore diluizione degli inquinanti<sup>3</sup>. Per questo motivo, tra le stazioni fisse della provincia, quella di Cuneo, grazie alla sua collocazione geografica, è caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline di Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano e per le quali il superamento, in tutti gli anni di misura, del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere conferma una situazione di criticità per il  $PM_{10}$ . La stazione di Mondovì, sebbene sia caratterizzata dalle concentrazioni di fondo contenute tipiche della zona pedemontana, risente fortemente delle emissioni locali del traffico veicolare a causa della posizione a ridosso di una strada

<sup>3</sup> Per approfondimenti: [Relazione della qualità dell'aria 2017 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte](#)

percorsa da un intenso traffico anche di tipo pesante. La stazione di Saliceto, nonostante si trovi in una zona rurale a margine del bacino padano, e pertanto non sia caratterizzata da livelli di fondo elevati, nel periodo invernale risente delle emissioni locali di materiale particolato provenienti dal diffuso utilizzo della biomassa legnosa come combustibile.

Dal grafico di figura 9 si osserva come la distribuzione dei dati misurati nella campagna a Fossano si trovi a livelli intermedi tra quelli misurati nello stesso periodo in provincia di Cuneo, ed in particolare siano inferiori solamente a quelli misurati presso le stazioni di Alba e Bra. A loro volta queste due stazioni presentano livelli inferiori alle stazioni da traffico urbano delle città di Alessandria ed Asti (Alessandria D'Annunzio e Asti Baussano), ma sono generalmente statisticamente confrontabili con quelli delle loro stazioni di fondo urbano (Alessandria Volta e Asti D'Acquisto).

I test statistici condotti indicano come i dati misurati nel sito di Fossano siano statisticamente confrontabili in media sia con quelli misurati presso la stazione di traffico di Mondovì che con quelli misurati dalla stazione di fondo urbano di Alba.

Il numero di superamenti del limite giornaliero (tabella 2) registrati nella postazione di fondo urbano di piazza Divisione Alpina Cuneense sono di poco superiori a quelli registrati nello stesso periodo dalla stazione di traffico urbano di Mondovì.

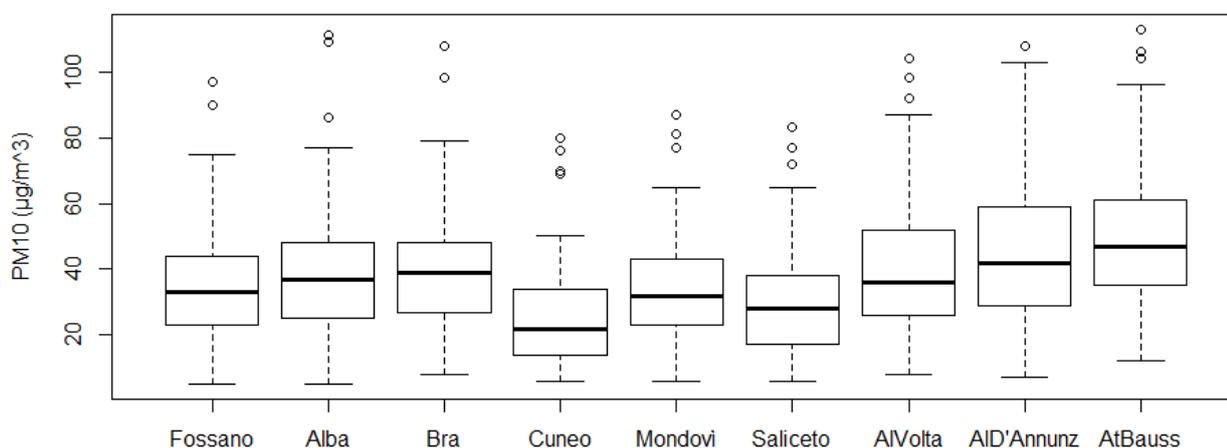


Figura 9)  $PM_{10}$ : confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate con il laboratorio mobile a Fossano, presso le stazioni della provincia di Cuneo e alcune stazioni della regione (periodo 8 dicembre '17 ÷ 3 aprile '18)

$PM_{10}$ 8 dicembre '17 ÷ 3 aprile '18	Fossano	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Alessandria Volta (FU)	Alessandria D'Annunzio (TU)	Asti Baussano (TU)
Superamenti limite 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>16</b>	26	25	5	14	12	32	41	47
Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>35</b>	39	40	25	33	30	40	46	49
Mediana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	33	37	39	22	32	28	36	42	47
Max ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	97	111	108	80	87	83	104	108	113
Num. dati	117	117	117	117	117	117	117	113	117

Tabella 2)  $PM_{10}$ : confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati a Fossano, dalle stazioni della provincia di Cuneo e da alcune stazioni della regione (tra parentesi è indicata la tipologia delle stazioni: TU= traffico urbano, FU= fondo urbano, FR= fondo rurale).

Analogamente a quanto eseguito per il biossido di azoto, per il sito di Fossano è stata stimata la media annuale di  $PM_{10}$  facendo riferimento ai dati registrati dalle stazioni della rete fissa. Siccome le stazioni della provincia di Cuneo che misurano il  $PM_{10}$  sono cinque, al fine di aumentare la significatività statistica e ridurre l'entità degli errori standard, per il calcolo della regressione sono stati utilizzati anche dati campionati dalle stazioni della rete

regionale già considerate nelle valutazioni precedenti<sup>4</sup>. Per ciascuna delle sette stazioni di misura del PM<sub>10</sub> le concentrazioni medie relative al periodo della campagna sono state rapportate alle concentrazioni medie dell'ultimo anno civile completo di dati (2017) ed è stata calcolata la regressione lineare tra le sette coppie.

Nel grafico di figura 10 sono rappresentati i dati utilizzati insieme alla loro retta di regressione. Il test eseguito sul coefficiente R di Pearson ottenuto indica una correlazione statisticamente significativa. A partire dalla regressione lineare trovata è stata quindi stimata la seguente concentrazione media annuale, riferita al 2017, per il sito di misura di Fossano ed il rispettivo errore standard:

$$\text{Media PM}_{10} (2017) = 30 \pm 7.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Tale valore medio coincide con la media misurata nel 2017 presso la stazione fissa di Alba e, analogamente a quanto si è verificato per tutte le stazioni della provincia di Cuneo (tabella 3), rispetta la soglia normativa annuale di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)
Media anno 2017 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26	30	33	29	24

Tabella 3) PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie dell'anno 2017 per le stazioni della provincia di Cuneo.

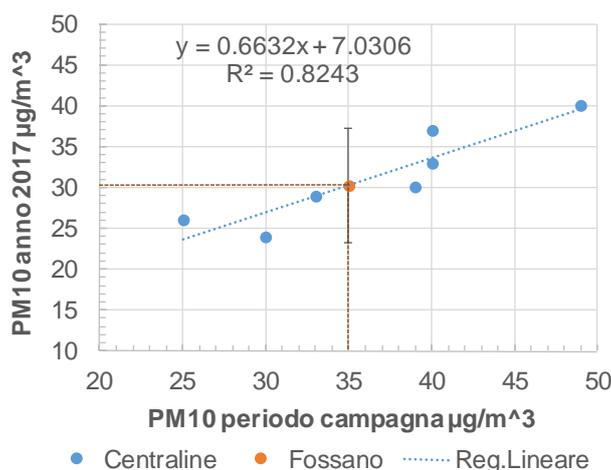


Figura 10) PM<sub>10</sub>: stima della concentrazione media annuale nel sito di misura di Fossano mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2017.

Facendo riferimento al numero complessivo di superamenti registrati dalle stazioni della rete nell'ultimo anno civile, è stato inoltre stimato il numero di superamenti del limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per il sito di Fossano riferito all'intero 2017. Il valore stimato a partire dalla regressione lineare (correlazione statisticamente significativa – figura 11) è pari a:

$$\text{Numero superamenti (2017)} = 45 \pm 9$$

Tale valore è inferiore a quanto registrato nel 2017 presso le stazioni di Alba e Bra (tabella 4), che essendo più a nord risentono maggiormente dell'inquinamento che ristagna nella pianura, ma è comunque superiore al numero massimo consentito dalla normativa (35 per anno civile).

<sup>4</sup> Sono stati utilizzati i dati della stazione di fondo di Alessandria (Alessandria-Volta) e, in assenza di quelli della stazione di fondo di Asti (Asti D'Acquisto è stata esclusa per disponibilità dei dati <90%), quelli di Asti-Baussano

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)
Numero superamenti anno 2017	29	57	65	44	26

Tabella 4)  $PM_{10}$ : superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dell'anno 2017 nelle stazioni della provincia di Cuneo.

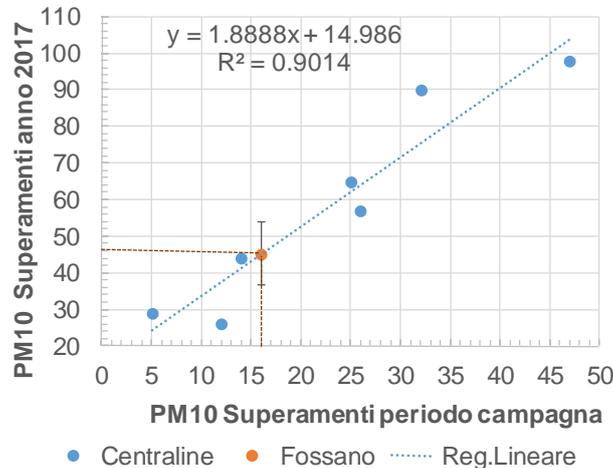


Figura 11)  $PM_{10}$ : stima del numero annuale di superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il sito di misura di Fossano mediante regressione lineare tra i superamenti registrati dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e quelli complessivi dell'anno 2017.

I dati di  $PM_{10}$  acquisiti con cadenza oraria dal nefelometro del laboratorio mobile hanno permesso di elaborare il giorno medio di ciascuno dei quattro mesi di monitoraggio. Essi sono rappresentati nella figura 12 insieme ai giorni medi dell' $\text{NO}_2$  misurato nel sito di Fossano.

