

II RESPONSABILE

Prot. 3676 /H10.02

Cuneo, 16/01/2018

(trasmessa esclusivamente via PEC)

Ill.mo Signor Sindaco del Comune di
SAVIGLIANO

comune.savigliano@legalmail.it

Spett.le Assessorato Ambiente
PROVINCIA di CUNEO

protocollo@provincia.cuneo.legalmail.it

Spett.le Dipartimento Prevenzione
Azienda ASL CN1 Cuneo

aslcn1@legalmail.it

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

Rif. DOQUI: B5.16 – ATTIVITA' ANNO 2017 – H10_2017_00664/ARPA.

Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi al monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Savigliano nel periodo compreso dal 21 dicembre 2016 al 2 febbraio 2017

Con la presente si inviano le risultanze del monitoraggio della qualità dell'aria eseguito nel Comune di Savigliano dal 21 dicembre 2016 al 2 febbraio 2017. 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 25, 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 Savigliano nel periodo compreso dal 21 dicembre 2016 al 2 febbraio 2017*

Realizzazione del monitoraggio	Bardi Luisella Martini Sara Pellutiè Aurelio	Corino Flavio Pascucci Luca Tosco Marco
Redazione	Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Bardi Luisella	
	Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Martini Sara	
Verifica ed approvazione Data: 15/01/2018	Funzione: Responsabile Produzione Nome: Riccardi Ivo	

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 - PEC dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it – www.arpa.piemonte.gov.it

INDICE

INTRODUZIONE	2
ANALISI DEI DATI	5
<i>BIOSSIDO DI AZOTO – NO₂</i>.....	5
<i>MATERIALE PARTICOLATO – PM₁₀</i>.....	10
<i>BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE</i>.....	16
<i>OZONO – O₃</i>.....	18
SITUAZIONE METEOROLOGICA	20
CONCLUSIONI.....	24
<i>ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna</i>	1
<i>ALLEGATO II - Inquinanti della qualità dell'aria e limiti normativi</i>	3
<i>Misura: indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante</i>.....	3

INTRODUZIONE

Il documento illustra le risultanze analitiche del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato nel comune di Savigliano nel periodo compreso tra il 21 dicembre 2016 ed il 2 febbraio 2017.

Le misure sono state svolte con lo scopo di una nuova verifica della qualità dell'aria in una città in cui non sono presenti stazioni del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria e per la quale i precedenti monitoraggi, svolti nell'estate 2013 e nell'inverno 2014, avevano evidenziato criticità legate, sia alle emissioni locali del traffico veicolare, che ai livelli di inquinamento di fondo che caratterizzano la zona di pianura della nostra provincia. Tale zona, adiacente alla zona metropolitana torinese, costituisce l'estremo ovest della pianura Padana. Proprio per questo risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano, soprattutto per quanto riguarda inquinanti cosiddetti "ubiquitari" come le polveri sottili.

Il monitoraggio è stato eseguito nel sito messo a disposizione dall'Amministrazione comunale in corso Roma davanti alla sede municipale ed in prossimità di un "recettore sensibile" (scuola primaria), dove si erano svolte le precedenti campagne di misura. Situato nel pieno centro cittadino, in una strada dalla conformazione a "canyon", il sito ha le caratteristiche di un sito urbano da traffico. Al fine di valutare l'esposizione media della popolazione si era ritenuto opportuno eseguire un ulteriore monitoraggio in una postazione di "fondo urbano", ma difficoltà logistiche insorte all'Amministrazione comunale non ne hanno reso possibile la realizzazione.

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 O₃, ossidi di azoto NO-NO₂-NO_x, monossido di carbonio CO, biossido di zolfo SO₂, benzene e materiale particolato PM₁₀).

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 secondo capitolo 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 Openair¹, strumento open-source per l'analisi e l'elaborazione statistica dei dati di concentrazione di inquinanti in aria.

¹ 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

Comune

SAVIGLIANO

Ortofoto - sito di monitoraggio con il laboratorio mobile



LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Corso Roma 36, presso il Municipio
Caratteristiche sito	Sito urbano da traffico (a ridosso del bordo stradale, in canyon urbano)
Coordinate UTM WGS84	X= 393518 m; Y= 4944725 m
Periodo	dal 21 dicembre 2016 al 2 febbraio 2017



Strumentazione Laboratorio mobile:

PARAMETRO MISURATO	STRUMENTO	MODELLO	METODO DI MISURA
NO – NO ₂	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 ₂	Analizzatore API	100E	Fluorescenza
O ₃	Analizzatore API	400E	Assorbimento UV
PM ₁₀	Analizzatore UNITECH	LSPM10	Nefelometria
PM ₁₀	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 – NO₂

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/m³, e l'altro alla media su un'ora, di 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte per anno civile.

La sequenza temporale delle concentrazioni medie orarie di NO₂ misurate con il laboratorio mobile nel sito di Savigliano dal 21 dicembre 2016 al 2 febbraio 2017 è rappresentata nella figura sottostante insieme alle concentrazioni rilevate presso le stazioni fisse più vicine, ovvero quelle di Alba - Tanaro e Bra - Madonna dei Fiori.

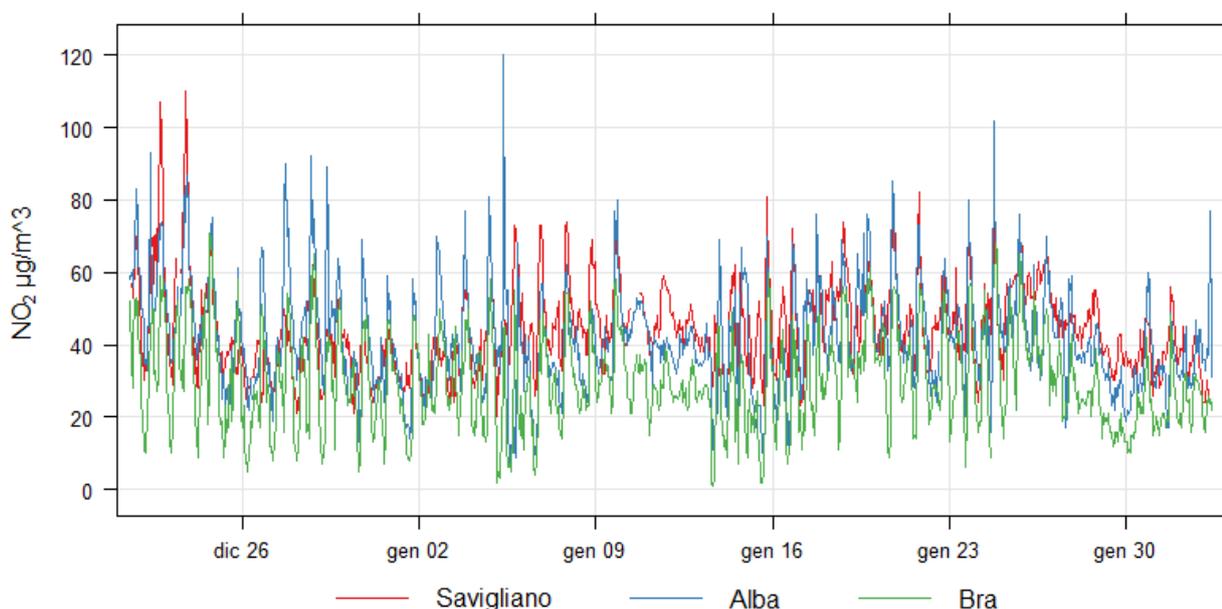


Figura 1) NO₂: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Savigliano e presso le stazioni di Alba e Bra.

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 2 le distribuzioni di tutte le medie orarie di NO₂ rilevate dal laboratorio mobile durante il monitoraggio nel sito di Savigliano, sono rappresentate con grafici a box e confrontate 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° percentile²), 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

² Percentile di ordine k (P_k) 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_k siano una percentuale uguale a k%. La mediana corrisponde al 50° percentile.

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.

Al di sotto della figura 2 sono riportati in tabella i valori delle concentrazioni medie, mediane e massime orarie di NO₂ 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.

Relativamente al periodo di monitoraggio il limite normativo orario è stato rispettato, infatti la concentrazione massima oraria è ampiamente inferiore al limite di 200 µg/m³ (valore limite da non superare più di 18 volte per anno civile). Tuttavia i box plot e gli indicatori evidenziano come, per il periodo in analisi, la distribuzione dei dati orari rilevati nel sito di corso Roma a Savigliano sia a livelli per lo più superiori a quelli delle stazioni della provincia.

