

II RESPONSABILE

Prot. 89810 /H10.02

Cuneo, 17/10/2017

(trasmessa esclusivamente via PEC)

Ill.mo Signor Sindaco del Comune di
CERESOLE D'ALBA
info@pec.comune.ceresoledalba.cn.it

Spett.le Assessorato Ambiente
PROVINCIA di CUNEO
protocollo@provincia.cuneo.legalmail.it

Spett.le Dipartimento Prevenzione
Azienda ASL CN2 Cuneo
aslcn2@legalmail.it

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

Rif. Vs. nota prot. n. 3077 del 30/07/2016, prot. ARPA n. 66066 del 2/08/2016.
Rif. DOQUI: B5.16 – ATTIVITA' ANNO 2016 – H10_2017_00662/ARPA.

Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi al monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Ceresole d'Alba nel periodo compreso dal 21 ottobre al 21 dicembre 2016

Con la presente si inviano le risultanze del monitoraggio della qualità dell'aria eseguito nel Comune di Ceresole d'Alba dal 21 ottobre al 21 dicembre 2016.

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 Ceresole d'Alba nel periodo compreso dal 21 ottobre al 21 dicembre 2016*

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:	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>.....	11
<i>BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂, MONOSSIDO DI CARBONIO – CO e BENZENE</i>.....	17
<i>OZONO – O₃</i>.....	19
SITUAZIONE METEOROLOGICA	21
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

INTRODUZIONE

Il documento illustra le risultanze analitiche del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato nel comune di Ceresole d'Alba nel periodo compreso tra il 21 ottobre ed il 21 dicembre 2016.

Le misure sono state svolte, a seguito di richiesta dell'Amministrazione comunale, con lo scopo di una nuova verifica della qualità dell'aria in un sito in cui non sono presenti stazioni del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, e per il quale i precedenti monitoraggi, svolti nei primi mesi del 2011 e nell'inverno 2014-2015, avevano evidenziato le caratteristiche tipiche della zona di pianura a nord 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; essa inoltre è caratterizzata da un'attività zootecnica intensiva e, in particolare a partire dal 2011, ha visto sorgere il più alto numero di centrali alimentate a biomassa della regione, legate soprattutto agli impianti di digestione anaerobica.

Il monitoraggio è stato eseguito con il laboratorio mobile del Dipartimento Arpa di Cuneo, in piazza Scacchi, nel sito messo a disposizione dal Comune, in prossimità della scuola dell'infanzia e del micronido, dove si erano svolte le precedenti campagne di misura.

Il laboratorio mobile 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 Carlsaw, D.C. and K. Ropkins (2012). "openair – an R package for air quality data analysis". Environmental Modelling & Software. Volume 27-28, pp. 52-61

Carlsaw, 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

CERESOLE D'ALBA

Ortofoto - indicazione dei siti di monitoraggio con il laboratorio mobile



LABORATORIO MOBILE

Localizzazione	Piazza Scacchi, in prossimità della scuola dell'infanzia e del micronido
Coordinate UTM WGS84	X= 406536 m; Y= 4961498 m
Periodo	dal 21 ottobre al 21 dicembre 2016



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	Gasromatografia 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 Ceresole d'Alba 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.

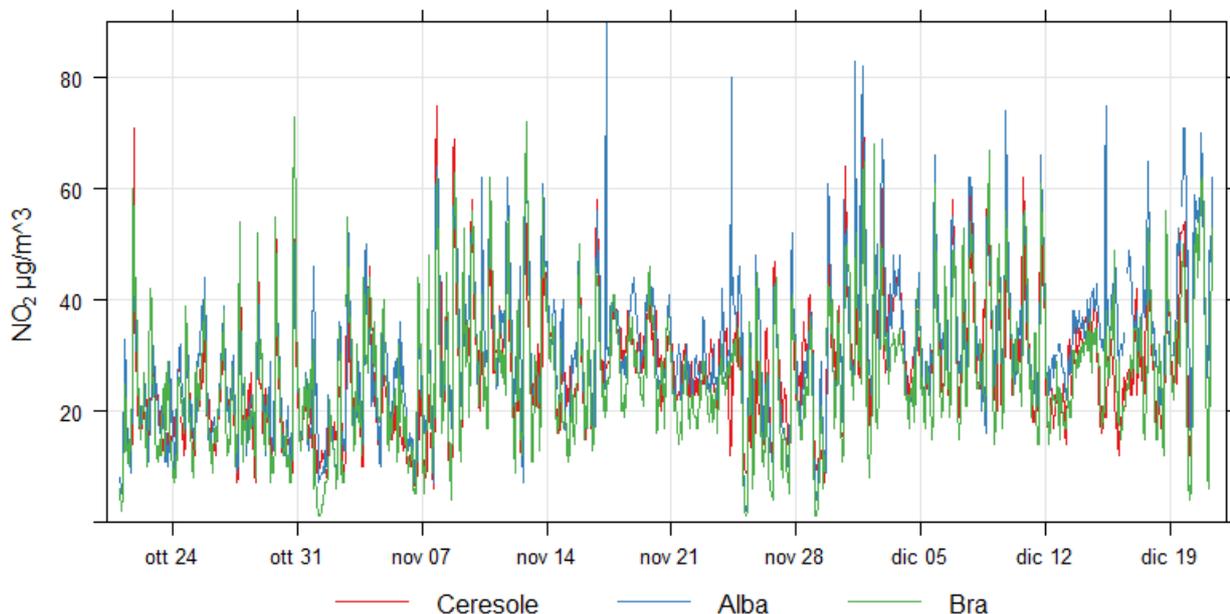


Figura 1) NO₂: concentrazioni medie orarie rilevate dal laboratorio mobile nel sito di Ceresole d'Alba e presso le stazioni di Alba e Bra.

Dalla figura si può innanzitutto osservare la coerenza tra gli andamenti nel tempo delle concentrazioni misurate dal laboratorio mobile e dalle due stazioni considerate. È evidente inoltre la crescita delle concentrazioni, dovuta sia all'aumento delle emissioni del riscaldamento che al peggioramento delle condizioni dispersive dell'atmosfera, avvenuta dopo i primi giorni di novembre, quando si è verificato un cambiamento delle condizioni meteorologiche che ha determinato un marcato calo delle temperature (si veda il capitolo dedicato alle condizioni meteorologiche).

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 centraline della rete fissa 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 Ceresole, 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 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.

I box plot e gli indicatori evidenziano come la distribuzione dei dati orari rilevati nel sito di Ceresole sia molto simile a quella relativa ai dati misurati nel periodo presso la stazione di Bra Madonna dei Fiori.

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).

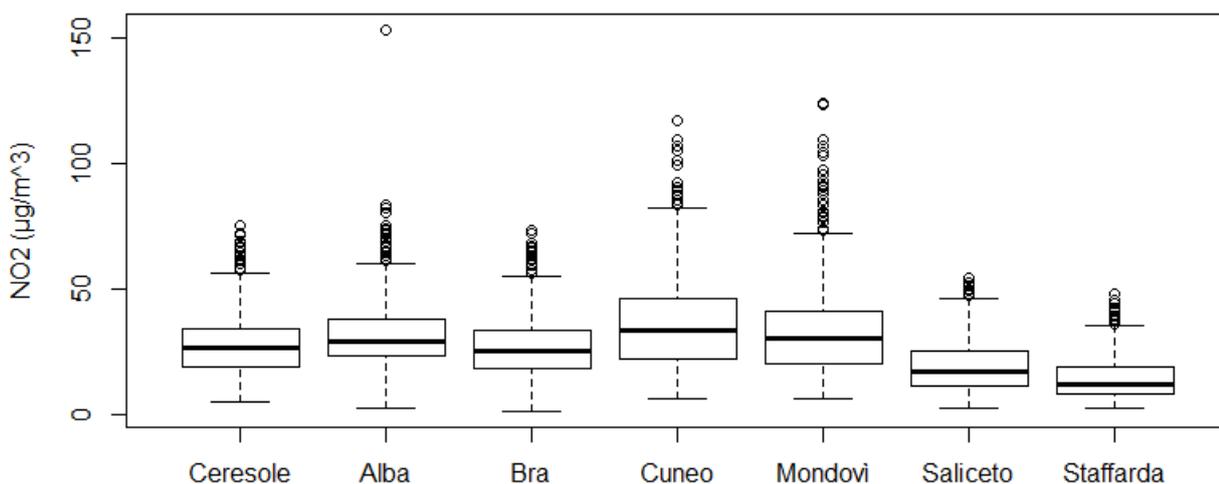


Figura 2) NO₂: confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni orarie rilevate con il laboratorio mobile a Ceresole e presso le centraline della provincia di Cuneo (periodo 21 ottobre ÷ 21 dicembre '16)

NO ₂ (µg/m ³) 21 ottobre ÷ 21 dicembre '16	Ceresole d'Alba	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Staffarda (FR)
Media	27	31	26	36	33	19	14
Mediana	26	29	25	33	30	17	12
Massimo	75	153	73	117	124	54	48

Tabella 1) NO₂: confronto tra le concentrazioni medie, mediane e massime orarie rilevate a Ceresole e presso le centraline 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

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.