Sebbene rispetto all' $\text{NO}_2$  sia meno marcata, anche per il  $PM_{10}$  è visibile l'influenza delle attività antropiche locali con, in particolare, un aumento ricorrente delle concentrazioni nelle ore serali. Nelle successive ore notturne, la decrescita rallentata delle concentrazioni di  $PM_{10}$  rispetto a quella dell' $\text{NO}_2$  può essere spiegata con i maggiori tempi di permanenza in atmosfera del particolato e con i tempi necessari alla formazione della sua frazione "secondaria" che ne costituisce la parte preponderante e si origina in atmosfera dalla trasformazione di precursori quali  $\text{NO}_x$ , VOC,  $\text{NH}_3$ ...

Per il  $PM_{10}$  la maggiore ampiezza dell'intervallo di confidenza al 95%, rappresentato dalla fascia colorata, è indice della rilevante influenza che questo inquinante subisce da parte delle condizioni meteorologiche, che ne determinano le principali variazioni nel tempo delle concentrazioni.

Nella figura 13 i giorni medi del  $PM_{10}$  misurato a Fossano sono confrontati con i giorni medi del  $PM_{10}$  determinato presso la stazione di Cuneo con misuratore automatico ad attenuazione beta. Si può osservare come gli andamenti siano differenti nei due siti. Nel sito di Cuneo, a partire dalle prime ore del mattino, le concentrazioni crescono in modo continuo fino alla sera per poi diminuire molto rapidamente nelle ore notturne raggiungendo minimi a livelli molto inferiori di quelli di Fossano. Tale rapida diminuzione che si verifica in questo sito è sicuramente dovuto alla maggiore ventosità della zona sud della provincia che garantisce una buona rimozione degli inquinanti. I valori più elevati dei minimi giornalieri di Fossano evidenziano come questo sito sia caratterizzato da una minor presenza di fenomeni di rimozione e pertanto risenta di un "livello di fondo" di  $PM_{10}$  piuttosto consistente (dovuto alla peculiarità di questo inquinante di avere lunghi tempi di permanenza in atmosfera che lo rendono "ubiquitario" su vasta scala), cui si vanno poi ancora a sommare le emissioni delle sorgenti locali.

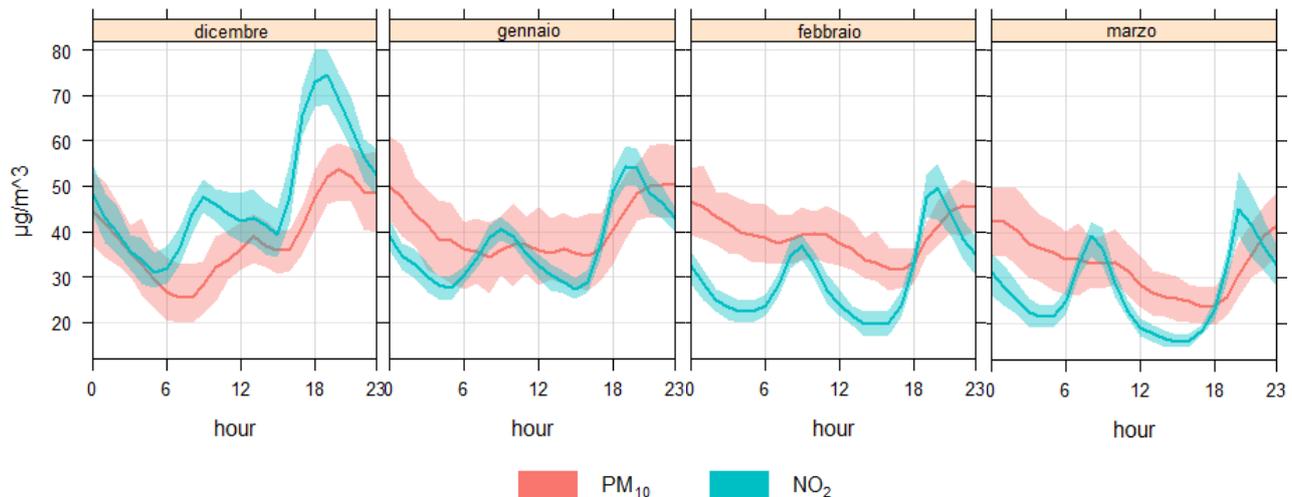


Figura 12)  $PM_{10}$  e  $NO_2$ : confronto dei giorni medi del sito di Fossano suddivisi per mesi.

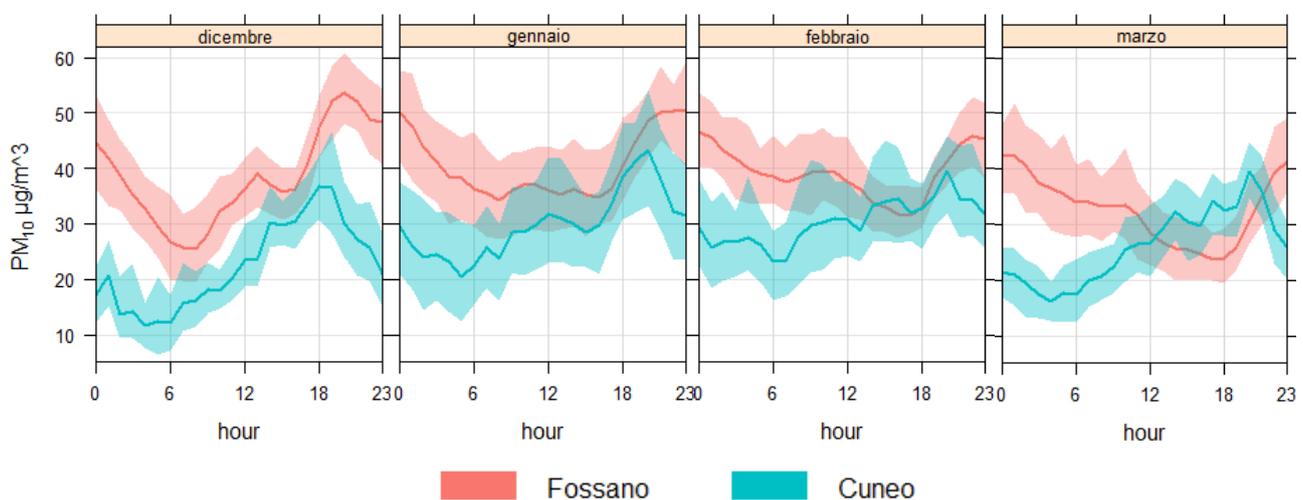


Figura 13)  $PM_{10}$ : confronto dei giorni medi del sito di Fossano e della stazione di Cuneo-Alpini suddivisi per mesi.

Per l'inquinamento da polveri sottili i dati del monitoraggio eseguito dal 8 dicembre 2017 al 4 aprile 2018 indicano quindi per il sito di Fossano, una maggiore influenza dell'inquinamento diffuso del bacino padano rispetto al sito pedemontano di Cuneo. Le concentrazioni misurate a Fossano sono risultate statisticamente confrontabili in media sia con quelle misurate presso la stazione di traffico di Mondovì che con quelle misurate dalla stazione di fondo urbano di Alba. Nel confronto con i limiti normativi i livelli di inquinamento da polveri sottili del sito di piazza Divisione Alpina Cuneense risultano critici per il rispetto del limite normativo giornaliero.

## **BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE**

Il benzene ed il monossido di carbonio sono due inquinanti la cui emissione è legata principalmente al traffico veicolare, ma i cui quantitativi si sono notevolmente ridotti negli anni grazie ai miglioramenti tecnologici nei sistemi di combustione e alle modifiche qualitative delle benzine. Sensibili miglioramenti sono stati riscontrati anche per il biossido di zolfo, che ha tra le sue sorgenti il traffico veicolare (6-7%), in particolare i motori diesel, e che era ritenuto fino agli anni '80 il principale inquinante atmosferico; con il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili dovuto al minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffinazione, ed il sempre più diffuso uso del gas metano, è diminuita sensibilmente la presenza di SO<sub>2</sub> nell'aria.

Per il **biossido di zolfo** il Decreto Legislativo 155/2010 prevede due classi di limiti per la protezione della salute umana: uno, relativo alla media oraria, pari a 350 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile e l'altro, per la media giornaliera, di 125 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile.

Le concentrazioni orarie misurate con il laboratorio mobile nel sito di Fossano, analogamente a quanto rilevato nei medesimi periodi presso le altre stazioni della qualità dell'aria della provincia dove l'SO<sub>2</sub> viene monitorato, hanno raggiunto il valore massimo di 12 µg/m<sup>3</sup>, pertanto oltre ad essere di due ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi, sono prossime ai limiti di rilevabilità strumentali.

Per il **monossido di carbonio** la normativa stabilisce un valore limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m<sup>3</sup> come media massima giornaliera calcolata su 8 ore.

In provincia di Cuneo i valori di CO registrati dalla rete delle centraline fisse, molto al di sotto del limite sin dall'inizio delle misure, sono andati diminuendo e le concentrazioni medie su 8 ore si sono assestate negli ultimi sei anni a valori inferiori a 2 mg/m<sup>3</sup>.

Nella campagna di Fossano i valori rilevati sono confrontabili con quelli rilevati nello stesso periodo dalle stazioni della rete, con una massima concentrazione media su 8 ore pari a 1.5 mg/m<sup>3</sup>. Anche per questo inquinante i livelli sono ormai confrontabili con i limiti di rilevabilità degli strumenti di analisi.

Il Decreto Legislativo 155/2010 riprende per il **benzene** il valore limite per la protezione della salute umana già specificato dalla legislazione precedente di 5 µg/m<sup>3</sup> su base annuale. Tale limite è ampiamente rispettato in tutto il territorio regionale, comprese le stazioni di traffico. Dal confronto con quanto rilevato presso le altre stazioni della provincia dove questo inquinante viene monitorato, si può desumere che anche nel sito di Fossano non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. Infatti la concentrazione media ottenuta, pari a 1.8 µg/m<sup>3</sup>, è confrontabile con quelle ottenute nello stesso periodo presso le altre stazioni.

Nella figura 14 il giorno medio del CO è confrontato, con valori normalizzati, con quello del benzene, indicatore delle emissioni del traffico dei veicoli alimentati a benzina. Il buon accordo tra i due giorni medi conferma che la causa principale della crescita delle concentrazioni nelle ore diurne e serali sia la stessa per i due inquinanti.