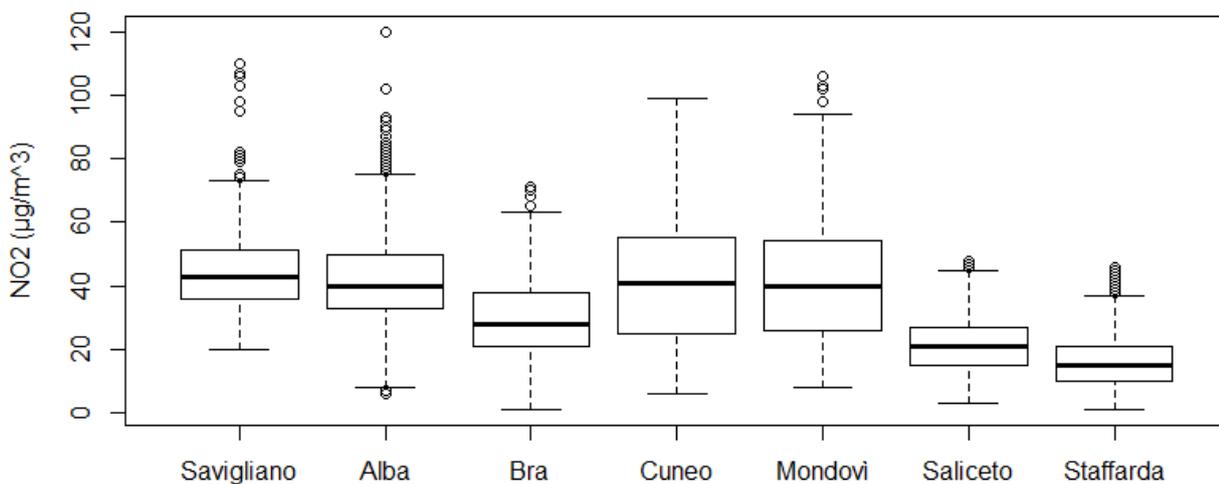


Figura 2) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Savigliano e presso le stazioni della provincia di Cuneo (periodo 21 dicembre '16 ÷ 2 febbraio '17)

NO ₂ (µg/m ³) 21 dicembre '16 ÷ 2 febbraio '17	Savigliano	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	44	42	30	41	41	21	16
Mediana	43	40	28	41	40	21	15
Massimo	110	120	71	99	106	48	46

Tabella 1) NO₂: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Savigliano 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).

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 µg/m³). 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 6 stazioni della rete provinciale, le concentrazioni medie relative al periodo della campagna di misura a Savigliano (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 3 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 Savigliano ed il rispettivo errore standard:

$$\text{NO}_2 (2017) = 28.7 \pm 6.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

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

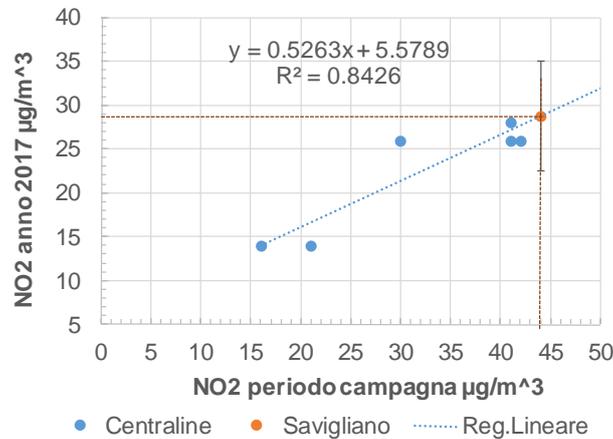


Figura 3) NO_2 : stima della concentrazione media annuale nel sito di misura di Savigliano mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2017.

Per il biossido di azoto l'andamento del giorno medio e della settimana media del sito di corso Roma sono confrontati nella figura 4 con quelli delle stazioni di fondo urbano di Alba e di Cuneo. La fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

Le concentrazioni del giorno medio presentano il tipico andamento ricorrente condizionato dalle attività antropiche, che determinano un aumento delle concentrazioni durante le ore diurne, con picchi nelle ore di punta del traffico. Le concentrazioni medie del sito di corso Roma sono simili, nelle ore diurne, a quelle rilevate presso la stazione di Cuneo mentre, nelle ore notturne, si mantengono a livelli più elevati e simili a quelli rilevati dalla stazione di Alba, a causa del ristagno degli inquinanti di cui la zona più a nord della provincia risente in misura maggiore rispetto alla zona sud.

Dal grafico della settimana media si evidenzia una riduzione nei giorni di fine settimana in tutti e tre i siti di misura considerati, ma meno marcata per il sito di Savigliano.

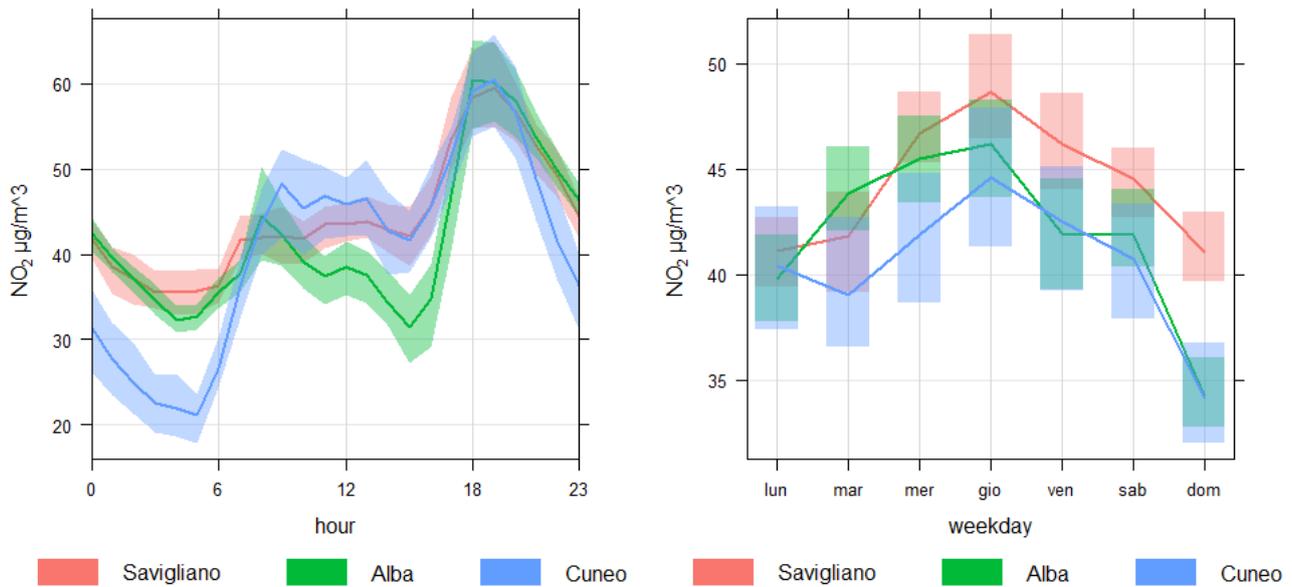


Figura 4) NO₂: giorno medio e settimana media della campagna di monitoraggio di Savigliano e delle stazioni fisse di Alba e Cuneo (periodo 21 dicembre '16 ÷ 2 febbraio '17).

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 Savigliano 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 corso Roma livelli di concentrazioni decisamente superiori rispetto alle stazioni della rete, e questo è un indice della forte influenza delle emissioni del traffico veicolare che transita nella via.

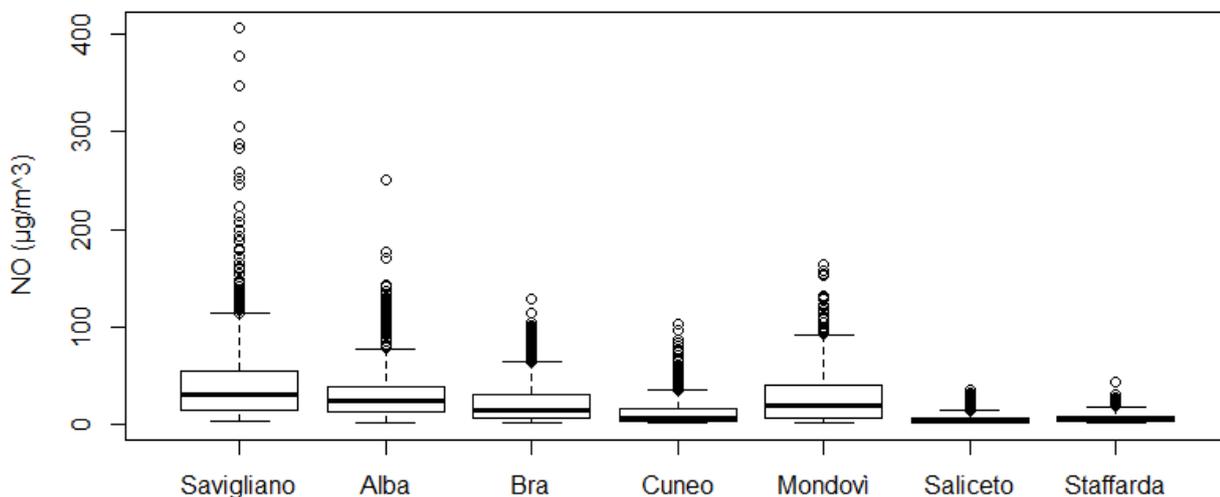


Figura 5) NO: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Savigliano e presso le stazioni della provincia di Cuneo (periodo 21 dicembre '16 ÷ 2 febbraio '17)

Nella figura 6 il giorno medio del benzene, inquinante emesso principalmente dagli autoveicoli a benzina, è confrontato con quello degli ossidi di azoto – NO_x, dati dalla somma del monossido e del biossido di azoto. Il buon accordo tra gli andamenti dei giorni medi, conferma come nel sito di corso Roma la causa principale della crescita delle concentrazioni degli ossidi di azoto nelle ore diurne sia il traffico veicolare.