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 Ceresole (riportate nella tabella 1) sono state rapportate alle concentrazioni medie dell'ultimo anno civile completo di dati (2016) 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 al 2016, per il sito di misura di Ceresole ed il rispettivo errore standard:

$$\text{NO}_2 (2016) = 21.5 \pm 4.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

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

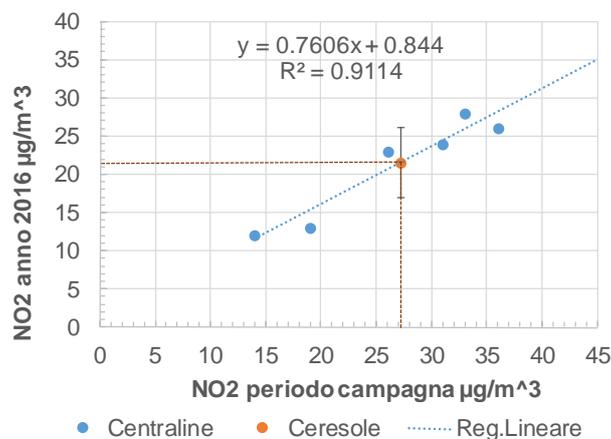


Figura 3) NO_2 : stima della concentrazione media annuale nel sito di misura di Ceresole d'Alba mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2016.

Per il biossido di azoto l'andamento della settimana media su base oraria del sito di Ceresole, ottenuta mediando i dati rilevati alla stessa ora dei diversi giorni della settimana, è confrontato nella figura 4 con quelli della stazione di fondo urbano di Alba e quella traffico urbano di Mondovì. La fascia colorata dei grafici rappresenta l'intervallo di confidenza al 95% della media.

Le concentrazioni delle settimane medie 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 e una riduzione nei giorni di fine settimana.

Le concentrazioni della settimana media di Ceresole sono molto simili, e per lo più inferiori, a quelle misurate presso la vicina stazione di fondo urbano di Alba. Entrambe nelle ore diurne sono nettamente inferiori a quelle rilevate presso la stazione, fortemente condizionata dal traffico anche pesante, di Mondovì Aragno, mentre nelle ore notturne ne diventano superiori, a causa del ristagno degli inquinanti di cui la zona più a nord della provincia risente in misura maggiore rispetto alla zona sud.

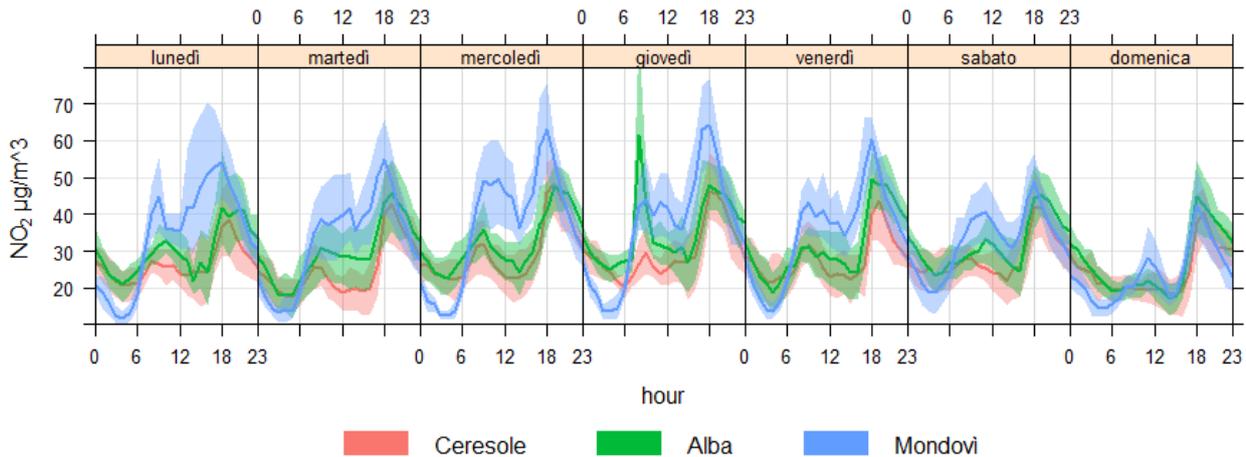


Figura 4) NO₂: settimana media su base oraria della campagna di monitoraggio di Ceresole confrontata con quelle delle stazioni fisse di Alba e Mondovì (periodo 21 ottobre÷ 21 dicembre '16).

Il buon accordo tra gli andamenti dei giorni medi dell'NO₂ e del benzene, inquinante emesso principalmente dagli autoveicoli a benzina, confrontati nel grafico di figura 5, conferma che la causa principale della crescita delle concentrazioni nelle ore diurne sia la stessa per i due inquinanti.

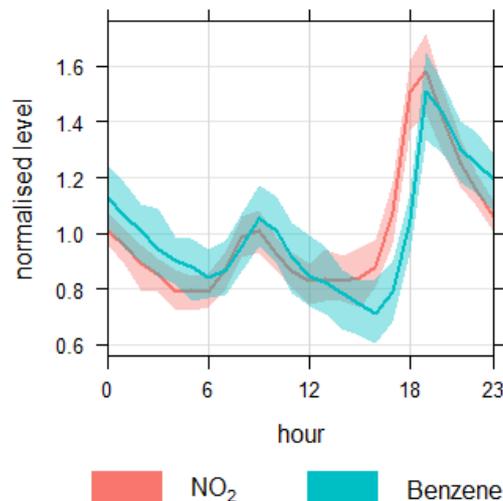


Figura 5) NO₂ e benzene: confronto dei giorni medi del sito di Ceresole.

Le concentrazioni orarie di NO₂ misurate a Ceresole sono state analizzate anche in relazione ai corrispondenti dati di velocità e direzione del vento, per poter valutare l'eventuale influenza di particolari sorgenti locali. Nel grafico di figura 6 le concentrazioni sono state rappresentate in coordinate polari dove ogni punto è identificato da un angolo che rappresenta la direzione di provenienza del vento, da una distanza dal centro che indica la velocità del vento, e da un colore che è la concentrazione media dell'inquinante corrispondente a quei valori di direzione e velocità del vento.

Come già emerso dai dati della precedente campagna, anche in questo caso il grafico evidenzia come le concentrazioni mediamente più elevate si siano verificate in corrispondenza di vento con velocità inferiore a 1 m/s e provenienza da SudEst, direzione nella quale non risultano presenti particolari realtà produttive locali.