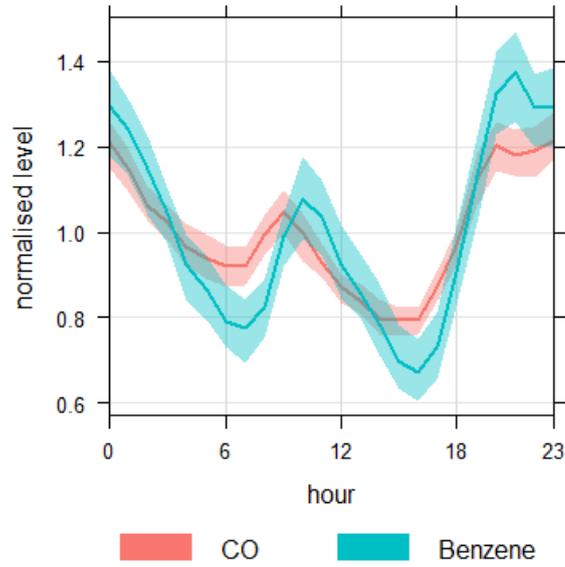


Figura 14) CO e Benzene: confronto dei giorni medi del sito di Fossano per il periodo 7 dicembre '17 ÷ 4 aprile '18.

## OZONO – O<sub>3</sub>

L'ozono presente nella parte bassa dell'atmosfera è un inquinante secondario, ovvero la sua formazione è legata alla presenza di altri inquinanti (precursori), quali ossidi di azoto e composti organici volatili, che reagiscono catalizzati da fattori meteorologici, in particolare dalla radiazione solare e dalla temperatura dell'aria. Conseguentemente le concentrazioni di questa molecola aumentano dalla tarda mattinata al pomeriggio con l'innalzarsi della temperatura e della radiazione solare. L'ozono presenta inoltre un andamento stagionale in cui la concentrazione inizia a crescere in primavera per raggiungere valori massimi nei mesi estivi.

Il comportamento giornaliero si può appurare nella figura seguente, dove sono rappresentati i giorni medi delle concentrazioni misurate con il laboratorio mobile a Fossano e di quelle registrate, nello stesso periodo, dalla centralina fissa di Alba. Buona è la somiglianza dei giorni medi ottenuti nelle due postazioni. Livelli di ozono ad Alba inferiori a quelli di Fossano possono essere attribuiti alle maggiori concentrazioni di ossidi di azoto del primo sito che determinano un maggiore consumo di ozono.

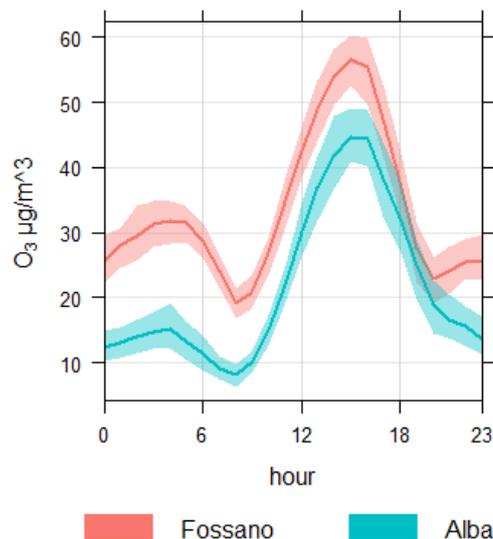


Figura 15) O<sub>3</sub>: giorno medio della campagna di Fossano confrontato con quello della centralina fissa di Alba per il periodo 7 dicembre '17 ÷ 4 aprile '18.

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 prevede, per le concentrazioni medie orarie di ozono, soglie di informazione e di allarme pari a 180 µg/m<sup>3</sup> e 240 µg/m<sup>3</sup> rispettivamente. Stabilisce inoltre un valore obiettivo per la protezione della salute umana, che fa riferimento ad una media massima giornaliera su 8 ore, e che è pari a 120 µg/m<sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni, che attualmente viene disatteso in tutte le stazioni della provincia ad eccezione di quella di Saliceto.

Compatibilmente con il periodo invernale in cui si è svolto il monitoraggio, a Fossano, come negli altri siti della provincia di Cuneo monitorati con le stazioni fisse, non si sono verificati superamenti né delle soglie di allarme e di informazione, né del valore obiettivo.

Il grafico di figura 16 rappresenta, per ciascun giorno di misura, i valori massimi delle concentrazioni medie su 8 ore, misurate nel monitoraggio a Fossano, confrontate con l'intervallo dei valori massimi giornalieri misurati dalle stazioni fisse della provincia di Cuneo e con il valore obiettivo per la salute umana (120 µg/m<sup>3</sup> indicato in rosso in figura).

Il buon accordo tra gli andamenti consente di affermare che i valori delle stazioni della rete siano rappresentativi anche del sito oggetto dell'indagine ambientale. Ciò si può attribuire

alla peculiarità dell'inquinamento da ozono, considerato un fenomeno di mesoscala o addirittura transfrontaliero; le principali variazioni delle sue concentrazioni interessano pertanto non la scala locale ma distanze di centinaia e migliaia di chilometri.

Nello stesso grafico si possono confrontare gli andamenti delle concentrazioni di ozono con quello della radiazione solare giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Fossano - Madonna di Loreto: sebbene la radiazione non sia l'unica variabile da cui dipende l'ozono emerge abbastanza chiaramente una corrispondenza tra il suo andamento e quello dell'ozono.

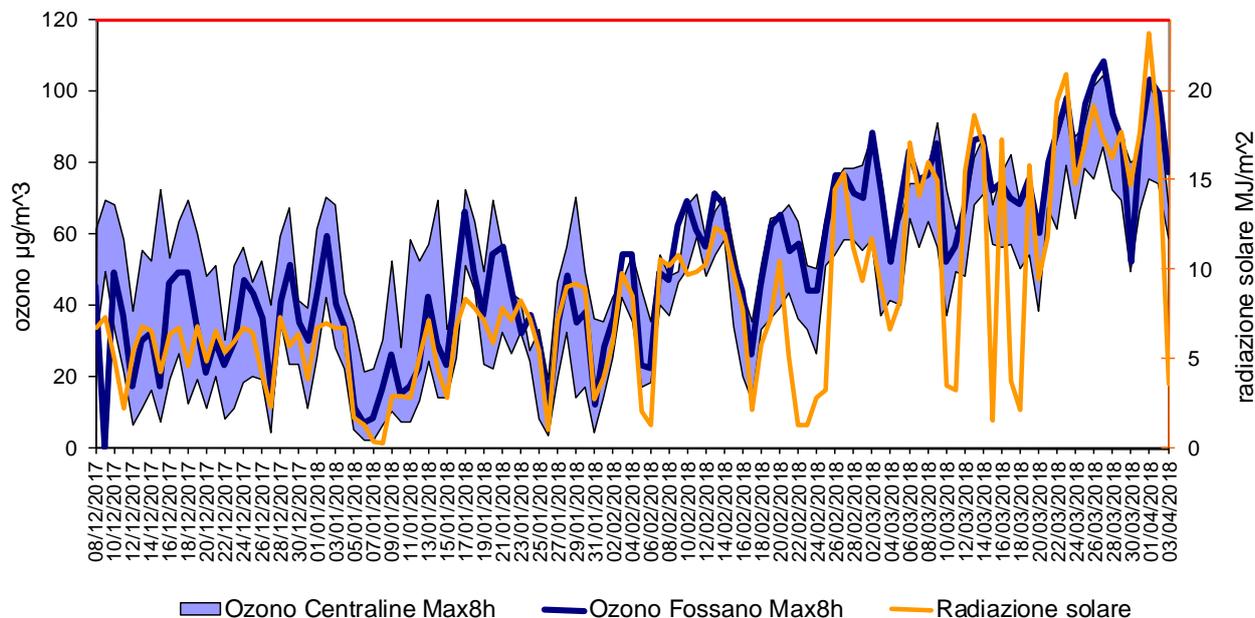


Figura 16) O<sub>3</sub>: massime giornaliere delle concentrazioni medie su 8 ore registrate con il laboratorio mobile a Fossano e presso le stazioni fisse della provincia di Cuneo. Radiazione solare giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Fossano - Madonna di Loreto.

## SITUAZIONE METEOROLOGICA

Siccome le condizioni meteorologiche influenzano fortemente i livelli delle concentrazioni degli inquinanti, nel seguito è analizzata l'evoluzione della situazione meteorologica durante il periodo del monitoraggio della qualità dell'aria a Fossano. Considerando i primi tre mesi, ovvero l'inverno 2017/2018, in Piemonte è stata rilevante la differenza termica tra il mese di gennaio 2018, superiore di 2.7°C rispetto alla media climatologica, e i mesi di dicembre 2017 e febbraio 2018 che hanno avuto invece uno scostamento negativo, rispettivamente di -0.8°C e -2°C.

Nella stagione invernale 2017/2018 sono caduti circa 274 mm medi di precipitazione, con un surplus pluviometrico di circa 105 mm (pari al 61%) rispetto alla climatologia del periodo 1971-2000; pertanto l'inverno 2017/2018 si pone al 7° posto tra gli inverni più ricchi di precipitazione degli ultimi 61 anni.

L'anomalia precipitativa positiva è stata data dai mesi di dicembre e, soprattutto, gennaio, con l'evento pluviometrico dei giorni 7-9 gennaio, nel corso del quale l'8 gennaio è risultato il giorno più piovoso dei trimestri invernali dal 1958 ad oggi.

Il mese di dicembre 2017 si è aperto con il primo episodio di neve in pianura della stagione invernale 2017-2018. Le neviccate hanno interessato in maniera più intensa i settori meridionali e sud-occidentali del Piemonte. A bassa quota si sono registrate neviccate con valori tra 10 e 40 cm nella pianura cuneese, con il massimo di 40 cm a Cuneo città; sui settori pianeggianti del Torinese sono caduti tra i 10 ed i 15 cm.