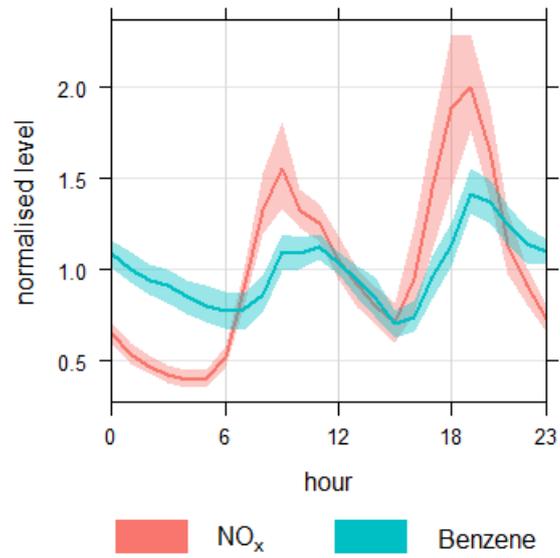


Figura 6) NO_x e benzene: confronto dei giorni medi del sito di Savigliano.

MATERIALE PARTICOLATO – PM₁₀

La normativa vigente per la qualità dell'aria prevede la determinazione della concentrazione media giornaliera di PM₁₀ eseguita con metodo gravimetrico (condizionamento e pesatura dei filtri con bilancia di precisione prima e dopo il campionamento). Sul laboratorio mobile, oltre ad un campionatore 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. Nel primo periodo della campagna di misura a Savigliano il campionatore gravimetrico ha avuto problemi strumentali e pertanto le medie giornaliere fino al 3 gennaio sono state calcolate a partire dai dati misurati dal nefelometro.

Nella figura 7 le concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate nel sito del comune di Savigliano, 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 (in grigio chiaro), ampliato, in tono più scuro, con l'intervallo di valori rilevati presso le stazioni di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino e Torino Consolata.

Nel grafico è indicato il limite giornaliero di 50 µg/m³ 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 Bra Craveri ed un indicatore di presenza di Foehn nel territorio regionale.

Da questo grafico si può osservare come, sebbene le variazioni delle concentrazioni giornaliere registrate nel sito di corso Roma a Savigliano siano coerenti con gli andamenti dei dati del PM₁₀ della rete fissa provinciale, i valori ne siano sovente superiori, e ricadano nell'intervallo di valori definito dalle stazioni di Asti, Alessandria e Carmagnola.

La coerenza tra gli andamenti 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.

Il monitoraggio di Savigliano è stato svolto all'interno del periodo dell'anno generalmente più critico per l'inquinamento da polveri sottili e, dopo le precipitazioni che si sono verificate il giorno dell'installazione del laboratorio mobile, il 21 dicembre, il periodo secco che è seguito ha favorito l'accumulo degli inquinanti ed il verificarsi di un elevato numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ (21 giorni di superamento, su 41 di misura, nel sito di Savigliano). Dal grafico si può osservare come le concentrazioni siano scese al di sotto di tale limite solamente a seguito degli episodi di Foehn che si sono verificati e delle precipitazioni del 27 e 28 gennaio. Precipitazioni atmosferiche e vento forte sono generalmente i fenomeni di rimozione delle polveri sottili.

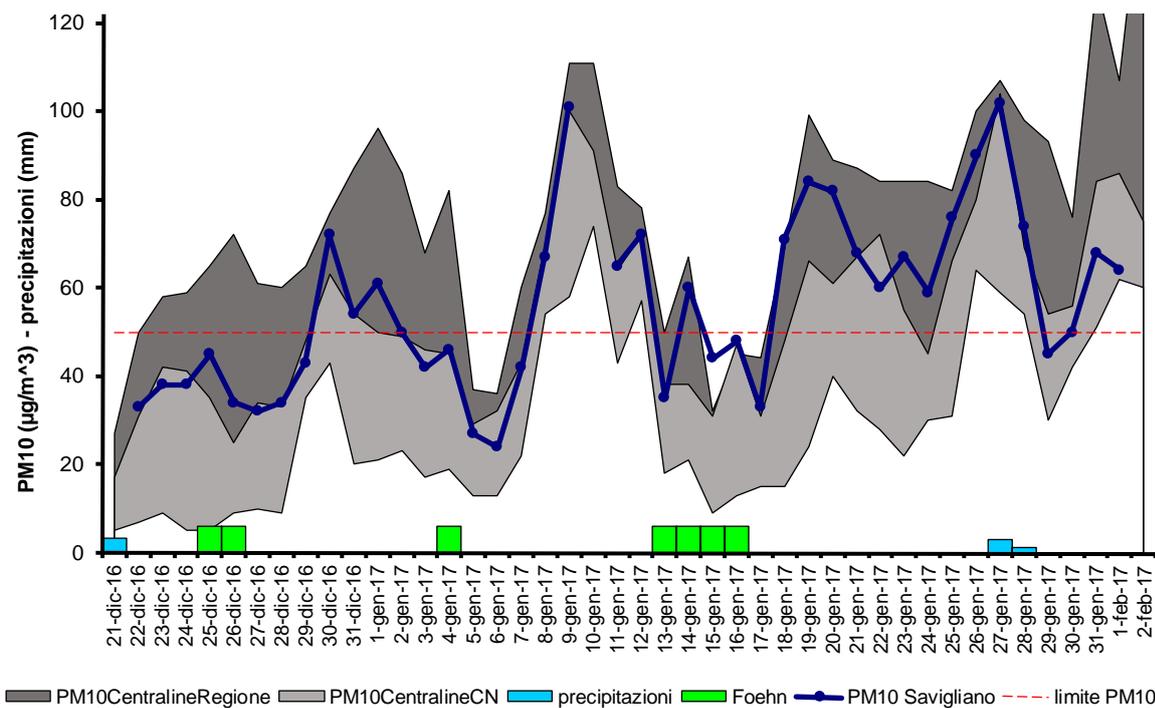


Figura 7) PM_{10} : concentrazioni medie giornaliere rilevate a Savigliano; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo (in grigio chiaro) sovrapposto a quello delle centraline di Carmagnola, Asti Baussano, Asti D'Acquisto, Alessandria D'Annunzio e Alessandria Volta (ampliamento in grigio scuro); precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Bra Craveri ed episodi di Foehn.

La distribuzione delle concentrazioni giornaliere di PM_{10} ottenute nel sito di corso Roma a Savigliano, 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 regionali già considerate per la figura 7. 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 Savigliano, 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. 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 percorsa da un intenso traffico anche di tipo pesante. La stazione di Saliceto sebbene posta in zona rurale, risente nel periodo invernale delle emissioni locali di materiale particolato provenienti dal diffuso utilizzo della biomassa legnosa come combustibile.

Dal grafico di figura 8 si osserva come le distribuzioni dei dati misurati durante la campagna dalle stazioni di Asti, Alessandria e Carmagnola abbiano interessato livelli più elevati di quelli misurati nella provincia di Cuneo, ed i dati di Savigliano si trovino a livelli intermedi tra questi due gruppi di dati.

Il numero di superamenti del limite giornaliero (tabella 2) registrati nella postazione di traffico di corso Roma a Savigliano risultano superiori a quelli registrati nello stesso periodo dalle stazioni della provincia di Cuneo, ma inferiori a quelli misurati nelle città di Asti, Alessandria e Carmagnola.

La concentrazione media del periodo di misura, nettamente superiore anche a quelle misurate nello stesso periodo dalle stazioni di Alba e Bra, è risultata statisticamente confrontabile con quelle misurate presso le stazioni di fondo urbano di Asti D'Acquisto e Alessandria Volta.

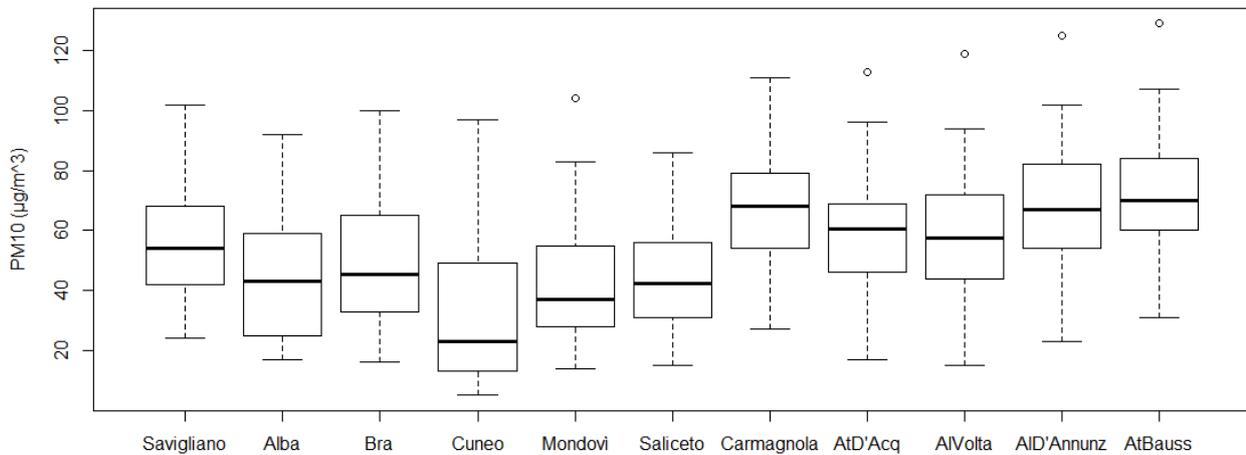


Figura 8) PM_{10} : confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Savigliano, presso le stazioni della provincia di Cuneo e alcune stazioni della regione (periodo 22 dicembre '16 ÷ 1 febbraio '17)

PM_{10} 22 dicembre '16 ÷ 1 febbraio '17	Savigliano	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)	Carmagnola (TU)	Asti D'Acquisto (FU)	Alessandria Volta (FU)	Alessandria D'Annunzio (TU)	Asti Baussano (TU)
Superamenti limite 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21	17	19	8	13	12	33	28	25	32	35
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	56	46	48	31	42	44	67	58	58	65	71
Mediana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	54	43	46	23	37	43	68	61	58	67	70
Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	102	92	100	97	104	86	111	113	119	125	129
Num. dati	41	42	42	35	42	42	42	42	42	42	42

Tabella 2) PM_{10} : confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati a Savigliano, 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 Savigliano 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 i dati campionati dalle stazioni della rete regionale già considerate nelle valutazioni precedenti³. Per ciascuna delle 9 stazioni di misura del PM_{10} le concentrazioni medie relative al periodo della campagna sono state

³ E' stata esclusa dal calcolo la stazione di asti D'Acquisto in quanto i dati gravimetrici di questa stazione per il 2017 hanno disponibilità <90%

rapportate alle concentrazioni medie dell'ultimo anno civile completo di dati (2017) ed è stata calcolata la regressione lineare tra le nove coppie.