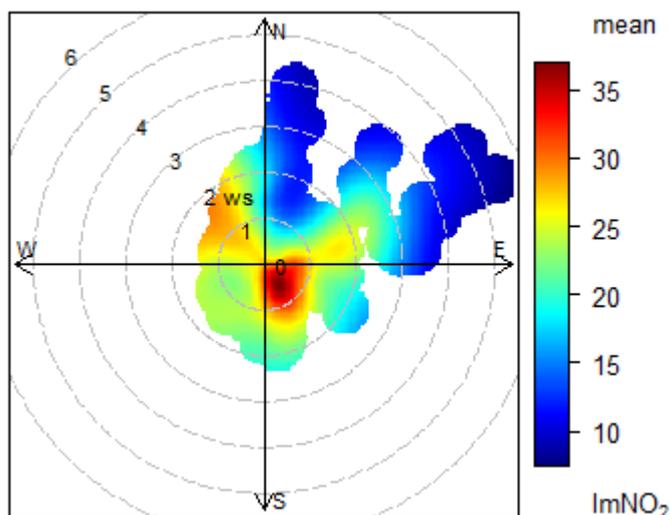


Figura 6) NO₂: concentrazioni medie in funzione della direzione di provenienza del vento e della velocità (periodo 21 ottobre ÷ 21 dicembre '16).

Confronto con i monitoraggi precedenti

Nel sito di piazza Scacchi di Ceresole d'Alba si era svolta una prima campagna di monitoraggio con il laboratorio mobile all'inizio del 2011 ed una seconda nell'inverno a cavallo tra il 2014 ed il 2015. Nella figura seguente sono rappresentate le concentrazioni medie di biossido di azoto ottenute dal laboratorio mobile nelle diverse campagne svolte a Ceresole, confrontate con quelle misurate dalle centraline della provincia attive nei periodi considerati. Data la limitatezza temporale delle campagne e l'influenza delle condizioni meteorologiche sui livelli degli inquinanti, quel che occorre considerare non è tanto il raffronto diretto tra i valori assoluti nei diversi anni, quanto il confronto tra la posizione assunta dalla media del laboratorio mobile rispetto alle medie delle centraline della rete.

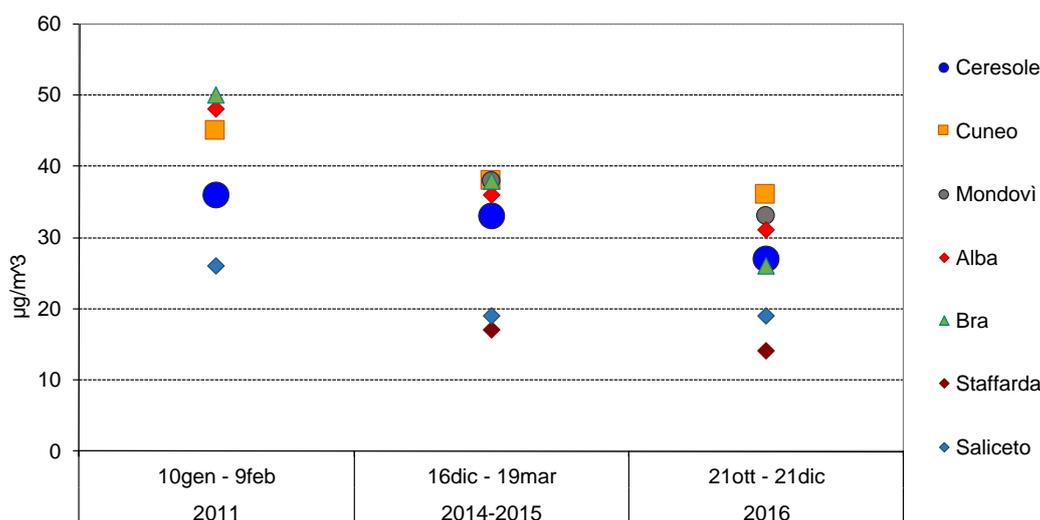


Figura 7) NO₂: concentrazioni medie registrate con il laboratorio mobile in piazza Scacchi a Ceresole d'Alba, nelle campagne svolte nei diversi anni in relazione alle concentrazioni medie rilevate presso le stazioni fisse della provincia negli stessi periodi.

Come già ripreso ed evidenziato nel documento del 2015³ la concentrazione media di NO₂ misurata a Ceresole nel corso della campagna del 2011 era risultata tra le più basse delle

³ Monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Ceresole d'Alba nel periodo compreso dal 16 dicembre 2014 al 19 marzo 2015. Arpa Dipartimento provinciale di Cuneo, 2 dicembre 2015, Prot. 99642/10.02

due province di Cuneo ed Asti, con un valore intermedio tra il dato della stazione di fondo urbano di Alba e quello della stazione di fondo rurale di Saliceto.

I dati del periodo della seconda campagna, che con una durata di tre mesi aveva consentito di valutare tutto il periodo meteorologicamente più critico per la qualità dell'aria, avevano evidenziato un miglioramento netto dei livelli di NO₂ in tutte le stazioni della rete fissa, ma un miglioramento molto limitato per le concentrazioni di Ceresole, con livelli molto vicini a quelli di Alba.

Relativamente al periodo dell'ultima campagna di Ceresole, svolta in periodo autunnale e quindi in condizioni che generalmente non sono ancora le più critiche dell'anno, i dati evidenziano livelli di NO₂ leggermente inferiori a quelli dell'inverno 2014-2015 per le stazioni di Cuneo, Mondovì, Alba e Staffarda, ed un netto miglioramento per la stazione di Bra, che nel periodo in analisi assume una posizione intermedia tra i livelli più elevati e quelli più bassi della provincia. Anche la concentrazione media di Ceresole, sebbene con un miglioramento più contenuto di quello di Bra, risulta diminuita rispetto a quella di Alba.

Relativamente all'ultima campagna, un miglioramento del livello del biossido di azoto per il sito di Ceresole è confermato dalle concentrazioni medie annue calcolate con i dati delle tre campagne di monitoraggio a partire dalle regressioni lineari dei dati delle stazioni fisse: mentre, sia per il 2011, che per il 2015, il calcolo forniva una media annua di 23.5 µg/m³, per il 2016 la media stimata è di 21.5 µg/m³.

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 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 PM₁₀, misurate con tecnica gravimetrica nel sito del comune di Ceresole d'Alba, 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, un indicatore di presenza di Foehn nel territorio regionale ed un indicatore di presenza di nebbia⁴.

Da questo grafico si può osservare come, sia gli andamenti che i valori delle concentrazioni registrate a Ceresole, siano in buon accordo con i dati del PM₁₀ misurati negli stessi periodi dalle stazioni della rete fissa. Ciò 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 periodi 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 Ceresole ha coinvolto due dei tre mesi del 2016 (gennaio, novembre e dicembre) in cui non solo a livello regionale, ma nell'intero bacino padano, sono stati registrati il maggior numero di superamenti del limite giornaliero⁵ di 50 µg/m³. Dal grafico si può osservare come anche a Ceresole i superamenti si siano verificati in corrispondenza dei periodi con nebbia persistente per più giorni, la cui formazione è favorita dalla stabilità anticiclonica. In particolare, come dettagliato nel capitolo dedicato alle condizioni meteorologiche, dicembre ha goduto di condizioni di stabilità per buona parte del mese, e nel periodo interessato dal monitoraggio (fino al 20 dicembre) si sono registrati 18 giorni di nebbia e in tali giornate la soglia di 50 µg/m³ è stata superata 11 volte a Ceresole.

Dallo stesso grafico è possibile osservare come le concentrazioni di PM₁₀ più basse siano state registrate in presenza di fenomeni di rimozione, ovvero di precipitazioni atmosferiche ed episodi di Foehn.

⁴ Sono stati classificati come "giorni di nebbia" i giorni in cui, per almeno una delle tre stazioni meteorologiche di Carmagnola, Levaldigi e Govone, era stata individuata la presenza di "nebbia ordinaria" ovvero con visibilità inferiore a 1000 m.