L'episodio di maggiore instabilità atmosferica si è poi verificato intorno all'inizio della seconda decade del mese, i primi fenomeni precipitativi si sono avuti nella giornata del 10 dicembre ma i valori di precipitazione più elevati si sono verificati lunedì 11 dicembre, risultato il giorno più piovoso del mese. Le precipitazioni hanno avuto carattere nevoso anche in pianura, soprattutto nella fase iniziale dell'evento; sono caduti 20 cm di neve fresca a Cuneo e circa 5 cm a Torino città.

Il giorno con le temperature più elevate dell'inverno è risultato il 24 dicembre, quando l'anticiclone delle Azzorre si è esteso verso l'Europa centro-occidentale e si è isolato un massimo secondario ad ovest dell'arco alpino.

Tra il 26 ed il 27 dicembre una saccatura di origine nordatlantica ha dato luogo a precipitazioni diffuse sul territorio piemontese, a carattere nevoso oltre i 300-500 m

Il mese di gennaio 2018 è risultato mite e ricco di precipitazioni, con caratteristiche più autunnali che invernali. L'episodio più rilevante è stato l'evento pluviometrico dei giorni 7-9 gennaio.

Il giorno con le temperature massime più elevate dell'inverno sulle zone pianeggianti è risultato il 21 gennaio, quando si è verificato un evento di Foehn che ha portato le massime in pianura intorno a 13.9°C

A febbraio, tra i giorni 5 e 7, un episodio nevoso ha portato, a bassa quota, 15 cm di neve a Cuneo e qualche cm ad Asti e Alessandria.

Il 16 febbraio è stato il giorno più caldo del mese, con un anticiclone africano che si è temporaneamente esteso verso il bacino del Mediterraneo; si è trattato di un moderato ed effimero rialzo termico, in un mese in cui la temperatura è risultata quasi sempre inferiore alla norma.

Tra il 21 ed il 25 febbraio fenomeni precipitativi hanno interessato il Piemonte. Il 23 si sono verificate neviccate fino a quote di pianura su buona parte del territorio piemontese, localmente moderate su Cuneese ed Astigiano. Il 24 febbraio è risultato il giorno del mese più ricco di precipitazioni.

Negli ultimi tre giorni del mese di febbraio, aria gelida di origine siberiana affluita sul Piemonte ha determinato un episodio di freddo intenso, con record di temperatura minima assoluta in diverse località montane piemontesi.

Il buon dinamismo meteorologico che ha caratterizzato la stagione invernale, e quindi l'assenza di lunghi periodi di stabilità anticiclonica, ha avuto un impatto soprattutto sui giorni di nebbia fitta (visibilità inferiore a 100 m) risultati solo 2 rispetto ai 15 attesi dalla climatologia recente 2004-2017.

Gli eventi di foehn dell'inverno 2017/2018 sono stati 28 (14 a dicembre, 11 a gennaio e 3 a febbraio).

Il mese di marzo 2018 in Piemonte è risultato freddo e umido rispetto alla media climatologica degli anni 1971-2000. Ha avuto un'anomalia termica negativa di 1.2°C ed ha registrato una precipitazione media di circa 115 mm, con un surplus precipitativo di 34 mm (+42%) rispetto alla norma.

Tra la sera del 28 febbraio e la mattina del 3 marzo 2018 si sono verificate tre differenti nevicate che hanno interessato la pianura piemontese. Gli accumuli sono stati generalmente deboli con valori intorno ai 10-15 cm sul basso Piemonte e nel Vercellese. Il primo marzo è risultato il giorno più freddo del mese ed il valore medio delle temperature minime sulle località pianeggianti si è mantenuto inferiore a 0°C fino alla mattina del 4 marzo.

L'evento pluviometrico di maggiore rilevanza si è verificato tra il 10 ed il 12 marzo, il giorno 11 è risultato il più piovoso del mese.

A causa di un episodio di foehn esteso alle zone pianeggianti, la giornata del 13 marzo è risultata quella con le temperature massime più elevate del mese, con un valore medio di 17.3°C.

Gli ultimi episodi di neve a bassa quota si sono verificati tra la fine della seconda e l'inizio della terza decade del mese.

Nel mese di marzo 2018 si sono avuti 6 giorni con foehn.<sup>5</sup>

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Fossano si ricava che, su base oraria, la temperatura massima del periodo del monitoraggio è stata di 20°C, raggiunta il 13 marzo, la media di 4.0 °C e la minima di -10.0 °C, registrata il 28 febbraio.

Nel grafico della figura 17 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere dell'intero periodo di monitoraggio. Insieme alla radiazione totale giornaliera, registrata dalla stazione meteorologica di Fossano – Madonna di Loreto.

---

<sup>5</sup> Il Clima in Piemonte. Inverno 2017/2018 – Marzo 2018. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

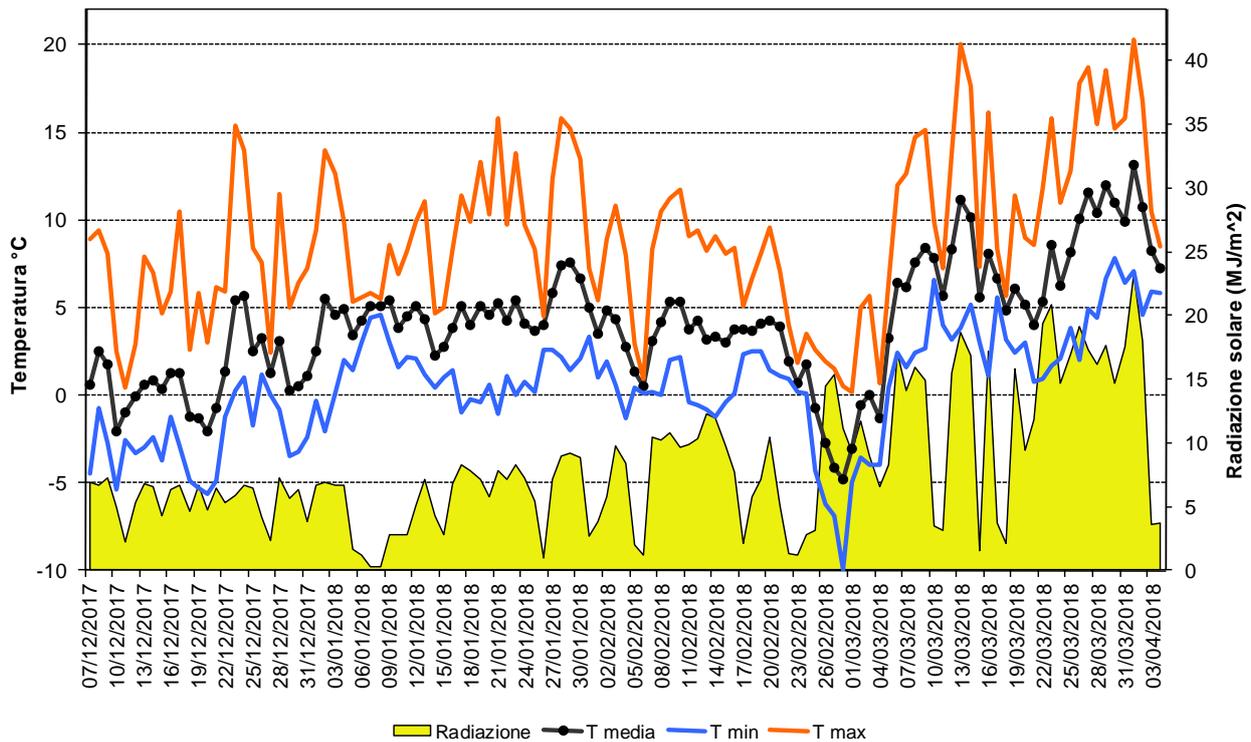


Figura 17) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Fossano. Totale giornaliero della radiazione solare globale misurata dalla stazione meteo Fossano – Madonna di Loreto.

Nella figura 18 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica e la precipitazione giornaliera cumulata registrate dalla stazione meteorologica di Fossano – Madonna di Loreto.

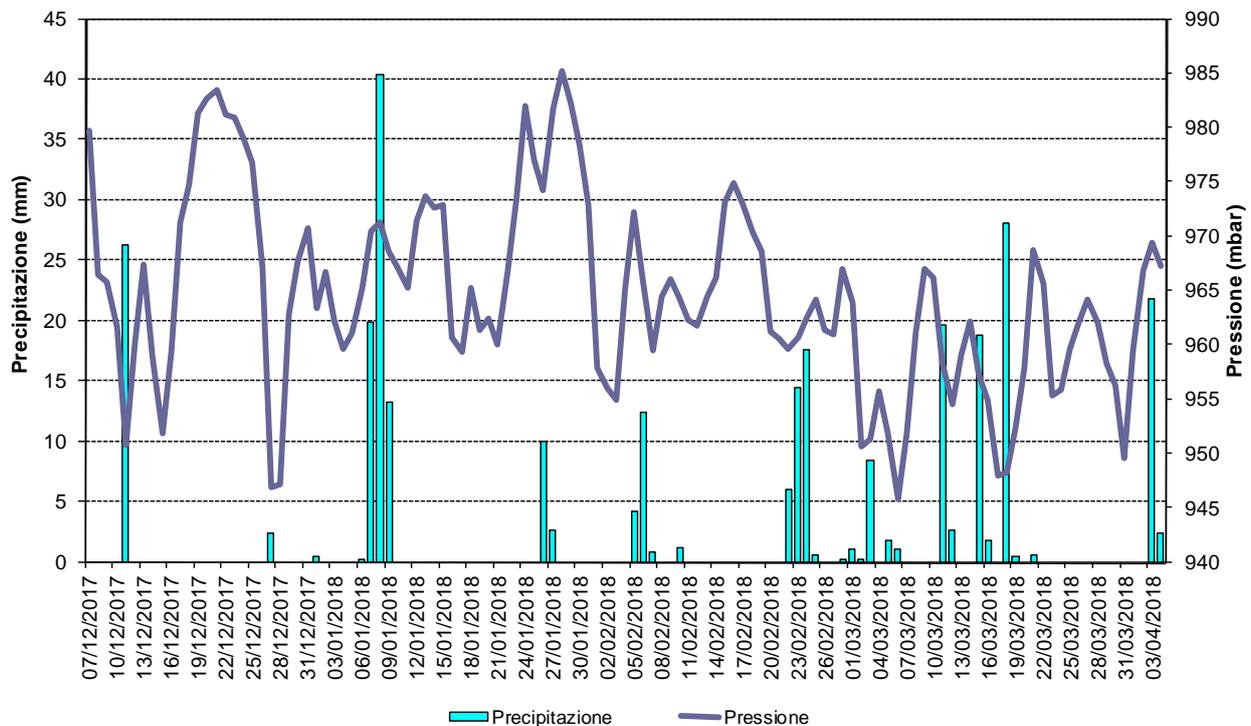


Figura 18) Precipitazione cumulata giornaliera e pressione atmosferica misurate dalla stazione di Fossano – Madonna di Loreto.