Nel grafico di figura 9 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 Savigliano ed il rispettivo errore standard:

$$PM_{10} (2017) = 34.6 \pm 5.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Tale valore medio, superiore alle medie misurate nel 2017 presso le stazioni fisse della provincia di Cuneo (tabella 3), è al limite del rispetto della 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_{10} : concentrazioni medie dell'anno 2017 per le stazioni della provincia di Cuneo.

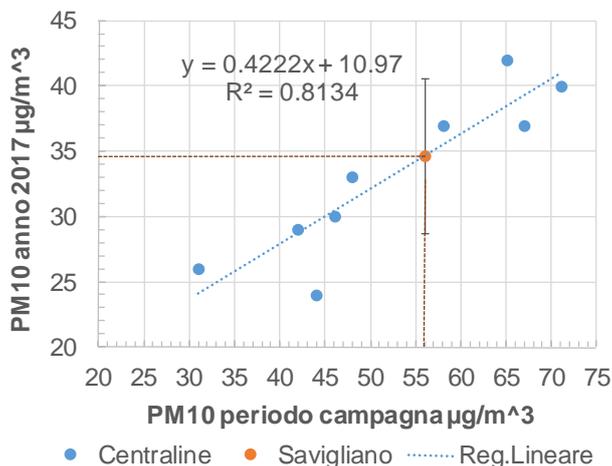


Figura 9) PM_{10} : stima della concentrazione media annuale nel sito di misura di Savigliano mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2017.

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 corso Roma di Savigliano riferito all'intero 2017. Il valore stimato a partire dalla regressione lineare (correlazione statisticamente significativa – figura 10) è pari a:

$$\text{Numero superamenti (2017)} = 69 \pm 11$$

Tale valore è superiore al numero massimo consentito dalla normativa (35 per anno civile).

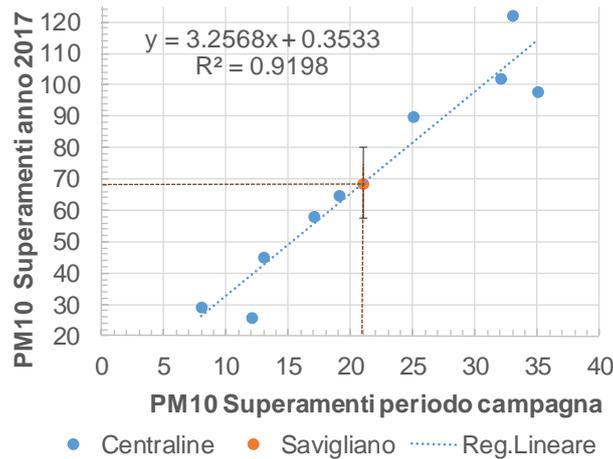


Figura 10) PM_{10} : stima del numero annuale di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il sito di misura di Savigliano mediante regressione lineare tra i superamenti registrati dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e quelli complessivi dell'anno 2017.

I dati di PM_{10} acquisiti con cadenza oraria dal nefelometro del laboratorio mobile hanno permesso di elaborare il giorno medio che, nella figura 11, è rappresentato insieme a quello dell' NO_2 .

Anche per il PM_{10} è visibile l'influenza delle attività antropiche locali che, in particolare, hanno determinato un aumento ricorrente e importante delle concentrazioni nelle ore serali. Il valore elevato del minimo evidenzia inoltre per questo inquinante che, come detto in precedenza, si può considerare ubiquitario su vasta scala, come le emissioni delle sorgenti locali si siano sommate ad un fondo che nel periodo in analisi era piuttosto consistente.

La decrescita rallentata delle concentrazioni di PM_{10} nelle ore notturne rispetto a quella dell' 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 NO_x , VOC, 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.

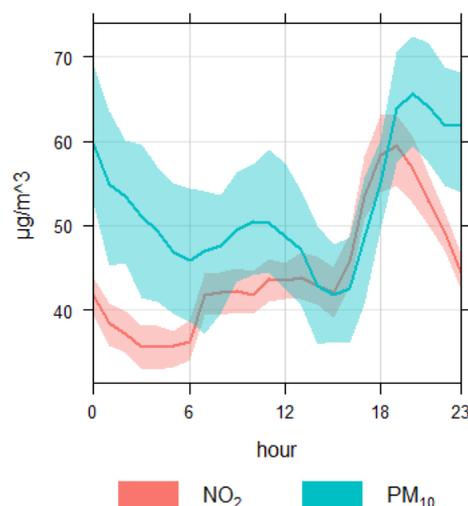


Figura 11) PM_{10} e NO_2 : confronto dei giorni medi del sito di Savigliano.

Per l'inquinamento da polveri sottili i dati del monitoraggio eseguito dal 21 dicembre 2016 al 2 febbraio 2017 confermano per il sito di corso Roma a Savigliano, i risultati già ottenuti nelle precedenti campagne di misura eseguite nell'estate 2013 e nell'inverno 2014, ovvero un forte condizionamento degli inquinanti emessi dal traffico locale, di cui la struttura urbanistica a canyon favorisce il ristagno. Tale contributo locale va a sommarsi ad un fondo che, per il territorio di Savigliano, risulta già fortemente influenzato dall'inquinamento diffuso del bacino padano.

Dal confronto dei dati del laboratorio mobile e delle stazioni della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria si desume che i livelli di inquinamento da polveri sottili del sito di corso Roma siano critici, in particolare per il rispetto del limite normativo giornaliero.

BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂, 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 SO₂ 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/m³ da non superare più di 24 volte per anno civile e l'altro, per la media giornaliera, di 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile.

I valori misurati con il laboratorio mobile nel sito di Savigliano, analogamente a quanto rilevato nei medesimi periodi presso le altre stazioni della qualità dell'aria della provincia dove l'SO₂ viene monitorato, sono stati inferiori a 20 µg/m³, pertanto oltre ad essere di due ordini di grandezza inferiori ai limiti normativi, sono prossimi 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/m³ 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/m³.

Nella campagna di Savigliano i valori rilevati sono analoghi a quanto rilevato nello stesso periodo dalle centraline della rete, con una massima concentrazione media su 8 ore pari a 2.0 mg/m³. 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/m³ 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 durante il monitoraggio a Savigliano, si può desumere che anche nel sito di Savigliano, nonostante la forte influenza del traffico, non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. Infatti la concentrazione media ottenuta, pari a 3.1 µg/m³, è di poco superiore a quelle ottenute nello stesso periodo presso le altre stazioni.

Nella figura 12 il giorno medio del CO è confrontato, con valori normalizzati, con quello del benzene, indicatore delle emissioni del traffico dei veicoli alimentati a benzina. Anche in questo caso 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.

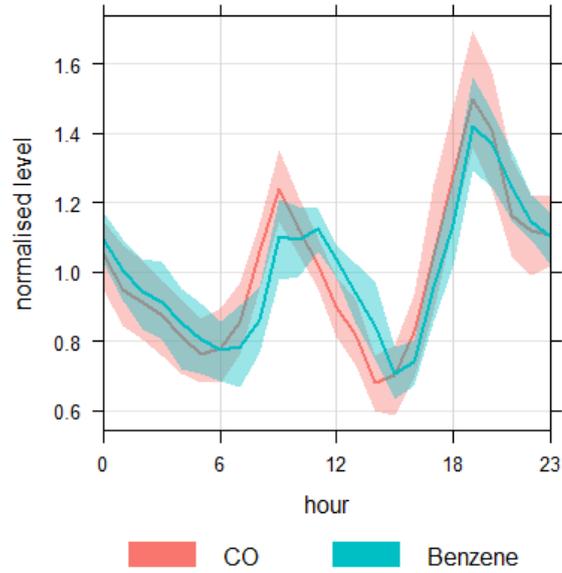


Figura 12) CO e Benzene: confronto dei giorni medi del sito di Savigliano.

OZONO – O₃

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 Savigliano 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 a Savigliano inferiori a quelli di Alba nelle ore diurne possono essere attribuiti alle maggiori concentrazioni di ossidi di azoto del primo sito che determinano un maggiore consumo di ozono.