⁵ *Monitoraggio della qualità dell'aria sul territorio della provincia di Cuneo – Anno 2016*. Arpa Piemonte Dipartimento Territoriale di Cuneo

<https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria/RELAZIONEQAANNO2016.pdf>

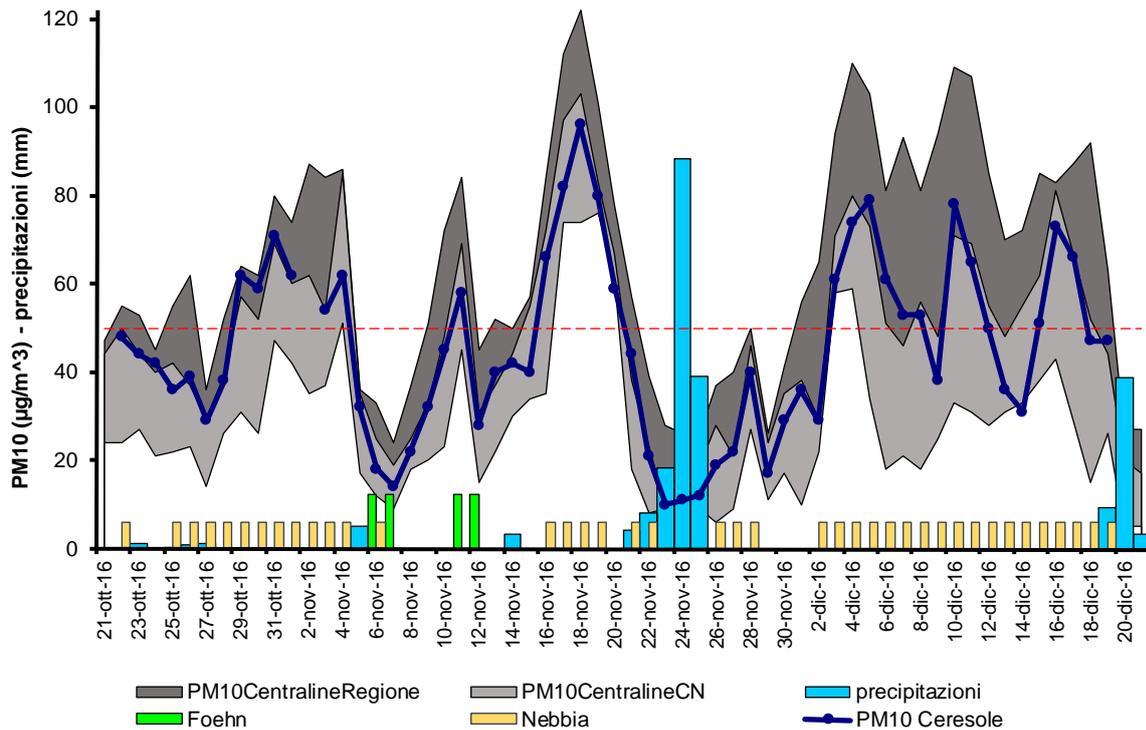


Figura 8) PM_{10} : concentrazioni medie giornaliere rilevate a Ceresole d'Alba; intervallo di concentrazioni definito dai dati delle centraline della provincia di Cuneo (in grigio chiaro) sovrapposto a quello delle centraline di Asti Baussano, Alessandria D'Annunzio, Carmagnola, Torino Rubino e Torino Consolata (ampliamento in grigio scuro); precipitazioni giornaliere registrate dalla stazione meteo di Bra Craveri, episodi di Foehn e di nebbia.

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 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. Pertanto, tra le stazioni 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, anche nel 2016, 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 distribuzione delle concentrazioni giornaliere di PM_{10} ottenute nel sito di Ceresole, con tecnica gravimetrica, 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 8. Nella tabella presente sotto la figura 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.

I dati delle concentrazioni di Ceresole risultano molto simili a quelli delle stazioni di Alba e Bra Madonna dei Fiori, i test statistici eseguiti definiscono i dati di questi siti come confrontabili in media.

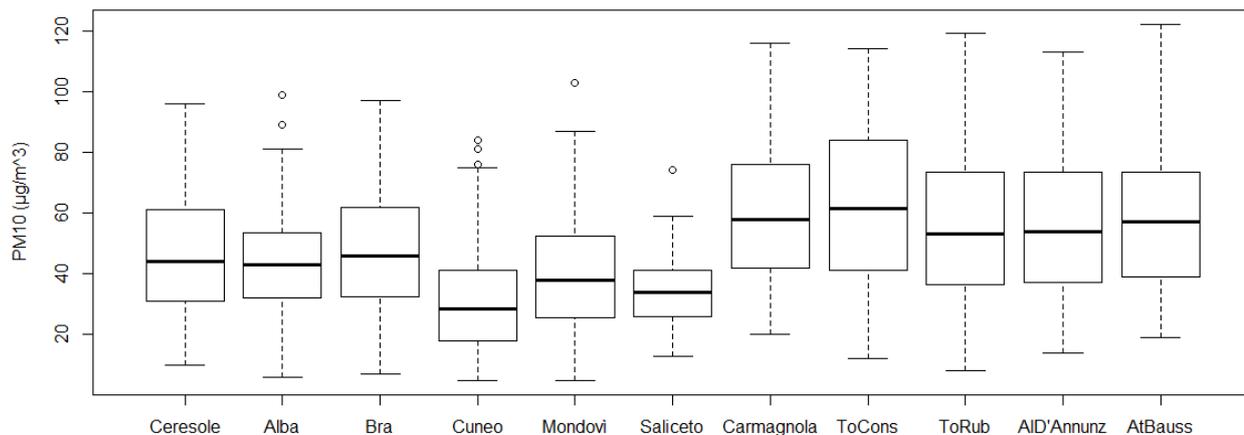


Figura 9) PM_{10} : confronto tra le distribuzioni delle concentrazioni giornaliere rilevate a Ceresole, presso le stazioni della provincia di Cuneo e alcune stazioni della regione (periodo 22 ottobre ÷ 20 dicembre '16)

PM_{10} 22 ottobre ÷ 20 dicembre '16	Ceresole d'Alba	Alba (FU)	Bra (TU)	Cuneo (FU)	Mondovi (TU)	Saliceto (FR)	Carmagnola (TU)	Torino Consolata (TU)	Torino Rubino (FU)	Alessandria D'Annunzio (TU)	Asti Baussano (TU)
Superamenti limite 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	23	22	23	11	17	6	32	36	31	32	33
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	46	44	47	33	41	35	58	61	55	56	57
Mediana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	44	43	46	28.5	38	34	58	61.5	53	54	57
Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	96	99	97	84	103	74	116	114	119	113	122
Num. dati	58	59	59	58	59	49	57	58	59	59	59

Tabella 2) PM_{10} : confronto tra numero di superamenti del limite giornaliero, concentrazioni medie, mediane e massime giornaliere rilevati a Ceresole d'Alba, 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 Ceresole d'Alba 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 delle regressioni sono stati utilizzati anche i dati campionati da ulteriori tre stazioni della rete regionale, scelte tra quelle già considerate nelle valutazioni precedenti (Torino Rubino, Torino Consolata e Asti Baussano). Per ciascuna delle 8 stazioni di misura del PM_{10} le concentrazioni medie relative al periodo della campagna sono state rapportate alle concentrazioni medie dell'ultimo anno civile completo di dati (2016) ed è stata calcolata la regressione lineare tra le otto 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, riferite al 2016, per il sito di misura di Ceresole ed il rispettivo errore standard:

$$PM_{10} (2016) = 27.8 \pm 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Tale valore indica il rispetto del limite normativo annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e può essere confrontata con le medie dei valori misurati presso le stazioni fisse della provincia nel 2016:

	Cuneo (FU)	Alba (FU)	Bra (TU)	Mondovì (TU)	Saliceto (FR)
Media anno 2016 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	23	26	28	26	21

Tabella 3) PM_{10} : concentrazioni medie dell'anno 2016 per le stazioni della provincia di Cuneo.

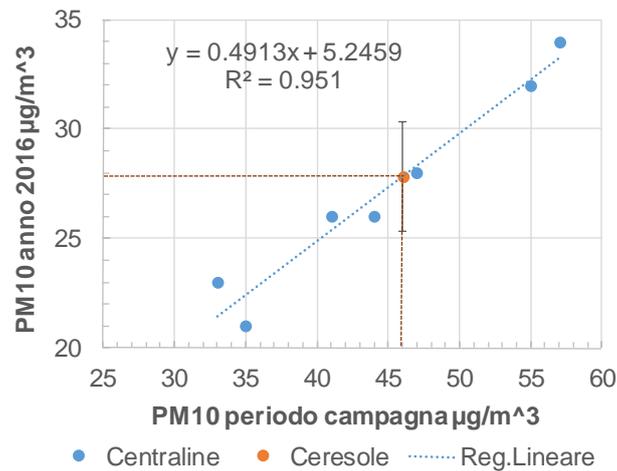


Figura 10) PM_{10} : stima della concentrazione media annuale nel sito di misura di Ceresole d'Alba mediante regressione lineare tra le concentrazioni misurate dalle stazioni fisse durante il periodo della campagna e le medie dell'anno 2016.