Le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di monitoraggio di piazza Divisione Alpina Cuneense a Fossano

sono rappresentate nella figura 19. Nel periodo in analisi le calme di vento hanno avuto un'occorrenza del 42.6%.

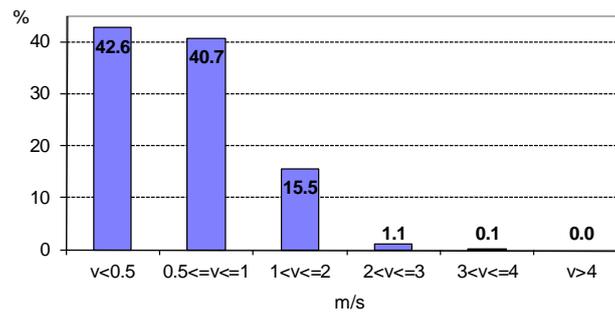


Figura 19) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento nel sito di Fossano (periodo: 7 dicembre '17 ÷ 4 aprile '18).

Nella figura seguente sono rappresentate le frequenze dei settori di provenienza dei venti calcolate dai dati misurati dal laboratorio mobile. Esse evidenziano venti provenienti prevalentemente dalle direzioni Ovest ed EstSudEst (che potrebbero risentire del condizionamento prodotto dall'edificato), con differenze limitate tra le ore diurne e quelle notturne.

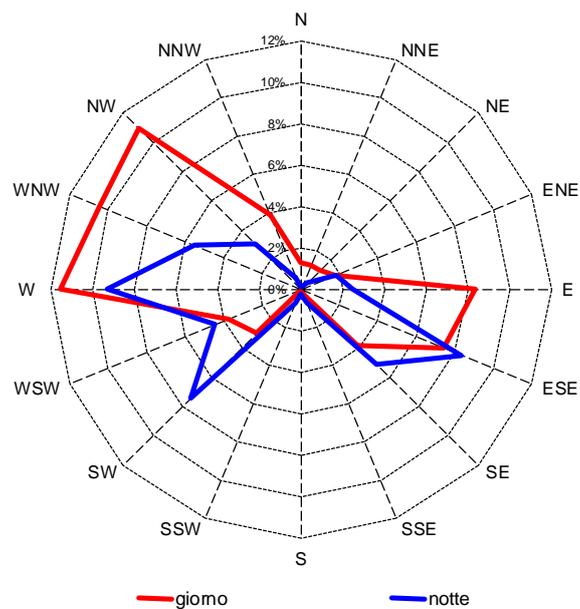


Figura 20) Rosa dei venti nel sito di Fossano (periodo: 7 dicembre '17 ÷ 4 aprile '18).

## CONCLUSIONI

Dal 7 dicembre 2017 al 4 aprile 2018 è stato eseguito un monitoraggio con il laboratorio mobile nel comune di Fossano per aggiornare le informazioni sulla qualità dell'aria relative ad una delle principali città della provincia di Cuneo.

Le misure sono state eseguite nel sito messo a disposizione dall'Amministrazione Comunale: all'interno del parco cittadino di piazza Divisione Alpina Cuneense, in prossimità di un "recettore sensibile", un baby parking gestito da un'azienda Comunale, e a poche decine di metri dal centro storico e dal sito in cui, fino al maggio 2012, è stata attiva una stazione della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria.

Tale postazione, collocata ad almeno 30 m dalle strade principali, si può considerare di "fondo urbano" e, secondo quanto definito dal D.Lgs. 155/2010, adatta a valutare l'esposizione media della popolazione.

Sebbene al monitoraggio condotto a Fossano si sia dedicato un tempo eccezionalmente lungo, si tratta comunque di un periodo limitato rispetto all'intero anno civile cui fanno riferimento i limiti stabiliti dalla normativa, pertanto, considerando anche la forte influenza delle condizioni meteorologiche sui livelli di inquinamento, per poter valutare correttamente la qualità dell'aria del sito, i dati ivi misurati sono stati analizzati in riferimento a quanto rilevato dalle stazioni fisse presenti sul territorio.

In analogia a quanto riscontrato su tutto il territorio regionale, in piazza Divisione Alpina Cuneense a Fossano il laboratorio mobile non ha evidenziato criticità per il monossido di carbonio, il benzene ed il biossido di zolfo. Inquinanti le cui concentrazioni si sono notevolmente ridotte negli anni grazie ai miglioramenti tecnologici nei sistemi di combustione e alle modifiche qualitative dei combustibili.

I livelli dell'ozono, inquinante tipicamente estivo, in accordo con il periodo invernale in cui è stato svolto il monitoraggio, sono stati contenuti e coerenti con i dati della rete. Occorre tuttavia considerare che, da quanto emerge dall'analisi dei dati annuali della rete della qualità dell'aria, la situazione dell'inquinamento da ozono si mantiene critica nella provincia di Cuneo. In tutte le stazioni fisse rimangono infatti disattesi gli obiettivi a lungo termine stabiliti sia per la protezione della salute umana che per la protezione della vegetazione<sup>6</sup>.

I dati ottenuti per il biossido di azoto nei quattro mesi di monitoraggio, evidenziano livelli del tutto analoghi a quelli misurati presso le stazioni di Alba-Tanaro e Bra-Madonna dei Fiori. Emerge inoltre, già dall'analisi degli andamenti orari dell'NO<sub>2</sub>, come anche Fossano risenta del ristagno degli inquinanti che caratterizza maggiormente la zona nord della provincia di Cuneo. Nel confronto con i limiti stabiliti dalla normativa per tale inquinante non si evidenziano superamenti.

Per quanto riguarda l'inquinamento da polveri sottili, i dati ottenuti nei 117 giorni di campionamento evidenziano per Fossano, una maggiore influenza dell'inquinamento diffuso del bacino padano rispetto al sito pedemontano della città di Cuneo.

Le concentrazioni misurate nel sito di fondo urbano di Fossano sono statisticamente confrontabili in media sia con quelle misurate presso la stazione di traffico di Mondovì che con quelle misurate dalla stazione di fondo urbano di Alba.

Nel confronto con i limiti normativi i livelli di inquinamento da polveri sottili del sito di fondo urbano di piazza Divisione Alpina Cuneense risultano critici per il rispetto del limite normativo giornaliero (sono stati stimati, per l'anno 2017, 45 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>, contro i 35 consentiti per anno civile).

<sup>6</sup> [Relazione della qualità dell'aria 2017](#) – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte

Tale criticità riscontrata per il sito di Fossano rientra nella situazione dell'inquinamento da polveri sottili che caratterizza la provincia di Cuneo. Essa presenta livelli che peggiorano procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura, e situazioni "aggravate" nei punti maggiormente esposti ad emissioni locali intense, per lo più dovute al traffico veicolare. La zona di pianura della provincia, nella quale si colloca anche la città di Fossano, costituisce infatti l'estremo ovest della pianura Padana e pertanto risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano. La zona sud della provincia di Cuneo, rispetto a quella a nord, è caratterizzata da una maggior ventilazione, che permette una migliore diluizione degli inquinanti<sup>7</sup>. Per questo motivo, tra le stazioni fisse della provincia, quella di Cuneo, grazie alla sua collocazione geografica, è caratterizzata da concentrazioni di polveri sottili più contenute di quelle rilevate dalle centraline di Alba e Bra che risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano e per le quali il superamento, in tutti gli anni di misura, del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere conferma una situazione di criticità per il PM<sub>10</sub>. I dati ottenuti nelle campagne di monitoraggio svolte negli anni nella provincia, hanno permesso di confermare le stazioni di Alba e Bra come stazioni di riferimento rappresentative dell'inquinamento medio delle postazioni urbane di tutto il territorio Nord della provincia di Cuneo.

Per poter pervenire al rispetto dei limiti, e ad un rispetto duraturo ovvero non troppo in balia delle avversità atmosferiche che di anno in anno si possono presentare, è necessario promuovere provvedimenti strutturali, continuare a sensibilizzare la popolazione sul fatto che singole abitudini e comportamenti possono incidere sull'evidente problema ed è fondamentale continuare a perseguire, sempre più in modo omogeneo e congiunto in tutto il bacino padano, misure di contrasto all'inquinamento atmosferico, prestando molta attenzione ai precursori degli inquinanti secondari (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, COVNM, NH<sub>3</sub>), agendo su tutte le tipologie di sorgenti.

A tale proposito si ricorda che, oltre a quelle che sono normalmente da tutti riconosciute come sorgenti di inquinanti (industrie, traffico, riscaldamento...), nella nostra provincia anche l'attività zootecnica intensiva fornisce un notevole contributo all'inquinamento. Essa determina infatti un'emissione molto cospicua di ammoniaca (NH<sub>3</sub>), e inoltre, a partire dal 2011, ha portato alla realizzazione di un numero elevato di centrali a biogas (il più alto della regione). Queste, sebbene alimentate con sorgenti "rinnovabili", producono quantitativi di ossidi di azoto pari a circa 5 volte quelli che, a parità di potenza, produrrebbe un impianto alimentato a metano.

Sebbene sia i livelli attuali di ossidi di azoto che quelli di ammoniaca non costituiscano singolarmente delle criticità in relazione alla loro tossicità, occorre considerare che in atmosfera agiscono da "precursori" delle polveri, ovvero subiscono delle trasformazioni chimiche che portano alla formazione del cosiddetto particolato "secondario", generalmente compreso nella frazione più fine delle polveri e pertanto più problematico per la salute umana, perché in grado di penetrare più in profondità nell'apparato respiratorio.