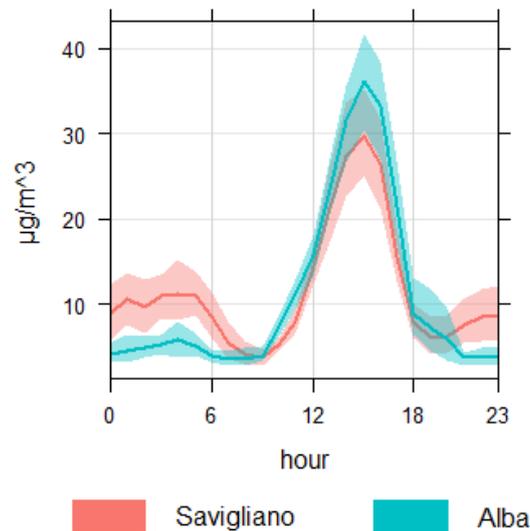


Figura 13) O₃: giorno medio della campagna di Savigliano confrontato con quello della centralina fissa di Alba.

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 prevede, per le concentrazioni medie orarie di ozono, soglie di informazione e di allarme pari a 180 µg/m³ e 240 µg/m³ 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/m³ 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 Savigliano, 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 14 rappresenta, per ciascun giorno di misura, i valori massimi delle concentrazioni medie su 8 ore, misurate nel monitoraggio a Savigliano, 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/m³ 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 Bra Craveri: 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.

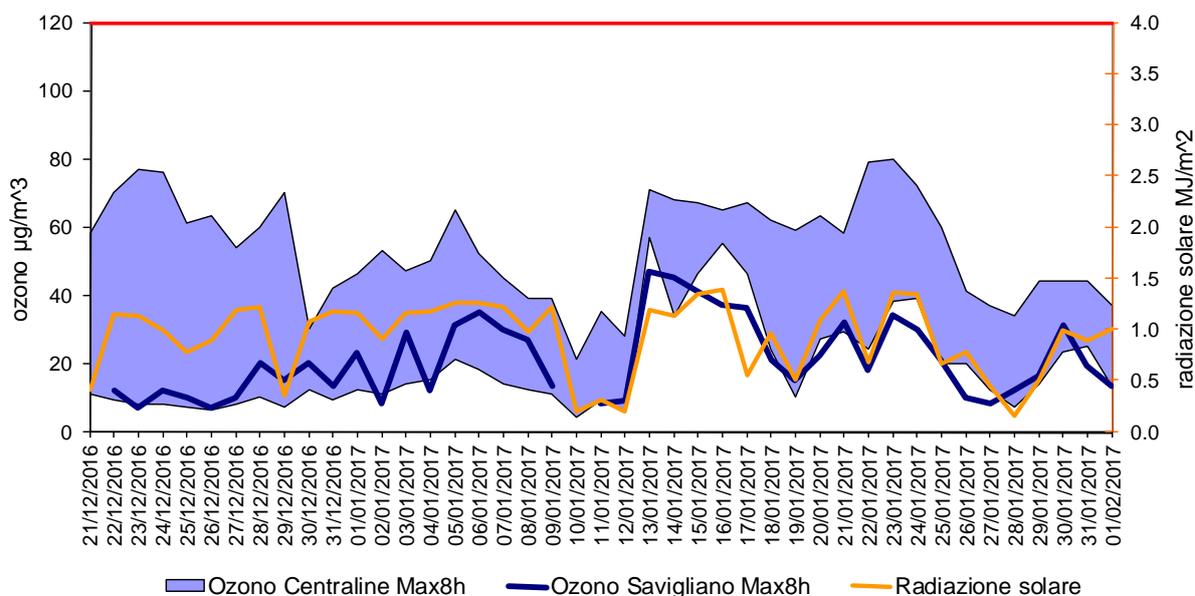


Figura 14) O₃: massime giornaliere delle concentrazioni medie su 8 ore registrate con il laboratorio mobile a Savigliano e presso le stazioni fisse della provincia di Cuneo. Radiazione solare giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Bra Craveri.

SITUAZIONE METEOROLOGICA

Analizzando l'evoluzione della situazione meteorologica nel periodo del monitoraggio della qualità dell'aria a Savigliano, si osserva che il mese di dicembre 2016 è stato caratterizzato da un'ampia e marcata anomalia barica positiva sull'Europa centrale ed occidentale. L'anomalia è stata rilevante anche sul territorio piemontese, che ha goduto di condizioni di stabilità per buona parte del mese in esame, risultando il secondo più caldo degli ultimi 59 anni, dopo dicembre 2015. Le prevalenti condizioni anticicloniche del mese e le inversioni termiche, favorite dal lungo irraggiamento terrestre notturno, hanno agevolato la formazione delle nebbie in pianura.

Il giorno con le temperature più elevate del mese è risultato il 27 dicembre, quando il valore medio delle temperature massime in pianura ha raggiunto i 16°C, favorito anche dalle condizioni di foehn, e 26 stazioni termometriche della rete ARPA Piemonte hanno stabilito il primato di temperatura massima per il mese di dicembre, dalla data di installazione.

L'unico episodio di instabilità si è verificato dal 18 al 21 dicembre con una circolazione depressionaria che ha portato nevicate a bassa quota e poi pioggia sul territorio piemontese.

Il gennaio 2017 ha avuto in Piemonte un'anomalia termica negativa di circa 1°C rispetto alla media del periodo 1971-2000 ed ha interrotto una sequenza di 15 mesi consecutivi (da ottobre 2015 a dicembre 2016) con temperature superiori alla norma. È risultato il 21° mese di gennaio più freddo nella distribuzione storica degli ultimi 60 anni. In 15 stazioni termometriche della rete ARPA Piemonte (pari al 5% del totale) è stato stabilito il primato di temperatura minima per il mese di gennaio dal momento dell'installazione. I record si sono verificati nel corso delle due ondate di gelo dei giorni 7-9 e 16-17 gennaio.

Il 7 gennaio è risultato il giorno più freddo del mese sulle località pianeggianti, con una media delle temperature minime pari a -7°C, valore più basso dal 14 febbraio 2012.

Il valore medio delle temperature minime in pianura è stato inferiore a 0°C per 30 giorni su 31 (l'unica eccezione è stata l'ultimo giorno del mese) e per due giorni (il 10 e l'11) è risultata sottozero anche la media delle temperature massime (giorno di non disgelo).

L'anomalia negativa delle temperature massime, rispetto al periodo 1971-2000, è stata più marcata sul Cuneese, mentre buona parte del Piemonte orientale (e settentrionale) ha registrato valori nella norma climatica o anche leggermente superiori.

Il numero di giorni di gelo ($T_{min} \leq 0^\circ C$) è stato ovunque superiore al valore medio del periodo 1991-2015.

Il giorno con le temperature più elevate del mese si è verificato durante l'episodio di foehn del 4 gennaio, esteso anche alle zone pianeggianti.

Gennaio 2017 è stato un mese molto secco; sono caduti appena 8.2 mm medi, con un deficit pluviometrico di 51.6 mm (pari all'86%) rispetto alla climatologia del periodo 1971-2000. Pertanto si colloca al 7° posto tra i mesi di gennaio più secchi nella distribuzione storica degli anni compresi tra il 1958 ed il 2017.

Il numero di giorni piovosi è risultato inferiore alla media in tutti i capoluoghi ed è variato tra 0 e 3 giorni.

A causa del tempo freddo ma secco del mese di gennaio i fenomeni nebbiosi sono risultati circa la metà rispetto alla climatologia recente 2004-2016. In particolare si sono verificati 9 episodi di nebbia ordinaria (visibilità inferiore ad 1 km), mentre ne sono attesi 20 per il mese di gennaio, e tre giorni di nebbia fitta (visibilità inferiore a 100 m), esattamente il 50% della norma.

Eventi di foehn si sono verificati, oltre che il 4 gennaio, nelle giornate comprese tra il 13 ed il 16 gennaio.⁴

⁴ Il Clima in Piemonte. Dicembre 2016 – Gennaio 2017. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Savigliano si ricava che, su base oraria, la temperatura massima del periodo del monitoraggio è stata di 14.3 °C, raggiunta il 27 dicembre, la media di 2.5 °C e la minima di -5.0 °C, registrata il 9 gennaio.

Nel grafico della figura 15 sono rappresentate le temperature medie, minime e massime giornaliere dell'intero periodo di monitoraggio. Insieme alla radiazione totale giornaliera, registrata dalla stazione meteorologica di Bra – Museo Craveri.