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 delle concentrazioni nelle ore serali. Tuttavia è evidente come, per questo inquinante che, come detto in precedenza, si può considerare ubiquitario su vasta scala, le emissioni delle sorgenti locali si siano sommate ad un fondo che nel periodo in analisi era piuttosto elevato.

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.

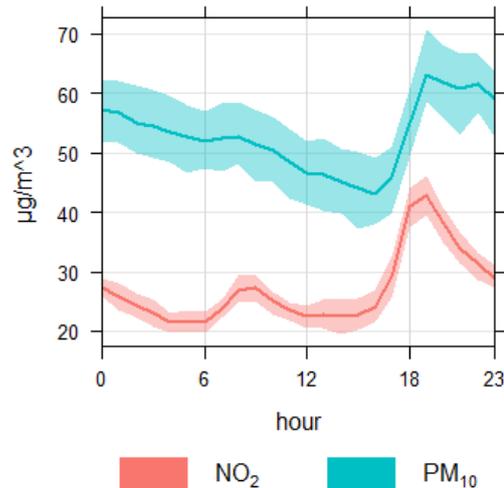


Figura 11) PM_{10} e NO_2 : confronto dei giorni medi del sito di Ceresole.

Per l'inquinamento da polveri sottili i dati del monitoraggio in oggetto confermano per il territorio di Ceresole d'Alba una situazione di analogia con i livelli riscontrati dalle vicine stazioni di Alba e Bra.

Confronto con i monitoraggi precedenti

Analogamente a quanto eseguito per il biossido di azoto, nella figura seguente sono rappresentate le concentrazioni medie di PM_{10} ottenute dal laboratorio mobile nelle tre diverse campagne svolte negli anni a Ceresole, confrontate con quelle misurate dalle centraline della provincia attive nei periodi considerati. Anche per questo inquinante, data la limitatezza temporale delle campagne e l'influenza delle condizioni meteorologiche sui livelli degli inquinanti, quel che occorre considerare non è tanto il raffronto diretto tra i valori assoluti nei diversi anni, quanto il confronto tra la posizione assunta dalla media del laboratorio mobile rispetto alle medie delle centraline della rete.

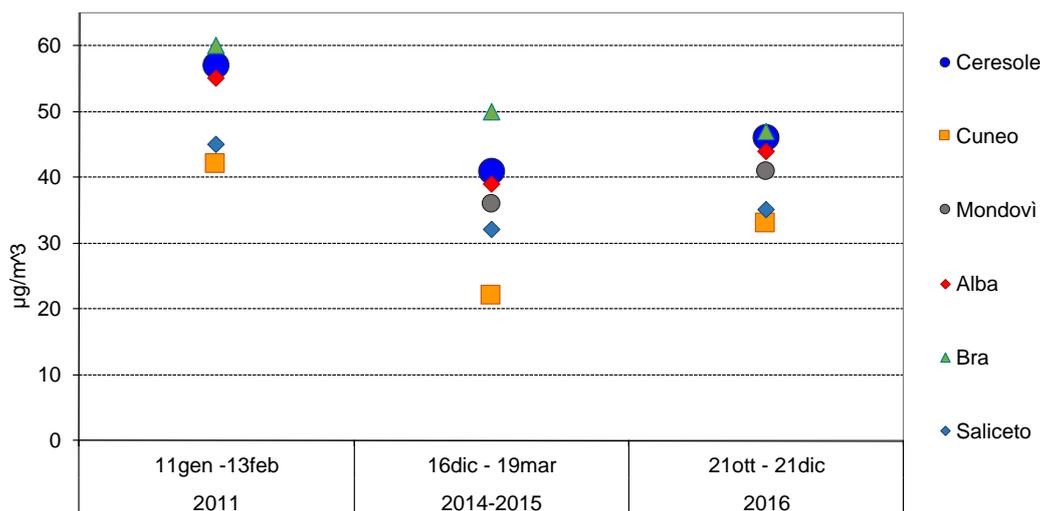


Figura 12) PM_{10} : concentrazioni medie registrate con il laboratorio mobile in piazza Scacchi a Ceresole d'Alba, nelle campagne svolte nei diversi anni in relazione alle concentrazioni medie rilevate presso le stazioni fisse della provincia negli stessi periodi.

Nell'ultima campagna le concentrazioni medie di tutte le postazioni di misura risultano più elevate rispetto alla precedente campagna, ma ciò è da attribuire alle condizioni meteo-

dispersive particolarmente critiche che si sono verificate nel periodo dell'ultima campagna, caratterizzata da lunghi periodi di accumulo.

Quello che è importante rilevare è che, rispetto alle stazioni fisse, la media del sito di Ceresole ha mantenuto la posizione individuata già nelle precedenti campagne, ovvero con livelli simili a quelli misurati nelle postazioni di Alba e Bra. Queste postazioni, come detto in precedenza, risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo del bacino padano e per esse, nonostante il miglioramento registrato negli anni⁶, il superamento, anche nel 2016, del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere, conferma una situazione di criticità per il PM₁₀.

Anche per la postazione di Ceresole d'Alba si conferma pertanto la medesima situazione di criticità riscontrata presso le due vicine stazioni, con un potenziale superamento del numero massimo stabilito per le concentrazioni giornaliere.

Tuttavia un miglioramento dei livelli di PM₁₀ anche per il sito di Ceresole è stimato dalle concentrazioni medie annue calcolate, con i dati delle tre campagne di monitoraggio, a partire dalle rispettive regressioni lineari dei dati delle stazioni fisse. Infatti per il 2011 il calcolo forniva una media annua di 37 µg/m³, per il 2015 una media di 31 µg/m³, e per il 2016 la media stimata è di 28 µg/m³.

⁶ Per approfondimenti: si veda la relazione già citata nella nota 5

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 Ceresole, 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 Ceresole 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 1.7 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. A differenza delle centraline fisse, siccome il monitoraggio eseguito con il laboratorio mobile riguarda un intervallo di tempo limitato dell'anno, non è possibile trarre conclusioni dirette sul rispetto del limite annuale. Tuttavia, dal confronto con quanto rilevato nello stesso periodo presso le altre stazioni della provincia dove questo inquinante viene monitorato, si può desumere che anche nel sito di Ceresole non sussistano rischi di superamento del limite per tale inquinante. Infatti la concentrazione media ottenuta, pari a 2.1 µg/m³, è del tutto analoga a quelle ottenute nello stesso periodo presso le altre stazioni.

Nella figura 13 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.

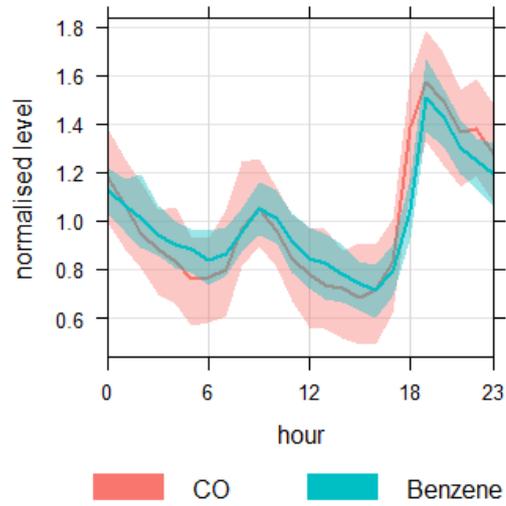


Figura 13) CO e Benzene: confronto dei giorni medi del sito di Ceresole.

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 Ceresole e di quelle registrate, nello stesso periodo, dalla centralina fissa di Alba. Ottima è la somiglianza dei giorni medi ottenuti nelle due postazioni. Livelli di ozono ad Alba leggermente inferiori a quelli di Ceresole possono essere attribuiti alle maggiori concentrazioni di ossidi di azoto del sito urbano che determinano un maggiore consumo di ozono.