Le emissioni in atmosfera di ammoniaca nella regione Piemonte, estratte dall'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera<sup>8</sup>, sono rappresentate per singolo comune nella figura 21. Il comune di Fossano si colloca al primo posto a livello regionale, con l'emissione di più di 1640 tonnellate/anno di ammoniaca di cui il 99% provenienti dal comparto agricoltura.

<sup>7</sup> Per approfondimenti: [Relazione della qualità dell'aria 2017 – Territorio della provincia di Cuneo, Arpa Piemonte](#)

<sup>8</sup> IREA 2013 <http://www.regione.piemonte.it/aeraw/>

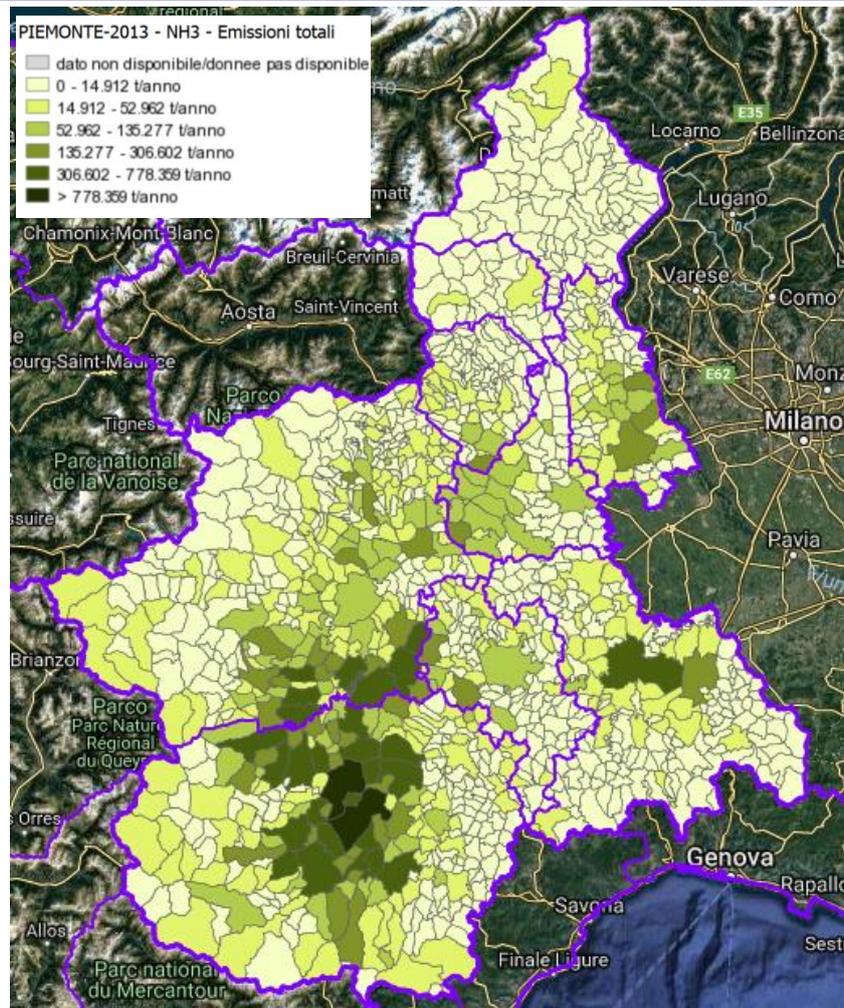


Figura 21) Emissioni totali di ammoniaca su base comunale – Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera – Anno 2013.

## ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

<b>Fossano, piazza Divisione Alpina Cuneense</b>	
<b>8/12/2017 ÷ 3/04/2018</b>	
	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	9
Media dei valori orari	5
Massima media oraria	12
Percentuale ore valide	88%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	<b>0</b>
	<b>CO (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	1.2
Media dei valori orari	0.8
Massima media oraria	2.1
Percentuale ore valide	95%
Minimo medie 8 ore	0.3
Media delle medie 8 ore	0.8
Massimo medie 8 ore	1.5
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	<b>0</b>
	<b>Benzene (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	3.9
Media dei valori orari	1.8
Massima media oraria	6.5
Percentuale ore valide	99%
	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	14
Massima media giornaliera	62
Media dei valori orari	34
Massima media oraria	108
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>

	<b>O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	4
Massima media giornaliera	83
Media dei valori orari	34
Massima media oraria	116
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	2
Media delle medie 8 ore	34
Massimo medie 8 ore	108
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	97
Media delle medie giornaliere:	35
Numero giorni validi	117
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>16</b>

## **ALLEGATO II - Inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi**

Il Decreto Legislativo n° 155/2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”, definisce “inquinante: qualsiasi sostanza presente nell'aria ambiente” (cioè l'aria esterna presente nella troposfera), “che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso”.

Il quadro normativo sulla qualità dell'aria, a partire da evidenze scientifiche e con approccio conservativo, identifica gli inquinanti per i quali è necessario il monitoraggio al fine di perseguire gli obiettivi di tutela della salute umana e degli ecosistemi.

I parametri monitorati sono i seguenti:

- materiale particolato - PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>
- biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- benzene
- monossido di carbonio (CO)
- metalli pesanti: piombo, arsenico, cadmio, nichel
- IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici): benzo(a)pirene

Le pagine seguenti presentano per ogni inquinante oggetto di monitoraggio, le principali informazioni, facendo riferimento ai seguenti punti:

**Caratteristiche:** elementi distintivi dell'inquinante

**Tipologia:** suddivisione in base all'origine in

- **primario** → emesso direttamente in atmosfera da specifiche fonti
- **secondario** → prodotto come risultato di reazioni chimico-fisiche degli inquinanti primari

**Fonte:**

- **naturale**, emesso in atmosfera ad opera di fenomeni naturali
- **antropica**, generato da attività umane (industriali, civili, ecc...)

**Permanenza spazio-temporale:** ovvero i tempi e l'estensione territoriale coinvolti nella “dispersione” dell'inquinante. Infatti a seguito della loro emissione in atmosfera i composti sono soggetti a processi di diffusione, trasporto e deposizione (secca e umida), e possono subire nel contempo processi di trasformazione chimico-fisica, che possono determinarne la rimozione o la generazione di inquinanti secondari; tutti questi processi condizionano la variabilità nello spazio e nel tempo degli inquinanti in atmosfera.

**Effetti:** descrizione dei principali bersagli sui quali può agire l'inquinante e gli effetti da esso prodotti. Gli inquinanti atmosferici possono produrre effetti nocivi, che variano in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche dell'inquinante, delle sue concentrazioni e dei tempi di permanenza in atmosfera.

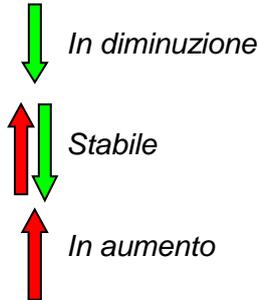
**Misura:** indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

**Situazione:** - condizione attuale  *Criticità assente*

 *Criticità moderata*

 *Criticità elevata*

- andamento negli anni dell'inquinante:



**Limiti normativi:** i limiti indicati dalla normativa cogente, identificati in relazione ai livelli di riferimento così descritti:

**Soglia di informazione:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.

**Soglia di allarme:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

**Valore limite:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato.

**Valori obiettivo:** livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita.

**Obiettivo a lungo termine:** livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

## MATERIALE PARTICOLATO – PM<sub>10</sub>

<b>Caratteristiche</b> <i>particelle solide</i> <i>aerosol</i>	Il particolato atmosferico è formato da particelle, solide o aerosol, sospese in aria. Con il termine <b>PM<sub>10</sub></b> si intende il particolato formato da particelle con diametro aerodinamico medio inferiore a 10 µm (micrometri), mentre il termine <b>PM<sub>2.5</sub></b> comprende la frazione di particolato costituito da particelle aventi diametro inferiore a 2.5 µm.			
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Nell'aria viene generato da processi naturali quali <b>eruzioni vulcaniche, incendi boschivi, azione del vento sulla polvere e sul terreno, aerosol marino, ecc.</b> , e dall'attività dell'uomo a cui se ne attribuisce l'apporto principale. Le <b>emissioni industriali</b> , particelle di polveri, ceneri, e combustioni incomplete, e il <b>traffico veicolare (gas di scarico, usura di pneumatici, risollevarimento delle polveri depositate sulle strade)</b> rappresentano le fonti più significative.			
<b>Tipologia</b> <i>primario</i> <i>secondario</i>	Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", <b>impresso direttamente</b> in atmosfera, ed in parte di tipo "secondario", prodotto cioè da <b>trasformazioni chimico fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COVs, NH<sub>3</sub>.</b>			
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Il particolato risulta ubiquitario su vasta scala a causa del <b>lungo tempo di permanenza nell'aria</b> (da giorni a settimane) che ne consente il <b>trasporto su grandi distanze</b> . Questo fa sì che le variazioni nel tempo delle concentrazioni siano principalmente condizionate da fattori meteorologici. In particolare, inverni con lunghi periodi di situazioni anticicloniche persistenti e precipitazioni limitate, sono caratterizzati da concentrazioni di polveri atmosferiche elevate.			
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	<p>Il rischio sanitario legato al particolato sospeso nell'aria dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle. Le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Infatti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il PM<sub>10</sub>, polvere inalabile, è in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (laringe e faringe), e le particelle con diametro compreso fra circa 5 e 2.5 µm giungono sino a livello dei bronchi principali.</li> <li>- Il PM<sub>2.5</sub>, polvere respirabile, è in grado di penetrare profondamente nei polmoni giungendo sino ai bronchi secondari; le frazioni con diametro inferiore possono giungere sino a livello alveolare.</li> </ul> <p>Gli studi epidemiologici mostrano relazioni tra le concentrazioni di materiale particolato in aria e l'insorgenza di <b>malattie dell'apparato respiratorio</b>, quali <b>asma, bronchiti ed enfisemi</b>. Il PM può inoltre adsorbire sulla sua superficie e quindi veicolare nell'apparato respiratorio dei microinquinanti, quali metalli e IPA, ai quali possono essere associati effetti tossicologici rilevanti.</p> <p>La deposizione del materiale particolato può causare effetti negativi sulla vegetazione costituendo, sulla superficie fogliare, una pellicola non dilavabile dalle piogge, che <b>può inibire il processo di fotosintesi e lo sviluppo delle piante</b>; inoltre il danneggiamento per abrasione meccanica può rendere le foglie più esposte agli attacchi degli insetti.</p> <p>I materiali subiscono danni diretti legati a <b>fenomeni di imbrattamento</b> e fenomeni di <b>corrosione</b> in relazione alla composizione chimica del particolato.</p>			
<b>Misura</b> <i>gravimetrica</i>	Il PM <sub>10</sub> e il PM <sub>2.5</sub> sono determinati mediante campionamento su filtro e successiva determinazione gravimetrica delle polveri filtrate. La testa del campionatore ha una geometria standardizzata che permette il solo passaggio della frazione di polveri avente dimensioni aerodinamiche inferiori a 10µm o 2.5µm.			
 <b>Situazione critica</b>	La situazione nell'ultimo decennio, per il particolato PM <sub>10</sub> , <b>è in miglioramento</b> anche se <b>continua a rappresentare una delle criticità più significative ed i limiti sono tuttora disattesi</b> . Le condizioni meteo climatiche influenzano fortemente l'andamento.			
<b>Riferimenti normativi</b> <b>D.Lgs 155/2010</b>	Periodo di mediazione temporale	<b>Valore limite</b>	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
<b>PM10</b>	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 per anno civile	1 gennaio 2005
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>		1 gennaio 2005
<b>PM2.5</b>	anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>		1 gennaio 2015