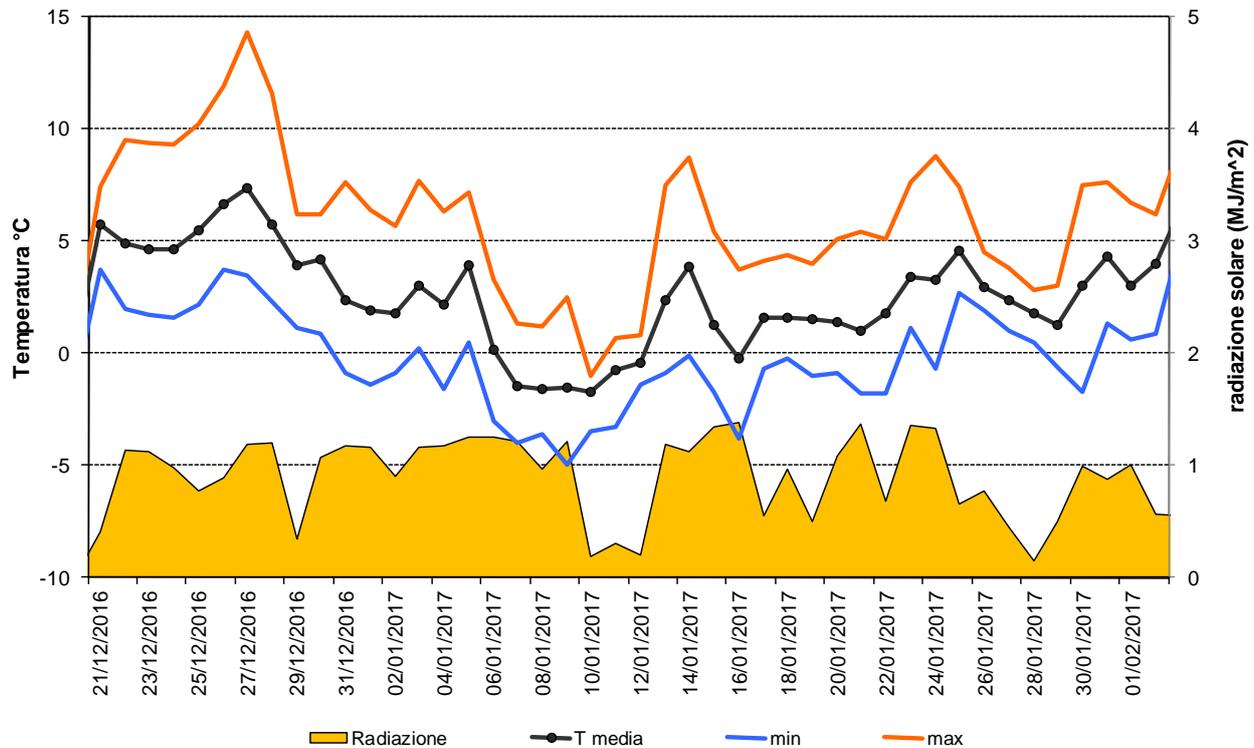


Figura 15) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Savigliano. Totale giornaliero della radiazione solare globale misurata dalla stazione Bra – Museo Craveri.

Nella figura 16 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica e la precipitazione giornaliera cumulata registrate dalla stazione meteorologica di Bra – Museo Craveri.

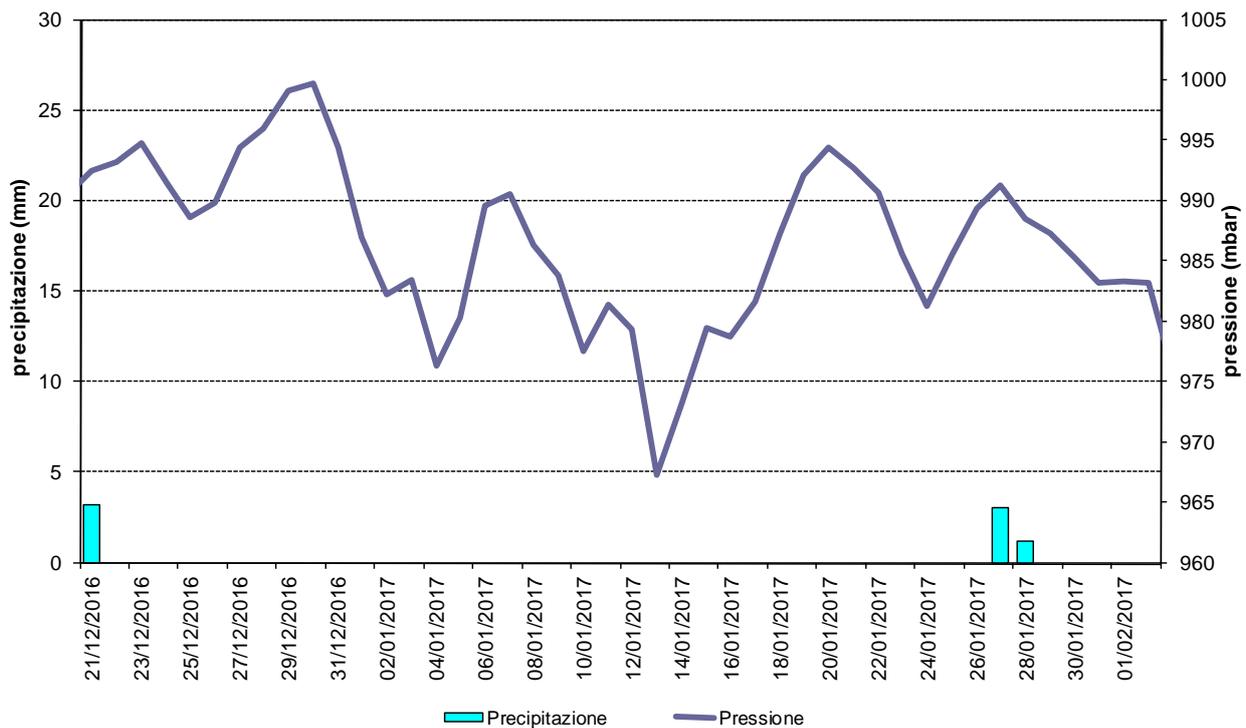


Figura 16) Precipitazione cumulata giornaliera e pressione atmosferica misurate dalla stazione di Bra – Museo Craveri.

Le frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nella postazione di monitoraggio di corso Roma a Savigliano sono rappresentate nella figura 17. Nel periodo in analisi le calme di vento hanno avuto un'occorrenza del 71%.

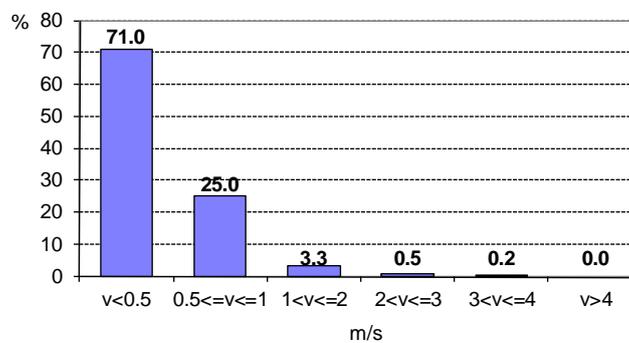


Figura 17) Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento nel sito di Savigliano (periodo: 21 dicembre '16 ÷ 2 febbraio '17).

Nella figura seguente sono rappresentate le frequenze dei settori di provenienza dei venti calcolate dai dati misurati dal laboratorio mobile. Esse evidenziano l'effetto canyon prodotto dall'edificato, che rende possibili per il vento esclusivamente le direzioni dell'asse stradale posto sulla direttrice Est-Ovest.

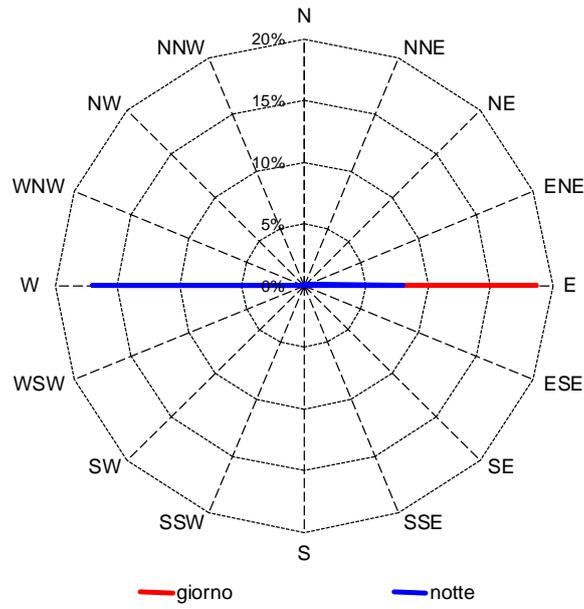


Figura 18) Rosa dei venti nel sito di Savigliano (periodo: 21 dicembre '16 ÷ 2 febbraio '17).

CONCLUSIONI

Nell'inverno 2016-2017 è stato eseguito un monitoraggio con il laboratorio mobile nel comune di Savigliano 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: davanti alla sede municipale di corso Roma, nel pieno centro cittadino ed in prossimità di un "recettore sensibile", ovvero una scuola primaria.

I precedenti monitoraggi eseguiti nell'estate 2013 e nell'inverno 2014 avevano già evidenziato per il sito di corso Roma una situazione pesantemente condizionata dalle emissioni del traffico veicolare ivi circolante, aggravata dalla conformazione urbanistica a canyon che favorisce la stagnazione degli inquinanti emessi.

I dati ottenuti nel monitoraggio eseguito dal 21 dicembre 2016 al 2 febbraio 2017, evidenziano valori di ossidi di azoto che, sebbene rientrino nei limiti stabiliti dalla normativa, risultano per lo più superiori ai valori registrati dalle stazioni della rete regionale presenti nella nostra provincia.

Una particolare criticità è rilevata, e confermata rispetto ai precedenti monitoraggi, per i livelli di inquinamento da polveri sottili (PM₁₀) e per il rispetto del limite normativo giornaliero di 50 µg/m³, che non andrebbe superato più di 35 volte per anno civile. Nei 41 giorni di misura in corso Roma tale limite è stato infatti superato 21 volte ed il numero annuale di superamenti, stimato a partire dalla regressione lineare con i dati delle stazioni della rete regionale, è nettamente maggiore al limite consentito. La concentrazione media di PM₁₀, superiore anche a quelle misurate nello stesso periodo dalle stazioni di Alba e Bra, è risultata statisticamente confrontabile con quelle misurate presso le stazioni di fondo urbano di Asti D'Acquisto ed Alessandria Volta.

Sul territorio della nostra provincia l'inquinamento da polveri sottili generalmente "peggiora" procedendo dalla zona pedemontana alla zona di pianura, con situazioni aggravate nei punti maggiormente esposti a emissioni locali intense, nella fattispecie dovute al traffico veicolare.