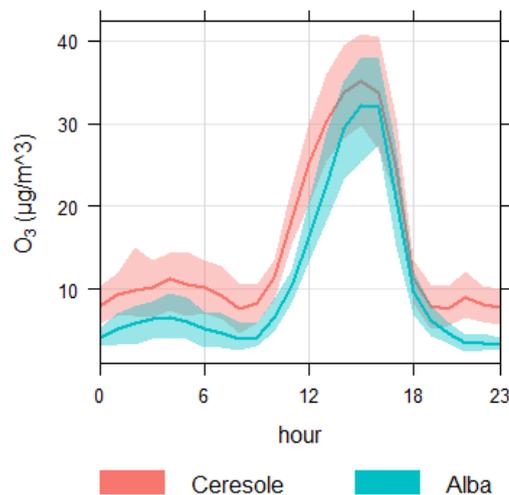


Figura 14) O₃: giorno medio della campagna di Ceresole confrontato con quello della centralina fissa di Alba.

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 in cui si è svolto il monitoraggio, a Ceresole, 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 15 rappresenta, per ciascun giorno di misura, i valori massimi delle concentrazioni medie su 8 ore, misurate nel monitoraggio a Ceresole, 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 sono 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.

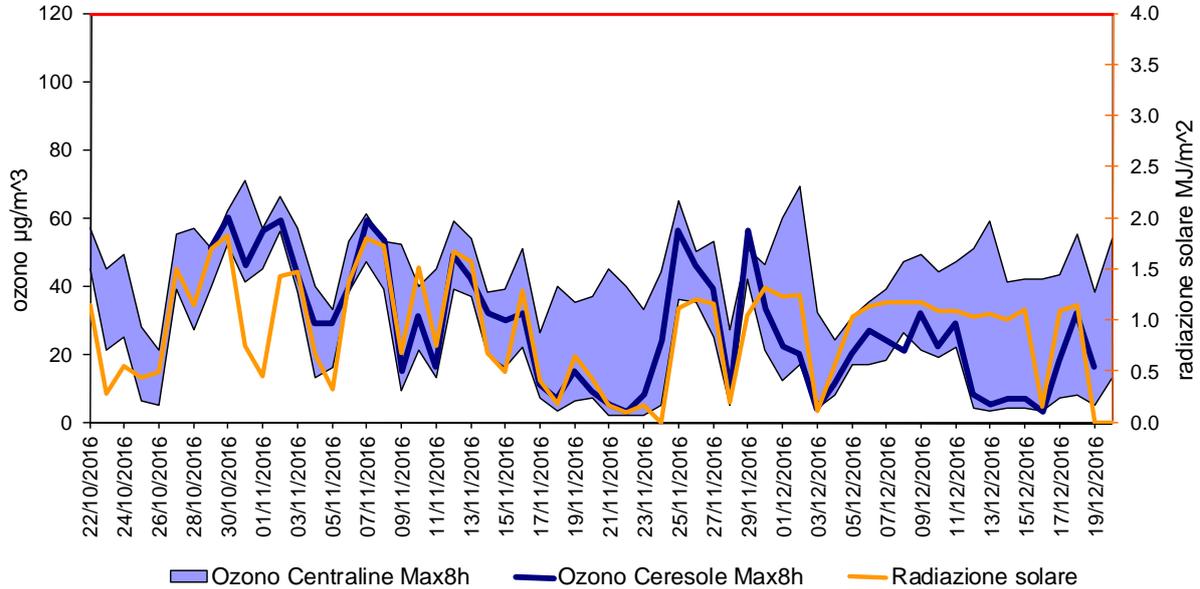


Figura 15) O₃: massime giornaliere delle concentrazioni medie su 8 ore registrate con il laboratorio mobile a Ceresole e presso le stazioni fisse della provincia di Cuneo. Radiazione solare giornaliera misurata dalla stazione meteorologica di Bra Craveri.

SITUAZIONE METEOROLOGICA

Analizzando l'evoluzione della situazione meteorologica nel periodo del monitoraggio della qualità dell'aria a Ceresole d'Alba, si osserva che alla fine del mese di ottobre si è strutturata, sull'Europa occidentale, un'ampia area di alta pressione di origine africana, che ha interessato direttamente il Piemonte con temperature superiori alla norma sui settori montani e pedemontani. Invece in pianura i valori termici sono stati inferiori, a causa della presenza di nubi basse e nebbie; nei giorni 30 e 31 ottobre si sono verificati gli unici due episodi di nebbia fitta (visibilità inferiore a 100 m) della stagione autunnale.

Nei primi 4 giorni del mese di novembre 2016, sul territorio piemontese, sono proseguiti gli effetti dell'area di alta pressione localizzata sull'Europa occidentale. Il 3 novembre è risultato il giorno con le temperature massime più elevate del mese.

Successivamente il campo barico sui settori occidentali europei ha avuto un calo, a causa della profonda discesa, verso sud, della circolazione depressionaria localizzata a nord delle Isole Britanniche. E nel giorno 5 novembre un flusso umido da sudovest ha raggiunto il territorio piemontese. In tale giornata si sono avute precipitazioni diffuse sul Piemonte. Successivamente la struttura depressionaria è tralata verso est ed il territorio piemontese è stato interessato dal nucleo freddo e secco della bassa pressione e si è avuto un marcato calo dei valori di temperatura. Il giorno 8 novembre la media delle minime in pianura è scesa al di sotto degli 0°C per la prima volta dall'inizio dell'autunno e si è mantenuta sottozero fino al giorno 10. Comunque non sono stati registrati valori da primato ed il picco mensile del freddo è stato raggiunto alla fine del mese, quando aria fredda da est nei bassi strati è stata convogliata da una circolazione depressionaria in discesa dall'Europa orientale verso il Mar Ionio.

L'evento di maggiore rilevanza nel mese di novembre 2016 è stato l'episodio alluvionale dei giorni 21-26 novembre. In particolare il 24 novembre è stato il giorno più piovoso di tale evento ed il terzo più ricco di precipitazioni dal 1958 ad oggi in Piemonte, superato di poco dal 4 novembre 1994 e, in maniera più netta, dal 15 ottobre 2000. In tali giorni un'estesa saccatura atlantica si è approfondita sulla Penisola Iberica ed è evoluta in una circolazione depressionaria chiusa. Nel giorno 24 novembre si è inoltre intensificata la circolazione a tutti i livelli, con correnti sciroccali in quota in risalita dalle coste nordafricane, in seno alle quali scorrevano masse d'aria umida e perturbata, mentre ai bassi livelli si aveva un flusso umido da sudest sul Mar Ligure, con risalita orografica delle masse d'aria verso il settore appenninico occidentale e le Alpi meridionali. All'interno della Pianura Padana il vento si è disposto da est, nordest e pertanto anche il Piemonte occidentale e sudoccidentale ha registrato l'effetto "stau", con l'aria che saliva lungo i rilievi.

Il mese di novembre 2016 è stato caratterizzato da una buona dinamicità della configurazione meteorologica, non soltanto in occasione dell'evento alluvionale. Sono quindi risultati assenti i periodi di lunga stabilità anticiclonica che normalmente favoriscono la formazione delle nebbie. Infatti sul territorio piemontese si sono verificati 15 giorni con nebbia ordinaria (visibilità inferiore ad 1 km), inferiori ai 20 attesi dalla climatologia recente 2004-2015, ma sono risultati assenti gli episodi di nebbia fitta (visibilità inferiore a 100 m), mentre in base alla norma del periodo 2004-2015 avrebbero dovuto verificarsi 4 giorni con nebbia fitta.

Nel mese di dicembre la situazione meteorologica a grande scala è stata caratterizzata da un'ampia e marcata anomalia barica positiva sull'Europa centrale ed occidentale, causata dall'espansione verso nord dell'anticiclone delle Azzorre. 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, e con 27 giorni nebbiosi su 31.