## BIOSSIDO DI AZOTO – NO<sub>2</sub>

<b>Caratteristiche</b> NO <sub>2</sub>	<p>Gli ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione che utilizzano l'aria come comburente; infatti ad elevate temperature l'azoto e l'ossigeno presenti nell'aria atmosferica reagiscono, con le seguenti reazioni principali : <math>N_2 + O_2 \rightarrow 2NO</math>    <math>2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2</math>. L'elevata tossicità del biossido lo rende principale oggetto di attenzione: l'NO<sub>2</sub> è infatti un gas tossico, di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente, con grande potere irritante ed è un energico ossidante, molto reattivo. Gli ossidi di azoto sono da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, anche perché in presenza di forte irraggiamento solare, danno inizio ad una serie di reazioni secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti, quali l'ozono, acido nitrico, ecc, complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico" che sono importanti precursori del PM<sub>10</sub>.</p>			
<b>Fonte</b> naturale antropica	<p>In natura gli ossidi di azoto sono prodotti dall'<b>attività batterica</b> sui composti dell'azoto, dall'<b>attività vulcanica e dai fulmini</b>: ciò produce un <b>apporto minimo</b> ai livelli di fondo. Le principali fonti sono invece di origine antropica legate ai <b>processi di combustione in condizioni di elevata temperatura e pressione</b>: ne consegue che, in contesto urbano, le emissioni dei motori a scoppio e quindi il <b>traffico veicolare</b> ne rappresentano la <b>fonte più significativa</b>.</p>			
<b>Tipologia</b> primario secondario	<p>Il biossido di azoto rappresenta, in genere, al <b>massimo il 5%</b> degli ossidi di azoto emessi <b>direttamente dalle combustioni in aria</b>. <b>La maggior parte</b> dell' NO<sub>2</sub> presente in atmosfera deriva invece <b>dall'ossidazione del monossido di azoto</b>, ed è quindi di natura secondaria.</p>			
<b>Permanenza spazio temporale</b>	<p>Il tempo medio di permanenza in atmosfera degli ossidi di azoto è breve: circa tre giorni per NO<sub>2</sub> e quattro giorni per l'NO.</p>			
<b>Effetti salute ambiente materiali</b>	<p>Gli effetti sulla salute prodotti dall'NO<sub>2</sub> sono dovuti alla sua <b>azione irritante sugli occhi e sulle mucose dell'apparato respiratorio</b>. Gli effetti acuti sull'apparato respiratorio comprendono <b>riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie</b>, quali bronchite cronica e asma, e <b>riduzione della funzionalità polmonare</b>. Gli ossidi di azoto contribuiscono, per circa il 30%, al fenomeno delle "piogge acide", con conseguenti <b>danni alla vegetazione e alterazioni degli equilibri degli ecosistemi coinvolti</b>, e producono <b>fenomeni corrosivi sui metalli</b> e scolorimento e perdita di resistenza dei tessuti e delle fibre tessili. L'azione sulle superfici degli edifici e dei monumenti comporta un <b>invecchiamento più rapido delle strutture</b>.</p>			
<b>Misure chemiluminescenza</b>	<p>Gli ossidi di azoto sono determinati con il <b>metodo a chemiluminescenza</b>, che si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono in grado di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO. Per misurare il biossido è necessario ridurlo a monossido tramite un convertitore al molibdeno. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo (µg/m<sup>3</sup>).</p>			
<b>Situazione stabile</b>  	<p>L'introduzione delle marmitte catalitiche non ha ridotto in maniera incisiva la concentrazione di NO<sub>2</sub> che, nell'ultimo decennio, non ha avuto un calo tanto netto quanto il CO. Ciò è dovuto anche al fatto che i motori a benzina non sono l'unica fonte di NO<sub>2</sub>, ma altrettanto importanti sono i veicoli diesel e gli impianti per la produzione d'energia. Nel settore industriale miglioramenti tecnologici hanno permesso di ridurre parzialmente gli apporti emissivi.</p>			
<b>Riferimenti normativi</b> D.Lgs 155/2010	<i>Periodo di mediazione temporale</i>	<b>Valore limite</b>	<i>N° superamenti ammessi</i>	<i>Data di raggiungimento limite</i>
<b>Biossido di Azoto</b>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	18 per anno civile	1 gennaio 2010
	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-	1 gennaio 2010

## OZONO

<b>Caratteristiche</b> $O_3$	<p>L'Ozono è un gas molto reattivo, fortemente ossidante, di odore pungente caratteristico, la cui molecola è costituita da tre atomi di ossigeno.</p>
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	<p>E' un gas presente nell'atmosfera la cui origine e concentrazione dipende dalla porzione di atmosfera a cui le osservazioni si riferiscono. Negli strati alti dell'atmosfera, la stratosfera, esso è presente naturalmente e svolge un'importante azione protettiva per la salute umana e per l'ambiente, assorbendo un'elevata percentuale delle radiazioni UV provenienti direttamente dal sole. A questo livello l'ozono si produce a partire dalla reazione dell'ossigeno con l'ossigeno nascente (O), prodotto dalla scissione della molecola di ossigeno ad opera delle radiazioni ultraviolette. Negli strati di atmosfera più prossimi alla superficie terrestre, la troposfera, l'ozono si può originare dalla presenza di <b>precursori</b> sia <b>naturali</b> (<b>composti organici volatili biogenici prodotti dalle piante</b>), che <b>antropici</b> (<b>ossidi di azoto e sostanze organiche volatili -VOC- emessi da attività umane</b>), in condizioni meteorologiche caratterizzate da forte irraggiamento, oppure da scariche elettriche in atmosfera.</p>
<b>Tipologia</b> <i>secondario</i>	<p>A livello troposferico l'ozono è un inquinante cosiddetto secondario, cioè non viene emesso direttamente da una sorgente, ma è <b>prodotto dalle complesse trasformazioni chimico fisiche</b> che avvengono in atmosfera <b>tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili</b>. L'insieme dei prodotti di queste reazioni costituiscono il cosiddetto inquinamento fotochimico o <i>smog fotochimico</i>.</p>
<b>Permanenza spazio temporale</b>	<p>L'inquinamento secondario trae generalmente origine da contesti fortemente antropizzati, dove può essere elevata l'emissione di precursori, durante episodi estivi caratterizzati da condizioni meteorologiche stagnanti, quando persistono forte insolazione ed elevate temperature. Gli inquinanti secondari prodotti in queste condizioni possono dar luogo a grandi concentrazioni e <b>fenomeni di accumulo anche a notevole distanze</b> dalle zone di immissione. Per tale motivo l'inquinamento da ozono rappresenta un fenomeno su scala regionale e/o transfrontaliero.</p>
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	<p>I principali effetti sulla salute si riscontrano a carico delle vie respiratorie dove, all'aumentare della concentrazione, possono essere indotti <b>effetti infiammatori di gravità crescente, sino ad una riduzione della funzionalità polmonare</b>. Sugli ecosistemi vegetali gli effetti ossidanti della <b>molecola interferiscono con la funzione clorofilliana e con la crescita delle piante</b>. I materiali, come la gomma e le fibre tessili, subiscono <b>alterazione chimiche</b> che ne <b>compromettono le caratteristiche e la resistenza</b>.</p>
<b>Misura</b> <i>assorbimento</i> <i>caratteristico</i>	<p>La misura dell'ozono sfrutta il metodo basato sull'assorbimento caratteristico che questa molecola presenta verso le radiazioni ultraviolette (UV) ad una lunghezza d'onda di 254 nm (nanometri). La variazione dell'intensità luminosa è direttamente correlata alla concentrazione di <math>O_3</math> ed è misurata da un apposito rivelatore. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di <math>O_3</math> è il microgrammo al metro cubo (<math>\mu g/m^3</math>).</p>
<b>Situazione</b>  <i>stabile</i> 	<p>I superamenti dei riferimenti normativi continuano ad essere significativi a livello europeo nonostante la riduzione di lungo termine osservata negli ultimi 25 anni. Data l'influenza determinante delle condizioni meteorologiche, l'andamento delle concentrazioni di <math>O_3</math> può variare considerevolmente negli anni ed è difficilmente controllabile.</p>

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	valore	N° superamenti ammessi
<b>Soglia informazione</b> Protezione della salute umana	Media oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
<b>Soglia di allarme</b> Protezione della salute umana	Media oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	non più di 3 ore consecutive
<b>Valore obiettivo</b> Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (*)	25 volte per anno civile come media su 3 anni
<b>Valore obiettivo</b> Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ come media sui 5 anni (*)	
<b>Obiettivo a lungo termine</b> Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
<b>Obiettivo a lungo termine</b> Protezione della vegetazione		AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	