Anche il territorio di Savigliano risente di un inquinamento diffuso maggiore di quello delle città poste nella zona sud della provincia di Cuneo. Esso fa infatti parte della zona di pianura della nostra provincia, adiacente alla zona metropolitana torinese, che costituisce l'estremo ovest della pianura Padana, pertanto risente dell'inquinamento che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano, soprattutto per quanto riguarda inquinanti cosiddetti "ubiquitari" come le polveri sottili.

Nel sito di corso Roma a tale inquinamento "di fondo" si somma il contributo locale delle emissioni del traffico veicolare ivi circolante, di cui la conformazione a canyon del tessuto urbano, bloccando la circolazione dei venti, ostacola la diluizione.

Questa situazione è graficamente visibile nella mappa riportata in figura 19, dove è rappresentata con scala di colori la concentrazione media di PM₁₀ ottenuta nel sito di Savigliano insieme alle concentrazioni medie misurate nello stesso periodo da tutte le centraline attive della provincia di Cuneo e da alcune stazioni della regione. Il confronto con le stazioni delle altre province permette di apprezzare come i centri urbani della pianura cuneese siano caratterizzati da una situazione di inquinamento prossima più alle altre stazioni urbane di pianura che a quelle della zona sud della provincia di Cuneo.

Per quanto riguarda gli altri inquinanti della qualità dell'aria, in analogia a quanto riscontrato su tutto il territorio regionale, nel sito monitorato con il laboratorio mobile in corso Roma a Savigliano, non sono state evidenziate 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.

Per poter pervenire al rispetto dei limiti sulle polveri sottili sarà necessario promuovere provvedimenti strutturali puntuali, continuare a sensibilizzare la popolazione sul fatto che singole abitudini e comportamenti possono incidere sull'evidente problema e sarà 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_x, SO_x, COVNM, NH₃), agendo su tutte le tipologie di sorgenti.

A tale proposito si ricorda che la zona di pianura della nostra provincia, oltre a risentire del ristagno degli inquinanti, è anche caratterizzata da un'attività zootecnica intensiva, che determina un'emissione molto cospicua di ammoniaca, e dal più alto numero di centrali a biomassa della regione, sorte in particolare a partire dal 2011. 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.

Sia gli ossidi di azoto che l'ammoniaca, in atmosfera agiscono da precursori per le 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.

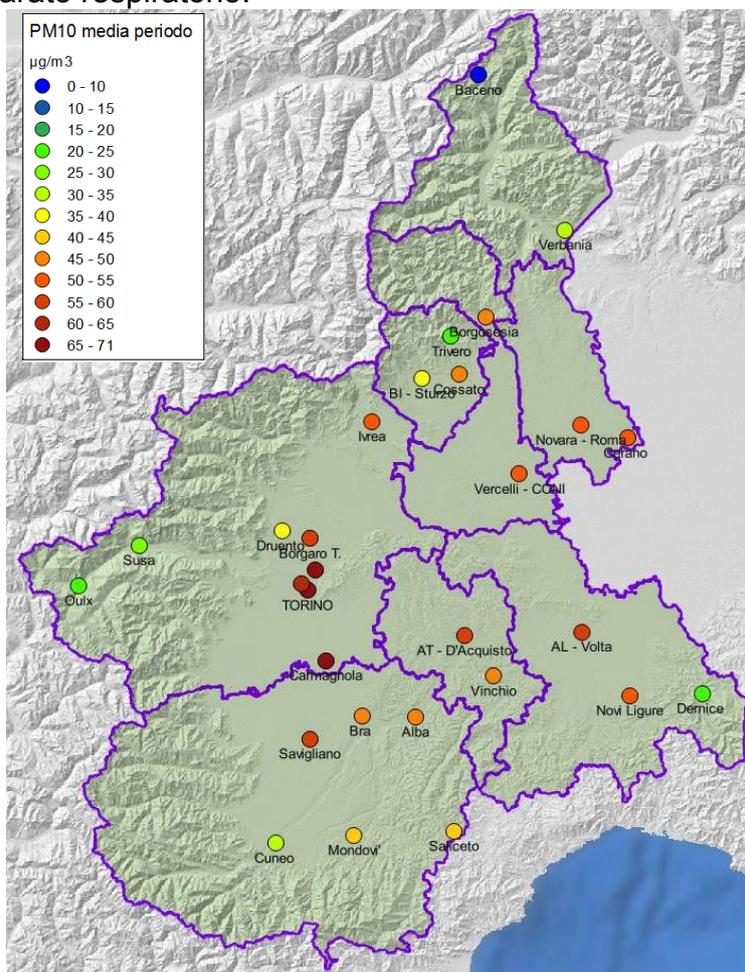


Figura 19) PM₁₀: medie delle concentrazioni rilevate durante la campagna di Savigliano nel periodo dal 22 dicembre 2016 al 1 febbraio 2017.

ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

Savigliano, corso Roma	
21/12/2016 ÷ 1/02/2017	
	SO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	12
Media dei valori orari	8
Massima media oraria	19
Percentuale ore valide	97%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
	CO (mg/m³)
Minima media giornaliera	0.4
Massima media giornaliera	1.6
Media dei valori orari	0.9
Massima media oraria	3.1
Percentuale ore valide	93%
Minimo medie 8 ore	0.3
Media delle medie 8 ore	0.9
Massimo medie 8 ore	2.0
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
	Benzene (µg/m³)
Minima media giornaliera	1.8
Massima media giornaliera	4.3
Media dei valori orari	3.1
Massima media oraria	8.7
Percentuale ore valide	97%
	NO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	33
Massima media giornaliera	61
Media dei valori orari	44
Massima media oraria	110
Percentuale ore valide	97%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0

	O₃ (µg/m³)
Minima media giornaliera	4
Massima media giornaliera	30
Media dei valori orari	12
Massima media oraria	63
Percentuale ore valide	97%
Minimo medie 8 ore	1
Media delle medie 8 ore	12
Massimo medie 8 ore	47
Percentuale medie 8 ore valide	97%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0
	PM₁₀ (µg/m³)
Minima media giornaliera	24
Massima media giornaliera	102
Media delle medie giornaliere:	56
Numero giorni validi	41
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	21

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 - PM₁₀ e PM_{2,5}
- biossido di azoto (NO₂)
- biossido di zolfo (SO₂)
- 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**, generata 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.

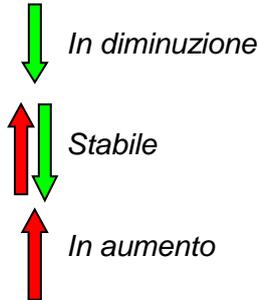
Misura: indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

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 – PM₁₀

<p>Caratteristiche <i>particelle solide</i> <i>aerosol</i></p>	<p>Il particolato atmosferico è formato da particelle, solide o aerosol, sospese in aria. Con il termine PM₁₀ si intende il particolato formato da particelle con diametro aerodinamico medio inferiore a 10 µm (micrometri), mentre il termine PM_{2.5} comprende la frazione di particolato costituito da particelle aventi diametro inferiore a 2.5 µm.</p>			
<p>Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i></p>	<p>Nell'aria viene generato da processi naturali quali eruzioni vulcaniche, incendi boschivi, azione del vento sulla polvere e sul terreno, aerosol marino, ecc., e dall'attività dell'uomo a cui se ne attribuisce l'apporto principale. Le emissioni industriali, particelle di polveri, ceneri, e combustioni incomplete, e il traffico veicolare (gas di scarico, usura di pneumatici, risollevarimento delle polveri depositate sulle strade) rappresentano le fonti più significative.</p>			
<p>Tipologia <i>primario</i> <i>secondario</i></p>	<p>Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", imnesso direttamente in atmosfera, ed in parte di tipo "secondario", prodotto cioè da trasformazioni chimico fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO₂, NO_x, COVs, NH₃.</p>			
<p>Permanenza spazio temporale</p>	<p>Il particolato risulta ubiquitario su vasta scala a causa del lungo tempo di permanenza nell'aria (da giorni a settimane) che ne consente il trasporto su grandi distanze. 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.</p>			
<p>Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i></p>	<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"> - il PM₁₀, 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. - Il PM_{2.5}, 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. <p>Gli studi epidemiologici mostrano relazioni tra le concentrazioni di materiale particolato in aria e l'insorgenza di malattie dell'apparato respiratorio, quali asma, bronchiti ed enfisemi. 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 può inibire il processo di fotosintesi e lo sviluppo delle piante; 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 fenomeni di imbrattamento e fenomeni di corrosione in relazione alla composizione chimica del particolato.</p>			
<p>Misura <i>gravimetrica</i></p>	<p>Il PM₁₀ e il PM_{2.5} 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.</p>			
<p> Situazione critica ↓</p>	<p>La situazione nell'ultimo decennio, per il particolato PM₁₀, è in miglioramento anche se continua a rappresentare una delle criticità più significative ed i limiti sono tuttora disattesi. Le condizioni meteo climatiche influenzano fortemente l'andamento.</p>			
<p>Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010</p>	<p>Periodo di mediazione temporale</p>	<p>Valore limite</p>	<p>N° superamenti ammessi</p>	<p>Data di raggiungimento limite</p>
<p>PM10</p>	<p>24 ore</p>	<p>50 µg/m³</p>	<p>35 per anno civile</p>	<p>1 gennaio 2005</p>
<p></p>	<p>anno civile</p>	<p>40 µg/m³</p>	<p></p>	<p>1 gennaio 2005</p>
<p>PM2.5</p>	<p>anno civile</p>	<p>25 µg/m³</p>	<p></p>	<p>1 gennaio 2015</p>