Verso la fine della seconda decade del mese si è verificato l'unico episodio di instabilità; il moto retrogrado di una circolazione depressionaria dalla Polonia all'arco alpino ha

inizialmente dato effetti sui valori di temperatura ed il 18 dicembre è stato il giorno con le temperature minime più basse in pianura con -2.8°C medi. Nel giorno successivo, 19 dicembre, la depressione si è portata ad ovest dell'arco alpino piemontese, causando un peggioramento del tempo con precipitazioni a carattere nevoso anche sulle zone pianeggianti. Una seconda depressione ha mantenuto le condizioni di maltempo fino alla mattinata del giorno 21. Sui settori pianeggianti gli accumuli di neve al suolo sono stati mediamente sui 5-10 cm, con valore minimo di 1 cm a Torino città e di circa 20 cm a Cuneo.⁷

Dai dati acquisiti dal laboratorio mobile a Ceresole d'Alba si ricava che, su base oraria, la temperatura massima del periodo del monitoraggio è stata di 20.8°C , raggiunta il 27 ottobre, la media di 6.4°C e la minima di -4.9°C , registrata il 15 dicembre.

Nel grafico della figura 16 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.

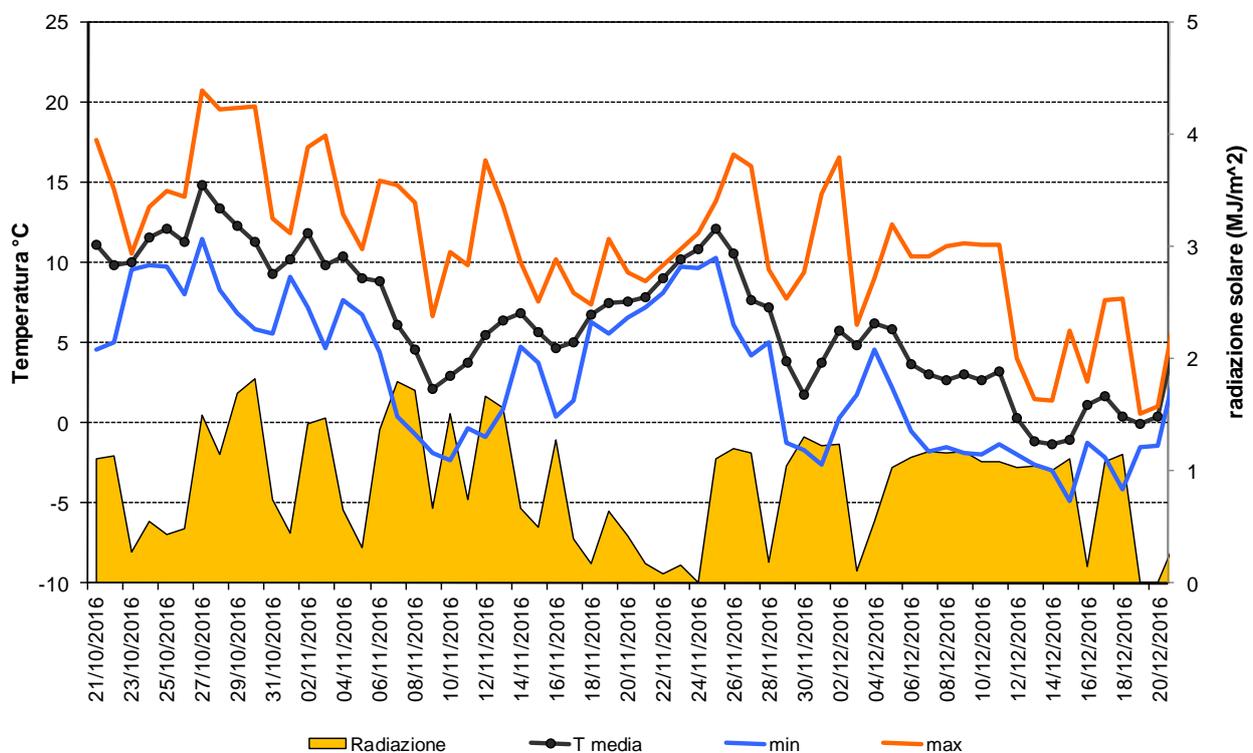


Figura 16) Temperatura dell'aria: medie, minime e massime giornaliere registrate con il laboratorio mobile a Ceresole d'Alba. Totale giornaliero della radiazione solare globale misurata dalla stazione Bra – Museo Craveri.

Nella figura 17 sono riportati, per ciascun giorno, la media della pressione atmosferica e la precipitazione giornaliera cumulata registrate dalla stazione meteorologica di Bra – Museo Craveri.

⁷ Il Clima in Piemonte. Ottobre – Novembre - Dicembre 2016. Arpa Piemonte, Sistemi Previsionali

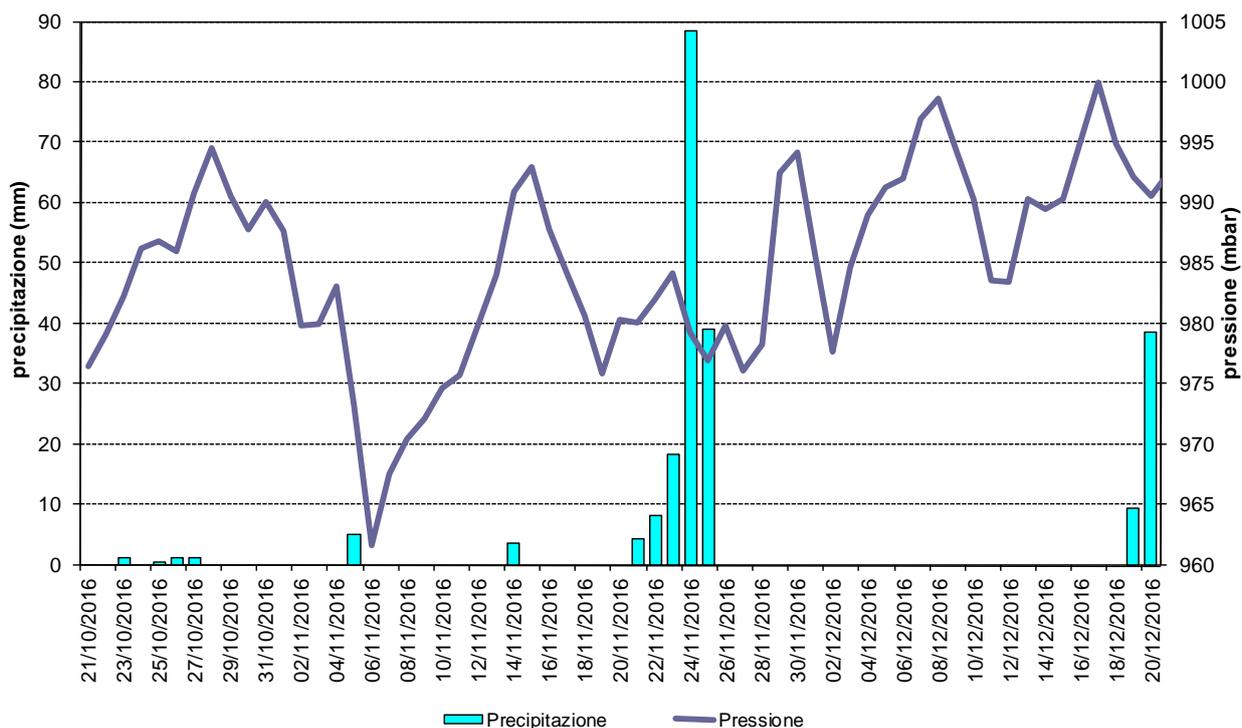


Figura 17) Precipitazione cumulata giornaliera e pressione atmosferica misurate dalla stazione di Bra – Museo Craveri.

Nella figura seguente è rappresentata la rosa dei venti ottenuta per il periodo di misura nel sito di Ceresole. Il settore prevalente di provenienza dei venti è risultato quello Sud, in particolare nelle ore notturne.