(\*) il raggiungimento dell'obiettivo sarà valutato nel 2013 (riferimento triennio 2010-2012) per il valore obiettivo di protezione della salute umana e nel 2015 (riferimento quinquennio 2010-2015, per la protezione della vegetazione)

(\*\*) Per AOT40 (espresso in  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (=40 parti per miliardo) e  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET)

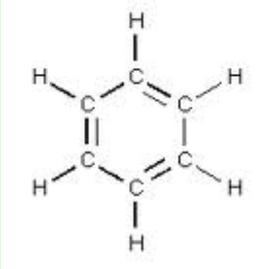
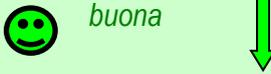
## BIOSSIDO DI ZOLFO – SO<sub>2</sub>

<b>Caratteristiche</b> SO <sub>2</sub>	Il biossido di zolfo, o anidride solforosa, è un gas incolore, di odore pungente, prodotto dell'ossidazione dello zolfo.
<b>Fonte :</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	La fonte principale degli ossidi di zolfo (SO <sub>2</sub> e SO <sub>3</sub> ) presenti in atmosfera è di origine <i>naturale</i> . Infatti una percentuale variabile dal 62% all'89% delle emissioni prodotte in Italia <sup>9</sup> è attribuita all' <i>attività vulcanica</i> . Le principali emissioni <i>antropiche</i> di SO <sub>2</sub> derivano invece dai <b>processi di combustione che utilizzano combustibili fossili</b> (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità. In città una fonte significativa è rappresentata dal <b>riscaldamento domestico</b> , mentre solo una percentuale molto bassa di SO <sub>2</sub> proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel.
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	L'ossido di zolfo è un inquinante primario.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Il tempo medio di permanenza in atmosfera del biossido di zolfo varia da alcuni giorni a settimane e l'estensione dei fenomeni interessa la scala locale e regionale.
<b>Effetti</b> <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	Il biossido di zolfo è un forte <b>irritante delle vie respiratorie</b> . Un'esposizione prolungata a concentrazioni basse può causare patologie all'apparato respiratorio ( <b>asma, tracheiti, bronchiti</b> ) mentre esposizioni di breve durata a concentrazioni elevate possono provocare aumento della frequenza respiratoria e del ritmo cardiaco oltre a irritazione agli occhi, gola e naso. Gli ossidi di zolfo sono i <b>principali responsabili dell'acidificazione delle precipitazioni meteorologiche (piogge acide)</b> che comporta la compromissione degli equilibri degli ecosistemi coinvolti. Sulle piante l'aumento delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> provoca danni <b>via via crescenti agli apparati fogliari sino alla necrosi tessutale</b> . L'azione sui <b>materiali</b> interessa maggiormente i <b>metalli</b> , nei quali viene accelerato il <b>fenomeno di corrosione</b> , ed i <b>materiali da costruzione</b> (in particolare di natura calcarea) sui quali l'azione acida, comportando una trasformazione dei carbonati in solfati solubili, <b>diminuisce la resistenza meccanica dei materiali</b> , da cui i conseguenti danneggiamenti dei monumenti e delle facciate degli edifici.
<b>Misura</b> <i>fluorescenza</i>	Il biossido di zolfo è misurato con un metodo a fluorescenza. L'aria da analizzare è immessa in una apposita camera nella quale sono inviate radiazioni UV a 230-190 nm. Queste radiazioni eccitano le molecole di SO <sub>2</sub> presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rivelatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO <sub>2</sub> presente nell'aria. L'unità di misura con la quale si esprime la concentrazione di biossido di zolfo è il microgrammo al metro cubo (µg/m <sup>3</sup> ).
<b>Situazione</b> <i>buona</i>  	Il biossido di zolfo ha rappresentato per molti anni uno dei principali inquinanti dell'aria. Oggi il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili (minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffinazione) ed il sempre più diffuso uso del gas metano hanno diminuito nettamente la sua presenza.

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
<b>Ossido di Zolfo</b>	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	24 per anno civile	1 gennaio 2005
	1 giorno	125 µg/m <sup>3</sup>	3 per anno civile	1 gennaio 2005

<sup>9</sup> ISPRA -inventario emissioni in atmosfera-CONAIR IPPC- dati 1980-2008

## BENZENE

<p><b>Caratteristiche</b>  <math>C_6H_6</math></p> 	<p>Il benzene è un idrocarburo aromatico, che si presenta a temperatura ambiente come un liquido incolore, dal tipico odore aromatico, in grado di evaporare velocemente.</p> <p>Si ottiene prevalentemente come prodotto della distillazione del petrolio. Viene impiegato come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta impiegati per produrre plastiche, resine, detergenti, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. E' utilizzato per conferire proprietà antidetonanti nelle benzine "verdi".</p>
<p><b>Fonte</b>  <i>naturale</i>  <i>antropica</i></p>	<p>In natura il benzene viene prodotto negli <b>incendi boschivi</b> e durante le <b>eruzioni vulcaniche</b>, ma le concentrazioni in atmosfera prodotte da queste fonti sono quantitativamente irrilevanti.</p> <p>La fonte principale è di natura antropica. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai <b>gas di scarico degli autoveicoli</b>, in particolare dei veicoli <b>alimentati a benzina</b>: stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. Una fonte importante, in ambienti indoor, è rappresentato dal <b>fumo di tabacco</b>.</p>
<p><b>Tipologia</b>  <i>primario</i></p>	<p>E' un inquinante primario.</p>
<p><b>Permanenza</b>  <i>spazio temporale</i></p>	<p>Il benzene rilasciato in atmosfera si trova prevalentemente in fase vapore, non è soggetto direttamente a fotolisi, ma reagisce con gli idrossi-radicali prodotti fotochimicamente. Il tempo teorico di dimezzamento della concentrazione è di circa 13 giorni, ma in atmosfera inquinata, in presenza di ossidi di azoto o zolfo, l'emivita si riduce a 4 – 6 ore.</p>
<p><b>Effetti</b>  <i>salute</i></p>	<p>Il benzene è tossico, molto irritante per pelle, occhi e mucose ed è inserito dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) tra le sostanze con sufficiente evidenza di <b>cancerogenicità per l'uomo</b>. La principale via di esposizione per l'uomo è l'inalazione, a causa della notevole volatilità del benzene.</p>
<p><b>Misura</b>  <i>Gasromatografia PID</i></p>	<p>Le misure sono effettuate mediante un sistema gascromatografico, dotato di rivelatore a fotoionizzazione. L'unità di misura con la quale si misura la concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p>
<p><b>Situazione</b>  <i>buona</i></p> 	<p>I livelli in atmosfera di questo inquinante sono notevolmente diminuiti a seguito dell'introduzione, dal luglio 1998, del limite dell'1% del tenore di benzene nelle benzine e grazie al miglioramento delle performance emissive degli autoveicoli.</p>

<b>Riferimenti normativi</b> D.Lgs 155/2010	<i>Periodo di mediazione temporale</i>	<b>Valore limite</b>	<i>N° superamenti ammessi</i>	<i>Data di raggiungimento limite</i>
<b>Benzene</b>	Anno civile	$5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1 gennaio 2010

## MONOSSIDO DI CARBONIO – CO

<b>Caratteristiche</b>	Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore e insapore, infiammabile, e molto tossico. Viene generato durante la combustione di materiali organici, come intermedio di reazione, quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera.
<b>CO</b>	
<b>Fonte</b> <i>naturale</i> <i>antropica</i>	Le principali fonti naturali sono agli <b>incendi boschivi</b> , <b>le eruzioni dei vulcani</b> , <b>le emissioni da oceani e paludi</b> . La fonte antropica più significativa è rappresentata dal <b>traffico veicolare</b> , in particolare dalle emissioni prodotte dagli autoveicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo, fasi di decelerazione, ecc...): per questi motivi viene identificato come tracciante di inquinamento veicolare. Altre fonti sono gli <b>impianti di riscaldamento domestico</b> , <b>le centrali termoelettriche</b> , <b>gli inceneritori di rifiuti</b> , per i quali il contributo emissivo risulta minore in quanto la combustione avviene in condizioni più controllate.
<b>Tipologia</b> <i>primario</i>	Il monossido di carbonio viene emesso come tale in atmosfera.
<b>Permanenza spazio temporale</b>	Nonostante il tempo di permanenza in atmosfera sia elevato (anni), meccanismi di rimozione naturali (assorbimento da parte di terreno, delle piante, ossidazione in atmosfera) limitano prevalentemente a scala locale, urbana, l'azione inquinante del monossido di carbonio.
<b>Effetti salute</b>	Sull'uomo il monossido di carbonio ha effetti particolarmente pericolosi in quanto forma con l'emoglobina del sangue la carbossiemoglobina, un composto fisiologicamente inattivo, che impedisce l'ossigenazione dei tessuti, ed è in grado di produrre, <b>ad elevate concentrazioni, esiti letali</b> . A <b>basse concentrazioni provoca emicranie, vertigini, e sonnolenza</b> . Essendo inodore e incolore, è un inquinante insidioso soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni elevate. Sull'ambiente ha effetti trascurabili.
<b>Misure</b> <i>Assorbimento IR</i>	Il CO è analizzato mediante assorbimento di Radiazioni Infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR e la variazione dell'intensità delle IR è proporzionale alla concentrazione di CO. L'unità di misura utilizzata per esprimere la concentrazione di Monossido di Carbonio è il milligrammo al metro cubo (mg/m <sup>3</sup> ).
 <b>Situazione</b> <i>buona</i> ↓	Il CO ha avuto, negli ultimi trent'anni, un nettissimo calo delle concentrazioni rilevate in atmosfera dovuto allo sviluppo tecnologico nel settore automobilistico che ha portato ad un aumento dell'efficienza nei motori e l'introduzione delle marmitte catalitiche. Ciò ha determinato, nonostante il numero crescente degli autoveicoli in circolazione, una riduzione significativa della sua concentrazione.

<b>Riferimenti normativi</b> D.Lgs 155/2010	<i>Periodo di mediazione temporale</i>	<b>Valore limite</b>	<i>N° superamenti ammessi</i>	<i>Data di raggiungimento limite</i>
<b>Monossido di carbonio</b>	Media massima giornaliera calcolata sulle 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	-	1 gennaio 2005