BIOSSIDO DI AZOTO – NO₂

Caratteristiche NO ₂	<p>Gli ossidi di azoto (NO, NO₂, N₂O 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 : $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$. L'elevata tossicità del biossido lo rende principale oggetto di attenzione: l'NO₂ 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 PM₁₀.</p>			
Fonte naturale antropica	<p>In natura gli ossidi di azoto sono prodotti dall'attività batterica sui composti dell'azoto, dall'attività vulcanica e dai fulmini: ciò produce un apporto minimo ai livelli di fondo. Le principali fonti sono invece di origine antropica legate ai processi di combustione in condizioni di elevata temperatura e pressione: ne consegue che, in contesto urbano, le emissioni dei motori a scoppio e quindi il traffico veicolare ne rappresentano la fonte più significativa.</p>			
Tipologia primario secondario	<p>Il biossido di azoto rappresenta, in genere, al massimo il 5% degli ossidi di azoto emessi direttamente dalle combustioni in aria. La maggior parte dell' NO₂ presente in atmosfera deriva invece dall'ossidazione del monossido di azoto, ed è quindi di natura secondaria.</p>			
Permanenza spazio temporale	<p>Il tempo medio di permanenza in atmosfera degli ossidi di azoto è breve: circa tre giorni per NO₂ e quattro giorni per l'NO.</p>			
Effetti salute ambiente materiali	<p>Gli effetti sulla salute prodotti dall'NO₂ sono dovuti alla sua azione irritante sugli occhi e sulle mucose dell'apparato respiratorio. Gli effetti acuti sull'apparato respiratorio comprendono riacutizzazioni di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie, quali bronchite cronica e asma, e riduzione della funzionalità polmonare. Gli ossidi di azoto contribuiscono, per circa il 30%, al fenomeno delle "piogge acide", con conseguenti danni alla vegetazione e alterazioni degli equilibri degli ecosistemi coinvolti, e producono fenomeni corrosivi sui metalli e scolorimento e perdita di resistenza dei tessuti e delle fibre tessili. L'azione sulle superfici degli edifici e dei monumenti comporta un invecchiamento più rapido delle strutture.</p>			
Misure chemiluminescenza	<p>Gli ossidi di azoto sono determinati con il metodo a chemiluminescenza, 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/m³).</p>			
 Situazione stabile 	<p>L'introduzione delle marmitte catalitiche non ha ridotto in maniera incisiva la concentrazione di NO₂ 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 NO₂, 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>			
Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	<i>Periodo di mediazione temporale</i>	Valore limite	<i>N° superamenti ammessi</i>	<i>Data di raggiungimento limite</i>
Biossido di Azoto	1 ora	200 µg/m ³	18 per anno civile	1 gennaio 2010
	anno civile	40 µg/m ³	-	1 gennaio 2010

OZONO

Caratteristiche 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>
Fonte <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 precursori sia naturali (composti organici volatili biogenici prodotti dalle piante), che antropici (ossidi di azoto e sostanze organiche volatili -VOC- emessi da attività umane), in condizioni meteorologiche caratterizzate da forte irraggiamento, oppure da scariche elettriche in atmosfera.</p>
Tipologia <i>secondario</i>	<p>A livello troposferico l'ozono è un inquinante cosiddetto secondario, cioè non viene emesso direttamente da una sorgente, ma è prodotto dalle complesse trasformazioni chimico fisiche che avvengono in atmosfera tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili. L'insieme dei prodotti di queste reazioni costituiscono il cosiddetto inquinamento fotochimico o <i>smog fotochimico</i>.</p>
Permanenza spazio temporale	<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 fenomeni di accumulo anche a notevole distanze dalle zone di immissione. Per tale motivo l'inquinamento da ozono rappresenta un fenomeno su scala regionale e/o transfrontaliero.</p>
Effetti <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 effetti infiammatori di gravità crescente, sino ad una riduzione della funzionalità polmonare. Sugli ecosistemi vegetali gli effetti ossidanti della molecola interferiscono con la funzione clorofilliana e con la crescita delle piante. I materiali, come la gomma e le fibre tessili, subiscono alterazione chimiche che ne compromettono le caratteristiche e la resistenza.</p>
Misura <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 O_3 ed è misurata da un apposito rivelatore. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di O_3 è il microgrammo al metro cubo ($\mu g/m^3$).</p>
Situazione  <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 O_3 può variare considerevolmente negli anni ed è difficilmente controllabile.</p>

Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	valore	N° superamenti ammessi
Soglia informazione Protezione della salute umana	Media oraria	180 µg/m ³	
Soglia di allarme Protezione della salute umana	Media oraria	240 µg/m ³	non più di 3 ore consecutive
Valore obiettivo Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m ³ (*)	25 volte per anno civile come media su 3 anni
Valore obiettivo Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18000 µg/m ³ *h come media sui 5 anni (*)	
Obiettivo a lungo termine Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 µg/m ³	
Obiettivo a lungo termine Protezione della vegetazione		AOT40** (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6000 µg/m ³ *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 µg/m³*h) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (=40 parti per miliardo) e 80 µg/m³ 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)

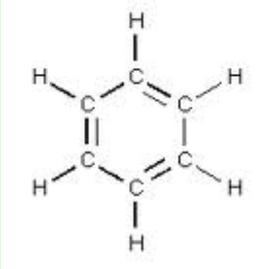
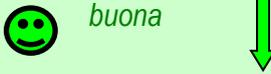
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂

Caratteristiche SO ₂	Il biossido di zolfo, o anidride solforosa, è un gas incolore, di odore pungente, prodotto dell'ossidazione dello zolfo.
Fonte : <i>naturale</i> <i>antropica</i>	La fonte principale degli ossidi di zolfo (SO ₂ e SO ₃) presenti in atmosfera è di origine <i>naturale</i> . Infatti una percentuale variabile dal 62% all'89% delle emissioni prodotte in Italia ⁵ è attribuita all' <i>attività vulcanica</i> . Le principali emissioni <i>antropiche</i> di SO ₂ derivano invece dai processi di combustione che utilizzano combustibili fossili (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità. In città una fonte significativa è rappresentata dal riscaldamento domestico , mentre solo una percentuale molto bassa di SO ₂ proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel.
Tipologia <i>primario</i>	L'ossido di zolfo è un inquinante primario.
Permanenza spazio temporale	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.
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	Il biossido di zolfo è un forte irritante delle vie respiratorie . Un'esposizione prolungata a concentrazioni basse può causare patologie all'apparato respiratorio (asma, tracheiti, bronchiti) 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 principali responsabili dell'acidificazione delle precipitazioni meteorologiche (piogge acide) che comporta la compromissione degli equilibri degli ecosistemi coinvolti. Sulle piante l'aumento delle concentrazioni di SO ₂ provoca danni via via crescenti agli apparati fogliari sino alla necrosi tessutale . L'azione sui materiali interessa maggiormente i metalli , nei quali viene accelerato il fenomeno di corrosione , ed i materiali da costruzione (in particolare di natura calcarea) sui quali l'azione acida, comportando una trasformazione dei carbonati in solfati solubili, diminuisce la resistenza meccanica dei materiali , da cui i conseguenti danneggiamenti dei monumenti e delle facciate degli edifici.
Misura <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 ₂ presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rivelatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO ₂ 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 ³).
Situazione <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
Ossido di Zolfo	1 ora	350 µg/m ³	24 per anno civile	1 gennaio 2005
	1 giorno	125 µg/m ³	3 per anno civile	1 gennaio 2005

⁵ ISPRA -inventario emissioni in atmosfera-CONAIR IPPC- dati 1980-2008

BENZENE

<p>Caratteristiche C_6H_6</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>Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i></p>	<p>In natura il benzene viene prodotto negli incendi boschivi e durante le eruzioni vulcaniche, 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 gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina: stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. Una fonte importante, in ambienti indoor, è rappresentato dal fumo di tabacco.</p>
<p>Tipologia <i>primario</i></p>	<p>E' un inquinante primario.</p>
<p>Permanenza <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>Effetti <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 cancerogenicità per l'uomo. La principale via di esposizione per l'uomo è l'inalazione, a causa della notevole volatilità del benzene.</p>
<p>Misura <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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).</p>
<p>Situazione <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>

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

MONOSSIDO DI CARBONIO – CO

Caratteristiche	<p>Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore e insapore, infiammabile, e molto tossico.</p> <p>Viene generato durante la combustione di materiali organici, come intermedio di reazione, quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente.</p> <p>Il monossido di carbonio è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera.</p>
CO	
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	<p>Le principali fonti naturali sono agli incendi boschivi, le eruzioni dei vulcani, le emissioni da oceani e paludi.</p> <p>La fonte antropica più significativa è rappresentata dal traffico veicolare, 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 impianti di riscaldamento domestico, le centrali termoelettriche, gli inceneritori di rifiuti, per i quali il contributo emissivo risulta minore in quanto la combustione avviene in condizioni più controllate.</p>
Tipologia <i>primario</i>	Il monossido di carbonio viene emesso come tale in atmosfera.
Permanenza spazio temporale	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.
Effetti salute	<p>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, ad elevate concentrazioni, esiti letali. A basse concentrazioni provoca emicranie, vertigini, e sonnolenza. Essendo inodore e incolore, è un inquinante insidioso soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni elevate.</p> <p>Sull'ambiente ha effetti trascurabili.</p>
Misure <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 ³).
 Situazione <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.

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