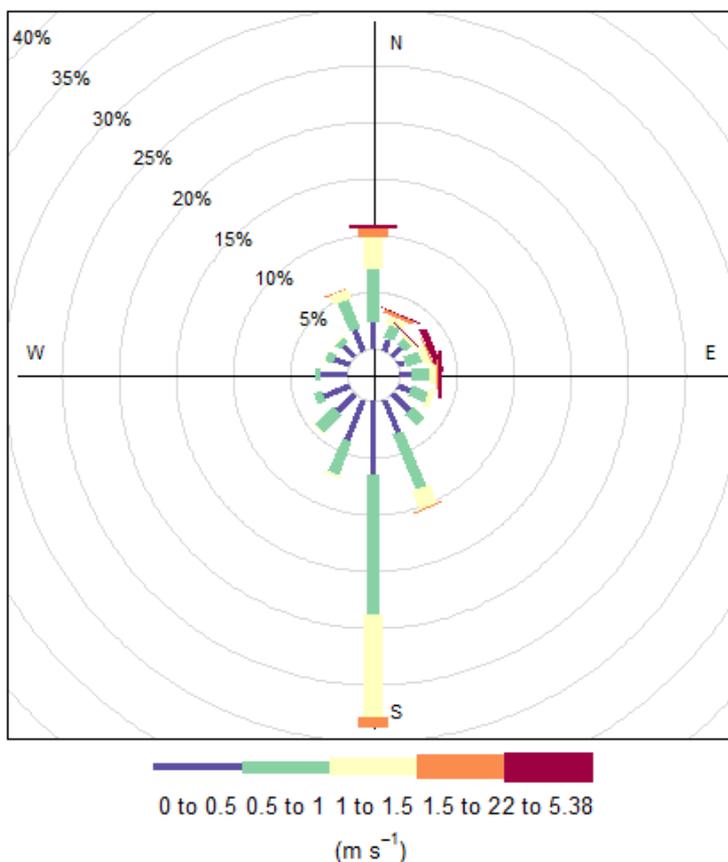


Figura 18) Rosa dei venti nel sito di Ceresole d'Alba (periodo: 21 ottobre ÷ 21 dicembre '16).

CONCLUSIONI

Coerentemente con quanto evidenziato nel precedente monitoraggio svolto nel comune di Ceresole d'Alba, e in analogia a quanto riscontrato su tutto il territorio regionale, nel sito monitorato con il laboratorio mobile, 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.

I livelli dell'ozono, inquinante tipicamente estivo, in accordo con il periodo autunnale in cui è stato svolto il monitoraggio, sono stati piuttosto contenuti.

Per quanto riguarda la situazione del biossido di azoto, l'analisi dei dati conferma analogie con le concentrazioni misurate presso la vicina stazione di fondo urbano di Alba, in particolare per quanto riguarda i valori fondo delle ore notturne: più elevati di quelli delle stazioni della zona sud della provincia, a causa del ristagno degli inquinanti di cui la zona più a nord maggiormente risente. Ciononostante nell'ultima campagna la concentrazione media di Ceresole risulta diminuita rispetto a quella di Alba ed un miglioramento è confermato dalla riduzione delle concentrazioni medie annue stimate a partire dai dati delle tre campagne di monitoraggio svolte tra il 2011 ed il 2016. Per tale inquinante si mantiene il rispetto dei limiti normativi.

Come già emerso dai dati della precedente campagna, anche in questo caso, dall'analisi dei dati orari delle concentrazioni di NO₂ e dei corrispondenti valori di direzione e velocità del vento, nel sito di misura non si evidenziano contributi di fonti produttive locali specifiche.

Relativamente all'inquinamento da polveri sottili (PM₁₀) il sito di Ceresole ha mantenuto la situazione, individuata già nelle precedenti campagne, di analogia con i livelli misurati presso le stazioni fisse di Alba e Bra. Queste postazioni, per la loro collocazione geografica, rispetto alle città poste nella zona sud della provincia, risentono maggiormente dell'inquinamento di fondo che, a causa della conformazione orografica e delle emissioni presenti, ristagna e caratterizza tutto il bacino padano. Per esse, nonostante il miglioramento registrato negli anni⁸, il superamento, anche nel 2016, del limite stabilito per le concentrazioni giornaliere, conferma una situazione di criticità per il PM₁₀.

Anche per la postazione di Ceresole d'Alba si conferma pertanto la medesima situazione di criticità riscontrata presso le due stazioni di Alba e Bra, con un potenziale superamento del numero massimo stabilito per le concentrazioni giornaliere.

Per poter pervenire al rispetto di tali limiti si ritiene 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 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

⁸ Per approfondimenti: *Monitoraggio della qualità dell'aria sul territorio della provincia di Cuneo – Anno 2016*.
Arpa Piemonte Dipartimento Territoriale di Cuneo
<https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria/RELAZIONEQAANNO2016.pdf>

pertanto più problematico per la salute umana perché in grado di penetrare più in profondità nell'apparato respiratorio.

ALLEGATO I - Sintesi dei risultati della campagna

Ceresole d'Alba, piazza Scacchi	
21/10/2016 ÷ 21/12/2016	
	SO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	9
Media dei valori orari	6
Massima media oraria	12
Percentuale ore valide	73%
<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	0.7
Massima media oraria	2.2
Percentuale ore valide	89%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.7
Massimo medie 8 ore	1.7
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
	Benzene (µg/m³)
Minima media giornaliera	0.9
Massima media giornaliera	4.9
Media dei valori orari	2.1
Massima media oraria	7.1
Percentuale ore valide	91%
	NO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	13
Massima media giornaliera	40
Media dei valori orari	27
Massima media oraria	75
Percentuale ore valide	99%
<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	2
Massima media giornaliera	46
Media dei valori orari	15
Massima media oraria	82
Percentuale ore valide	89%
Minimo medie 8 ore	1
Media delle medie 8 ore	15
Massimo medie 8 ore	60
Percentuale medie 8 ore valide	89%
<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	10
Massima media giornaliera	96
Media delle medie giornaliere:	46
Numero giorni validi	58
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	23

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**, 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.

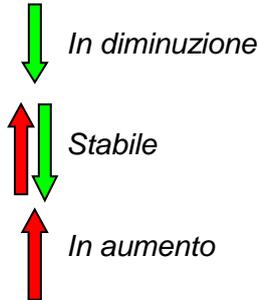
Misura: indica il principio di misura utilizzato per la determinazione dell'inquinante

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 – PM₁₀

Caratteristiche <i>particelle solide</i> <i>aerosol</i>	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.			
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	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.			
Tipologia <i>primario</i> <i>secondario</i>	Il particolato atmosferico è in parte di tipo "primario", impresso 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.			
Permanenza spazio temporale	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.			
Effetti <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"> - 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>			
Misura <i>gravimetrica</i>	Il PM ₁₀ 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.			
 Situazione critica	La situazione nell'ultimo decennio, per il particolato PM ₁₀ , 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.			
Riferimenti normativi D.Lgs 155/2010	Periodo di mediazione temporale	Valore limite	N° superamenti ammessi	Data di raggiungimento limite
PM10	24 ore	50 µg/m ³	35 per anno civile	1 gennaio 2005
	anno civile	40 µg/m ³		1 gennaio 2005
PM2.5	anno civile	25 µg/m ³		1 gennaio 2015

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	L'Ozono è un gas molto reattivo, fortemente ossidante, di odore pungente caratteristico, la cui molecola è costituita da tre atomi di ossigeno.
Fonte <i>naturale</i> <i>antropica</i>	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.
Tipologia <i>secondario</i>	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> .
Permanenza spazio temporale	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.
Effetti <i>salute</i> <i>ambiente</i> <i>materiali</i>	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 .
Misura <i>assorbimento</i> <i>caratteristico</i>	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 ($\mu g/m^3$).
Situazione  <i>stabile</i> 	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.

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)

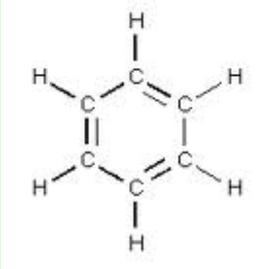
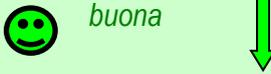
BIOSSIDO DI ZOLFO – SO₂

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 ⁹ 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

⁹ 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 spazio temporale</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